

Un modelo de interoperabilidad basado en ontologías para Repositorios de Objetos de Aprendizaje

Valeria Celeste Sandobal Verón
Grupo de Investigación en Educación Sobre Ingeniería
(GIESIN)
UTN- Facultad Regional Resistencia
Chaco, Argentina
vsandobal@fre.utn.edu.ar

Mariel Alejandra Ale, María de los Milagros Gutiérrez
Centro de Investigación y Desarrollo en Sistemas de
Información (CIDISI)
UTN – Facultad Regional Santa Fe
Santa Fe, Argentina
{male; mmgutierr}@frsf.utn.edu.ar

Resumen—En la actualidad, la mayoría de los repositorios implementan Dublin Core (DC) como estándar de metadatos, permitiendo la aplicación del protocolo de Recolección de Metadatos (OAI-PMH: Open Archives Initiative - Protocol for Metadata Harvesting). Sin embargo, DC no es el estándar más apropiado para la descripción de objetos de aprendizaje, lo que hace necesario recurrir a otros estándares. El estándar Learning Object Metadata (LOM) surge como el más adecuado para la descripción de objetos de aprendizaje. Asimismo, surgen otros estándares tales como Common European Research Information Fomat (CERIF), Metadata Object Description Schema (MODS), entre otros. Esta variedad de estándares hace que la interoperabilidad entre los repositorios sea cada vez más compleja. La mayoría de las soluciones, hasta el momento, proponen adoptar un estándar de metadatos e incluir los metadatos necesarios para poder ser cosechados. Este trabajo presenta una solución basada en ontologías para la interoperabilidad entre repositorios que utilizan diferentes metadatos en la descripción de sus objetos.

Palabras clave—modelo de interoperabilidad; estándar de metadato; repositorios; objeto de aprendizaje

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, los repositorios institucionales (RI) han experimentado un gran crecimiento, tanto a nivel nacional como internacional. Como una especialización de los RI surgen los Repositorios de Objetos de Aprendizaje (ROA) que se caracterizan por contener objetos de aprendizaje (OA). Los ROA son una “colección de OA que tienen información (metadatos) detallada que es accesible via 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” [1]. El Comité de Estandarización de Tecnología Educativa (IEEE 2002) [2] establece que “los objetos de aprendizaje (OA) son una entidad digital o no digital que puede ser utilizada, reutilizada y referenciada durante el proceso de aprendizaje apoyado con tecnología”. Por otro lado, Wiley [3] define los OA como elementos de un nuevo tipo de instructivo basado en el paradigma orientado a objetos, los cuales están disponibles a través de internet y pueden ser reutilizados en múltiples contextos educativos. Para que los ROA cumplan con su objetivo, los OA deben ser descritos a través de metadatos. La gran mayoría de los repositorios institucionales utilizan como estándar de metadatos Dublin Core (DC), en tanto que los ROA continuaron con este estándar para describir sus objetos de aprendizaje. Con el tiempo, los metadatos del estándar DC

resultaron insuficientes teniendo en cuenta que un OA, debe ser definido desde el punto de vista pedagógico y no sólo como un recurso. Por ejemplo, es necesario describir el tipo de interacción, el tipo de recurso educativo, el nivel educativo al que está dirigido, el grado de dificultad, entre otros. El informe de la Confederation of Open Access Repositories (COAR) del año 2015 [4] menciona que resulta cada vez más relevante para la comunidad la adopción de *metadatos comunes*, identificadores (tanto para autores, instituciones, organizaciones que financian investigaciones y publicaciones), *vocabularios y taxonomías*. En este informe se han identificado problemas de interoperabilidad que aún deben solucionarse clasificándolos según su relevancia y complejidad en alta, moderada y baja. En este sentido se ha identificado como de relevancia alta y complejidad moderada el uso de formatos de metadatos adicionales; y de relevancia y complejidad alta la utilización de metadatos de calidad. Teniendo en cuenta el informe antes mencionado, y en relación a los metadatos, se sugirió la incorporación de nuevos estándares de metadatos que resulten más convenientes para la descripción de los objetos de aprendizaje. Si bien DC es el estándar más utilizado y el obligatorio para la implementación del protocolo Open Archives Initiative – Protocol for Metadata Harvesting (OAI-PMH), presenta cierta vaguedad en la interpretación de algunas etiquetas. Algunos estándares que se mencionan como posibles para subsanar estas falencias son: Metadata Object Description Schema (MODS), Common European Research Information Fomat (CERIF), Machine –Readable Cataloging (MARC), Common European Research Information Format (CERIF) entre otros.

La diversidad de estándares de metadatos y su adopción en los diferentes ROA, dificulta la interoperabilidad entre los repositorios. Si bien, existe un estándar de interoperabilidad, que permite cosechar los metadatos de los objetos de aprendizaje, es a nivel sintáctico. Actualmente, la interoperabilidad a nivel semántico es uno de los desafíos que enfrenta la comunidad que pretende implementar los repositorios como una forma de publicación de su producción.

En este trabajo, se presenta un modelo basado en ontologías que soporta interoperabilidad semántica entre repositorios de OA independientemente del estándar de metadatos que adopte.

El trabajo se organiza como sigue. La sección II presenta los conceptos preliminares usados para el desarrollo de esta propuesta. Luego, la sección III presenta el modelo de

interoperabilidad propuesto. Finalmente se describen conclusiones y trabajos futuros.

II. CONCEPTOS PRELIMINARES

A. Interoperabilidad

El Acceso Abierto (AA) nace como una iniciativa para dar solución a lo que se denominó crisis del modelo tradicional de comunicación científica. Esta crisis se caracterizó por los elevados costos para la publicación científica en revistas prestigiosas, como así también para el acceso a los artículos publicados. La iniciativa de AA de Budapest, pretende que los artículos resultados de investigaciones científicas tengan disponibilidad gratuita en internet. Esto permitiría a los investigadores y público en general poder leer, descargar, distribuir, imprimir documentos publicados en AA.

La interoperabilidad es una de las principales características que hará posible la implementación del AA. Según el informe COAR, el valor real de los repositorios recae en el potencial de interconexión para crear una red de repositorios, que puede proveer un acceso unificado a los resultados de la investigación y que puedan ser (re) utilizados tanto por las máquinas como por los investigadores, siendo la interoperabilidad un factor clave [5]. En este trabajo se utiliza el concepto de interoperabilidad dado en [6]: interoperabilidad es la habilidad de dos o más sistemas o componentes para intercambiar información y utilizar la información intercambiada. Rodríguez [7] aplica este concepto a los RI definiendo interoperabilidad como la habilidad de los sistemas para comunicarse con otros intercambiando información, metadatos, y objetos digitales entre ellos con un ida y vuelta en un formato utilizable. Los niveles de interoperabilidad para los RI pueden clasificarse según Garrido Arenas [8] en:

- *Infraestructura*: mediante la utilización de protocolos, tales como ISO-OSI y TCP/IP para llevar a cabo el intercambio de datos.
- *Sintaxis*: dotar a los sistemas de información para que puedan leer datos de otros sistemas similares, permitiendo obtener una representación que pueda ser compatible. Una aproximación hacia la interoperabilidad desde el punto de vista sintáctico es el protocolo OAI-PMH [9], que provee las funciones necesarias para la recopilación de metadatos, no de textos completos de los documentos que se referencian. Este protocolo requiere para su utilización que el repositorio se adhiera a los metadatos de Dublin Core
- *Estructura*: existencia de modelos lógicos comunes que permita a los sistemas de información comunicarse entre sí a través de protocolos.
- *Semántica*: capacidad de los sistemas de información de tener un entendimiento común de los términos que se intercambiarán. A nivel de interoperabilidad semántica las ontologías surgen como una solución para mediar los problemas de heterogeneidad semántica. Una ontología es una especificación explícita de una conceptualización [10]. En este sentido, una ontología es desarrollada para dar

significado a términos de un determinado contexto, acortando la brecha semántica entre sistemas heterogéneos. Llevando al caso de los ROA, cada uno define sus objetos de aprendizaje con diferentes estándares de metadatos. Entonces, es necesario poder identificar por ejemplo, qué metadato del estándar LOM es equivalente en su significado a la etiqueta *DC.creator*. Si se analiza el estándar es posible darse cuenta que ésta equivalencia se establece con el metadato *LOM:LifeCycle/contribute/Role/Author* de la categoría *LOM:LifeCycle-Contribute-Entity*. De igual manera, en el estándar MARC es posible encontrar esta equivalencia con el metadato *Nombre Personal* dentro de la categoría *Campos de entrada principal*, que tiene indicadores tales como: Nombre Propio y Apellido; por lo cual se encuentra separado el nombre y el apellido del autor a diferencia de DC y LOM. De esta manera se advierte que un mismo significado puede representarse de maneras diferentes dependiendo del estándar de metadatos que utiliza el ROA. El uso de ontologías, más allá de proporcionar significado común entre estos sistemas heterogéneos, permite establecer relaciones entre los conceptos. En la actualidad existen ontologías para la mayoría de los estándares aquí mencionados tales como DC, LOM, CERIF, MOD; como así también definiciones en las especificaciones que relaciona estos estándares, tal es el caso de ISO/IEC MLR (Metadata Learning Resource) que en su parte 2 relaciona los metadatos de DC con MLR; o la especificación IMS Learning Resource Metadata que realiza cambios mínimos con respecto a LOM, realizando un mapeo de los metadatos de ambos.

B. Trabajos relacionados

En la actualidad, existen varios intentos en la búsqueda de interoperabilidad semántica entre repositorios. Entre las que podemos mencionar la realizada por [11] que consiste en un mecanismo diseñado para recuperar los OA desde ROA heterogéneos utilizando un framework de interoperabilidad semántica a través de elementos de metadatos. El ROA incluye dos operaciones centrales: la de obtener los metadatos de los diferentes ROA y llevarlos a uno central dando como resultado la centralización en la búsqueda desde un solo lugar. De los ROA con los que se conecta extrae los metadatos más utilizados como title, keyword, description, location los cuales son utilizados como entrada para el LORiuMET (Learning Object Repositories interoperability using metadata).

Otra propuesta es la definida por [12] donde se plantea un modelo de interoperabilidad entre los sistemas de información documental de Colombia, que incluye Repositorios Institucionales y Bibliotecas Digitales, El modelo propuesto incluye la descripción de estándares y normas en la que se basará BDCOL (Biblioteca Digital Colombiana) para realizar el intercambio y recolección de metadatos y de objetos digitales. Para lograr la interoperabilidad sintáctica utiliza un esquema de codificación de caracteres UTF-8 y estándares de metadatos según las colecciones. Fueron analizados los estándares DC, DC

cualificado, ETD-Ms entre otros. En cuanto a la interoperabilidad semántica se normalizó la tipología documental y se sugiere la utilización de vocabularios controlados. Para la interoperabilidad estructural se sugiere el uso del protocolo OAI-PMH.

Una propuesta más entre las analizadas es la de [13] que plantea un modelo donde los principales componentes son: los repositorios, el sistema multiagente que está compuesto por un Agente Indexador y un Agente Buscador; un mapeo de metadatos (utiliza de prueba dos repositorios uno que utiliza DC y el otro LOM) que es una base de datos diseñada para realizar la correlación de los diferentes patrones de metadatos que fueron procesados por el sistema; la ontología de dominio que es un set de ontologías de los tipos de objetos de aprendizaje de los repositorios (como por ejemplo una ontología de seguridad de la información) y un Servicio de Búsqueda que provee una interface.

La propuesta de [14], proponen el manejo de la interoperabilidad semántica entre repositorios heterogéneos utilizando enfoques basados en la Web Semántica, donde cada Librería Digital conserva las características específicas y no requiere que se realicen modificaciones para llevar a cabo los servicios de intercambio, reuso y cosecha de recursos digitales. Se presenta un marco tecnológico y un método para la publicación y enlazado de datos bibliográficos digitales que abarca las actividades de: selección de fuentes de datos, cosecha de metadatos desde repositorios, modelamiento del vocabulario u ontologías, conversión de datos a formato RDF, enlazado de datos a través de sus relaciones semánticas y publicación y explotación de datos. Este marco de trabajo fue implementado en un conjunto de repositorios digitales ecuatorianos y pudo comprobarse que “las actividades desarrolladas aseguran la reproducibilidad del ciclo de publicación de datos enlazados sobre cualquier otro repositorio OAI”.

Por otro lado, Agosti [15] toma como base dos modelos que proporcionan un framework para librerías digitales: “DELOS References Model” y “Streams, Structures, Spaces, Scenarios, Societies (5S)”. Teniendo en cuenta que, según la opinión de los autores, estos modelos no mejoran lo suficiente la interoperabilidad de los sistemas, modelan a través de ontologías y tecnologías de la Web Semántica y Linked Data a los modelos de referencias. La ontología diseñada permite modelar y mapear los conceptos de alto nivel del modelo 5S y DELOS, es así que se presenta un modelo para el dominio de usuario, de contenido, de funcionalidad, de calidad, de políticas y de arquitectura. Los autores hacen especial referencia en que los dominios de usuario, funcionalidad y contenido les permiten obtener una interoperabilidad de alto nivel entre los actores y la información/objetos digitales de la librería digital, como así también las funciones y servicios

III. MODELO PROPUESTO

Las propuestas antes mencionadas realizan una muy buena aproximación a la búsqueda de la interoperabilidad semántica, pero presentan una serie de limitaciones. En algunos casos solo se toman dos de los estándares más utilizados, como lo son DC y LOM; en otras, los estándares de metadatos utilizados en las

bibliotecas de un país en particular; o bien la extracción de los metadatos de repositorios heterogéneos, independiente del estándar de metadato, pero solo tomando las etiquetas más utilizadas como ser *title, keyword, description and location*.

En el modelo que se propone en el presente artículo se pretende encontrar una solución general, que incluya cualquier estándar de metadato utilizando la interoperabilidad que se puede obtener con el uso de ontologías. Para ello, se propone la implementación de un enfoque híbrido [16]. Este enfoque combina las ventajas de las metodologías de ontologías simples y la de ontologías múltiples. Donde las fuentes de datos originales heterogéneas tienen su propia ontología (ontología local) que son representadas de forma independiente; a su vez éstas ontologías locales son relacionadas tomando como base el desarrollo de una ontología global a través de un vocabulario compartido. El vocabulario compartido contiene términos básicos o primitivos del dominio.

Para este último, se analizó las propuestas actuales que realizan aportes que pretenden agregar significado educacional a los estándares de metadatos como DC. Entre ellos, se encuentra la propuesta de [17], donde se plantea un perfil para metadatos educacionales (EMP: Educational Metadata Profile) para ser utilizado en la descripción de recursos digitales educativos, y en particular aquellos utilizados para la modalidad a distancia. El perfil proporcionado se basa en los metadatos utilizados por LOM con el objetivo de resaltar los metadatos educacionales; completando la descripción con metadatos como los resultados de aprendizaje esperado y el contexto instruccional (con valores como educación a distancia, blended learning, educación presencial); como así también el adiconado de valores para la etiqueta Tipo de Recurso Educativo. Los autores plantean además una ontología para el EMP con el objetivo de capturar y procesar las relaciones semánticas entre los recursos educativos. En este sentido, otra experiencia de adaptación de metadatos para su correcta utilización para la descripción de objetos de aprendizaje, es la propuesta por [18], donde se realiza una correlación entre los metadatos utilizados en DC cualificado y LOM. Buscando de esta manera incluir información pedagógica, competencias digitales y estilo de aprendizaje. La prueba se realiza sobre el repositorio institucional GREDOS de la Universidad de Salamanca.

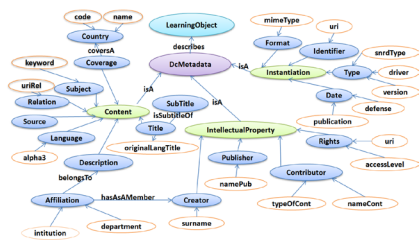


Fig. 1. Ontología DCOntoRep

Si bien, estas propuestas abarcarían lo que se pretende representar en el vocabulario compartido, en el presente artículo se propone tomar como base el trabajo realizado por [19], donde se modela una ontología basada en el estándar DC y las directrices del Sistema Nacional de Repositorios Digitales (SNRD), figura 1.

La ontología DCOntoRep describe los metadatos involucrados en el estándar DC, clasificados en tres categorías: contenido, instanciación y propiedad intelectual. A esta base, se le han agregado recomendaciones del SNRD como parte del proceso de enriquecimiento de la ontología, tales como:

- La utilización de subtítulo, en donde se agrega el concepto de subtítulo relacionado con título, a través de la relación *isSubTitleOf*, donde las restricciones de repetición y obligatoriedad se implementan a través de restricciones de cardinalidad.
- La utilización de estándares como la ISO 639 y la ISO 3166, para las etiquetas lenguaje y cobertura respectivamente. En este caso se importaron las ontologías que conceptualizan dichas normas.
- En el caso del concepto type se agregaron atributos para que responda al vocabulario controlado DRIVER, y un subtipo acordado por el SNRD para los resultados científicos; así como también la versión del objeto digital. La obligatoriedad de estos atributos se implementa a través de restricciones de cardinalidad.
- El concepto descripción debe ser extendida indicando la filiación de los autores involucrados en el objeto digital. Para poder cumplir con éstas recomendaciones se incluyen: una nueva etiqueta para la afiliación y las relaciones necesarias para que queden enlazadas con las etiquetas descripción y autor. Además de axiomas de integridad, como por ejemplo para indicar que cada autor debe tener al menos una filiación.
- Incorporación de reglas Semantic Web Rule Language (SWRL) que permiten clarificar ciertas reglas de negocio que no han podido expresarse a través de clases, atributos y relaciones.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, se propone en este trabajo la conceptualización de los metadatos utilizando ontologías, las cuales no sólo representan un vocabulario común sino también que definen restricciones, axiomas, inferencias y emparejamiento de conceptos, brindando una solución a la interoperabilidad sintáctica y semántica de la información. La figura 2 muestra la propuesta donde se utiliza un enfoque

híbrido, formada por un vocabulario común y ontologías locales para los diferentes estándares de metadatos.

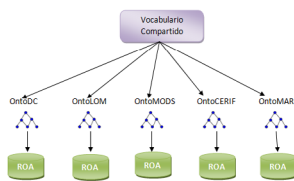


Fig. 2. Enfoque híbrido propuesto

C. Ontologías locales o múltiples

Los estándares de metadatos utilizados en cada uno de los repositorios estarán representados por ontologías locales. En este caso se utilizarán las ontologías existentes y disponibles en la red como las de MODS¹, LOM², DC³, CERIF⁴ y MARC⁵ (Figura 2). Proponiéndose a los repositorios la utilización de estas ontologías si el estándar de metadato seleccionado se encuentra entre los propuestos. En el caso de que se requiera la implementación de otro estándar, será importante para mantener la interoperabilidad de los repositorios el desarrollo de la ontología local.

D. Vocabulario Compartido

Para la implementación del vocabulario compartido, como se mencionó en la sección anterior, se toma el trabajo realizado por [19], donde se toma como base el estándar DC agregándole los metadatos necesarios para cumplir con las directrices SNRD. Asimismo, se considera pertinente la incorporación de metadatos relacionados directamente con el ámbito educativo/pedagógico, ya que nuestra implementación se hará en los ROA. Tanto el estándar DC como las directrices SNRD no tienen en cuenta estas características particulares para la descripción de OA.

Para poder lograr este vocabulario compartido con las etiquetas relacionadas al ambiente educativo, se comparó los estándares anteriormente mencionados, y se concluyó en agregar metadatos, que son parte del estándar LOM, ya que resulta el más adecuado teniendo en cuenta que está desarrollado específicamente para objetos de aprendizaje. Las etiquetas que se incorporaron son las siguientes: *tipo de interactividad*: se consideraron como tipos posibles los definidos en LOM: expositivo, activo, mixta, no definida; *tipo de recurso educativo*, donde los valores pueden ser: ejercicios, simulación cuestionario, diagrama, figura, gráfica, índice, diapositiva, tabla, texto descriptivo, examen, experimento, presentación de problema, autoevaluación; *destinatarios* podría seleccionarse entre: profesores, autores, estudiantes, administradores;

¹ Metadata Object Description Schema. MODS RDF Ontology.

<https://www.loc.gov/standards/mods/modsrdf/>

² Ontología LOM. <http://slor.sourceforge.net/ontology/lom.owl>

³ Dublin Core in OWL 2- http://bloody-byte.net/rdf/dc_owl2/dl/terms

⁴ The Common European Research Information Format Ontology. CERIF

Ontology 0.2. <http://eurocris.org/ontologies/cerif/1.3/index.html>

⁵ MarcOnto – Integration Ontology for Bibliographic Description Formats - <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.155.2018&rep=rep1&type=pdf>

contexto, donde los posibles valores son: educación primaria, educación secundaria, educación superior primer ciclo, educación superior segundo ciclo, formación profesional, formación continua, formación de adultos; *rango de edades* a los cuales va dirigido; *difficultad*: los grados de dificultad definido son: sin dificultad, fácil, dificultad media, difícil, muy difícil

Con estas incorporaciones el vocabulario compartido quedaría como se muestra en la figura 3.

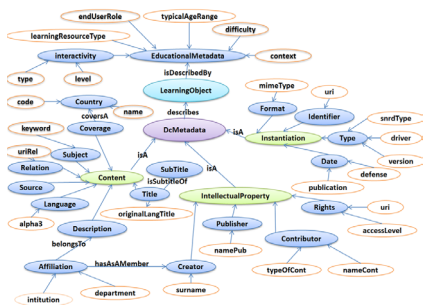


Fig. 3. DCOnto enriquecida con metadatos educativos de LOM

A la ontología se agrega la clase *EducationalMetadata* para describir los metadatos específicamente relacionados con el área educativo/pedagógico. Esta clase se relacionada con la clase *learningObject* a través de la relación *isDescribedBy*. La clase incorporada tiene como atributos: *learningResourceType*, *endUserRole*, *typicalAgeRange*, *context* y *difficulty*. Los valores de cada uno de estos atributos son incorporados como valores predeterminados. Se agregó, además una clase *interactivity* con los atributos *type* y *level* que describen tanto el tipo de interactividad y el nivel de interactividad del objeto de aprendizaje. La clase *interactivity* se relaciona con la clase *EducationalMetadata* a través de la relación *hasInteractivity*.

Al realizar las inclusiones antes mencionadas, resulta necesario agregar reglas SWRL que permiten clarificar algunas reglas dentro de los tipos que no pueden ser modeladas a través de clases, atributos y relaciones. Se muestran a continuación algunos ejemplos. Un caso a tener en cuenta es que si un OA es del tipo *driver*: *article*, *book*, *bookPart*, *conferenceObject*, *doctoralThesis*, *masterThesis*, *bachelorThesis*, *patent*, *review*, *workingPaper*, *report*, *other* (conjunto de datos) y *other* (proyecto de investigación) le corresponde en cuanto al tipo de interactividad "expositive" y como nivel "muy bajo", lo cual se especifica en la siguiente regla (1):

$Type(?t) \wedge (driver(?t, "article") \vee driver(?t, "book") \vee driver(?t, "bookPart") \vee driver(?t, "conferenceObject") \vee driver(?t, "doctoralThesis") \vee driver(?t, "masterThesis") \vee driver(?t, "bachelorThesis") \vee driver(?t, "patent") \vee driver(?t, "review") \vee driver(?t, "workingpaper") \vee driver(?t, "report") \vee driver(?t, "other")) \rightarrow type(?t, "expositive") \wedge level(?t, "very low")$ (1)

De igual manera, cuando tenemos el tipo *driver other*, con su correspondiente instancia de *srnd*: *fotografía*, *plano*, *mapa*, *diapositiva*, *póster*, *imagen satelital*, *radiografía*, *transparencia*, *diapositiva de microscopio*, *película*, *documental* y *videograbación* le corresponde también el tipo de interactividad *expositive*, pero en cuanto al nivel sería *bajo* porque hay una pequeña intervención del usuario, la regla sería como sigue (2):

$Type(?t) \wedge driver(?t, "other") \wedge (srnd(?t, "fotografía") \vee srnd(?t, "plano") \vee srnd(?t, "mapa") \vee srnd(?t, "diapositiva") \vee srnd(?t, "póster") \vee srnd(?t, "imagen satelital") \vee srnd(?t, "poster") \vee srnd(?t, "radiografía") \vee srnd(?t, "transparencia") \vee srnd(?t, "diapositiva de microscopio") \vee srnd(?t, "película") \vee srnd(?t, "documental") \vee srnd(?t, "videograbación")) \rightarrow type(?t, "expositive") \wedge level(?t, "low")$ (2)

Así también cuando tenemos un documento del tipo *driver* como *conference object* y su correspondiente *srnd* documento de *conferencia*, en ese caso será necesario agregar la regla (3) que indica que este tipo de objeto es del *learningResourceType* como *lecture*.

$Type(?t) \wedge driver(?t, "conference object") \wedge srnd(?t, "document de conferencia") \rightarrow learningResourceType(?t, "lecture")$ (3)

E. Estructura y servicios propuestos

Con el objetivo de que pueda utilizarse el vocabulario compartido, relacionarlo con las ontologías locales y proveer además servicios de búsqueda y depósito, considerando que son dos de las funciones principales de los ROA, se propone la estructura de la Figura 4.

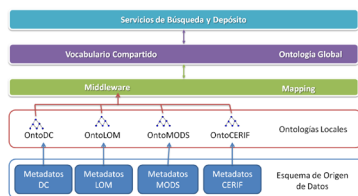


Fig. 4. Estructura y servicios propuestos

En la estructura anterior pueden diferenciarse los diferentes niveles que componen el modelo propuesto teniendo como base un enfoque híbrido. En el primer nivel se encuentra el esquema de origen de datos representado por los metadatos de los diferentes estándares de metadatos implementados por los ROA. Cada uno de estos esquemas son representados localmente a través de ontologías locales. Entre estas y la ontología global, que representa el vocabulario compartido, se encuentra una capa intermedia que denominamos "middleware" que tiene como objetivo realizar el mapeo entre los conceptos de las ontologías locales y la global para poder dar respuesta a los servicios propuestos de búsqueda y depósito que se encuentra en el nivel superior. Este mapeo pretende manejar la heterogeneidad a nivel semántico, es decir realizar una correcta interpretación de los criterios de búsqueda, por ejemplo, independientemente del estándar de metadato que utilice un ROA. Asimismo, completar la descripción de los OA almacenados en los repositorios, como

puede ser el depósito de un OA en un repositorio que toma el estándar DC y que requiere de mayor detalle incluyendo entre sus metadatos las recomendaciones SNRD, y los metadatos educacionales, sugeridos por LOM.

IV. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

En este trabajo se presentó un modelo para lograr interoperabilidad entre los repositorios institucionales que utilizan diferentes estándares de metadatos. Para ello se presenta un enfoque basado en ontologías donde se combinan las ontologías locales con una ontología que representa un vocabulario común. Dicho vocabulario está basado en los metadatos de DC considerando las recomendaciones del SNRD incluyendo las mismas a través de nuevos conceptos, reglas y relaciones; como así también metadatos sugeridos por LOM para la descripción específica de la parte educacional. La elección de DC como base para la construcción del vocabulario común, está fundamentada en la necesidad de cumplir con el protocolo OAI-PMH para que el repositorio pueda ser cosechado.

Si bien, el vocabulario compartido se encuentra implementado a través de la correspondiente ontología, queda por realizar el mapeo entre las ontologías locales y la ontología global teniendo en cuenta que en la actualidad se encuentran disponibles ontologías específicas de los estándares de DC, LOM, MODS, MARC y CERIF.

REFERENCIAS

- [1] JORUM+ Project. (2004). The JISC Online Repository for [learning and teaching] Materials.
- [2] IEEE. Learning Object Metadata Working Group. Online Version 2002. Available on Web site: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&number=1032843>
- [3] D. A. Wiley, "Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy" Utah State University, Digital Learning Environment research Group, The Instructional Use of Learning Objects: Online Version, 2000. Disponible en: <http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>.
- [4] COAR Roadmap. Future Direction for Repository Interoperability. Online Version 2015. Disponible en: <https://www.coar-repositories.org/activities/repository-interoperability/coar-interoperability-project/coar-interoperability-roadmap/>
- [5] COAR The Current State of Open Access Repository Interoperability. Online Version October, 2012. V2. Disponible en: <https://www.coar-repositories.org/es/activities/repository-interoperability/coar-interoperability-project/the-current-state-of-open-access-repository-interoperability-2012/>.
- [6] IEEE Standard Computer Dictionary: A Compilation of IEEE Standard Computer Glossaries. Online Version 1995. Disponible en: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=467542>
- [7] E. Rodríguez, "Challenges and Opportunities of Interoperability for Open Access Repositories", China Open Access Week. Beijing, October 2012.
- [8] H. Garrido Arenas, M. Lisowska Navarro, "¿Estamos preparados para trabajar en red? Interoperabilidad: desafíos para la región latinoamericana". XX ISTE (Ibero-American Science & Technology Education Consortium) General Assembly. Puebla, México. Marzo 2014.
- [9] T. R. Gruber, "A translation approach to portable ontology specification. Knowledge acquisition", 5(2), 199-200, 1993
- [10] [The Open Archive Initiative Protocol for Metadata Harvesting. Protocol Version 2.0. Disponible en: <http://www.openarchives.org/OAI/2.0/openarchivesprotocol.htm#Introduction>
- [11] M. H. Sarip Maarof and Y. Yahya, "LORJUMET: Learning Object Repositories interoperability using metadata," Information Technology, 2008. ITSIM 2008. International Symposium on, Kuala Lumpur, 2008, pp. 1-5.
- [12] Gómez-Dueñas, L. F., "Modelos de interoperabilidad en bibliotecas digitales y repositorios documentales: Caso Biblioteca Digital Colombiana-BDCOL", 2009.
- [13] J. Vian, R. L. R. Campos, C. E. G. Palomino and R. A. Silveira, "A Multilingent Model for Searching Learning Objects in Heterogeneous Set of Repositories," Advanced Learning Technologies (ICALT), 2011 11th IEEE International Conference on, Athens, GA, 2011, pp. 48-52.
- [14] Piedra, N., Chicaiza, J., Quichimbo, P., Saquicela, V., Cadme, E., López, J., ... & Tovar, E. (2015). Marco de trabajo para la integración de recursos digitales basado en un enfoque de web semántica. RISTI-Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação, (SPE3), 55-70.
- [15] Agosti, M., Ferro, N., & Silvello, G. (2016). Digital library interoperability at high level of abstraction. Future Generation Computer Systems, 55, 129-146
- [16] H. Wang and Z. Ye, "Building Multi-Level Data Warehouse Based on Hybrid-Ontology," Computer Network and Multimedia Technology, 2009. CNMT 2009. International Symposium on, Wuhan, 2009, pp. 1-4.
- [17] Solomou, G., Pierrakeas, C., & Kameas, A. (2015). Characterization of educational resources in e-learning systems using an educational metadata profile. Journal of Educational Technology & Society, 18(4), 246-260
- [18] Morales Morgado, E. M. M., Campos Ortuño, R. A. C., Yang, L. L., & Ferreras-Fernández, T. (2014). Adaptation of Descriptive Metadata for Managing Educational Resources in the GREPOS Repository. International Journal of Knowledge Management, 10(4), 50-72
- [19] Sandobal Verón, Valeria C.; Ale, Mariel; Gutiérrez, María de los Milagros; "DCOntoRep: hacia la interoperabilidad semántica de Repositorios Institucionales de Acceso Abierto", Proceedings of the 1st Argentine Symposium on Ontologies and their Applications (SAOA 2015) Rosario, Argentina, September 2-3, 2015