

# Una ontología en OWL para la representación semántica de objetos de aprendizaje

Ana M<sup>a</sup> Fermoso García<sup>1</sup>, Salvador Sánchez Alonso<sup>2</sup>, Miguel A. Sicilia<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Informática. Universidad Pontificia de Salamanca  
afermosoga@upsa.es

<sup>2</sup> Information Engineering research unit. Universidad de Alcalá  
{salvador.sanchez, msicilia}@uah.es

**Abstract.** El paradigma de los objetos de aprendizaje se basa en proporcionar, para cada objeto de aprendizaje, descripciones de metadatos organizadas en categorías, las cuales facilitan el diseño, intercambio, búsqueda y reutilización de los contenidos educativos asociados a dichos objetos. Dentro del marco de la denominada Web semántica, el presente trabajo define una ontología para el modelo de descripción de objetos de aprendizaje IEEE LOM. Esta ontología, denominada LOM2OWL, está implementada en el lenguaje OWL. Se pretende proporcionar una herramienta que permita hacer descripciones semánticas de los objetos de aprendizaje. Dichas descripciones servirán, idealmente, para mejorar la búsqueda, reutilización y uso de objetos de aprendizaje, tanto si estos están organizados dentro de un repositorio específico, como si se trata de recursos dispersos por la Web.

**Keywords:** Objeto de aprendizaje, ontología, IEEE LOM, OWL.

## 1 Introducción

La gran cantidad de contenidos educativos en formato digital disponibles hace cada vez más necesario el empleo de modelos que faciliten la creación, interoperabilidad y difusión de dichos contenidos a través de su medio de difusión más habitual: la Web. Uno de los modelos más ampliamente aceptado es el denominado modelo de objetos de aprendizaje (*learning objects*) [1]. El fundamento de este modelo es la descripción de los recursos digitales educativos mediante registros de metadatos que capturan sus características y las organizan de acuerdo a un cierto número de categorías previamente acordadas y establecidas. De este modo es posible definir el contexto en que debe usarse un cierto contenido, los requisitos técnicos para poder utilizarlo, o su ámbito, entre otros aspectos. Es importante resaltar que para que estas descripciones resulten útiles y el objeto pueda reutilizarse al máximo, resulta esencial la existencia de estándares de definición de metadatos para los objetos de aprendizaje. IEEE LOM [2] es un estándar de metadatos para describir las características o categorías antes mencionadas, que permitan identificar y clasificar universalmente un objeto de aprendizaje.

En la actualidad es posible encontrar en Internet numerosos contenidos específicamente orientados al aprendizaje o que pueden ser utilizados en actividades de formación, si bien no resulta tan sencillo encontrar dichos objetos a partir de sus descripciones de metadatos. El esfuerzo reseñado en este artículo pretende, al menos en parte, paliar esta carencia desde la perspectiva de la denominada *Web Semántica* [3]. La filosofía de esta nueva visión es facilitar la localización, compartición e integración de información y servicios con el objeto de optimizar la utilización de los recursos Web a partir del modelado de parcelas de conocimiento en lenguajes especialmente orientados a su procesamiento automatizado. La red así pasa a ser un espacio de conocimientos, superando la situación previa donde la Web no era sino un mero espacio de información. Esta nueva visión de la Web puede ser de gran ayuda a la hora de clasificar, estructurar y describir los recursos educativos, al igual que hace con cualquier otro recurso Web. El objetivo es, por tanto, utilizar las nuevas técnicas de la Web Semántica en el ámbito del e-learning en general y de los objetos de aprendizaje en particular.

En el modelo de Web Semántica, las ontologías [4] son el principal medio para representar el conocimiento. El propósito del presente trabajo es diseñar una ontología para el estándar de descripción de objetos de aprendizaje IEEE LOM, usando para ello el lenguaje de ontologías más extendido, OWL (*Ontology Web Language*). Se pretende facilitar así la creación y mantenimiento de metadatos para objetos de aprendizaje semánticamente relevantes, su almacenamiento en repositorios, su búsqueda, localización y su uso, ampliando la capacidad de reutilización de los objetos de aprendizaje y facilitando la interoperabilidad entre ellos y entre distintas plataformas de gestión del aprendizaje.

No es esta la primera vez que se trata de relacionar a las ontologías y los objetos de aprendizaje. Existen ya otros precedentes como el trabajo LOM2WSML [5] donde se describe una correspondencia del estándar IEEE LOM a WSML (*Web Service Modeling Language*), un lenguaje específico para ontologías orientado al modelado de servicios Web. Otro trabajo en el que se trata también de definir una ontología para trabajar con objetos de aprendizaje, pero partiendo de términos genéricos definidos en OpenCyc (<http://www.opencyc.org>), es el que aparece en [6]. OpenCyc es una ontología de grado superior, ampliamente reconocida, con cientos de miles de términos definidos en su base de conocimiento, por lo que puede usarse como base para construir a partir de ella otras ontologías más específicas.

En el resto del artículo se describe la estructura y contenido de la ontología que hemos denominado LOM2OWL desde la descripción más básica de los tipos de datos empleados hasta la definición de las propiedades de la misma, sus conceptos y relaciones. Finalmente se describen algunas líneas de trabajo futuro y en curso para la aplicación del conocimiento almacenado en la ontología.

## 2 Ontologías

La Web semántica es un paradigma que pretende superar la actual orientación de Internet, donde la información se encuentra representada de una forma comprensible por las personas, hacia un modelo donde la información esté preparada para su

procesamiento automatizado por parte de programas de computadora. Una ontología es, en este modelo, la vía para representar el conocimiento de la Web de forma que se haga legible y reutilizable por los ordenadores.

Una ontología es una jerarquía de conceptos con atributos y relaciones, que define una terminología consensuada para definir redes semánticas de unidades de información interrelacionadas. Una ontología define un vocabulario común para compartir información dentro de un dominio concreto, estando formado dicho vocabulario por clases o conceptos, propiedades o atributos de las clases y relaciones entre clases. Las definiciones de los conceptos básicos y relaciones entre ellos se harán en un lenguaje específico –un lenguaje de ontologías– y serán gracias a ello interpretables por la máquina.

Dentro de los lenguajes específicos creados para la definición de ontologías el más extendido es OWL [7]. El lenguaje OWL ha sido diseñado para que las aplicaciones puedan procesar e integrar automáticamente el contenido de la información en la Web, en vez de simplemente presentarla para “consumo humano”. OWL toma como base lenguajes ya existentes tales como XML, XML Schema, RDF y RDF Schema, pero incluye nuevas características para permitir crear ontologías: vocabulario para describir clases y propiedades, relaciones, restricciones, cardinalidad, características de las propiedades, propiedades enumeradas, y otras.

## **2.1 Pasos para definir una ontología. Caso de estudio: Ontología sobre LOM**

Desarrollar una ontología incluye generalmente lo siguiente [3]:

- Definir las clases de la ontología
- Organizar las clases jerárquicamente (clase-subclase)
- Definir las propiedades de las clases y los valores permitidos para las mismas
- Creación de instancias asignando valores a las propiedades.

Sin embargo, no existe una metodología exacta para la definición de ontologías. Existen diferentes alternativas y la que aquí propone es muy sencilla y sigue un proceso iterativo. A continuación se exponen brevemente los pasos para la definición de una ontología y su aplicación en particular para el diseño de una ontología para el modelo LOM:

- a) Determinar el dominio y ámbito de la ontología. En el caso actual el ámbito es el modelo de objetos de aprendizaje definido por el estándar IEEE LOM, pues la ontología se va a usar para clasificar objetos de aprendizaje siguiendo este modelo.
- b) Considerar la reutilización de ontologías ya existentes. En nuestro caso no vamos a reutilizar ninguna ontología existente porque ninguna se adecua a nuestras necesidades. Sin embargo, dentro de las líneas futuras de trabajo se contempla la posibilidad de ampliar nuestra ontología con términos genéricos ya existentes en bases de conocimiento superiores como OpenCyc, para ampliar la universalidad y contenido semántico de nuestra propuesta.

- c) Enumerar los términos más importantes de la ontología. En el estudio actual dichos términos coinciden con las categorías de metadatos definidas por el estándar IEEE LOM por lo que el concepto más importante y central en esta ontología es el concepto de objeto de aprendizaje. Además, se incluirán clases que den soporte al concepto de ámbito, anotación, identificador, requisitos técnicos, requisito educativo, copyright, etc.
- d) Definir las clases y jerarquía entre ellas. Como se ha dicho ya, la clase básica es "objeto de aprendizaje". Otras clases representarán ciertas categorías IEEE LOM, que a su vez podrán contener otras subcategorías, como es el caso de *Identificador* que aparece dentro de las categorías *General* y *Meta-metadatos* y que incluye dos subcategorías o propiedades que lo definen: *Catálogo* y *Entrada*. De forma similar otras clases son las de *Contribución*, *Requisitos* o las de *Clasificación*, *Taxonomía* y *Ruta taxonómica*, que forman entre las tres una jerarquía. También se han creado clases para representar los tipos de datos básicos de LOM: *Fecha*, *Duración* o *LangString*.
- e) Definir propiedades de las clases y las características de estas propiedades. Entre dichas características podemos mencionar las de rango y dominio, cardinalidad, valores permitidos para los tipos enumerados, etc. Las propiedades en OWL pueden ser a su vez de tipo *object property*, a través de las cuales se relacionan unas clases u objetos con otros, o de tipo *data property*, cuando la propiedad es de un tipo de datos simple, no de tipo objeto o clase. Por ejemplo, una propiedad de un objeto de aprendizaje es la de *copyright*, asociada a la categoría "6.2.Derechos". Esta categoría se refiere a derechos de autor, cuyo dominio es un objeto de aprendizaje, porque es a quien se aplica, y su rango es el tipo de datos lógico *boolean* que permite sólo dos valores: verdadero o falso. Esto es así porque un objeto de aprendizaje puede tener o no derechos de autor, siendo uno la cardinalidad de esta propiedad.
- f) Creación de instancias individuales de las clases de la jerarquía. Para crear estas instancias hay que asignar valores a sus propiedades. En nuestro caso, cada vez que se crea un objeto de aprendizaje y por tanto se definen o asignan valores a sus propiedades, se está creando una instancia de la clase *objeto de aprendizaje*.

### 3 LOM2OWL: Una ontología de IEEE LOM en OWL

Una vez definido el proceso de definición de una ontología en general, pasamos a describir el diseño de una ontología para el estándar IEEE LOM en el lenguaje OWL, que es el objetivo principal de este trabajo. A esta ontología se la ha denominado LOM2OWL.

Un objeto de aprendizaje IEEE LOM viene caracterizado por un registro de metadatos integrado por un conjunto de propiedades que se pueden usar para describir instancias de la clase *objeto de aprendizaje* en términos ontológicos. Crear una instancia de objeto de aprendizaje implica que debe existir un identificador que lo diferencie, y un conjunto de valores asociados a cada una de las propiedades del

objeto. En el modelo de objetos de aprendizaje con IEEE LOM, un objeto se describe a través de sus características agrupadas en nueve categorías, por ejemplo, *1.General*, *2.Ciclo de vida*, etc. Una categoría a su vez es un conjunto de propiedades relacionadas, a las que podemos denominar subcategorías, por ejemplo, la categoría *1.General* contiene: *1.1.Indentificador*, *1.2.Título*, *1.3.Descripción*, etc. A su vez algunas de estas subcategorías agrupan también a varios elementos, por ejemplo, la propiedad *1.1.Indentificador*, a su vez se describe a través de las características *1.1.1.Catálogo* y *1.1.2.Entrada*. Esta estructuración jerárquica de categorías o propiedades que permiten definir al objeto y sus características, facilitan su adaptación a un esquema ontológico. Además de estas categorías en LOM, también están definidos una serie de tipos de datos básicos, que se emplean para la definición de más de un elemento o categoría de metadatos.

A continuación veremos las clases definidas en la ontología LOM2OWL, tanto para representar los tipos de datos LOM como para describir cualquier objeto LOM en general.

### 3.1 Correspondencia de tipos de datos IEEE LOM en LOM2OWL

Para representar los tipos de datos de LOM en OWL se ha definido una clase para cada uno de estos tipos. La tabla 1 muestra esta correspondencia.

A su vez cada tipo agrupa a una serie de características que se definen como propiedades del tipo. Por ejemplo, el tipo *LangString* tiene asociadas dos características, el *idioma* de la cadena y la propia *cadena* de caracteres.

**Tabla 1.** Correspondencia entre tipos de datos LOM y clases en la ontología LOM2OWL

Tipos de datos LOM	Clase OWL
DateTime	lomDateTime, clase que tiene dos propiedades para definir la fecha en sí y su descripción, como indica el tipo <i>date</i> de LOM
LangString	langString, formada por múltiples instancias de la clase simpleLangString lo que permite incluir el texto y el idioma en que dicho texto está escrito
Duración	lomDuration, clase con dos propiedades, una para definir la duración y otra para su descripción, según el tipo <i>duration</i> de LOM

En OWL no se ha definido otra clase especial para el tipo de datos LOM *Vocabulario* porque cuando alguna propiedad es de este tipo, en OWL se indica definiendo una propiedad de datos (*data property*) cuyo rango es *string* pero eso sí, definiendo una lista de valores que conforman los diferentes términos permitidos en el vocabulario asociado a dicha propiedad.

Propiedades de este tipo son por ejemplo gran parte de las características de la categoría *5.Usos educativos*. Así, dentro de esta categoría la característica *5.5.Usos educativos.destinatario*, que indica cuáles son los destinatarios o usuarios principales para los que ha sido diseñado el objeto de aprendizaje, se implementa en LOM2OWL mediante la propiedad *isIntendedForUserRole* de la clase *learninObject* y puede tomar como valores: *teacher*, *author*, *learner* o *manager*. Estos valores formarían el vocabulario de la propiedad.

### 3.2. Correspondencia con las categorías de IEEE LOM

Para representar un registro de metadatos de un objeto de aprendizaje IEEE LOM en OWL lo primero es definir las clases fundamentales que van a representar el esquema de categorías LOM. A la hora de definir estas clases, además de la clase central de la ontología –learningObject–, la que representa al objeto de aprendizaje, también se han creado clases para cada una de las categorías que a su vez se describen a través de subcategorías con varios elementos agrupados.

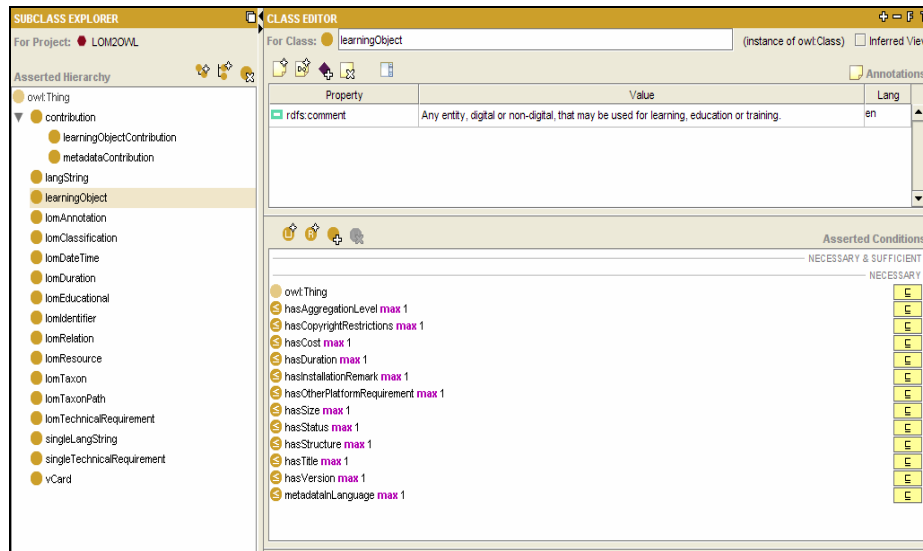


Figura 1. Jerarquía de clases en LOM2OWL

Siguiendo este esquema, las clases de la ontología y la categoría o subcategoría LOM a la que equivalen son las que se muestran en la tabla 2. Estas clases se organizan jerárquicamente tal como se muestra en la figura 1. A su vez cada una de estas clases tendrá una o más propiedades, una para cada una de las características que agrupa, que normalmente se nombran como has<nom\_prop>. Finalmente, para cada una de las propiedades de cada clase habrá que definir su dominio, objeto a los que se aplica, y rango, tipo de valores que puede tomar, de tipo objeto (ObjectProperty) o tipo de datos (datatype).

Tabla 2. Clases y propiedades de la ontología LOM2OWL y su correspondencia con el esquema de categorías que describe un objeto de aprendizaje en LOM.

Clase ontología LOM2OWL	Categoría LOM equivalente	Propiedades clase LOM2OWL
contribution	La característica “contribución” aparece en dos categorías LOM, por lo que se define una subclase para cada una de ellas:	entityContribution dateTimeContribution
learningObjectContribution metadataContribution	.LearningObjectContribution → 2.3. Ciclo	

	de vida. Contribución. .MetadataContributi on → 3.2. Metadatos.Contribucion	
lomAnnotation	8. Anotación	annotationDescription annotationEntity date_that_this_annotai on_was_created
lomClasification	9. Clasificación	clasificationPurpose clasificationTaxonPath taxonDescription
lomTaxonPath	9.2. Clasificación. Ruta Taxonómica	clasificationSource clasificationTaxon
lomTaxon	9.2.2. Clasificacion.Ruta Taxonómica.Taxón	taxonEntry taxonId
lomIdentifier	1.1. General.Identificador 3.1. Metadatos.Identificador 7.3. Relación.Identificador	inCatalog isEntry
lomRelation	7. Relación	createdSource relationKind
lomThecnicalRequirement	4. Técnica	
singleTechnicalRequirement	4.4. Técnica. Requisitos	hasType maxVersion minVersion requirementName
vcard		hasEmail hasName hasOrganization
learningObject	Objeto de aprendizaje: Todas las categorías sirven para describir alguna propiedad de un objeto de aprendizaje.  Es la clase fundamental de la ontología	Tiene muchas propiedades, una para cada característica o categoría y subcategoría del objeto. Sólo vamos a mencionar algunas de ellas, las que aparecen una sola vez en cada objeto (cardinalidad 1), junto a la categoría LOM a la que corresponden: . hasAggregationLevel – 1.8. General. Nivel de agregación . hasCopyRightRestrictio ns – 6.2. Derechos. Derechos de autor . hasCost – 6.1. Derechos.Coste . hasDifficulty – 5.8. Uso educativo. Dificultad . hasDuration – 4.7. Técnica.Duration . hasInstallationRemark – 4.5 Técnica. Pautas instalación . hasInteractivityLevel – 5.3. Uso Educativo. Nivel de Interactividad . hasInteractivityType – 5.1. Uso educativo.Tipo

		interactividad hasOtherPlatformsRequirement - 4.6. Técnica. Otros requisitos plataforma . hasSemanticDensity - 5.4. Uso educativo. Densidad semántica . hasSize - 4.2. Técnica.Tamaño . hasStatus - 2.2. Ciclo de vida. Estado . hasStructure - 1.7. General. Estructura . hasTitle - 1.2. General. Título . hasTypicalLearningTime - 5.9. Uso educativo. Tiempo típico de aprendizaje . hasVersion - 2.1. Ciclo de vida. Versión . hasMetadataLanguage - 3.4. Metadata. Idioma
--	--	---

Dado que la descripción detallada de la ontología completa no es posible por falta de espacio, la tabla 3 representa el fundamento de dicha ontología LOM2OWL. Aún así, como ejemplo vamos a describir más en detalle la implementación de la categoría *1.4.General.Descripción*.

La categoría 1.4., como su nombre indica, contiene una descripción del contenido del objeto educativo. En LOM2OWL esta característica se implementará a través de la propiedad de `hasDescription` de la clase `learningObject`. Su dominio por tanto son instancias de la clase `learningObject` y su rango, o tipo de valores que puede tomar, de tipo `langString`, lo cual permite, dada su cardinalidad múltiple, introducir diferentes descripciones para el objeto de aprendizaje en diferentes idiomas, donde cada `singleLangstring` proporcionaría una descripción en un idioma en particular.

El resto de la ontología puede ser accedida y descargada libremente en la siguiente URL: <http://www.cc.uah.es/ie/ontologies.html>

## 4 Conclusiones y trabajo futuro

Siendo IEEE LOM un modelo para describir objetos de aprendizaje basado en una estructura o esquema jerárquico de categorías que definen las características del objeto, esta estructura lo hace fácilmente adaptable a un esquema ontológico, en este caso en formato OWL, formado por clases y propiedades.

En el trabajo llevado a cabo, cada una de las características o categorías LOM se ha hecho corresponder directamente con una propiedad de la clase `learninObject`

dentro de la ontología que permite plasmar el esquema IEEE LOM en el lenguaje de ontologías OWL. A esta ontología la hemos denominado LOM2OWL.

Usar un esquema ontológico para la especificación LOM proporciona a dicha especificación un contenido semántico. Esto implica formalizar su presentación y sobre todo facilitar las búsquedas y localización, y por tanto también la reutilización, de los objetos de aprendizaje, tanto a través de la Web como en repositorios específicos para su almacenamiento.

Como línea futura principal se propone el enriquecimiento del esquema ontológico actual ampliándolo con términos genéricos de otros sistemas ontológicos reconocidos universalmente como *OpenCyc*. Esto contribuirá a ampliar el ámbito y utilización de nuestra ontología. Igualmente se plantea la elaboración de una ontología de IEEE LOM que vaya más allá de la mera traducción plana del estándar, proporcionando por el contrario informaciones semánticas avanzadas. Si bien este tipo de esquema es posible que no resulte completamente compatible con IEEE LOM, la riqueza en las descripciones de los registros de metadatos será mucho mayor y es de esperar que resulte más atractiva de cara a proyectos de investigación donde se emplean principios de la Web Semántica y del modelo de objetos de aprendizaje.

## Agradecimientos

El presente trabajo es parte del esfuerzo realizado en diversos proyectos de investigación en los que el grupo IE está inmerso, y de los cuales recibe financiación parcial: Personal Onto (TIN2006-15107-C02-02), LUISA (IST-FP6-027149) y Organic.Edunet (ECP-2006-EDU-410012).

## Referencias

1. Polsani, P.R., 2003. Use and Abuse of Reusable Learning Objects. *Journal of Digital information*, 3 (4).
2. IEEE Learning Standards Committee: Draft standard for learning Object. En <http://ltsc.ieee.org/wg12/files/> . (2002) Último acceso 19 de Mayo de 2008
3. Berners-Lee, T., Hendler, J. y Lassila, O., 2001. The semantic Web. *Scientific American*, 284(5), 28-37.
4. Noy, N. y McGuinness, D.L., 2001. *Ontology Development 101: A guide to creating your first ontology*. Technical Report KSL-01-05, Knowledge Systems Laboratory.
5. Sánchez-Alonso, S., Sicilia, M.A. y Pareja, M., 2007. Mapping IEEE LOM to WSML: An Ontology of Learning Objects. En *actas de ITA 2007, second conference on Internet Technologies and Applications*, Wrexham, UK.
6. Sánchez-Alonso, S., Soto, J. y Sicilia, M.A., 2007. Designing Flexible Learning Object Repositories: Balancing Flexibility and Delegation in Ontological Characterizations. In Harman, K. and Koohan, A. (Eds.), *Learning Objects: standards, metadata, repositories, & LCMs* (pp. 221-253). Santa Rosa, California: Informing Science press.