



TESINA DE LICENCIATURA

Título: Un enfoque colaborativo para generación de meta-información de objetos de aprendizaje

Autores: Marcelo Chiaradía

Director: Dr. Alejandro Fernández

Codirector: Dra. Alicia Díaz

Asesor profesional: -

Carrera: Licenciatura en Informática – Plan 2003

Resumen

Los objetos de aprendizaje son contenidos educativos utilizados para la formación y aprendizaje, que se acompañan con un archivo descriptor llamado "metadata", para facilitar su acceso. La metadata en los modelos unipersonales, generalmente no se completa o es de mala calidad. En el presente trabajo se propone un enfoque colaborativo para asistir a los problemas relacionados con la calidad de metadata de objetos de aprendizaje, mediante una herramienta que implementa un método colaborativa para la carga de metadatos.

WikiLOR, la herramienta propuesta, está basada en el uso de wikis, y actúa como repositorio de objetos de aprendizaje, y editor colaborativo de metadatos al mismo tiempo. WikiLOR presenta mecanismos para realizar búsquedas de contenidos educativos, y acceder a ellos con facilidad.

La herramienta además está acompañada de una aplicación que implementa el protocolo OAI-PMH, la cual permite exponer los metadatos del repositorio y lograr de esta manera la integración de WikiLOR en una federación.

Por último, WikiLOR presenta un mecanismo sólido para inclusión de objetos de aprendizaje en la Web Semántica, dentro de la iniciativa Linked Open Data, a través de la transformación a RDF de los metadatos que describen a los objetos de aprendizaje almacenados.

Palabras Claves

Learning Objects – Colaboración – Metadata – LOM -
Contenidos educativos – Wiki Semántica – Web
Semántica - Linked Open Data

Conclusiones

- La herramienta obtenida permite generar metadata en forma eficiente y de mayor calidad, mediante sus mecanismos de edición colaborativa y carga automática de metadatos.

- La integración del repositorio a una federación es totalmente viable, gracias a la implementación del protocolo OAI-PMH provista.

- La inclusión de los objetos de aprendizaje en la Web Semántica permitirá compartir contenidos educativos a un nivel más amplio, y por más personas.

Trabajos Realizados

-Diseño e implementación de una herramienta que implementa un método colaborativo para la generación de metadata de objetos de aprendizaje, la cual funciona como repositorio de contenidos educativos y editor de metadatos al mismo tiempo.

-Desarrollo de una implementación del protocolo OAI-PMH para integrar la herramienta una federación de repositorios.

-Definición de un mecanismo para la inclusión de objetos de aprendizaje en la Web Semántica.

Trabajos Futuros

- Definición de un modelo para brindar soporte en WikiLOR a casos en los que un objeto de aprendizaje se encuentre disperso en diferentes páginas wiki.

- Extensión de los mecanismos para convocar a la participación de usuarios en el proceso de carga de metadata, para la evaluación de calidad de los metadatos, y para fomentar dinámicas de trabajo que conduzcan a mejoras de calidad.

-Sistemas de recomendación en la carga de metadata.

-Mecanismos para la generación de reportes de calidad de metadata.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA
FACULTAD DE INFORMÁTICA



**TESINA DE GRADO
LICENCIATURA EN INFORMÁTICA – PLAN 2003**

UN ENFOQUE COLABORATIVO PARA GENERACIÓN DE META-INFORMACIÓN
DE OBJETOS DE APRENDIZAJE

Autor

Marcelo Chiaradía

Director

Dr. Alejandro Fernández

Codirectora

Dra. Alicia Díaz

La Plata, Agosto 2013

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todos mis profesores, que cada uno desde su área y experiencia me formaron como profesional.

A mi papá y mis hermanos, por su constante interés y aliento durante toda mi carrera.

A mi novia, por su apoyo incondicional.

A Alejandro Fernández, por su paciencia y guía constante durante este trabajo.

Y por último, a la Facultad de Informática de la UNLP, y a la educación pública y gratuita.

ABSTRACT

El reuso de material educativo se ha convertido en los últimos años motivo de investigación en el ámbito de e-learning. La motivación más obvia es la posibilidad de reutilizar material en lugar de crearlo repetidas veces.

Los nuevos enfoques de reuso de materiales educativos utilizan el concepto de “objeto de aprendizaje” (learning object, LO), para definir a los contenidos como entidades digitales que pueden ser utilizadas para la formación, educación y aprendizaje. El concepto de “objeto de aprendizaje” es calve para la creación de repositorios distribuidos de materiales educativos, los cuales son bibliotecas virtuales que almacenan y facilitan el acceso a los contenidos educativos.

A partir de los repositorios, surgen las federaciones, las cuales son redes de repositorios que permiten compartir recursos a lo largo de toda la Web.

El objetivo de los objetos de aprendizaje y los repositorios es permitir el reuso de material educativo por tanta gente como sea posible. Para eso, se deben exponer las características de los LOs, tales como su contenido, nivel de interactividad, contexto en el que será usado, características técnicas, relaciones con otros objetos, uso potencial, etc; de manera que puedan encontrarse y obtenerse los LOs con facilidad por otras personas. Esta información se conoce como **metadata**, la cual es un archivo descriptor del objeto de aprendizaje.

Un problema frecuente que limita la efectividad de los objetos de aprendizaje y los repositorios, es que la metadata producida con los métodos y herramientas actuales es generalmente de baja calidad o no existe. Esto se debe a una serie de problemas, como la falta de herramientas, el desinterés humano para completar metadatos, falta de conocimiento sobre el tema, entre otros. La mayor parte de estos problemas ocurren en modelos unipersonales, donde un solo individuo es el responsable de la carga de metadatos.

En este trabajo se presenta una herramienta que permite aplicar un método colaborativo para la generación de metadata de objetos de aprendizaje.

WikiLOR, la herramienta propuesta, actúa como repositorio de objetos de aprendizaje, y editor colaborativo de metadatos al mismo tiempo. WikiLOR presenta mecanismos para realizar búsquedas de contenidos educativos, y acceder a ellos con facilidad.

La herramienta WikiLOR está acompañada de una aplicación que implementa el protocolo OAI-PMH, la cual permite exponer los metadatos del repositorio y lograr de esta manera la integración de WikiLOR en una federación.

Por último, WikiLOR presenta un mecanismo sólido para inclusión de objetos de aprendizaje en la Web Semántica, dentro de la iniciativa Linked Open Data, a través de la transformación a RDF de los metadatos que describen a los objetos de aprendizaje almacenados.

TABLA DE CONTENIDOS

1 - INTRODUCCIÓN

1.1 - INTRODUCCIÓN AL TEMA.....	7
1.2 - PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	8
1.3 - OBJETIVOS Y APORTES GENERALES	9

2 - TECNOLOGÍAS DE OBJETOS DE APRENDIZAJE

2.1 - E-LEARNING	13
2.2 - ¿QUÉ SON LOS OBJETOS DE APRENDIZAJE?	13
2.2.1 - BENEFICIOS DE LOS OBJETOS DE APRENDIZAJE	15
2.3 - METADATA DE UN OBJETO DE APRENDIZAJE	15
2.3.1 - EL ESTÁNDAR LOM	15
2.4 - REUSO Y COMPOSICIÓN DE LOS	32
2.5 - REPOSITORIOS DE OBJETOS DE APRENDIZAJE Y FEDERACIONES	34
2.5.1 - PROTOCOLOS DE INTEROPERABILIDAD	35
2.5.2 - TIPOS DE FEDERACIONES	37
2.5.3 - LA INFRAESTRUCTURA ARIADNE.....	40

3 - UN MÉTODO COLABORATIVO PARA LA EDICIÓN DE METADATA

3.1 - EL PROBLEMA DE LOS METADATOS	45
3.2 - EDICIÓN COLABORATIVA DE METADATOS	45
3.3 - MÉTODOS COLABORATIVOS	46
3.4 - METODO DE GENERACIÓN COLABORTIVA DE METADATOS	46
3.4.1 - PASOS DEL MÉTODO	46
3.4.2 - CONVOCATORIA A LA PARTICIPACIÓN.....	47

4 - WIKILOR: UN EDITOR COLABORATIVO DE METADATA LOM

4.1 - WIKIS	51
4.3 - WIKIS COMO REPOSITORIOS DE OBJETOS DE APRENDIZAJE.....	51
4.4 - DEFINICIÓN DE UN EDITOR COLABORATIVO DE METADATA	52
4.5 - IMPLEMENTACIÓN DE LA HERRAMIENTA: WikILOR	54
4.5.1 - DESCRIPCIÓN GENERAL.....	54
4.5.2 - ¿POR QUÉ UNA WIKI SEMÁNTICA?	54

4.5.3 - PERSPECTIVAS DE WikILOR	55
4.5.4 - DIFERENCIACIÓN ENTRE PÁGINAS SIMPLES Y LOs.....	55
4.5.5 - MODELADO DE METADATA LOM EN WikILOR.....	56
4.5.6 - USO DE TEMPLATES SEMÁNTICOS.....	64
4.5.7 - MODELADO DE LA COMPOSICIÓN DE OBJETOS DE APRENDIZAJE	65
4.5.8 – CREACIÓN / EDICIÓN COLABORATIVA DE METADATA.....	66
4.5.9 - GENERACIÓN AUTOMÁTICA DE METADATA.....	68
4.5.10 - BÚSQUEDA DENTRO DEL REPOSITORIO: BÚSQUEDA SEMÁNTICA	70
4.5.11 - FUNCIONALIDADES DE WikILOR: BÚSQUEDA Y CREACION DE OBJETOS DE APRENDIZAJE	72
4.5.12 – INDICADORES DE METADATOS INCOMPLETOS.....	73
4.6 – APLICACIÓN DEL MÉTODO COLABORATIVO EN WikILOR.....	75

5 - INTEGRACIÓN DE WIKILOR A UNA FEDERACIÓN

5.1 - WikILOR COMO PARTE DE UN FEDERACIÓN.....	79
5.2 - CONSTRUCCIÓN DE UN TARGET OAI-PMH	79
5.2.1 – FUNCIONAMIENTO DEL TARGET OAI-PMH	79
5.2.3 – VALIDACIÓN DE LOS METADATOS DE WikILOR.....	82

6 - INCLUSIÓN DE LOS OBJETOS DE APRENDIZAJE DE WIKILOR EN LA WEB SEMÁNTICA

6.1 - ¿QUÉ ES LA WEB SEMÁNTICA?.....	85
6.2 - RECURSOS Y DATASETS	85
6.3 - LINKED OPEN DATA.....	85
6.3 - RDF: EL ESTÁNDAR DE LA WEB SEMÁNTICA	87
6.4 - ¿QUÉ ES UNA ONTOLOGÍA?	88
6.5 - SPARQL: EL LENGUAJE DE CONSULTA.....	89
6.6 - SWiVT: LA ONTOLOGÍA DE SEMANTIC MEDIAWIKI	89
6.7 - INCLUSIÓN DE OBJETOS DE APRENDIZAJE EN LA WEB SEMÁNTICA.....	90
6.7.1 - GENERACIÓN DE RDF EN WikILOR	90
6.7.2 - IMPORTACIÓN DE VOCABULARIO	92
6.7.3 - INCLUSIÓN DE LOS OBJETOS DE APRENDIZAJE EN LINKED DATA	100

7 - EVALUACIÓN

7.1 – EVALUACIÓN DE LA HERRAMIENTA WikILOR COMO REPOSITORIO DE OBJETOS DE APRENDIZAJE	105
7.1.1 – RESULTADOS	105
7.2 – EVALUACIÓN COMPARATIVA DE ESFUERZO DE CARGA CON OTRAS HERRAMIENTAS	106
7.2.1 – RESULTADOS	106
7.3 – EVALUACIÓN DE LA UTILIZACIÓN DE WikILOR COMO UNA HERRAMIENTA COLABORATIVA PARA LA EDICIÓN DE METADATA LOM	107
7.4 – EVALUACIÓN DE LA INTEGRACIÓN DE WikILOR EN UNA FEDERACIÓN	109
7.4.1 – RESULTADOS	110
8 – CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS	
8.1 – CONCLUSIONES	113
8.1.1 – EDICIÓN COLABORATIVA	113
8.1.2 – CALIDAD DE LOS METADATOS: COMPLECIÓN Y CONSISTENCIA	113
8.1.3 – FEDERACIÓN DE WikILOR	113
8.1.4 – OBJETOS DE APRENDIZAJE EN LA WEB SEMÁNTICA	114
8.2 – TRABAJOS A FUTURO	114
REFERENCIAS	115
BIBLIOGRAFÍA	119

CAPÍTULO 1.

INTRODUCCIÓN

El objetivo de este capítulo es ofrecer una síntesis del problema que se pretende resolver, describiendo los objetivos y las motivaciones. Se resumen los principales aportes del trabajo, que se irán detallando a lo largo del documento.

1.1 - INTRODUCCIÓN AL TEMA

El reuso de material educativo se ha convertido en los últimos años motivo de investigación en el ámbito de e-learning. La motivación más obvia es la posibilidad de reutilizar material en lugar de crearlo repetidas veces. [1] [2]

Otras motivaciones se encuentran en el área pedagógica, ya que se puede disponer de una gran variedad de material didáctico, y compartirlo por cuanta gente sea posible [1] [2]. El reuso de información permite obtener grandes mejoras en aspectos tales como flexibilidad y personalización, dado que puede utilizarse un mismo recurso en diferentes contextos, y además pueden recombinarse para obtener nuevos materiales que se adapten a las expectativas de cada uno. [3]

Esta investigación derivó en la creación de los **Objetos de Aprendizaje (Learning Objects o LOs)** y, junto con ellos, los **Repositorios de Objetos de Aprendizaje (Learning Objects Repositories o LORs)**.

Un objeto de aprendizaje, según la IEEE, es “cualquier entidad, digital o no digital, que pueden ser utilizados para el aprendizaje, la educación o la formación” [4]; mientras que un repositorio de objetos es una biblioteca virtual que permite compartir, administrar y usar objetos de aprendizaje [2] [14].

Los objetos de aprendizaje presentan las siguientes características principales, entre otras: [1] [5] [6]

- Son **auto-contenidos**: Cada *learning object* puede ser tomado de forma independiente.
- Son **reusables**: Un *learning object* puede ser usado en múltiples contextos y para múltiples propósitos.
- Pueden ser **agregados**: Los *learning objects* pueden ser agrupados en colecciones de contenido más grandes.
- Son **etiquetados**: Cada *learning object* posee información descriptiva para ser indexado y encontrado.
- Son **interoperables**: Los *learning objects* pueden integrarse independientemente del hardware, sistema operativo y/o navegador utilizado.
- Son **interactivos**: Los *learning objects* tienen la capacidad de generar comunicación y actividad con el usuario.
- Son **adaptables**: Los *learning objects* pueden adaptarse a las necesidades de cada uno.

La importancia de los LOs radica en su posibilidad de reuso en diferentes contextos, permitiendo la creación de objetos más grandes a partir de otros más pequeños.

El objetivo de los LOs y los repositorios es permitir el reuso de material educativo por tanta gente como sea posible. Para que esto sea viable se deben exponer las características de los LOs, tales como su contenido, nivel de interactividad, contexto en el que será usado, características técnicas, relaciones con otros objetos, uso potencial, etc; de manera que puedan encontrarse y obtenerse los LOs con facilidad por otras personas [2]. Es por eso que cada objeto de aprendizaje debe estar acompañado con un archivo descriptor, llamado **Metadata**. [3] [5]

La metadata es información estructurada que describe a un objeto de aprendizaje. El principal propósito de la metadata es permitir el reuso del objeto, facilitando su localización y recuperación, así también como su explicación, uso y mantenimiento. [7]

Existen varios estándares para la descripción de metadata de los objetos de aprendizaje; el más aceptado internacionalmente es el estándar **LOM** (Learning Object Metadata) [4], desarrollado por la IEEE. LOM permite describir al objeto en 9 categorías diferentes, que van desde datos simplemente descriptivos, como autor, título, descripción, formato, etc; a datos para su uso pedagógico y educacional; y datos que describen las relaciones del objeto con otros.

1.2 - PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La presencia de metadata de alta calidad, resulta crucial y es de suma importancia, ya que permite la localización y obtención del objeto de aprendizaje, y por lo tanto su utilización y reuso.

Teniendo en cuenta lo descrito, un problema frecuente que limita la efectividad de los objetos de aprendizaje y los repositorios, es que **la metadata producida con los métodos y herramientas actuales es generalmente de baja calidad o no existe.**

Este problema es una consecuencia de otros menores que se pueden apreciar a continuación:

- La especificación del estándar LOM contiene más de 70 atributos. Estos elementos describen varios aspectos del objeto de aprendizaje, incluyendo datos sobre el contenido en general, características técnicas, uso educacional, derechos, relaciones con otros objetos, etc. Se puede afirmar que el estándar es muy completo y permite describir casi todos los aspectos concernientes al objeto. Sin embargo, instanciar manualmente metadata en formato LOM significa asignar valores a un gran número de atributos lo que hace que **generar metadata LOM sea una tarea tediosa.** [2] [8] [9]
- Si bien existen herramientas para generar metadata de manera automática, estas sólo permiten completar los atributos más generales y técnicos, como autor, lenguaje, formato y tamaño [10] [11], dejando los atributos más importantes a cargo la persona. [2] [8]
- Otra dificultad es que la instanciación correcta de metadata LOM requiere una combinación de habilidades educativas y técnicas [10]. Por esta razón, profesionales dedicados exclusivamente a generar metadata son en general muy costosos para las instituciones educativas. Además, estudios muestran que los autores de los objetos de aprendizaje no pueden ser reemplazados completamente por especialistas en carga de metadata [7]. Por lo tanto, son generalmente los autores responsables de la generación de metadata.
- La generación de metadata es en su mayoría una actividad desinteresada, ya que sólo los usuarios y buscadores de los objetos son los que obtienen un beneficio real de la metadata producida. Es decir que los autores de los objetos de aprendizaje que la generan no obtienen ningún tipo de retribución directa por su esfuerzo. [2]

Al ser la generación de metadata una tarea tediosa y compleja, que generalmente se deja como responsabilidad de los autores, y a su vez éstos no reciben ningún beneficio directo por su trabajo, estudios confirman que esta actividad generalmente se ignora o se realiza no conscientemente [7] [12] [13]. Además, es muy frecuente que los autores dejen valores “por defecto”, que no corresponden a los valores reales, lo que trae como consecuencia una metadata incompleta, imprecisa o incorrecta.

Los modelos unipersonales actuales de desarrollo de LOM presentan los inconvenientes citados. Es por esto que se requieren diferentes alternativas en cuanto a quién producirá

metadata y de qué manera. Una de estas alternativas es el modelo colaborativo, en donde más de una persona se encarga de generar y mantener la metadata.

Dentro del modelo colaborativo, no existen herramientas que permitan la generación y/o edición de metadata en el ámbito de objetos de aprendizaje utilizando el estándar LOM, lo que presenta un grave problema en cuanto a la descripción de los LOs para que puedan localizarse y reutilizarse.

Todo lo descrito anteriormente justifica la necesidad de buscar nuevos métodos y herramientas para la generación de metadata.

1.3 - OBJETIVOS Y APORTES GENERALES

El objetivo general de esta tesis es presentar un método para la generación y edición colaborativa de metadata LOM, junto con una herramienta que permita aplicarlo en el ámbito de los repositorios de objetos de aprendizaje.

Para alcanzar este objetivo general, se plantean los siguientes sub-objetivos específicos:

- Definir un método para la generación y edición colaborativa de metadata LOM.
- Obtener una herramienta que permita la aplicación del método citado.
- Mostrar la aplicabilidad del método y herramienta obtenidos y observar su impacto en el proceso de generación y edición de metadata LOM.

Para cumplir con los objetivos específicos, esta tesis presenta dos desarrollos principales: a) la especificación de un método para la generación y edición colaborativa de metadata LOM; b) una herramienta para su aplicación; c) una evaluación del uso de la herramienta en relación a la edición colaborativa de metadata LOM.

Como objetivos y aportes secundarios, en esta tesis se presenta:

- La obtención de un repositorio de objetos de aprendizaje, que permite la creación y edición de contenidos educativos descritos mediante el estándar LOM.
- Una aplicación que implementa el protocolo OAI-PMH, para permitir la inclusión del repositorio en una federación.
- Un mecanismo para incluir objetos de aprendizaje en la Web Semántica, dentro de la iniciativa Linked Open Data.

CAPÍTULO 2.

TECNOLOGÍAS DE OBJETOS DE APRENDIZAJE

En este capítulo presentaremos las tecnologías existentes utilizadas en los repositorios de objetos de aprendizaje, y federaciones de repositorios.

2.1 - E-LEARNING

En las últimas décadas, el uso de tecnologías de información y comunicación ha permitido el surgimiento de una nueva forma de aprendizaje conocida como e-learning. El e-learning se puede definir como la educación a distancia completamente “virtualizada” a través de los nuevos canales electrónicos (en especial Internet), utilizando para ello herramientas o aplicaciones de hipertexto (email, páginas web, foros, plataformas de formación, etc.) como soporte de los procesos de enseñanza-aprendizaje. [15]

Entre los grandes beneficios que presenta el e-learning, podemos encontrar los siguientes:

- Eliminación de barreras espaciales y temporales (desde su propia casa, en el trabajo, en un viaje a través de dispositivos móviles, etc.). Supone una gran ventaja para empresas distribuidas geográficamente.
- Prácticas en entornos de simulación virtual, difíciles de conseguir en formación presencial, sin una gran inversión.
- Gestión real del conocimiento: intercambio de ideas, opiniones, prácticas, experiencias. Enriquecimiento colectivo del proceso de aprendizaje sin límites geográficos.
- Actualización constante de los contenidos (deducción lógica del punto anterior).
- Reducción de costos (en la mayoría de los casos, a nivel metodológico y, siempre, en el aspecto logístico).

Si bien es evidente que los contenidos educativos y el diseño pedagógico es la parte más importante en el aprendizaje, la tecnología utilizada y los medios de transmisión determinan su acceso, localización y utilización, por lo cual tienen mucha influencia, lo que los hace un tema constante de investigación. [16]

Dentro del e-learning, subyace la idea de la fragmentación: los contenidos educativos se dividen en entidades pequeñas, llamadas **objetos de aprendizaje**, para su reusabilidad. [16]

2.2 - ¿QUÉ SON LOS OBJETOS DE APRENDIZAJE?

El origen del término “**Objeto de Aprendizaje**” se atribuye a Wayne Hodgins, quien en 1992 asoció los bloques LEGO con bloques de aprendizaje normalizados, para fines de reutilización en procesos educativos [1]. Los bloques LEGO¹ se fabrican con pines de ensamblado cuya forma y tamaño es estándar, lo que permite combinarlos de una forma muy sencilla para formar estructuras variadas. Siguiendo el mismo concepto, Hodgins concibió a los objetos de aprendizaje como “bloques” didácticos que se combinarían fácilmente con otros, al igual que ocurre en los bloques de construcción.

Existen múltiples definiciones de acuerdo al concepto de Learning Object según diferentes autores. A continuación se citan algunas de ellas:

1. “Un Objeto de Aprendizaje es cualquier entidad, digital o no digital, que puede ser utilizadas para el aprendizaje, la educación o formación”, [4]
2. “Una entidad digital, autocontenible y reutilizable, con un claro propósito educativo, constituido por al menos tres componentes internos editables: contenidos, actividades de aprendizaje y elementos de contextualización. A manera de complemento, los

1 <http://www.lego.com>

objetos de aprendizaje han de tener una estructura (externa) de información que facilite su identificación, almacenamiento y recuperación: los metadatos", [17]

3. "Un Objeto de Aprendizaje es cualquier recurso digital que puede ser reutilizado para favorecer el aprendizaje", [1].
4. "Un Objeto de Aprendizaje se define como la mínima estructura independiente que contiene un objetivo, una actividad de aprendizaje y un mecanismo de evaluación", [18]

Si bien existen varias definiciones, todas coinciden en que un **Objeto de Aprendizaje** o **Learning Object** es un recurso digital educativo utilizado para el aprendizaje y presenta la siguientes características principales, entre otras:

- Son **auto-contenidos**: Cada *learning object* puede ser tomado de forma independiente.
- Son **reusables**: Un *learning object* puede ser usado en múltiples contextos y para múltiples propósitos.
- Pueden ser **agregados**: Los *learning objects* pueden ser agrupados en colecciones de contenido más grandes.
- Son **etiquetados**: Cada *learning object* posee información descriptiva para ser indexado y encontrado.
- Son **interoperables**: Los *learning objects* pueden integrarse independientemente del hardware, sistema operativo y/o navegador utilizado.
- Son **interactivos**: Los *learning objects* tienen la capacidad de generar comunicación y actividad con el usuario.
- Son **adaptables**: Los *learning objects* pueden adaptarse a las necesidades de cada uno.

A lo largo de este documento, para referirnos al término "Objeto de Aprendizaje", utilizaremos su abreviación LO, del inglés "Learning Object".

Ejemplos de LOs incluyen contenidos multimedia, archivos pdf, imágenes, ejercicios, exámenes, herramientas de software y cualquier otro contenido que pueda ser utilizado para el aprendizaje.

Los objetos de aprendizaje ofrecen una nueva conceptualización del proceso de enseñanza: tradicionalmente los contenidos educativos se presentan en módulos de varias horas, mientras que los LOs son unidades de aprendizaje de menor tamaño, generalmente entre un rango de 2 a 15 minutos, auto-contenidos y reusables, que pueden combinarse bajo un mismo propósito educativo. [5]

El objetivo de la tecnología de LOs es favorecer el acceso a los contenidos educativos y optimizar los recursos a su producción mediante su reutilización. Esto se logra mediante la modularización y agregación de los contenidos; interoperabilidad de los contenidos en diferentes entornos (repositorios) y la descripción de los contenidos con **metadatos** [16]. A lo largo del capítulo se profundizará sobre estos conceptos.

2.2.1 - BENEFICIOS DE LOS OBJETOS DE APRENDIZAJE

La fragmentación de los recursos educativos en objetos de aprendizaje es un importante avance con respecto al concepto previo de enseñanza basada en cursos. El nuevo enfoque aporta beneficios innegables, entre los cuales podemos citar [19] [20] [22] [23]:

- Flexibilidad.
- Facilidad para realizar actualizaciones
- Búsquedas y gestión de los contenidos.
- Personalización.
- Interoperabilidad.
- Facilidad para dirigir el aprendizaje a objetivos concretos.
- Acceso universal a contenidos educativos.
- Optimización de recursos.
- Reusabilidad en diferentes contextos.
- Localización de más y mejores contenidos.
- Posibilitan el acceso remoto a la información.

2.3 - METADATA DE UN OBJETO DE APRENDIZAJE

El hecho de que los LOs sean “**etiquetados**” significa que cada uno posee una estructura externa de información, que se denomina Metadata o metadatos.

La **metadata** es un archivo descriptor del LO que permite su identificación, almacenamiento y localización, así también como su explicación, uso y mantenimiento.

El objetivo de los LOs es permitir el reúso de material educativo por tanta gente como sea posible. Para ello se deben exponer las características de los LOs, tales como su contenido, nivel de interactividad, contexto en el que será usado, características técnicas, relaciones con otros objetos, uso potencial, etc; de manera que puedan encontrarse y obtenerse los con facilidad por otras personas, así también como hacer a los objetos de aprendizaje accesibles y recuperables para los usuarios y reutilizables en otras áreas y contextos académicos.

Esta exposición de información se realiza mediante los metadatos. Por esta razón, se considera a la metadata tan importante como el objeto de aprendizaje en sí mismo.

El estudio y definición de los metadatos que describen a los objetos de aprendizaje es uno de los principales campos de investigación dentro del e-learning. [16]

2.3.1 - EL ESTÁNDAR LOM

A medida que el número de objetos crece exponencialmente y las necesidades de aprendizaje se expanden con igual velocidad, la falta de metadata sobre los objetos resulta una limitación crítica y fundamental en la búsqueda, manejo y uso de los objetos. Como apoyo a esta cuestión, surgen las necesidades de estándares y esquemas para la definición de metadatos.

La necesidad de un esquema común surge de las diferencias existentes en la manera de representar metadatos por distintas comunidades educativas. Efectivamente, si dos comunidades utilizan esquemas de metadatos distintos, difícilmente los materiales producidos podrán coexistir en un mismo repositorio, a menos que se haya encontrado previamente un consenso que permita homogeneizar los metadatos utilizados por ambas comunidades (por ejemplo, transformándolos a un esquema común). Es por ello que, desde la comunidad de e-learning, se han realizado distintos esfuerzos para estandarizar los esquemas de metadatos. El resultado de mayor relevancia es el estándar **LOM (Learning Object Metadata)** [4].

Actualmente, LOM es el estándar más aceptado y utilizado por la comunidad, basado en el estándar **Dublin Core (DC, ISO 15836-2003)** [49], desarrollado por la IEEE en el año 2002, y cuya primera versión se define con el nombre de **LOMv1.0**. A partir de ahora, cada vez que nos refiramos al estándar LOM, implícitamente estaremos hablando de la versión LOMv1.0 del estándar.

El objetivo del estándar LOM es proveer una estructura de datos universal para el modelado de metadata de los objetos de aprendizaje, facilitando la comunicación e intercambio de contenidos entre diferentes aplicaciones. [4]

LOM es un modelo de datos que especifica la sintaxis y semántica de la metadata de los LOs, y permite describir al objeto en 9 categorías diferentes, que van desde datos simplemente descriptivos, como autor, título, descripción, formato, etc; a datos para su uso pedagógico y educacional; y datos que describen las relaciones del objeto con otros.

Este modelo de datos especifica los distintos vocabularios que pueden utilizarse para describir los aspectos de los LOs, y define la forma en que pueden añadirse al modelo de datos ampliaciones o restricciones.

2.3.1.1 - ESTRUCTURA DE LA METADATA

El modelo de datos LOM describe a los objetos mediante una **jerarquía de elementos**. En el primer nivel de la jerarquía se encuentran las 9 categorías, cada una de las cuales contiene sub-elementos, que pueden ser elementos simples, los cuales contienen datos literales, o elementos compuestos, que contienen otros sub-elementos.

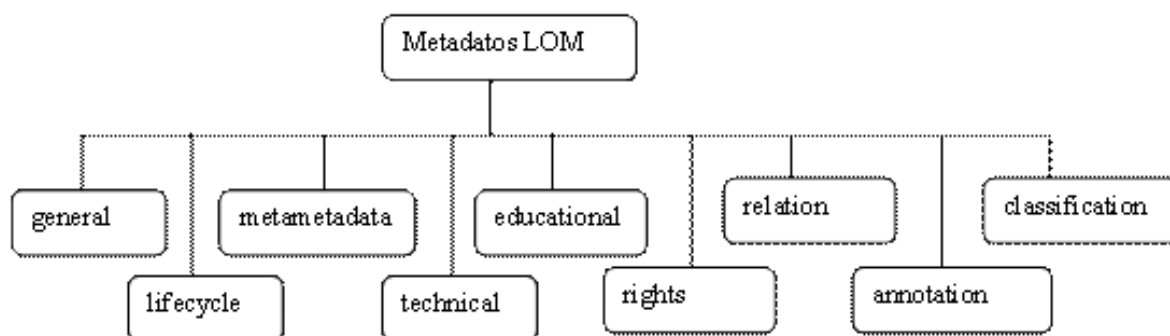
La semántica de cada elemento está determinada por su contexto, es decir que están afectados por el elemento que los contiene y por otros elementos dentro del mismo contenedor.

A continuación se presenta una breve explicación de cada una de las 9 categorías, que constituyen los elementos principales del estándar:

- a) La categoría **General** agrupa información general que describe al LO de manera global.
- b) La categoría **Lifecycle** (Ciclo de vida) agrupa información referida a la historia y estado actual del LO, y a las entidades (personas u organizaciones) que han colaborado en su evolución.
- c) La categoría **Meta-Metadata** agrupa información referente a la instancia de metadata en sí misma.
- d) La categoría **Technical** (Técnica) agrupa información referida a las características y requisitos técnicos del LO.
- e) La categoría **Educational** (Educativa) agrupa información sobre las características educacionales y pedagógicas del LO.
- f) La categoría **Rights** (Derechos) agrupa información sobre derechos de propiedad intelectual y condiciones de uso del LO.

- g) La categoría **Relation** (Relación) agrupa información que define las relaciones entre el LO descrito y otros LOs. Las relaciones entre un objeto y otro pueden ser de tres tipos principales [21]: **relaciones de composición**, que permiten expresar la composición de un recurso compuesto; **relaciones de formato**, indican las relaciones de formatos de presentación de un recurso; y **relaciones de referencia**, que indican los recursos que dependen de forma indirecta en la comprensión y creación de un recurso.
- h) La categoría **Annotation** (Anotación) provee comentarios sobre el uso educacional del LO.
- i) La categoría **Classification** (Clasificación) describe al LO en relación a un sistema de clasificación o taxonomía en particular.

A continuación, a modo de ilustración, se presenta el modelo conceptual de los metadatos LOM de un objeto de aprendizaje, en el mayor nivel de abstracción:



En la sección 2.3.1.4 se describen con más detalle cada una de estas categorías.

2.3.1.2 - TIPOS DE DATOS Y CONJUNTOS DE VALORES

Para todos los elementos simples dentro de la jerarquía, el estándar LOM especifica un **tipo de dato** junto con un **conjunto de valores** definido.

El conjunto de valores permitidos varía de acuerdo a cada elemento. Algunos incluyen cadenas libres de texto u otro tipo de dato, mientras otros están restringidos a una lista valores permitidos.

LOM define 5 tipos de datos:

- **CharacterString**: Es el tipo de datos más básico. Los elementos de este tipo de datos contienen cadenas de texto simple. Ejemplo: "URI".
- **LangString**: Este tipo de datos permite múltiples entradas semánticamente equivalentes, cada una de las cuales consta de dos partes: una cadena de texto simple y un lenguaje que identifica el idioma de la cadena de texto. Esto permite que la misma información pueda presentarse en varios lenguajes dentro de una misma instancia de metadata. Ejemplo: ("en", "organic agriculture").

- **DateTime**: permite definir una fecha o un período de tiempo particular. Constan de dos partes: la primera presenta la fecha en un formato legible por máquina (Ejemplo: “2008-07-21”) y la segunda permite una description textual (Ejemplo: “mediados de año”).
- **Duration**: es similar al DateTime, pero en lugar de fechas contiene información sobre un intervalo de tiempo determinado. Ejemplo: “PT2H45M”, “PT50S”.
- **VocabularyTerm**: este tipo de datos permite definir una fuente (source) y un valor. La fuente debe ser una referencia a un vocabulario controlado y mantenido, y el valor es uno de los posibles dentro del conjunto de valores del vocabulario. Ejemplo: “Yes”/ “No”, “atomic”. “collection”.

2.3.1.3 - LISTA DE VALORES

En algunos casos, un elemento puede contener una lista de valores en lugar de un único valor. De acuerdo a cada elemento en particular, LOM define que la lista debe ser **ordenada** o puede ser **no ordenada**.

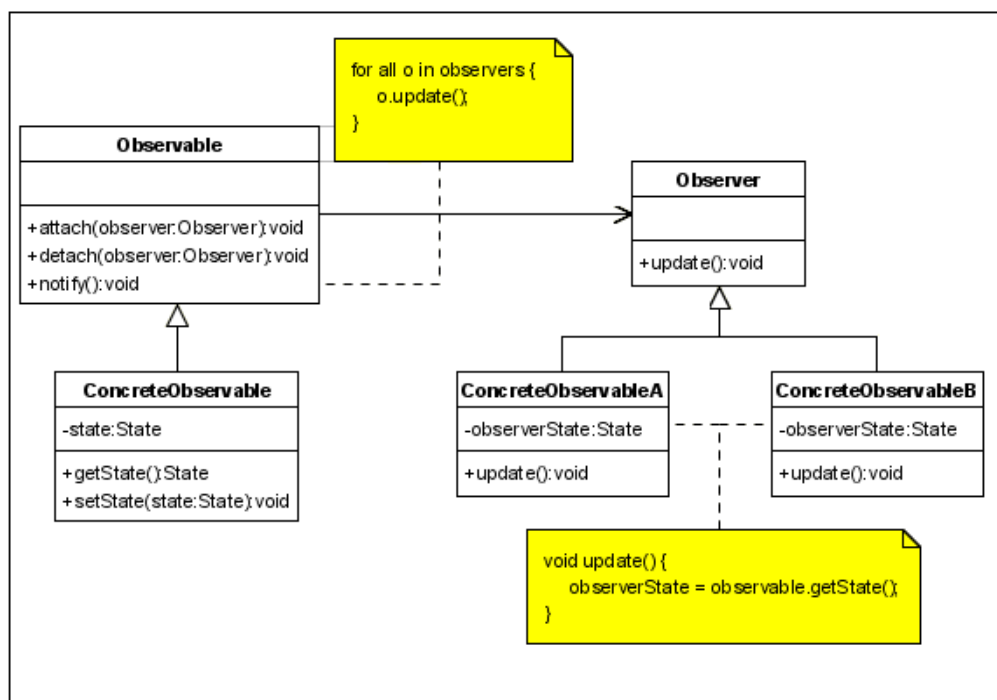
Para ambos casos, LOM define un tamaño máximo y mínimo de la lista de valores.

2.3.1.4 - ELEMENTOS DE LA JERARQUÍA LOM

A continuación se describen con más detalle cada uno de los elementos de la jerarquía del esquema LOM. Para cada elemento se indicará la cardinalidad y el tipo de datos en caso de tratarse de un elemento simple, de esta manera:

NOMBRE ELEMENTO – CARDINALIDAD – TIPO DE DATOS

Para ser más ilustrativo utilizaremos como caso de estudio la anotación con metadata de un hipotético LO cuyo contenido es la siguiente figura. Se trata del diagrama de clases del patrón de diseño Observer, utilizado en programación orientada a objetos:



1. CATEGORÍA GENERAL - 1

Esta categoría contiene información que describe al objeto de aprendizaje de manera global, como el título, descripción e identificador, entre otros.

1.1 - Identifier (Identificador) – 1..10

Identifica de manera global y unívocamente al LO. Consta de dos sub-elementos: **Catálogo y Entrada**.

1.1.1 - Catalog (Catálogo) – 1 – CharacterString

Este sub-elemento debería ser globalmente único. Contiene el nombre del esquema de identificación para la entrada del identificador. Ejemplo: "ISBN", "ARIADNE", "URI".

1.1.2 - Entry (Entrada) – 1 – CharacterString

Es una cadena de texto que identifica al LO dentro del catálogo o esquema de identificación especificado. Ejemplos: "2-7342-0318", "LEAO875", "http://www.ieee.org/documents/1234".

Es recomendable que siempre esté presente un elemento **"Identifier"**, utilizando la cadena **"URI"** como valor del sub-elemento **"Catalog"**, y se utilice la **URI** que identifica al LO como valor para el sub-elemento **"Entry"**, ya que al ser las URIs identificadores universales dentro de la web, se asegura implícitamente la unicidad del identificador.

1.1 - Title (Título) – 1 – LangString

Es el nombre descriptivo del LO. ("en", "The life and works of Leonardo da Vinci").

1.2 - Language (Lenguaje) – 1..10 – CharacterString

El lenguaje o lenguajes humanos utilizado dentro del LO para comunicarse con los usuarios finales. Ejemplos: "en", "en-GB".

1.4 - Description (Descripción) – 1..10 – LangString

Es una descripción textual en forma de resumen del contenido del LO. Ejemplo: ("en", "In this video clip, the life and works of Leonardo da Vinci are briefly presented. The focus is on his artistic production, most notably the Mona Lisa.").

1.5 - Keyword (Palabra clave) – 1..10 – LangString

Una palabra clave o frase que describe el tema del LO. Ejemplo: ("en", "Mona Lisa")

1.6 - Coverage (Cobertura) – 1..10 – LangString

Contiene el tiempo, cultura o lugar geográfico al que aplica el LO. Puede verse como el scope o alcance. Una práctica recomendada es utilizar valores de vocabularios controlados, como tesauros (por ejemplo Thesaurus of Geographic Names). Ejemplos: ("en", "16th century France"), ("es", "Argentina).

1.7 - Structure (Estructura) – 1 – VocabularyTerm

Representa la estructura interna del LO. LOM define el siguiente vocabulario controlado para describir la estructura:

- **atomic (atómica):** un objeto indivisible (en su contexto).
- **collection (colección):** un conjunto de objetos sin ningún tipo de relación entre ellos.
- **networked (en red):** un conjunto de objetos relacionados entre ellos.
- **hierarchical (jerárquica):** conjunto de objetos cuyas relaciones pueden representarse en una estructura de árbol.
- **linear (lineal):** conjunto ordenado de objetos. Ejemplo: una lista ordenada.

1.8 - Aggregation Level (Nivel de agregación) – 1 – VocabularyTerm

Define la granularidad del LO. LOM define el siguiente vocabulario controlado para esto:

1. Representa el nivel más pequeño de agregación (el aplicable a material aparentemente indivisible, como una imagen, un archivo PDF, etc.).
2. Colección de materiales atómicos (por ejemplo, un archivo HTML junto con las imágenes referidas desde el mismo, una clase de una jornada).
3. Una colección de dos o más materiales de nivel 2 (por ejemplo, una web formada por múltiples documentos HTML, un curso).
4. El nivel mayor de granularidad (por ejemplo, un conjunto de cursos que conducen a la obtención de un grado, un conjunto de cursos que forman una carrera universitaria).

La siguiente figura muestra los metadatos de la categoría General para el caso de estudio:

Categoría: General	
Elemento LOM	Valor
Identifier	Entry: http://moodle.lifia.info.unlp.edu.ar/_wikilor/index.php/Pattern_Observer_Class_Diagram
	Catalog: URI
Title	Diagrama de clases del patrón Observer
Language	ES
Description	Diagrama de clases del patrón Observer utilizado en programación orientada a objetos.
Keyword	Design Pattern, Observer, POO.
Coverage	Facultad de Informática, UNLP.
Structure	atomic
Aggregation Level	1

2. CATEGORÍA LIFE CYCLE (CICLO DE VIDA) - 1

La categoría LifeCycle contiene información referida a la historia y estado actual del objeto de aprendizaje, y a las entidades que han colaborado en su evolución.

2.1 - Version – 1 – LangString

La versión / edición del LO. Ejemplo: ("en", "1.2.alpha").

2.2 - Status (Estado) – 1 – VocabularyTerm

Representa el estado de producción del LO. LOM propone el siguiente vocabulario para este elemento:

- **draft (borrador)**
- **final (versión final)**
- **revised (revisado)**
- **unavailable (no disponible):** significa que el objeto de aprendizaje no está disponible.

2.3 - Contribute (Contribución) – 1..30

Contiene las entidades (personas u organizaciones) que contribuyeron con la producción del LO durante su ciclo de vida (por ejemplo creación, ediciones, publicaciones, etc). Una contribución se considera a cualquier acción que afecte el estado del LO.

El elemento Contribute contiene los sub-elementos **Role**, **Identity** y **Date**.

2.3.1 - Role (Rol) – 1 - VocabularyTerm

Representa el tipo de contribución realizada. LOM propone el siguiente vocabulario controlado para este elemento: **author**, **publisher**, **unknown**, **initiator**, **terminator**, **validator**, **editor**, **graphical designer**, **technical implementer**, **content provider**, **technical validator**, **educational validator**, **script writer**, **instructional designer**, **subject matter expert**.

2.3.2 - Entity (Entidad) – 1..40 – CharacterString

Contiene la identidad e información sobre la entidad contribuyente. Para completar este elemento se utiliza el formato vCard especificado en RFC 2425, RFC 2426.

2.3.3 - Date (Fecha) – 1 – DateTime

Representa la fecha en que se realizó la contribución. Ejemplo: "2001-08-23".

La siguiente figura muestra los metadatos de la categoría LifeCycle para el caso de estudio:

Categoría: LifeCycle	
Elemento LOM	Valor
Version	1.0
Status	Final
Contribute	Role: Author
	Entity: Marcelo Chiaradía
	Date: 20/04/2013

3. CATEGORÍA META-METADATA – 1

Esta categoría describe la instancia actual de Metadata asociada al LO.

3.1 - Identifier (Identificador) – 1..10

Análogo al elemento Identifier de la categoría General, este elemento contiene un identificador global único para el registro de metadata actual. Contiene los sub-elementos **Catalog** y **Entry**.

3.1.1 - Catalog (Catálogo) – 1 – CharacterString

Contiene el nombre del esquema de identificación para la entrada del identificador. Ejemplo: "ISBN", "ARIADNE", "URI".

3.1.2 - Entry (Entrada) – 1 – CharacterString

Contiene el valor del identificador dentro del catálogo o esquema de identificación especificado. Ejemplos: "2-7342-0318", "KUL532", "http://www.ieee.org/descriptions/1234".

3.2 - Contribute (Contribución) – 1..10

Análogo al elemento Contribute de la categoría LifeCycle, contiene información sobre las entidades que contribuyeron en la creación de la instancia de metadata actual. Al igual que en la categoría LifeCycle, para cada contribuyente es posible especificar el rol (Role), la identidad (Entity) y la fecha (Date).

3.2.1 - Role (Rol) – 1 - VocabularyTerm

Es el tipo de contribución realizada. LOM proporciona un vocabulario controlado para el rol, que, en este caso, puede ser: **creator** (creador) y **validator** (validador).

3.2.2 - Entity (Entidad) – 1..10 – CharacterString

Representa la identidad e información sobre la entidad contribuyente. Para completar este elemento se utiliza el formato vCard.

3.2.3 - Date (Fecha) – 1 – DateTime

Contiene la fecha en la que se realizó la contribución. Ejemplo: "2001-08-23".

3.3 - Metadata schema (Esquema de metadata utilizado) – 1..10 – CharacterString

Nombre y versión del esquema de metadata utilizado. Ejemplo: "LOMv1.0".

3.4 - Language (Lenguaje) – 1 – CharacterString

Contiene el lenguaje utilizado en la instancia de metadata actual. Además es el lenguaje por defecto de todos los elementos de tipo LangString del registro. Ejemplo: "en".

La siguiente figura muestra los metadatos de la categoría Meta-metadato para el caso de estudio:

Categoría: Meta-metadato	
Elemento LOM	Valor
Identifer	Entry: http://moodle.lifia.info.unlp.edu.ar/_wikilor/index.php/Pattern_Observer_Class_Diagram
	Catalog: URI
Contribute	Role: Author
	Entity: Marcelo Chiaradía
	Date: 20/04/2013
Metadata Schema	LOMv1.0
Language	ES

4. CATEGORÍA TECHNICAL (TÉCNICO) - 1

Esta categoría describe las características y requisitos técnicos del LO.

4.1 - Format (Formato) – 1..40 – CharacterString

Almacena el formato del contenido del LO. Dado que el objeto de aprendizaje puede no ser atómico, es posible que integre múltiples formatos (por ejemplo, una página web puede integrar un documento HTML con un conjunto de imágenes JPG), por lo que este elemento puede repetirse. Se recomienda especificar mediante su denominación MIME (ver RFC2048:1996). Ejemplos: "video/mpeg", "application/x-toolbook", "text/html".

4.2 - Size (Tamaño) – 1 – CharacterString

El tamaño en bytes del LO. Ejemplo: "1000".

4.3 - Location (Localización) – 1..10 – CharacterString

Contiene el lugar en donde se localiza el LO. Un uso común son las URLs o URIs. Ejemplo:"http://host/id".

4.4 - Requirement (Requerimiento) – 1..40

Contiene información sobre los requerimientos técnicos necesarios para el uso del LO. Contiene una lista de sub-elementos **OrComposite**.

4.4.1 - OrComposite – 1..40

Representa una lista de requisitos técnicos. Se considera que se cumple con los requerimientos si se satisface al menos uno de estos requisitos. Contiene los sub-elementos **Type** (Tipo), **Name** (Nombre), **Minimun version** (versión mínima) y **Maximun version** (versión máxima).

4.4.1.1 - Type (Tipo) – 1 – VocabularyTerm

El tipo de tecnología requerida para el uso del LO.

4.4.1.2 - Name (Nombre) – 1 – VocabularyTerm

El nombre de la tecnología requerida para el uso del LO.

4.4.1.3 - Minimum Version (Versión mínima) – 1 – CharacterString

La versión mínima necesaria de la tecnología requerida para poder usar el LO. Ejemplo: "4.2".

4.4.1.4 - Maximum Version (Versión máxima) – 1- CharacterString

La versión máxima necesaria de la tecnología requerida para poder usar el LO. Ejemplo: "6.2".

4.5 - Installation Remarks (Indicaciones de instalación) – 1 – LangString

Notas sobre cómo instalar (si necesario) el objeto de aprendizaje. Ejemplo: ("en", "Unzip the zip file and launch index.html in your web browser.").

4.6 - Other Platform Requirements (Otros requerimientos) – 1 – LangString

Contiene información sobre otros requerimientos de software o hardware. Ejemplos: ("en", "sound card"), ("en", "runtime X").

4.7 - Duration (duración) – 1 – Duration

Representa la duración temporal del LO (aplicable únicamente para contenidos que tenga sentido especificar una duración, como, por ejemplo, un video o una presentación Flash). Ejemplos: "PT1H30M", "PT1M45S".

La siguiente figura muestra los metadatos de la categoría Technical para el caso de estudio:

Categoría: Technical	
Elemento LOM	Valor
Format	image/jpeg
Size	523612
Location	http://moodle.lifia.info.unlp.edu.ar/wikilor/index.php/Pattern_Observer_Class_Diagram
Requirement	Type:Browser
	Name:Any
Instalation remarks	Se requiere disponer de un visualizador de imágenes JPG añadido al navegador.
Other platform requirements	Opcionalmente, cualquier otro tipo de visualizador

5. CATEGORÍA EDUCACIONAL (EDUCACIONAL) – 1..100

Esta categoría describe las características educacionales y pedagógicas más importantes del LO.

5.1 - Interactivity Type (Tipo de interacción) – 1 – VocabularyTerm

Contiene el tipo de interacción soportado por el objeto de aprendizaje. LOM propone el siguiente vocabulario para este elemento:

- **active** (activo), para los contenidos interactivos, ejemplo, ejercicios, simulaciones.
- **expositive** (expositivo), para los contenidos pasivos, ejemplo, videos, audios.
- **mixed** (combinado), para contenidos que comparten ambas características.

5.2 - Learning Resource Type (Tipo de recurso) – 1..10 – VocabularyTerm

Especifica el tipo de contenido del LO (por ejemplo, ejercicio, figura, etc.). Un mismo LO puede tener distintos tipos asociados. LOM propone el siguiente vocabulario para caracterizar el tipo de material:

- **exercise** (ejercicio)
- **simulation** (simulación)
- **questionnaire** (cuestionario)
- **diagram** (diagrama)
- **figure** (figura)
- **graph** (gráfico)
- **index** (índice)
- **slide** (diapositiva)
- **table** (tabla)
- **narrative text** (texto narrativo)
- **exam** (examen)
- **experiment** (experimento)
- **problemStatement** (enunciado de problema)
- **selfAssessment** (auto-evaluación)

5.3 - Interactivity Level (Nivel de interactividad) – 1 – VocabularyTerm

Especifica el nivel de interacción del LO, es decir al grado en que el usuario final puede influenciar sobre el comportamiento del LO. LOM propone el siguiente vocabulario controlado: **very low** (muy bajo), **low** (bajo), **medium** (medio), **high** (alto) y **very high** (muy alto).

5.4 - Semantic Density (Densidad semántica) – 1 – VocabularyTerm

Representa una medida subjetiva de la utilidad educativa del LO en comparación con su tamaño y/o duración. LOM propone usar para expresar este nivel el mismo vocabulario controlado que para el elemento **Interactivity Level**.

5.5 - Intended User Role (Tipo de usuario final) – 1..10 – VocabularyTerm

El tipo de usuario para el cual se diseñó el LO. LOM propone el siguiente vocabulario para describir dicho papel:

- **teacher** (maestro)
- **author** (autor)
- **learner** (aprendiz)
- **manager** (gestor).

5.6 - Context (Contexto) – 1..10 – VocabularyTerm

El entorno educativo para el cual se diseñó el LO. LOM propone el siguiente vocabulario:

- **school** (escuela)
- **higher education** (educación avanzada)
- **training** (entrenamiento)
- **other** (otro).

5.7 - Typical Age Range (Rango de edad) – 1..5 – LangString

Rango de edad de los usuarios para los cuales está diseñado el LO. Ejemplos: "0-5", "15", "18-", ("en", "suitable for children over 7"), ("en", "adults only").

5.8 - Difficulty (Dificultad) – 1 – VocabularyTerm

Indica una medida sobre la dificultad de usar el LO para los usuarios finales esperados. LOM propone el siguiente vocabulario para esto:

- **very easy** (muy fácil)
- **easy** (fácil)
- **medium** (medio)
- **difficult** (difícil)
- **very difficult** (muy difícil).

5.9 - Typical Learning Time (Tiempo esperado de aprendizaje) – 1 – Duration

Tiempo aproximado utilizado para trabajar con el objeto de aprendizaje. Ejemplos: "PT1H30M", "PT1M45S".

5.10 – Description (Descripción) – 1..10 – LangString

Contiene comentarios sobre cómo debe utilizarse el LO desde un punto de vista pedagógico.

5.11 – Language (Lenguaje) – 1..10 – CharacterString

Este atributo se utiliza para representar el idioma del usuario final.

La siguiente figura muestra los metadatos de la categoría Educational para el caso de estudio:

Categoría: Educational	
Elemento LOM	Valor
Interactivity type	expositive
Learning resource type	figure

Interactivity level	very low
Semantic density	high
Intended end user role	learner
Context	higher education
Typical age range	18-
Difficulty	Medium
Typical learning time	30M
Description	Entendimiento cualitativo de las clases que conforman la estructura del patrón de diseño Observer.
Language	ES

6. CATEGORÍA RIGHTS (DERECHOS) - 1

Esta categoría describe los derechos de propiedad intelectual y condiciones de uso del LO.

6.1 – Cost (Costo) – 1 – VocabularyTerm

Establece si el uso del LO es o no de pago. LOM propone como vocabulario controlado:

- **yes**
- **no.**

6.2 - Copyright and Other Restrictions (Derechos de copia y otras restricciones) – 1 – VocabularyTerm

Establece si el recurso está o no sujeto a derechos de copia u otro tipo de restricciones. LOM propone el mismo vocabulario controlado que utiliza el elemento **Cost**.

6.3 – Description (Descripción) – 1 – LangString

Contiene comentarios sobre las condiciones de uso del LO. Ejemplo: ("en", "Use of this learning object is only permitted after a donation has been made to Amnesty International.").

La siguiente figura muestra los metadatos de la categoría Educational para el caso de estudio:

Categoría: Rights	
Elemento LOM	Valor
Cost	no
Copyright and Other Restrictions	no
Description	Este recurso no está sujeto a derechos de autor.

7. CATEGORÍA RELATION (RELACIÓN) – 1..100

La categoría Relation contiene información sobre las relaciones del LO con otros. Dado que un mismo LO puede mantener múltiples relaciones con otros materiales, este elemento puede repetirse.

7.1 – Kind (Tipo) – 1 – VocabularyTerm

Contiene el tipo de relación. LOM propone el siguiente vocabulario controlado para este elemento:

- **isPartOf** (el LO es parte de otro más complejo)
- **hasPart** (inverso a isPartOf)
- **isVersionOf** (el LO es una versión de otro)
- **hasVersion** (inverso a hasVersion)
- **isFormatOf** (el LO es la descripción de un formato de otro LO)
- **hasFormat** (inverso a isFormatOf)
- **references** (el LO referencia a otro)
- **isReferencedBy** (inverso de references)
- **isBasedOn** (el LO está basado en otro)
- **isBasisFor** (inverso a isBasedOn)
- **requires** (el LO requiere la presencia de otro)
- **isRequiredBy** (inverso de requires).

7.2 - Resource (Recurso) – 1

Representa al LO con el cual se establece la relación. Contiene los sub-elementos **Identifier** y **Description**.

7.2.1 - Identifier (Identificador) – 1..10

Este elemento representa la misma información que el elemento General.Identifier, pero identifica al LO con el cual se establece la relación.

7.2.1.1 - Catalog (Catálogo) – 1 – CharacterString

Análogo a General.Identifier.Catalog.

7.2.1.2 - Entry (Entrada) – 1 – CharacterString

Análogo a General.Identifier.Entry.

7.2.2 – Description (Descripción) – 1..10 – LangString

Descripción del LO relacionado. Análogo a General.Description.

La siguiente figura muestra los metadatos de la categoría Relation para el caso de estudio:

Categoría: Relation	
Elemento LOM	Valor
Kind	isParOf
Resource	Identifier: Entry: http://moodle.lifia.info.unlp.edu.ar/_wikilor/index.php/Pattern_Observer Catalog: URI

Description: Descripción del patrón Observer. Usos y motivaciones.

8. CATEGORÍA ANNOTATION (ANOTACIÓN) – 1..30

Esta categoría contiene comentarios sobre el uso educativo del LO. Permite a los usuarios finales compartir sugerencias de uso, evaluaciones del LO, etc.

8.1 - Entity (Entidad) – 1 - CharacterString

Entidad (persona u organización) que creó el comentario. Análogo a LifeCycle.Contribute.Entity.

8.2 – Date (Fecha) – 1 – DateTime

Contiene la fecha en que se creó la anotación.

8.3 – Description (Descripción) – 1 – LangString

Almacena el contenido del comentario. Ejemplo: ("en", "I have used this video clip with my students. They really enjoy being able to zoom in on specific features of the painting. Make sure they have a broadband connection or the experience becomes too cumbersome to be educationally interesting.")

La siguiente figura muestra los metadatos de la categoría Annotation para el caso de estudio:

Categoría: Annotation	
Elemento LOM	Valor
Entity	Marcelo Chiaradía
Date	24/04/2013
Description	El diagrama resulta muy útil para comprender la interacción de los componentes en el patrón Observer.

9. CATEGORÍA CLASSIFICATION (CLASIFICACIÓN) – 1..40

Esta categoría describe al LO dentro de un sistema de clasificación en particular. Dado que un LO puede clasificarse mediante múltiples sistemas de clasificación, este elemento puede repetirse.

9.1 – Purpose (Propósito) – 1 – VocabularyTerm

Contiene el propósito por el cual se clasifica el LO. LOM propone el siguiente vocabulario controlado de propósitos:

- **discipline** (disciplina)
- **prerequisite** (pre-requisito)
- **educational objective** (objetivo educativo)
- **accessibility restrictions** (restricciones de acceso)
- **educational level** (nivel educativo)
- **skill level** (nivel de habilidades)

- **security level** (nivel de seguridad).

9.2 - Taxon Path (Camino taxonómico) – 1..15

Contiene un camino taxonómico dentro de un sistema de clasificación en particular. A medida que se agregan elementos al camino, el grado de refinamiento es mayor. Contiene los sub-elementos **Source** y una lista de **Taxons**, que representan los términos del camino taxonómico.

9.2.1 - Source (Fuente) – 1 –LangString

Almacena el nombre del sistema de clasificación.

9.2.2 - Taxon – 1..15

Representa un término particular dentro de una taxonomía. Contiene los sub-elementos **Id** y **Entry**.

9.2.2.1 – Id (Identificador) – 1 – CharacterString

Contiene el identificador del término dentro de la taxonomía.

9.2.2.2 – Entry (Entrada) – 1 - LangString

Contiene una etiqueta textual del término. Ejemplo: Medicina.

Para designar a un término en particular, se puede utilizar tanto el elemento **Id** como el elemento **Entry**.

9.3 – Description (Descripción) – 1 – LangString

Representa una descripción textual del LO relativa al propósito de clasificación establecido. Ejemplo: ("en", "A medical instrument for listening called a stethoscope.").

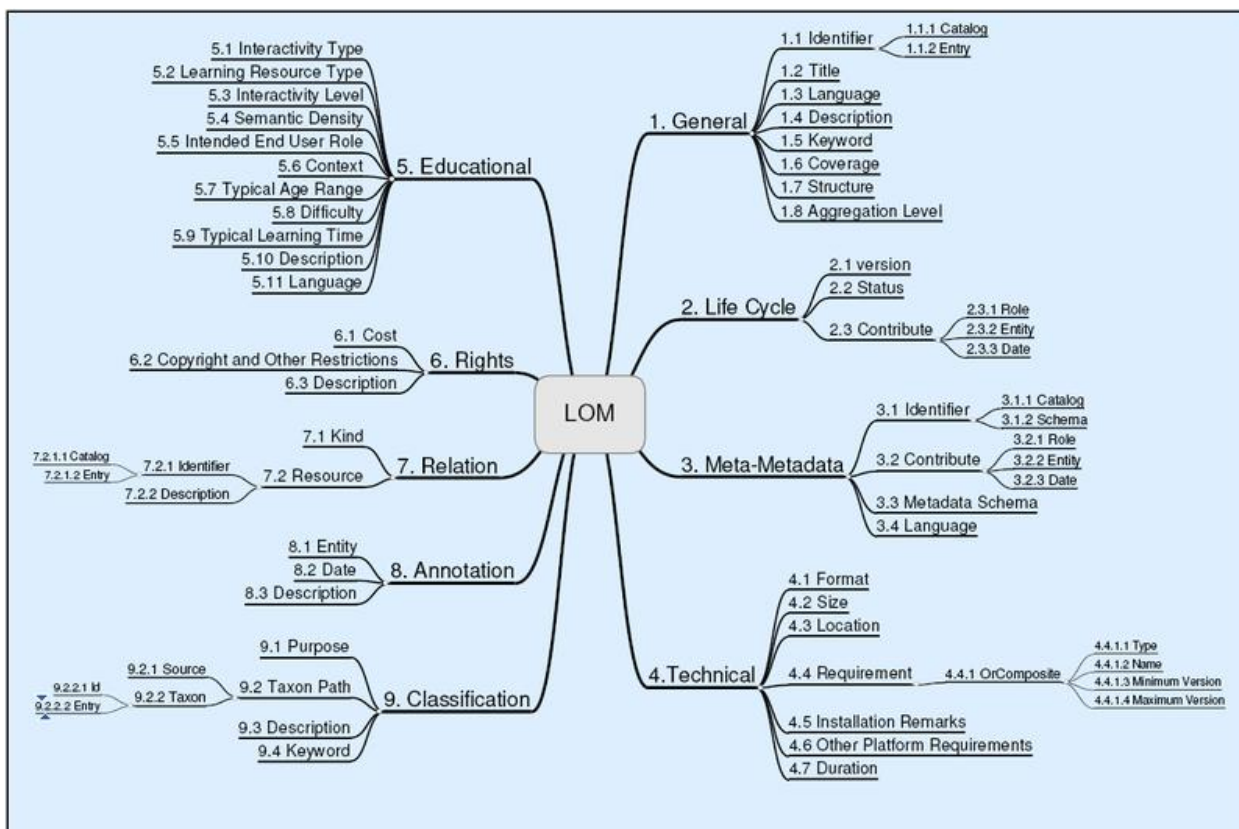
9.4 – Keyword (Palabra clave) - 1..40 – LangString

Contiene conjunto de palabras clave o frases relativas al propósito de clasificación establecido. Ejemplo: ("en", "diagnostic instrument").

La siguiente figura muestra los metadatos de la categoría Classification para el caso de estudio:

Categoría: Classification	
Elemento LOM	Valor
Purpose	discipline
Taxon path	Informática/POO/Patrones de diseño/Observer
Description	El patrón Observer se aplica en POO, en la ciencia informática.
Keyword	POO, Patrón de diseño, Observer

El siguiente diagrama presenta los elementos de la jerarquía de LOM descriptos anteriormente:



2.3.1.5 - LOM EN FORMATO XML

A partir de la definición del estándar LOM, la IEEE comenzó a trabajar en un nuevo proyecto, con el propósito de estandarizar la representación de metadata LOM en formato XML.

En el año 2005 se resolvió esta cuestión. El resultado fue la definición de un esquema XSD, que especifica el mapeo entre los atributos LOM y el modo de codificación para su representación en el lenguaje XML. [25]

A continuación se muestra un ejemplo reducido de la codificación XML de un objeto de aprendizaje:

```
<lom xmlns="http://ltsc.ieee.org/xsd/LOM"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://ltsc.ieee.org/xsd/LOM">

  <general>
    <identifier>
      <catalog>WIKILOR</catalog>
      <entry>
        http://localhost/mediawiki-1.19.1/index.php/Smalltalk_Syntax_Part_4
      </entry>
    </identifier>
    <title>
      <string language="en">Smalltalk_Syntax_Part_4</string>
    </title>
    <language>en</language>
    <description>
```

```

    <string language="en">Smalltalk Syntax - Assignment and Return.</string>
  </description>
  <coverage>
    <string language="en">Object Oriented Programming</string>
  </coverage>
</general>
<metaMetadata>
  <identifier>
    <catalog>OAI-LIFIA</catalog>
    <entry>
      http://localhost/mediawiki-1.19.1/index.php/Smalltalk_Syntax_Part_4
    </entry>
  </identifier>
  <metadataSchema>LOM_v1.0</metadataSchema>
</metaMetadata>
<technical>
  <location>
    http://localhost/mediawiki-1.19.1/index.php/Smalltalk_Syntax_Part_4
  </location>
</technical>
<rights>
  <cost>
    <source>LOMv1.0</source>
    <value>no</value>
  </cost>
  <description>
    <string language="en">
      Creative Commons - http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/
    </string>
  </description>
  <copyrightAndOtherRestrictions>
    <source>LOMv1.0</source>
    <value>no</value>
  </copyrightAndOtherRestrictions>
</rights>
</lom>

```

2.3.1.6 - PERFILES DE APLICACIÓN LOM

Si bien el estándar LOM especifica una gran cantidad de atributos para describir las características de los objetos de aprendizaje, en una implementación concreta no es necesario incluir todos los elementos del esquema de datos.

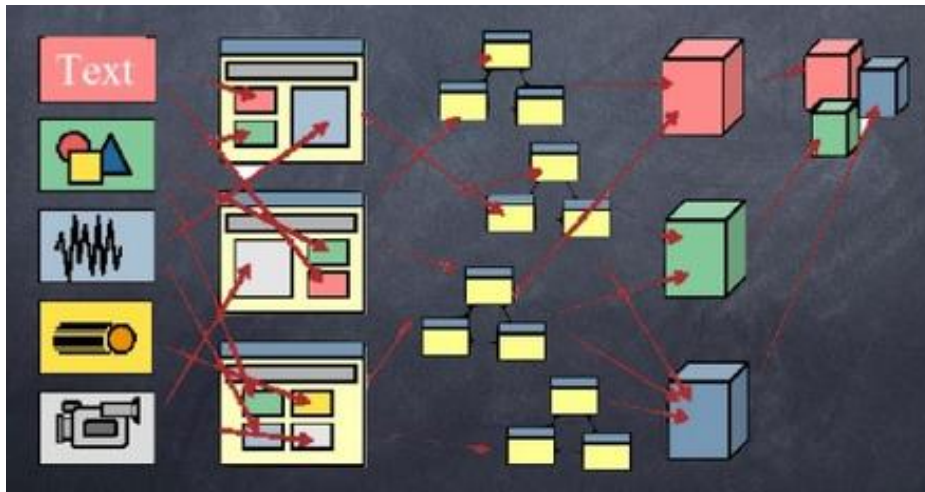
Esto da lugar a los denominados **perfiles de aplicación de LOM (LOM application profiles)**, los cuales son esquemas de datos que toman como referencia principal al estándar LOM, pero pueden excluir algunos de sus elementos e incluir nuevos de otros esquemas de datos.

Los perfiles de aplicación entonces permiten adaptar al estándar LOM para cubrir las necesidades funcionales de una aplicación concreta o de una comunidad práctica y proporcionar lineamientos a los creadores de metadata, manteniendo la capacidad de interoperar con aplicaciones que trabajan con recursos definidos mediante el esquema original [21]. De esta forma se logra una mayor adecuación a un determinado contexto.

2.4 - REUSO Y COMPOSICIÓN DE LOS

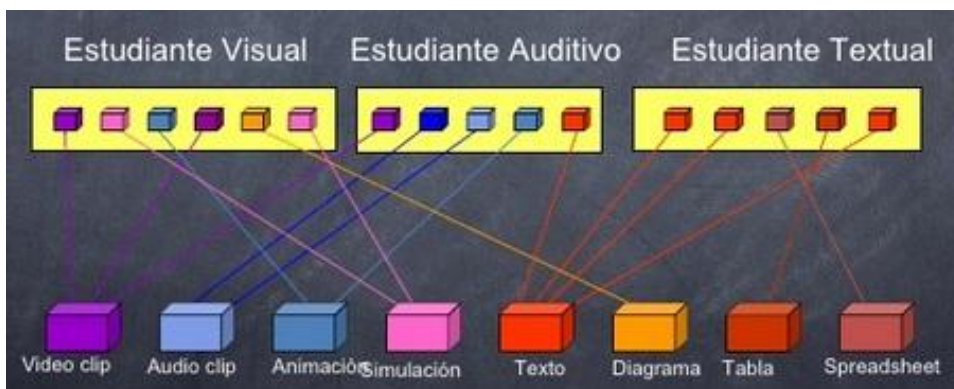
Como se dijo anteriormente, el concepto de Objeto de Aprendizaje surgió mediante una analogía con el juego de bloques LEGO con fines de reutilización en procesos educativos. La idea es la misma que en los bloques LEGO: poder ensamblar piezas más pequeñas y simples para formar componentes más complejos y de esta manera permitir su reuso. Esta idea trasladada al ámbito de la educación es lo que dio origen a los LOs: objetos cuyo contenido está formado por material educativo y donde reusarlos significa poder utilizar un mismo objeto

en diferentes ámbitos y contextos educacionales, y que a su vez puedan recombinarse para crear objetos más grandes con un objetivo en particular. La siguiente imagen ilustra este proceso:



Entre las ventajas principales de la reutilización de los objetos de aprendizaje podemos citar las siguientes:

- Brinda la posibilidad de reutilizar material en lugar de crearlo repetidas veces, ahorrando recursos valiosos como tiempo y dinero. Esta condición puede proporcionar a los docentes una mayor eficiencia en la preparación de sus actividades. Por ejemplo, si después de buscar, seleccionar y evaluar uno o más objetos de aprendizaje, un profesor decide integrarlos a un tema específico o crear contenidos a partir de ellos, seguramente estará disminuyendo el tiempo que requiere para crear sus propios materiales educativos ya que es más rápido ensamblar algunas piezas que producir cada una de estas para luego armar el material completo
- Permite disponer de una gran variedad de material didáctico, y compartirlo por cuanta gente sea posible.
- Grandes mejoras en aspectos tales como flexibilidad y personalización en la enseñanza, dado que puede utilizarse un mismo recurso en diferentes contextos, y además pueden recombinarse para obtener nuevos materiales que se adapten a las expectativas de cada uno. La siguiente imagen refleja esta situación, donde se pueden personalizar cursos para estudiantes con problemas de audición o visión, reusando los contenidos.



Para permitir el reuso por cuanta gente sea posible, los LOs deben poder ser buscados y localizados con facilidad. Como se dijo anteriormente, uno de los elementos más importantes para lograrlo es la metadata. Los otros elementos necesarios son los **repositorios de objetos de aprendizaje** y las **federaciones**. En la siguiente sección se profundizará este tema.

2.5 - REPOSITORIOS DE OBJETOS DE APRENDIZAJE Y FEDERACIONES

Un **repositorio de objetos de aprendizaje** o **Learning Object Repository (LOR)** es una biblioteca virtual que permite compartir, administrar y usar objetos de aprendizaje, y cuyo objetivo es facilitar el reuso de material educativo. Estas bibliotecas soportan, entonces, consultas significativas que permiten la recuperación de aquellos materiales almacenados que cubran una determinada necesidad pedagógica. [26]

Existen dos tipos principales de repositorios: aquellos que almacenan tanto los objetos de aprendizaje como su metadata; y aquellos que almacenan solamente metadata. Los primeros son llamados simplemente repositorios o **repositorios completos**, mientras que los segundos se denominan **repositorios referatorios**. [26] [31]

En el caso de los referatorios, los objetos de aprendizaje en sí mismos se encuentran en localizaciones remotas, de manera que el referatorio se utiliza como una herramienta para localizar el objeto. En el caso de los repositorios completos, éstos pueden ser usados tanto para localizar los objetos de aprendizaje mediante su metadata, como para acceder a ellos.

Existe un consenso en cuanto a las funcionalidades que debe proveer un repositorio a fin de dar acceso a los objetos de aprendizaje en un ambiente seguro. Estas funciones son:

- **Búsqueda y localización:** Permite realizar búsquedas mediante diferentes criterios utilizando la metadata para localizar los objetos de aprendizaje.
- **Acceso y recuperación:** Permite acceder a los objetos de aprendizaje del repositorio previamente localizados y recuperarlos. La recuperación puede ser mediante la descarga, visualización, etc.
- **Almacenamiento:** Los repositorios deben proveer una manera de almacenar los objetos, con un identificador único que le permita ser localizado.
- **Publicación:** Proveen una forma de publicar objetos de aprendizaje dentro del repositorio, para su almacenamiento.

Los repositorios de objetos de aprendizaje basan su funcionamiento en la existencia de la metadata asociada a cada LO. Todas las funcionalidades que provee un repositorio interactúan con la metadata más que con el recurso en sí mismo.

Si bien los repositorios facilitan en gran medida el reuso de contenidos, un repositorio por sí sólo no es suficiente por las siguientes cuestiones [26]:

- Sólo funcionan cuando la cantidad y relevancia de los objetos es suficiente.
- Ningún repositorio es lo suficientemente grande por sí mismo.

La solución a estos problemas se encuentra en las **federaciones de repositorios**. Las **federaciones** son redes de repositorios interconectados, que permiten compartir recursos a lo largo de toda la red mundial de internet, brindando a los usuarios el acceso a una mayor cantidad de recursos que un solo repositorio.

Algunos ejemplos de federaciones son **LACLO**², la cual es la mayor red de repositorios latinoamericana de la actualidad, y **GLOBE**³, la mayor federación a nivel mundial, de la cual LACLO forma parte.

2.5.1 - PROTOCOLOS DE INTEROPERABILIDAD

Las federaciones basan su funcionamiento en un conjunto de protocolos estándares, que actúan como interfaces las cuales definen los servicios que un repositorio debe exponer para poder formar parte de una federación.

Estos protocolos especifican la comunicación entre los repositorios dentro de las federaciones, determinando entre otras cosas lenguajes utilizados de consulta, formato de respuestas, tipo de operaciones a realizar, etc.

Se puede decir entonces que los protocolos constituyen uno de los pilares en la creación de federaciones de repositorios, ya que aseguran la interoperabilidad. Por lo tanto, para que un repositorio pueda formar parte de una federación, debe implementar directa o indirectamente los servicios definidos por estos protocolos, dependiendo del tipo de federación.

Los protocolos que brindan interoperabilidad entre repositorios y federaciones son:

- **OAI-PMH**⁴, utilizado para coleccionar metadatos de repositorios; [24]
- **SPI**, usado para publicar contenidos y metadata; [28]
- **SQI**, el cual ofrece interoperabilidad entre aplicaciones de búsqueda y repositorios. [27]

En las siguientes secciones se ofrece un detalle sobre ellos.

2.5.1.1 - PROTOCOLO OAI-PMH

El protocolo **OAI-PMH (Open Archive Initiative Protocolo for Metadata Harvesting)** se utiliza para la transmisión de metadatos en Internet, en el marco de la recolección de metadata (metadata Harvesting). Este protocolo permite exponer los metadatos de un repositorio para que puedan ser copiados.

OAI-PMH se basa en el modelo **CLIENTE / SERVIDOR**, ya que realizan transacciones HTTP entre un programa servidor llamado “**target OAI-PMH**”, que se conecta al repositorio y expone su metadata; y un programa cliente llamado “**harvester**”, que recolecta la metadata. El cliente puede pedir al servidor que le envíe metadatos según determinados criterios, como por ejemplo la fecha de creación de los datos. En respuesta el primero devuelve un conjunto de registros en formato XML, incluyendo identificadores (URIs por ejemplo) de los objetos descritos en cada registro.

2 <http://www.laclo.org/>

3 <http://globe-info.org/>

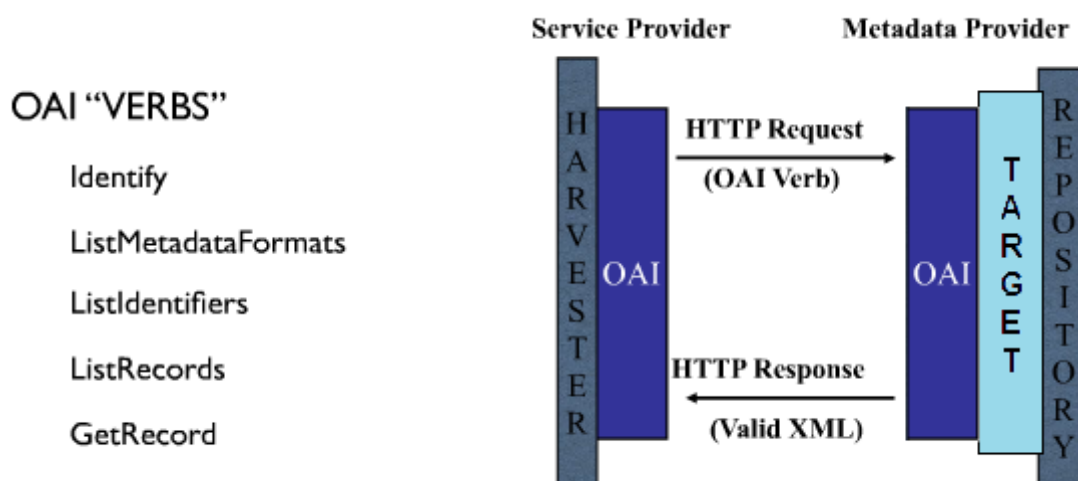
4 <http://www.openarchives.org/pmh/>

El protocolo OAI-PMH es una interfaz sumamente sencilla que especifica los parámetros para las diferentes peticiones HTTP, así también como el formato de las posibles respuestas en lenguaje XML. En cada petición se especifica un parámetro “**verb**” el cual especifica la operación a realizarse.

Existen 6 tipos de operaciones utilizadas en OAI-PMH:

- **GetRecord:** Utilizado para recuperar un registro concreto. Necesita dos argumentos: identificador del registro requerido y especificación del formato bibliográfico en que se debe devolver.
- **ListRecords:** Retorna registros completos de metadatos del repositorio. Permite argumentos como el rango de fechas entre los que queremos recuperar los datos.
- **ListIdentifiers:** Recupera los encabezamientos de los registros de metadatos, en lugar de los registros completos. Permite los mismos argumentos que la operación **ListRecords**.
- **Identify:** Recupera información sobre el servidor: nombre, versión del protocolo que utiliza, dirección del administrador, etc.
- **ListSets:** Recupera un conjunto de registros. Estos conjuntos son creados opcionalmente por el servidor para facilitar una recuperación selectiva de los registros. Sería una clasificación de los contenidos según diferentes entradas. Un cliente puede pedir que se recuperen solo los registros pertenecientes a una determinada clase. Los conjuntos pueden ser simples listas o estructuras jerárquicas.
- **ListMetadataFormats:** Devuelve la lista de formatos bibliográficos que utiliza el servidor.

La siguiente figura muestra la interacción del harvester y el target OAI-PMH cuando se realizan peticiones.



2.5.1.2 - PROTOCOLO SPI

Por otra parte, el protocolo **SPI (Simple Publish Interface)** se utiliza para publicar contenido y metadata en un repositorio de objetos de aprendizaje.

Para ello se define una API formada por un conjunto de métodos independientes de la tecnología lo que facilita la interoperabilidad semántica de las implementaciones de los mismos.

El protocolo SPI es neutral en términos de estándares de metadata, ya que no impone restricciones en cuanto al formato y/o atributos utilizados.

Una implementación del protocolo SPI debe proveer operaciones para **subir recursos, borrar recursos, subir metadatos y borrar metadatos**.

2.5.1.3 - PROTOCOLO SQI

Por último, el protocolo **SQI(Simple query interface)** es una especificación que define un conjunto de primitivas para enviar y recibir consultas, así también como un lenguaje de consultas común y un formato de respuesta.

Proporciona interoperabilidad entre repositorios de objetos de aprendizaje y diversas aplicaciones de búsqueda y recuperación de LOs, y está diseñado para soportar varios tipos de tecnologías búsqueda.

Entre los principales beneficios que nos provee SQI podemos encontrar:

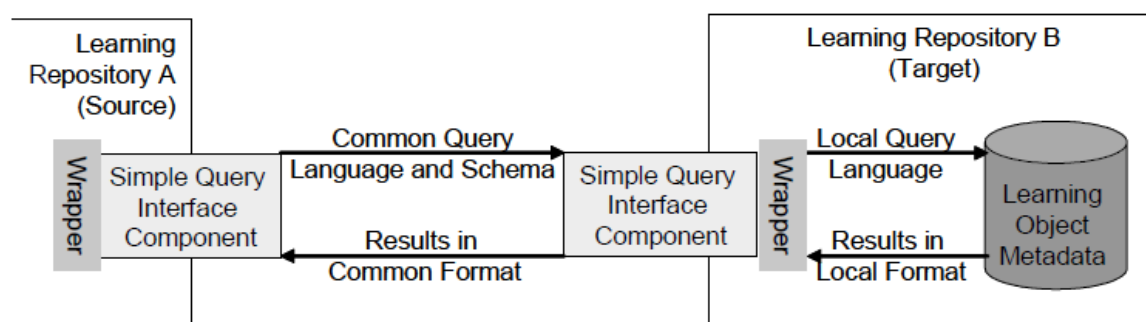
- Brinda soporte para realizar consultas en modo sincrónico o asincrónico.
- Brinda abstracción con respecto al lenguaje de consulta utilizado y el formato de las respuestas.

Cuando se requiere realizar una consulta desde una aplicación externa a un repositorio o entre repositorios, el lenguaje de consulta y formato de respuestas pueden no ser los mismos en ambas aplicaciones.

Para evitar conflictos por tratarse de tecnologías diferentes, cada una de las aplicaciones contiene una capa o wrapper, con la capacidad de realizar una conversión entre el lenguaje local de la aplicación y el lenguaje común utilizado en SQI, e idénticamente para transformar una respuesta del formato local y el formato impuesto por SQI.

Esta capa o wrapper es lo que se conoce como “**target SQI**”, y se puede ver como una herramienta que expone la metadata de los objetos de aprendizaje del repositorio.

A modo de ilustración, la siguiente figura nos muestra la interacción del protocolo SQI, entre dos repositorios de objetos de aprendizaje:



2.5.2 - TIPOS DE FEDERACIONES

Existen dos escenarios diferentes en cuanto a la búsqueda y localización de objetos de aprendizaje, y que definen los tipos de federaciones de repositorios [29]:

- **Harvesting:** donde se copia la metadata de los repositorios de la federación a un repositorio local.
- **Búsqueda federada:** donde se provee un servicio de búsqueda a través de todos los repositorios, de manera que aplicaciones externas puedan ejecutar consultas para acceder a los objetos de aprendizaje.

Las federaciones que utilizan harvesting se denominan federaciones **centralizadas**, mientras que las que utilizan búsquedas federadas son federaciones **descentralizadas**.

2.5.2.1 - FEDERACIONES CENTRALIZADAS

Las federaciones centralizadas utilizan un mecanismo de **búsqueda por harvesting** o **“cosecha” de metadata**, de acuerdo al cual se copian los metadatos de todos los repositorios de la federación a un repositorio central. De esta manera cuando se quiere realizar una búsqueda se consulta al repositorio central, el cual dispone de toda la metadata de la federación, y éste retorna una respuesta.

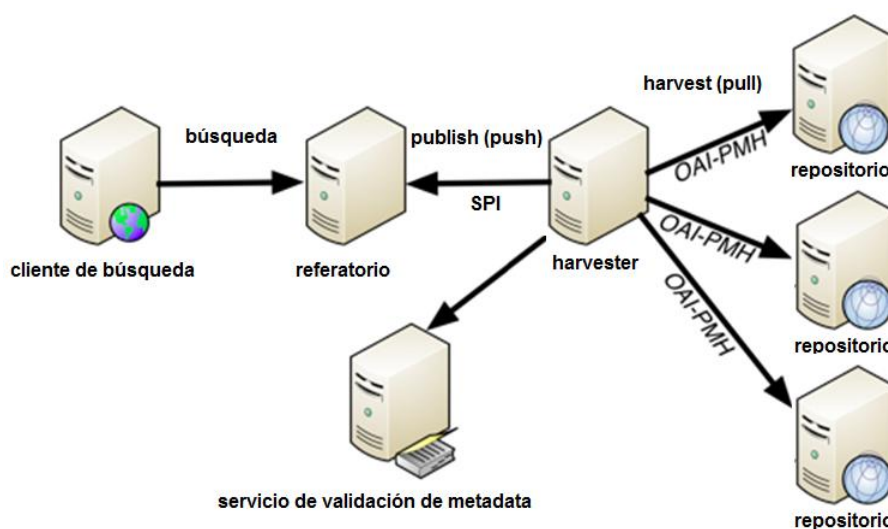
El repositorio central en esta arquitectura es un **referatorio**, ya que almacena solamente metadata de los objetos de aprendizaje localizados en otros repositorios remotos.

Se debe contar con un método para exponer los metadatos de los repositorios de manera que puedan ser consultados, un método para publicarlos en el repositorio central, y una interfaz común para realizar consultas desde una herramienta externa al referatorio. Estos métodos e interfaz los proveen los protocolos **OAI-PMH**, **SPI** y **SQI** respectivamente.

Para que un repositorio pueda formar parte de una federación de este tipo, debe proveer una interfaz que implemente al protocolo OAI-PMH. Es decir que debe poseer un target OAI-PMH conectado a sí mismo, para exponer la metadata de los objetos de aprendizaje que contiene, con el propósito de poder ser colectada por una aplicación **harvester**.

Una importante característica de las búsquedas por harvesting es la capacidad de integrar un servicio de validación de metadata. El harvester utiliza este servicio para validar cada registro colectado contra un determinado esquema, para garantizar que se cumple el formato esperado, y los atributos mandatorios se encuentran completos; y eventualmente podría utilizarse para generar reportes estadísticos.

La siguiente figura muestra la infraestructura básica de las federaciones centralizadas:



Como se muestra en la imagen, a la derecha se disponen los repositorios de contenidos, cada uno de los cuales posee un target OAI-PMH. El harvester realiza peticiones a los diferentes targets para obtener toda o parte de la metadata. A su vez el harvester puede utilizar un servicio para validar los metadatos obtenidos contra un esquema de validación en particular, por ejemplo LOMv1.0, antes de su publicación en el referatorio mediante operaciones SPI.

2.5.2.2 - FEDERACIONES DESCENTRALIZADAS

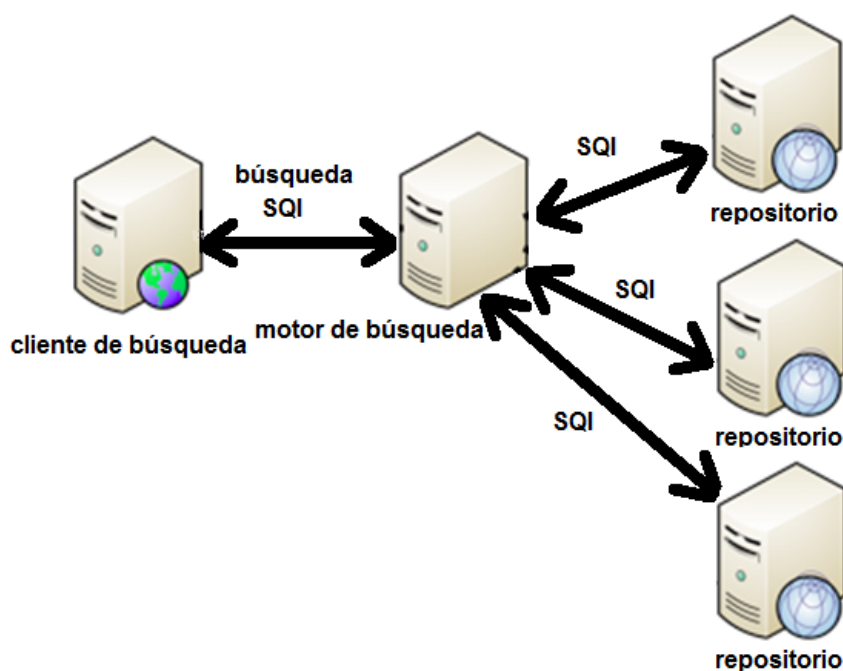
Las federaciones descentralizadas utilizan un mecanismo de **búsqueda federada**, en la cual las operaciones de búsqueda de objetos de aprendizaje dentro de la federación se realizan de manera distribuida.

En este tipo de escenario, un programa cliente envía una consulta a un nodo central que actúa como motor de búsqueda, el cual la reenvía a todos los repositorios miembros de la federación. Cada repositorio ejecuta la consulta especificada y responde al motor de búsqueda, el cual responde al cliente. Este mecanismo puede ejecutarse de forma sincrónica o asincrónica.

Se requiere un método para consultar la metadata de los repositorios, para lo cual se utiliza el protocolo **SQI**.

Para implementar el mecanismo de búsqueda federada, cada repositorio debe proveer una implementación de un programa denominado **target SQI** que deberá atender las consultas y retornar las respuestas en el formato estándar.

La siguiente imagen muestra la arquitectura básica de una federación con búsqueda federada:



Como se muestra en la imagen, el cliente envía la consulta al motor de búsqueda según la especificación SQI, el cual la redirige los targets SQI conectados a los repositorios, y eventualmente se obtiene una respuesta.

La búsqueda federada nos ofrece las siguientes ventajas:

- Permite a los usuarios realizar búsquedas en varios repositorios al mismo tiempo

- Provee resultados actualizados. Esto es una ventaja cuando los repositorios manejan colecciones volátiles de contenidos, con actualizaciones frecuentes.

2.5.2.3 - HARVESTING vs BÚSQUEDA FEDERADA

Las búsquedas federadas presentan algunas desventajas frente a las búsquedas por harvesting:

- En el caso de búsquedas sincrónicas, se originan cuellos de botellas para unir los resultados de todos los repositorios en una única respuesta al cliente.
- Si el mecanismo de búsqueda es asincrónico, dado que no todos los repositorios retornan resultados a la misma velocidad, el usuario final puede llegar a recibir siempre una respuesta parcial, y no el conjunto de resultados completo. Esto genera cierto grado de incertidumbre en cuanto al contenido y relevancia de la respuesta.
- Al ser una búsqueda global, la velocidad está limitada por la velocidad de ejecución de cada repositorio.
- La búsqueda se realiza en tiempo real. La desventaja es que algunos repositorios en la red podrían estar deshabilitados temporalmente. Por lo tanto los usuarios finales podrían obtener diferentes resultados ejecutando la misma consulta.

Por el otro lado, si bien no se ejecuta en tiempo real, la búsqueda por harvesting es más rápida, dado que los datos se copian a un único repositorio y la búsqueda se ejecuta de manera local; no se originan cuellos botellas y es factible retornar todos los resultados en un único conjunto por el mismo motivo. Si bien las búsquedas federadas proveen resultados más actualizados por realizarse en tiempo real, en un escenario de harvesting esto se puede mitigar colectando los metadatos de los repositorios con una mayor frecuencia.

Por lo tanto, si bien se continúa utilizando búsqueda federada, actualmente la tendencia es utilizar el mecanismo de harvesting.

2.5.3 - LA INFRAESTRUCTURA ARIADNE

ARIADNE⁵ es una fundación europea cuyo principal objetivo es facilitar el compartimiento y reúso de recursos educativos.

Para ello, ARIADNE creó una infraestructura basada en los estándares mencionados, para el manejo de objetos de aprendizaje de una forma escalable, y que busca proveer acceso flexible, efectivo y eficiente a grandes colecciones de recursos.

La infraestructura **ARIADNE** se divide en tres capas principales: la capa de almacenamiento, la capa de servicios y la capa de herramientas. [30]

La **capa de almacenamiento** es la del menor nivel, y se encarga de almacenar tanto los contenidos de los recursos como su metadata, en formato XML, en diferentes tipos de bases de datos.

⁵ <http://www.ariadne-eu.org/>

La **capa de servicios** es la del nivel medio, y permite el manejo y persistencia de LOs y su metadata, a través de un conjunto de servicios, como el servicio de identificación para proveer identificadores únicos a los objetos de aprendizaje.

La **capa de herramientas** es la del nivel superior, y provee un conjunto de aplicaciones que se utilizan para el manejo y acceso a los objetos de aprendizaje. Esta capa utiliza los servicios de la capa de servicios, y oculta los protocolos y estándares utilizados.

Como todo modelo en capas, cada capa utiliza los servicios de la capa del nivel inferior inmediato, de manera que las herramientas utilizan los servicios de la capa media, y esta utiliza la capa de almacenamiento para el manejo de persistencia de datos.

Entre los servicios más destacados que provee la capa de servicios, se encuentran:

- los **servicios de repositorio**, permiten publicar contenidos y metadata, realizar consultas y exponer los metadatos de los objetos de aprendizaje del repositorio utilizando los protocolos SPI, SQI y OAI-PMH.
- el **servicio de transformación**, utilizado para convertir metadata de un formato a otro.
- el **servicio de validación**, utilizado para validar instancias de metadata contra un esquema de metadata o perfil de aplicación en particular, por ejemplo los esquemas IEEE LOM LOOSE [52] y IEEE LOM STRICT [54], que definen al perfil de aplicación LOMv1.0.
- el **servicio de registro**, provee información actualizada sobre repositorios de LOs, y la forma de acceder a su metadata (mediante SQI o OAI-PMH, por ejemplo).
- el **servicio de identificación**, utilizado para generar identificadores globales únicos para los recursos educativos dentro del ambiente distribuido provisto por la infraestructura ARIADNE.
- el **servicio de transformación**, utilizado para convertir metadata descripta en un formato, por ejemplo Dublin Core, a otro formato, como por ejemplo el perfil de aplicación LOMv1.0. Este servicio es particularmente útil debido a la gran variedad de perfiles de aplicación utilizados en la actualidad.
- el **servicio Samgl**, utilizado para generar en forma semi-automática registros de metadata correspondientes a los recursos educativos almacenados.

Dentro de la capa de herramientas, podemos encontrar las siguientes aplicaciones:

- el **registro (registry)**, que provee un punto de acceso al servicio de registro, y mantiene una base de datos con información acerca de cada repositorio registrado. Cada federación cuenta con al menos un registro, el cual contiene la información de los repositorios de esa federación. Los registros pueden conectarse entre sí, lo que permite conectar federaciones y lograr de esta forma una gran red de federaciones a lo largo de toda la web.
- el **repositorio (repository)**, provee manejo y almacenamiento de contenidos y metadata. A fin de ofrecer funcionalidad estable para búsquedas, publicaciones y harvesting, el repositorio además implementa las interfaces **SQI**, **SPI** y **OAI-PMH**. SQI permite realizar búsquedas, ofreciendo interoperabilidad con diferentes lenguajes de consulta, requisito necesario para su uso en un escenario de **búsqueda federada**, mientras que OAI-PMH habilita el uso del repositorio en un escenario de **búsqueda por harvesting**. SPI ofrece una interfaz simple para la publicación de contenidos y

metadata. El repositorio además utiliza un servicio de indexación de los LOs, basado en el indexador de apache Lucene.

- el **harvester**, el cual obtiene la metadata de diferentes repositorios y la publica en un repositorio local, mediante los protocolos OAI-PMH y SPI respectivamente. El harvester puede obtener la información de los repositorios a los cuales debe conectarse mediante el **registro** automáticamente, o mediante la carga manual. Esta aplicación además utiliza los servicios de transformación y validación.
- el **buscador (finder)**, es una herramienta utilizada por los usuarios finales para localizar y acceder a los LOs. Permite a los usuarios realizar búsquedas facetadas por diferentes criterios, y navegar por los resultados.
- el **motor de búsqueda federada (federated search engine)**, el cual basa su funcionamiento en el protocolo SQL y se utiliza en arquitecturas de búsquedas federadas. Esta propaga una consulta realizada a los repositorios que implementan la interfaz SQL, cuya información obtiene dinámicamente a través del **registro**. El motor de búsqueda federada entonces espera por la respuesta de los repositorios, las engloba en un mismo resultado, y lo envía a la aplicación que disparó la búsqueda original.

La importancia de la infraestructura que ofrece ARIADNE radica en provee un conjunto de herramientas y servicios que cualquiera puede utilizar para montar un repositorio y/o federación según alguno de los dos escenarios descritos. La infraestructura ARIADNE brinda soporte para la integración de los objetos de aprendizaje en múltiples federaciones de repositorios distribuidas.

CAPÍTULO 3.

UN MÉTODO COLABORATIVO PARA LA EDICIÓN DE METADATA

En este capítulo se abordan distintos aspectos relacionados al método colaborativo utilizado para la edición de metadatos del estándar LOM.

3.1 - EL PROBLEMA DE LOS METADATOS

Una de las principales motivaciones de los objetos de aprendizaje y los repositorios es permitir la reutilización de recursos educativos por cuanta gente sea posible [1]. Para lograr esto, se deben exponer las características de los objetos de aprendizaje, de manera que puedan encontrarse y obtenerse los con facilidad por otras personas. Esta exposición de información se realiza mediante los metadatos.

Los metadatos son fundamentales para encontrar y utilizar objetos de aprendizaje. Sin embargo, la generación de los mismos es una tarea tediosa y compleja para ser completada por una sola persona. Por esta razón, muchas veces esta tarea se ignora, no se le brinda la importancia que requiere su realización, o no se cuentan con los conocimientos necesarios para llevarla a cabo. Por ejemplo, en varias ocasiones se utilizan valores “por defecto” para diferentes atributos, que no se corresponden con el contenido real del objeto de aprendizaje. [2] [8] [9]

Esta situación conduce a una metadata incompleta, imprecisa o incorrecta, y en consecuencia la potencialidad de los objetos de aprendizaje no puede ser materializada.

La función principal de los repositorios, que consiste en brindar acceso a los recursos, se puede ver severamente afectada por la calidad de los metadatos [26]. Por ejemplo, un objeto de aprendizaje cuyo contenido sea una introducción al lenguaje de programación “Smalltalk”, y cuyo título sea “Clase 1, Cátedra OO1”, sin ninguna descripción o palabras clave (keywords), es muy probable que no aparezca en búsquedas de recursos sobre “Introducción a la programación en Smalltalk”. Por lo tanto el recurso será parte del repositorio, pero nunca podrá ser encontrado en búsquedas relevantes. [26]

Gran parte de estos inconvenientes surgen generalmente cuando el responsable de llevar a cabo esta tarea es un solo individuo. A este tipo de modelos se los denomina **unipersonales**.

3.2 - EDICIÓN COLABORATIVA DE METADATOS

La solución que se plantea en esta tesis a este problema consiste en la generación de metadatos a través de la edición colaborativa, contraria al modelo unipersonal.

La **edición colaborativa** consiste en una práctica de grupal para producir trabajo mediante aportes individuales, persiguiendo un objetivo común. [32]

Una de las grandes ventajas de este enfoque es que reduce el esfuerzo requerido para la producción de trabajo, dado que el resultado final se alcanza mediante las contribuciones de varias personas, en lugar de una de un solo individuo. [32] [33] [35]

Dado que uno de los problemas principales que presenta la generación de metadata es el esfuerzo que implica completar todos sus atributos, la posibilidad que provee la edición colaborativa en cuanto a la reducción del esfuerzo es el principal motivo por el cual se adopta este enfoque como solución para generar metadatos de objetos de aprendizaje, dado que aplaca los inconvenientes de citados anteriormente en cuanto a los modelos unipersonales.

Otras ventajas que nos presenta la edición colaborativa son [33]:

- Incrementa el conocimiento combinado entre los autores y contribuyentes, brindando una mayor diversidad. Diferentes contribuyentes pueden presentar fortalezas y debilidades en distintas áreas de conocimiento, generando un equilibrio en la producción del trabajo.
- La corrección se realiza por múltiples individuos, lo que facilita encontrar y corregir errores.

- Posibilitan una mayor creatividad. Las ideas de un contribuyente puede ser mejoradas o complementadas por otro contribuyente.

El enfoque colaborativo apunta a producir metadata más completa y de mayor calidad, ya que se requiere menor esfuerzo en su instanciación, y brinda mayores posibilidades en cuanto a la disponibilidad de conocimientos. Esto significa que existen mayores posibilidades de contar con personas idóneas sobre qué tipo de información debe ir en cada uno de los atributos de la metadata, evitando entonces los valores “por defecto” por falta de conocimientos, y logrando de esta manera que los registros de metadatos se correspondan fehacientemente con el contenido real de los objetos de aprendizaje.

3.3 - MÉTODOS COLABORATIVOS

El proceso de edición colaborativa se especifica mediante un método colaborativo. Un **método colaborativo** se puede definir como el proceso que especifica los comportamientos y acciones que los individuos deben llevar a cabo para lograr un determinado resultado, en forma colaborativa, así también como la manera de interactuar entre ellos. [34] [35]

El objetivo de los métodos colaborativos, al igual que todo proceso, es incrementar las posibilidades de éxito de los equipos. [35]

Por esta razón, se define un método colaborativo que especifique el proceso de instanciación y edición de metadatos de objetos de aprendizaje.

3.4 - METODO DE GENERACIÓN COLABORTIVA DE METADATOS

A continuación se detalla el método colaborativo para la generación de metadatos de objetos de aprendizaje, definido en esta tesis.

En términos generales, el método define la manera en que los individuos trabajan en forma conjunta con el objetivo común de generar y completar la metadata de un objeto de aprendizaje.

Este proceso implica discusión por parte de los individuos para llegar a un acuerdo en cuanto a con qué información se completarán los metadatos.

Se define como ambiente de aplicación del método a todo repositorio de objetos de aprendizaje. Así mismo, todo individuo puede editar los metadatos de cualquier objeto de aprendizaje del repositorio.

3.4.1 - PASOS DEL MÉTODO

El método define 4 pasos para la generación de metadata de objetos de aprendizaje:

- Búsqueda del objeto de aprendizaje.
- Generación de un nuevo registro de metadata para el objeto de aprendizaje
- Planteamiento y Discusión de ideas sobre los valores que se utilizarán para los metadatos, a lo largo de todo el proceso.
- Selección y aplicación de la mejor alternativa para completar los atributos de los metadatos.

PASO 1: BÚSQUEDA DEL OBJETO DE APRENDIZAJE

El primer paso implica realizar una búsqueda en el repositorio del objeto de aprendizaje, cuyos metadatos se desean editar. El propósito de esta búsqueda es determinar si ya existe un registro de metadatos correspondiente, de manera de no crear nuevos innecesarios y generar ambigüedades.

PASO 2: GENERACIÓN DE UN NUEVO REGISTRO DE METADATA

Este paso aplica a los casos en que la búsqueda del paso 1 no retornó resultados. La acción a llevar a cabo es entonces crear un nuevo registro de metadatos para describir a un objeto de aprendizaje en particular. Este registro de metadatos se encontrará vacío en principio.

PASO 3: PLANTEAMIENTO Y DISCUSIÓN DE IDEAS

Consiste en plantear ideas y llegar a un consenso de acuerdo a los posibles valores que se utilizarán para completar los metadatos de un objeto de aprendizaje.

El consenso es un proceso de libre intercambio de ideas, hasta que se llega a un acuerdo. Cada una de las ideas y aportes propuestos por todos los individuos se analizan, para ser tomadas en consideración, lograr un resultado común.

Este es el principal paso del proceso, dado que implica comunicación e interacción entre los individuos, y es aquí donde se ve reflejado el verdadero aporte de la experiencia y conocimientos de cada una de las personas involucradas en el trabajo. La razón de la existencia de este paso, es que generalmente se obtienen ideas más creativas trabajando en equipo que individualmente.

Este paso se lleva a cabo a lo largo de todo el ciclo de vida del objeto de aprendizaje, dado que éstos son evolutivos.

PASO 4: EDICIÓN DE LOS METADATOS

Una vez que se alcanzó un consenso general de acuerdo a cuál es la alternativa más apropiada para completar los valores de la metadata, se lleva a cabo la edición.

3.4.2 - CONVOCATORIA A LA PARTICIPACIÓN

Junto con los pasos descriptos en la sección anterior, el método colaborativo define un mecanismo utilizado para convocar y motivar la participación de usuarios, con el propósito de lograr una mayor compleción y calidad de los metadatos del repositorio en donde se lo aplique.

El mecanismo definido por el método para fomentar la participación consiste en la fácil identificación de aquellos registros de metadata y/o atributos que todavía no fueron cargados, con el objetivo de obtener la atención de otros usuarios e incentivarlos a completarlos. A través de esta definición los atributos pendientes, tendrán mayores probabilidades de ser completados.

Este mecanismo además aumenta la colaboración e interacción en la generación de metadata, ya que se puede ver como una conversación entre las personas que intervienen en el proceso: se inicia con los usuarios que comienzan la carga de metadatos, pero por distintas cuestiones (como pueden ser falta de conocimientos, tiempo, etc) dejan valores pendientes, y se continúa con aquellos que completan estos valores.

La implementación de este mecanismo es propia de cada aplicación particular del método colaborativo, de manera que puede variar entre diferentes aplicaciones y/o ambientes diferentes.

Se volverá más en detalle sobre los pasos del método y el mecanismo para la convocatoria a la participación en el próximo capítulo, donde se presenta una herramienta que permite aplicar el método colaborativo definido. En particular, la sección **4.6** muestra el mecanismo utilizado para la aplicación de cada paso, y de la convocatoria a la participación.

CAPÍTULO 4.

WIKILOR: UN EDITOR COLABORATIVO DE METADATA LOM

En este capítulo se abordan distintos aspectos relacionados a la herramienta desarrollada para la instanciación colaborativa de metadata.

4.1 - WIKIS

Una wiki es un sitio web colaborativo cuyo contenido se presenta en forma de páginas web, y que puede ser accedido y editado mediante un browser a través de Internet.

La creación y edición de contenido en las wikis se realiza de manera colaborativa, lo que significa que cualquier usuario realizar contribuciones.

Las wikis presentan las siguientes características principales [36]:

- Promueven asociaciones significativas entre sus páginas, mediante links.
- Son herramientas flexibles que pueden utilizarse para una amplia gama de aplicaciones, ya que no tienen una estructura determinada.
- Por su carácter colaborativo, invitan a todos los usuarios y visitantes a formar parte del proceso de creación y edición de páginas. De esta forma cada usuario aporta un poco de su conocimiento para que la página web sea más completa.
- Permiten un alto grado de interacción entre una comunidad.
- Son de fácil acceso mediante Internet, por lo tanto personas situadas en diferentes lugares del mundo pueden trabajar en un mismo documento al mismo tiempo.
- Reducen el esfuerzo requerido para la creación de contenidos.

4.2 - WIKIS SEMÁNTICAS

Por otra parte, una wiki semántica es una wiki que posee un modelo subyacente de conocimiento descrito en sus páginas. [37]

Mientras que las wikis permiten simples enlaces (links) entre diferentes páginas, sin ningún tipo de significado, las wikis semánticas ofrecen la posibilidad de describir los contenidos en un nivel superior, permitiendo agregar información tipada en las páginas mediante el uso de relaciones semánticas entre una página y sus datos, o entre varias páginas. Esta información puede ser luego consultada o exportada, como si se tratara de una base de datos. [38]

4.3 - WIKIS COMO REPOSITORIOS DE OBJETOS DE APRENDIZAJE

El uso de wikis ha sido ampliamente adoptado en contextos educacionales. Los educadores las utilizan para publicar material que luego será usado por sus estudiantes, y a su vez los estudiantes utilizan a las wikis como su propio espacio de trabajo. [39]

El verdadero potencial de las wikis es la producción de contenidos colaborativamente, como puede ser el caso de un grupo de estudiantes trabajando en una tarea que requiera labor en equipo, o un grupo de profesores creando nuevas tareas para un curso. Con el tiempo, estas wikis se convierten en verdaderos repositorios de contenidos educativos reusables.

Por estas razones, las wikis son herramientas con gran potencial para funcionar como repositorios de objetos de aprendizaje. Desde la perspectiva de los objetos de aprendizaje, una wiki puede verse como LOR, donde los LOs pueden estar representados por páginas.

Sin embargo, las wikis no poseen las capacidades para el empaquetamiento de contenidos en LOs y la definición sus metadatos, necesarias para permitir el reuso efectivo de los mismos. Es decir, las wikis normalmente no pueden resolver cuestiones que si pueden los LOs etiquetados con metadata en formato LOM. Cuestiones como, por ejemplo, si una página corresponde a un ejercicio, un examen o una lectura; si un determinado contenido educativo está definido

completamente dentro de una página en particular, o se encuentra disperso en varias de ellas; si un contenido está destinado a estudiantes de un determinado contexto educativo, por ejemplo educación primaria, o a otro; etc. [39]

4.4 - DEFINICIÓN DE UN EDITOR COLABORATIVO DE METADATA

La definición de la herramienta propuesta en esta tesis consiste en un repositorio de objetos de aprendizaje, con la particularidad de permitir la creación y edición de metadata de manera colaborativa, así también como de su contenido, aplicando el método colaborativo descrito en el capítulo 3.

Expuestas las características de las wikis, resulta evidente su potencial y utilidad en el marco de la edición colaborativa de metadata.

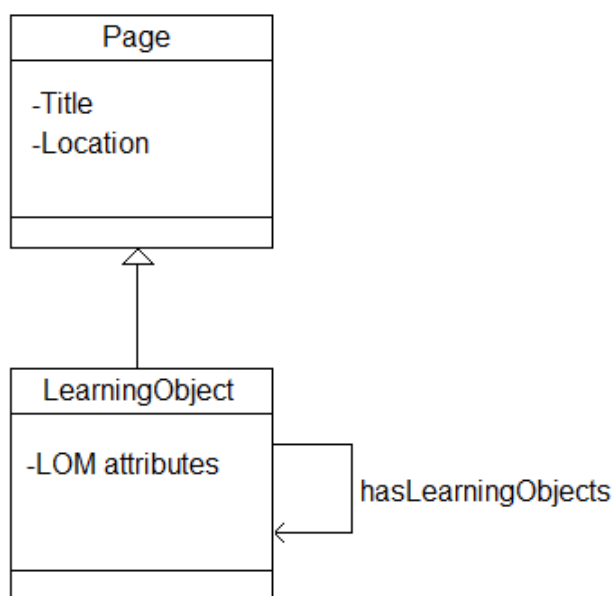
La herramienta entonces consta de una wiki cuyos contenidos son recursos educativos, y la diferencia fundamental con otras wikis es que se comporta como un repositorio de objetos de aprendizaje (LOR). Por eso, provee funcionalidades que aplacan las limitaciones de las wikis semánticas expuestas anteriormente en el contexto de los LOs, de manera que puede ser utilizada como un LOR completamente funcional.

La razón principal de implementar el repositorio mediante una wiki es que nos ofrece un método robusto y sin embargo flexible de comunicación e interacción colaborativa entre los usuarios. Además, el uso de una wiki nos permite pensar a los objetos de aprendizaje como páginas web, facilitando su acceso masivo mediante un simple browser a través de Internet, promoviendo el compartimiento de los contenidos, y proveyendo un rápido y fácil mecanismo de publicación de contenidos.

Dentro de la wiki, los objetos de aprendizaje se representan como páginas wiki. Sin embargo, no todas las páginas corresponden a contenidos reusables con un claro propósito educacional. En una wiki pueden existir páginas de indexación, espacios de trabajo, y demás, que no califican como objetos de aprendizaje.

Por lo tanto, es necesario establecer una definición en cuanto a cuáles páginas corresponden a objetos de aprendizaje, y cuáles no. Esta definición se logra mediante la especialización de páginas en LOs, los cuáles deben estar acompañados con su metadata LOM.

La siguiente figura presenta el modelo conceptual de objetos de aprendizaje dentro de una wiki:



Todas las páginas dentro una wiki poseen un título, y una localización (su URI). Las páginas que representan objetos de aprendizaje, que de aquí en adelante llamaremos “**páginas LO**”, contienen además la metadata LOM que describe al LO.

Además cada objeto de aprendizaje puede componerse con otros, para producir objetos más complejos. Esta composición se expresa explícitamente en el modelo conceptual mediante la relación “**hasLearningObjects**” entre páginas que representan LOs. Este modelo es lo bastante genérico como para poder ser implementado dentro de cualquier wiki.

Cabe destacar que se trata simplemente de un modelo conceptual. Es decir que la relación “**hasLearningObjects**” y el modelado de la metadata pueden variar de acuerdo a la implementación.

De acuerdo a la naturaleza evolutiva de las wikis, las páginas pueden cambiar de tipo, es decir que eventualmente simples páginas pueden convertirse en objetos de aprendizaje o viceversa. Por lo tanto se requiere de algún mecanismo para clasificar las páginas.

La herramienta a su vez, debe permitir la instanciación colaborativa de metadata, por lo cual se requiere de un mecanismo para este propósito. Este mecanismo debe asegurar consistencia en cuanto a qué atributos se deben utilizar, y con qué valores pueden ser completados.

Como se explicó en secciones anteriores, para que un repositorio pueda formar parte de una federación, este debe proveer servicios definidos por protocolos estándares, dependiendo del tipo de federación. La herramienta propuesta está pensada para utilizarse en una federación centralizada, donde el escenario de búsqueda es el **harvesting**. Por lo tanto, debe permitir la exposición de su metadata mediante un **target OAI-PMH**, que implemente los servicios del protocolo de harvesting, y a su vez se debe proveer un mecanismo para consultar la metadata de los objetos de aprendizaje del repositorio, de manera que pueda ser consumida por el target.

En resumen, de acuerdo a la definición, la herramienta debe proveer todas las funcionalidades de un LOR, más las propias inherentes a la edición colaborativa de metadata. Estas son:

- Un método de amplio y libre acceso a los recursos educativos, mediante el uso de un simple browser.
- Una manera de representar y publicar objetos de aprendizaje, mediante la creación de páginas dentro de la wiki.
- Una forma de diferenciar páginas simples de páginas que representan objetos de aprendizaje.
- Un mecanismo para componer objetos de aprendizaje.
- Una manera de representar la metadata de los objetos de aprendizaje en formato LOM.
- Un mecanismo robusto y consistente para instanciar y editar metadata colaborativamente entre los usuarios.
- Un mecanismo de consulta de metadata para ser consumido por el target OAI-PMH.
- Un método de búsqueda dentro del repositorio para localizar objetos de aprendizaje.
- Un target OAI-PMH para exponer la metadata del repositorio en un escenario de búsqueda por harvesting, y permitir de esta manera su ingreso en una federación.

4.5 - IMPLEMENTACIÓN DE LA HERRAMIENTA: WikiLOR

Esta sección ofrece una implementación concreta de la herramienta definida anteriormente. Dado que funciona como una wiki y un repositorio de objetos al mismo tiempo, hemos dado en llamar a esta herramienta con el nombre de **WikiLOR**.

4.5.1 - DESCRIPCIÓN GENERAL

WikiLOR consiste en una wiki semántica cuyos contenidos son recursos educativos, y la diferencia fundamental con otras wikis es que se comporta como un repositorio de objetos de aprendizaje (LOR). WikiLOR funciona como un repositorio de objetos de aprendizaje completo, es decir que almacena contenidos con metadatos.

Para la implementación del repositorio, se tomó como base un motor de wiki semántica, en particular el motor de Mediawiki, cuya aplicación más conocida es la mundialmente famosa Wikipedia [56], junto con la extensión Semantic Mediawiki (SMW) [40], cuyo uso más conocido es el de DBPedia [40].

El diseño del repositorio está basado en un conjunto de tecnologías entre las que cabe destacar las ofrecidas por las wikis semánticas, en particular SMW, como los templates semánticos, formularios semánticos y búsquedas semánticas, entre otras.

Dentro de WikiLOR los objetos de aprendizaje se representan mediante páginas web, mientras que la metadatos se representa mediante información agregada a las páginas a través de relaciones semánticas, característica que nos ofrecen las wikis semánticas para definir un modelo de datos subyacente.

Las páginas LO se diferencian de las páginas simples mediante el uso de categorías. Además, para las páginas LO la información de los metadatos se presentan en forma clara al usuario mediante el uso de templates y templates semánticos.

Se ofrece un mecanismo de búsqueda dentro del repositorio definido por criterios según atributos de la metadatos, a través del mecanismo de búsqueda semántica utilizando el modelo subyacente de conocimientos.

Se provee también de un mecanismo para la instanciación colaborativa de metadatos consistente y amigable al usuario, mediante el uso de la extensión **Semantic Forms**⁶ de SMW y el uso de templates semánticos.

También se provee la implementación de un target OAI-PMH, que consulta la base de datos de la wiki para obtener los metadatos de los objetos de aprendizaje, y exponerlos en la web.

Por último, WikiLOR provee un mecanismo para generar documentos en formato RDF [41], correspondientes a objetos de aprendizaje contenidos. Esta generación puede ser utilizada a futuro para posibilitar la inclusión de los LOs en la Web Semántica.

4.5.2 - ¿POR QUÉ UNA WIKI SEMÁNTICA?

Uno de los motivos de utilizar una wiki semántica en lugar de una simple wiki, es que el modelo de conocimiento subyacente que nos ofrece una wiki semántica resulta atractivo para agregar información a los contenidos. Esta información puede pensarse como una potencial representación de los metadatos de los objetos de aprendizaje. De esta manera podemos

⁶ http://www.mediawiki.org/wiki/Extension:Semantic_Forms

agregar información significativa a las páginas que representan objetos de aprendizaje con relaciones semánticas para modelar los atributos LOM.

Por otra parte, las wikis semánticas permiten realizar consultas inteligentes sobre el modelo subyacente través del uso de la búsqueda semántica, mecanismo muy útil para realizar búsquedas dentro del repositorios mediante criterios por los atributos de la metadata.

4.5.3 - PERSPECTIVAS DE WikiLOR

De acuerdo a su definición y las funcionalidades que provee, WikiLOR puede ser visto desde varias perspectivas como:

- **Una Wiki de recursos educativos:** WikiLOR puede verse como una simple wiki de recursos educativos, de propósito general en el ámbito educacional.
- **Un LOR integrable a una federación:** A su vez, WikiLOR ofrece todas la funcionalidades de un repositorio de objetos de aprendizaje, definiendo de una forma clara a sus contenidos como LOs, y la manera en que éstos son referenciados, localizados, accedidos y visualizados. El uso de una wiki semántica extiende las capacidades de un simple LOR, para permitir búsquedas más inteligentes, utilizando criterios definidos por atributos LOM. La implementación de un target OAI-PMH ofrece la posibilidad de exponer la metadata del repositorio, y por lo tanto la inclusión en una federación con escenarios de búsquedas por harvesting.
- **Una forma de incluir objetos de aprendizaje en la web semántica:** WikiLOR permite generar representación de los objetos de aprendizaje contenidos en formato RDF, el cuál es el estándar para realizar publicaciones en la Web Semántica.
- **Un medio activo de almacenamiento:** Por su naturaleza de wiki, WikiLOR permite almacenar información de acuerdo a la actividad realizada en el repositorio, como por ejemplo un historial de ediciones. Esta información puede ser usada posteriormente para diversas actividades, por ejemplo, la obtención de estadísticas.
- **Un mecanismo colaborativo de instanciación de metadata:** WikiLOR ofrece un método y un mecanismo para crear y editar los metadatos asociados a un objeto de aprendizaje en colaboración con otros usuarios, reduciendo el esfuerzo necesario para esta tarea y alentando a la completitud de los mismos.

4.5.4 - DIFERENCIACIÓN ENTRE PÁGINAS SIMPLES Y LOs

El mecanismo que se utiliza en WikiLOR para diferenciar páginas simples de objetos de aprendizaje son las **categorías**.

Las categorías son un mecanismo que ofrecen las wikis para catalogar e indexar páginas de acuerdo a algún criterio. Así mismo, las categorías definen una relación implícita entre todas las páginas dentro de la misma categoría.

Dentro de WikiLOR, las páginas que corresponden a objetos de aprendizaje se catalogan dentro de una misma categoría, de nombre "*LearningObject*". Esto proporciona una forma de diferenciar entre una página wiki simple y un objeto de aprendizaje. Para que una página sea considerada un LO, basta simplemente con incluirla dentro de la categoría definida. Esto se logra mediante la siguiente anotación en el lenguaje mark-up de wikis:

[[Category:LearningObject]]

Sin embargo, cuando un usuario etiqueta una página con una categoría pueden ocurrir errores humanos de escritura o desconocimiento acerca del sistema de categorización, incluso si un

usuario comete un error de escritura en la asignación de categorías no recibe ningún feedback o notificación sobre esta situación. Esto pasa porque las categorías siempre son asignados sin importar si realmente existen o no, creando una nueva de ser necesario.

Este tipo de situación puede evitarse mediante el uso de **templates**. Los templates son plantillas predefinidas que especifican estructuras de información a incluirse en páginas y el formato con que se visualizará, y pueden importarse dentro de las páginas wiki. Resultan muy útiles para reutilizar formatos e incluir información que debe aparecer en varias páginas. Para importar un template en una página, la sintaxis es la siguiente:

{{NOMBRE_DEL_TEMPLATE}}

Entonces podemos definir un template particular **LearningObject**, el cual incluya la anotación **[[Category:LearningObject]]**. El uso del template generará automáticamente una acción para que la página que lo importa sea asignada a la categoría LearningObject. A continuación se muestra el código del template LearningObject:

```
<noinclude>
    Este es el template "LearningObject". Para su importación, se debe
    invocar de la siguiente manera: {{LearningObject}}
</noinclude>
<includeonly>
    [[Category:LearningObject]]
</includeonly>
```

Los tags **<noinclude>** indican que el texto no se mostrará en las páginas que importen al template. Por otra parte, los tags **<includeonly>** indican la acción contraria.

La utilización de templates simplifica y asegura el uso correcto del sistema de categorización, dado que permiten evitar los errores anteriormente descritos, principalmente porque si ocurre algún error de escritura en la inclusión de un template dentro de una página, no se hará una importación del template, sino que se mostrará en la página el texto mal ingresado, dando al usuario el feedback necesario para indicarle que ha cometido un error.

4.5.5 - MODELADO DE METADATA LOM EN WikiLOR

Como se explicó anteriormente, la metadata de los objetos de aprendizaje se representa mediante información agregada a las páginas a través de relaciones semánticas, mediante la definición de propiedades.

Las propiedades semánticas constituyen el modo de definir datos semánticos en SMW. Una propiedad se puede definir como un aspecto específico, característica, atributo, o relación utilizada para describir un recurso. Todas las propiedades poseen un nombre y un tipo. El dominio de las propiedades siempre son las páginas de la wiki, mientras que su imagen o co-dominio depende del tipo y de los valores permitidos si están especificados. La sintaxis para utilizar una propiedad dentro de una página es la siguiente:

[[nombre propiedad::valor]]

Esta sentencia crea una relación semántica de nombre igual al de la propiedad, entre la página donde se invoca la sentencia y el valor especificado. La dirección de la relación siempre es desde la página hacia el valor. En la visualización de la página solo se mostrará el texto correspondiente al valor, y no la sentencia de asignación. Por ejemplo, para tenemos una propiedad de nombre *isCapitalOf*, y podemos indicar que la página de nombre *Berlín* es la capital de *Alemania* mediante la sentencia **[[isCapitalOf::Alemania]]**, lo cual creará una relación semántica de nombre *isCapitalOf* entre *Berlín* y *Alemania*, y solamente se mostrará el texto *Alemania*.

Para definir una propiedad, debemos crear una página wiki en el espacio de nombres “*Property*”. A su vez, debemos indicar el tipo de la propiedad, y se puede especificar un conjunto de valores posibles como co-dominio. Los tipos más comunes son “*text*”, que relaciona páginas con cadenas de texto, y “*Page*”, que relaciona páginas con páginas, pero también existen otros tipos como “*number*”, para números, “*date*” para fechas, “*boolean*” para valores lógicos, etc. El tipo de una propiedad se especifica mediante la anotación **[[Has type::tipo]]**, mientras que los valores posibles se especifican mediante **[[Allows value::valor]]**.

Este mecanismo de definición de propiedades y relaciones semánticas es el utilizado en WikiLOR para agregar la información de los metadatos a cada página LO. Dado que utilizamos como perfil de aplicación LOM la versión LOMv1.0 del estándar, a fin de poder asignar los metadatos a las páginas LO, cada atributo LOM se mapea a una propiedad semántica, de manera que existe una página en el espacio de nombres “*Property*” por propiedad. Estas propiedades varían el tipo y especifican un conjunto de valores posibles de acuerdo al atributo en cuestión. Por ejemplo, para el atributo “*General.Description*” el tipo de la propiedad será “*text*”, y no contendrá valores predefinidos ya que debe permitir el ingreso de texto libre. Por otro lado, el tipo de la propiedad correspondiente al atributo “*Rights.Cost*” será “*String*”, y especificará los valores posibles “*Yes*” y “*No*”.

La nomenclatura utilizada para definir las propiedades semánticas sigue la estructura **Lom_[Categoría]_[atributo]**. Por ejemplo, para el atributo *General.Language* se utiliza una propiedad con nombre *Lom_General_Language*. El nombre de las propiedades es importante porque luego deberán utilizarse para consultar la base de datos de WikiLOR, a fin de obtener la metadata de cada LO para exponerla y permitir su federación. Esto se tratará con más detalle en el **capítulo 5**.

A su vez, LOM provee para algunos de sus atributos un conjunto de términos predefinidos. Estos términos se representan en WikiLOR mediante páginas wiki, con la particularidad de que se encuentran en otro espacio de nombres o *namespace*, de nombre “*LomTerm*”, mientras que las páginas que corresponden a objetos de aprendizaje se encuentran en el namespace principal. Esta separación se debe a que los términos LOM no corresponden a páginas regulares, sino que simplemente representan conceptos de un vocabulario controlado. Además, eventualmente podríamos disponer de páginas LO cuyo nombre sea el mismo a las páginas de términos LOM, pero con diferente contenido, ya que conceptualmente representan entidades distintas.

A modo de ejemplo, veamos el caso del atributo *General.Structure*. LOM define para este atributo los términos *atomic*, *collection*, *hierarchical* y *linear*. Entonces dentro de WikiLOR definiremos las páginas ***LomTerm:Atomic***, ***LomTerm:Collection***, ***LomTerm:Hierarchical*** y ***LomTerm:Linear***, respectivamente. La representación de los términos predefinidos como páginas wiki también se utiliza en la generación RDF para la inclusión de los objetos en la Web Semántica, como se detalla en el próximo capítulo.

4.5.5.1 - RELACIONES 1-ARIA Y RELACIONES N-ARIAS

De acuerdo a la versión LOMv1.0, existen atributos compuestos que permiten repetición y otras no lo hacen. Los primeros definen una relación de tipo 1:n con el elemento que los contiene, mientras que los segundos definen una relación de tipo 1:n. Por ejemplo, el elemento contenedor de las categorías es el objeto de aprendizaje en sí mismo. Las categorías *Educational*, *Relation*, *Annotation* y *Classification* admiten repetición, por lo tanto la relación con el LO que describen es de tipo 1:n; mientras que las categorías *General*, *LifeCycle*, *MetaMetadata* y *Technical* permiten una sola instancia, de forma que la relación con el LO que describen es de tipo 1:1.

Dentro de un atributo compuesto existe una relación implícita entre todos los atributos lo componen, por pertenecer al mismo elemento. Se puede ver a cada atributo compuesto como un registro o conjunto de datos, el cual contiene los valores de los atributos internos. De esta manera el elemento que contiene al atributo compuesto se relacionaría con el registro de datos

en lugar de relacionarse con los valores de los atributos internos directamente. Esto es lo que se llaman relaciones “n-arias” porque el elemento contenedor se debe relacionar con un conjunto de datos más que con un único dato.

Sin embargo, si se trata de un atributo compuesto que define una relación de tipo 1:1, significa que se pueden relacionar los atributos internos directamente con el elemento contenedor. Es decir que no es necesario modelar estos atributos como un conjunto relacionado de datos, ya que debido a la naturaleza de la relación, por cada elemento contenedor existirá uno y sólo un valor para los atributos internos en cuestión. Por lo tanto, la definición de las propiedades para modelar estos atributos es trivial, simplemente se especifican desde la página hacia el valor del atributo interno, con el tipo y rango de valores correspondiente.

En el caso de las atributos compuestos que definen una relación de tipo 1:n no se da la situación anterior, ya que para una misma página LO pueden existir más de un valor relacionado para un mismo atributo, cada uno perteneciente a una instancia diferente de la misma categoría, y por lo tanto no se puede aplicar el mismo mecanismo.

Para los elementos que permiten múltiples instancias, es necesario encontrar otra manera para modelar estas relaciones. Esta alternativa se presenta en la siguiente sección.

4.5.5.2 - MODELADO DE RELACIONES N-ARIAS

Las relaciones semánticas n-arias en WikiLOR se definen mediante el uso de la extensión **Semantic Internal Objects (SIO)**⁷. Esta extensión nos permite declarar “**objetos internos**” (**internal objects**) y relacionarlos semánticamente con cualquier página. Semantic Internal Objects resulta útil cuando se requiere definir relaciones semánticas “n-arias”, es decir relaciones que indiquen de alguna manera que n elementos están asociados, pero a la vez relacionados cada uno a la página.

Un “objeto interno” representa un registro o conjunto de datos. Entonces una página se relaciona con el objeto interno, y este se relaciona con cada uno de los valores del conjunto de datos.

Los objetos internos se definen dentro de una página LO mediante la siguiente sintaxis:

```
{{#set_internal: NOMBRE_PROPIEDAD  
    | Nombre_propiedad_atributo_1 = valor_1  
    | Nombre_propiedad_atributo_2 = valor_2  
}}
```

Esto crea un nuevo objeto interno, relacionado con la página LO mediante la propiedad **NOMBRE_PROPIEDAD**, con dirección desde el objeto interno hacia el LO, y a su vez se crean dos nuevas relaciones desde el nuevo objeto hacia **valor_1** y **valor_2**, con nombres de propiedades **Nombre_propiedad_1** y **Nombre_propiedad_2** respectivamente.

Los objetos internos se almacenan en la base de datos como si fueran páginas, de forma que se pueden realizar consultas semánticas como si se tratara de una simple página.

Este modelo se aplica a todas las relaciones “n-arias” del modelo semántico, particularmente las que definen a las categorías “*Educational*”, “*Relation*”, “*Annotation*” y “*Classification*”.

Como caso de estudio, consideremos la siguiente definición de un objeto interno para la categoría “*Relation*”:

⁷ http://www.mediawiki.org/wiki/Extension:Semantic_Internal_Objects

```

{{#set_internal: IsRelationCategoryOf
  | Lom Relation kind = Kind_Value
  | Lom Relation entry = Identifier_Value
  | Lom Relation catalog = Catalog_Value
  | Lom Relation description = Description_Value
}}

```

Estas sentencias definen un objeto interno mediante la función “**#set_internal:**” que se relaciona semánticamente con la página LO mediante la propiedad **IsRelationCategoryOf**, y representa una instancia del elemento “*Relation*” del estándar. Cada elemento “*Relation*” incluye los elementos “*Kind*”, “*Resource.Identifier.Entry*”, “*Resource.Identifier.Catalog*” y “*Description*”, por lo tanto el nuevo objeto interno a su vez define las relaciones semánticas a estos atributos mediante las propiedades “*Lom_Relation_kind*”, “*Lom_Relation_entry*”, “*Lom_Relation_catalog*” y “*Lom_Relation_description*” respectivamente, agrupando sus valores bajo el mismo objeto.

De esta manera, se agrega un nivel de indirección en la definición y acceso a los atributos, de forma que para realizar una consulta semántica por un atributo, por ejemplo “*kind*”, de una página, debemos consultar primero el objeto interno, y luego el atributo en particular.

Sin el uso de SIO, para lograr esto, deberíamos relacionar ambos atributos con la página, y a su vez definir una nueva relación entre ellos. Esto no resulta para nada práctico a medida que crece el número de atributos que deben agruparse, ya que deberíamos definir relaciones entre todos ellos.

En WikiLOR, se definen objetos internos para todos aquellos elementos del estándar LOM que tienen una relación de tipo 1:n con la página. Para el resto de las categorías cuya relación es de tipo 1:1, no es necesario el uso de SIO, ya que las relaciones de los atributos se definen directamente con el objeto de aprendizaje.

De esta forma, si se representan las relaciones semánticas entre una página LO y sus metadatos LOM mediante un grafo, donde las propiedades representen aristas y la página y valores de los atributos representen nodos, los objetos internos usados para modelar atributos compuestos repetibles se verían como nodos intermedios entre el LO y los atributos internos, mientras que para los no repetibles no habría nodos intermedios, sino que la relación sería directa.

En WikiLOR, por cuestiones de diseño, existen algunas excepciones con respecto a esta cuestión. Entre ellas se encuentran el modelado de los atributos “*General.Identifier*”, “*Metadata.Identifier*”, “*Relation.Resource.Identifier*” y “*Technical.Requirement*”. Estos atributos compuestos de acuerdo a LOMv1.0 admiten repetición. Sin embargo, dado en WikiLOR utilizamos sólo uno de ellos, y por lo tanto aplicamos el mecanismo de modelado de propiedades utilizado para las relaciones de tipo 1:1.

En el caso de los atributos “*Identifiers*”, utilizaremos siempre URIs como identificadores, por lo tanto es suficiente con una sola instancia. Para esto se definen propiedades los atributos “*Entry*” y “*Catalog*”, que constituyen a los atributos “*Identifier*”. Entonces, por ejemplo para el atributo “*General.Identifier*”, se definen las propiedades “*Lom_General_identifierEntry*” y “*Lom_General_identifierCatalog*”. Para las categorías General y Metadata, por tratarse de categorías que definen relaciones 1:1, estas atributos se relacionan directamente con la página LO; mientras que para la categoría Relation, se relacionan con objeto interno correspondiente a la instancia de la categoría.

Por otro lado, para el atributo “*Technical.Requirement*”, dado que los objetos de aprendizaje en WikiLOR son páginas wiki, pueden ser accedidas mediante un browser y por lo tanto ese es el único requerimiento técnico. Entonces utilizaremos una sola instancia. Para ello definimos las propiedades para los atributos internos correspondientes, que se relacionan directamente con la página LO, por ser “*Technical*” una categoría que define una relación de tipo 1:1.

4.5.5.3 - MODELADO DE ATRIBUTOS “ENTITYS”

El estándar LOM define atributos “*Entity*”, los cuales representan entidades del mundo real, sean personas u organizaciones, y cuyo formato sugerido por la IEEE es el **Vcard**⁸.

Estos atributos se utilizan particularmente para los metadatos correspondientes a las entidades que contribuyeron a crear o editar el contenido del objeto de aprendizaje, la instancia de metadata actual, o agregaron un comentario, representados en LOM mediante los elementos “*LifeCycle.Contribute.Entity*”, “*MetaMetadata.Contribute.Entity*” y “*Annotation.Entity*”.

En WikiLOR, el mecanismo utilizado para modelar semánticamente la información de entidades, consiste en la definición de las propiedades, “*Lom_Contribute_realname*”, “*Lom_Contribute_email*”, y “*Lom_Contribute_organization*”, utilizadas para especificar el **nombre** y **email** de la entidad en cuestión, y la **organización** a la que pertenece, en lugar de unificar esta información con una única propiedad.

El motivo de esta decisión es que el hecho de contar con la información separada en diferentes propiedades nos brinda flexibilidad para construir el formato Vcard con el que se exportará la metadata mediante el protocolo OAI-PMH. Esta situación se tratará con más detalle en el próximo capítulo.

4.5.5.4 - ATRIBUTO STATUS DE LA CATEGORÍA LIFE CYCLE

Una aclaración especial merece el uso del atributo “*LifeCycle.status*” en WikiLOR. De acuerdo al estándar LOM, este atributo representa el estado en el que se encuentra el objeto de aprendizaje, y sus valores posibles son “*Draft*”, “*Unavailable*”, “*Final*” y “*Revised*”.

El estado “*Final*” en particular se utiliza para indicar que el objeto de aprendizaje en cuestión se encuentra en una versión que no cambiará. En el caso de WikiLOR una página LO difícilmente se podrá considerar como terminada. Esto es así debido a la naturaleza cambiante y evolutiva de las wikis.

Por eso el significado que se le asocia al estado “*Final*” en WikiLOR corresponde a una indicación de que el objeto de aprendizaje se encuentra en una versión estable.

4.5.5.5 - SEMANTIZACIÓN DE METADATOS DE LOS CONTRIBUYENTES

LOM define metadatos para especificar información acerca de los contribuyentes de un objeto de aprendizaje, mediante los elementos “*LifeCycle.Contribute*”, y “*MetaMetadata.Contribute*”, que representan ediciones o contribuciones al contenido del LO, y a la instancia de metadata respectivamente. Cada elemento “*Contribute*”, contiene los sub-elementos:

- **Entity**: representa la entidad contribuyente.
- **Date**: la fecha en que se realizó la edición.
- **Role**: el tipo de edición realizada.

Una característica deseable respecto a estos metadatos consiste en completarlos automáticamente.

El software Semantic Mediawiki cada vez que se realiza una edición en una página wiki, almacena automáticamente en su base de datos información acerca del usuario que realizó la

⁸ <http://tools.ietf.org/html/rfc2426>

contribución. Sin embargo, estos datos no se incluyen en ninguna relación semántica. Esta situación dificulta la realización de búsquedas semánticas por usuarios contribuyentes, así también como la generación RDF para la inclusión de los LOs en la Web Semántica, que la sólo es posible si los datos que forman parte del modelo semántico, como se detalla en el capítulo 6. Por este motivo, se necesita un mecanismo para incluir esta información en el modelo semántico.

La solución a este problema es lo que se conoce como “**semantización de datos**”, según la cuál e incluyen al modelo de conocimientos subyacente datos almacenados que originalmente no lo hacen.

Dado que los elementos “*LifeCycle.Contribute*” y “*MetaMetadata.Contribute*” de acuerdo al perfil de aplicación LOMv1.0, admiten repetición, estos elementos se modelan como objetos internos. Por esta razón, para lograr la semantización de la información de los contribuyentes, se amplió la extensión “Semantic Internal Objects”, utilizada para la modelización de atributos n-arios. La nueva extensión define una nueva función de parseo (parsing function), la cual crea relaciones semánticas entre una página LO y los datos usuarios que contribuyeron en su creación/edición. La llamada a esta función debe ser incluida en las páginas LO, y su sintaxis es la siguiente:

```
{{#set_internal_contributes:NOMBRE_PROPIEDAD}}
```

De esta manera, cada objeto interno se relaciona con la página LO mediante una propiedad de nombre **NOMBRE_PROPIEDAD**. A su vez, cada objeto interno define automáticamente propiedades para especificar el tipo de contribución (**Editor** en el caso de contribuciones al contenido del LO, y **Validator** en el caso de contribuciones a la metadata del LO), y se incluyen las propiedades utilizadas para modelar los elementos “*Entity*”, como se explicó en las secciones anteriores.

La información semántica correspondiente a los contribuyentes, generada mediante el mecanismo descrito, se crea automáticamente con cada edición/contribución de los usuarios.

Actualmente, cada vez que se edita una página LO, se agrega al usuario como contribuyente tanto del contenido del objeto de aprendizaje como de la metadata. El motivo es que no disponemos de una manera para diferenciar entre estos dos tipos de contribuciones. Como trabajo a futuro, se podría inferir automáticamente el contenido editado, y de esta manera lograr esta clasificación.

En WikiLOR utilizamos las propiedades “*isLifeCycleContributeOf*” y “*isMetaMetadataContributeOf*” para relacionar a la página LO con los objetos internos que representan a los elementos *LifeCycle.contribute* y *MetaMetadata.Contribute* respectivamente, mediante las siguientes invocaciones:

```
{{#set_internal_contributes:isLifeCycleContributeOf}}
```

```
{{#set_internal_contributes:isMetaMetadataContributeOf}}
```

4.5.5.6 - METADATOS DE LA CATEGORÍA ANNOTATION

Los metadatos de la categoría “*Annotation*” del estándar LOM representan comentarios realizados por personas u organizaciones, sobre el uso del objeto de aprendizaje.

Cada instancia de la categoría “*Annotation*” consta de los atributos “*Description*” (el comentario en sí mismo), “*Entity*” (la persona u organización que realizó el comentario) y “*Date*” (la fecha en la que se realizó el comentario).

Al igual que los metadatos contribuyentes, es deseable que se completen automáticamente los metadatos de los atributos “*Entity*” y “*Date*”, con los datos del usuario logueado que realizó el

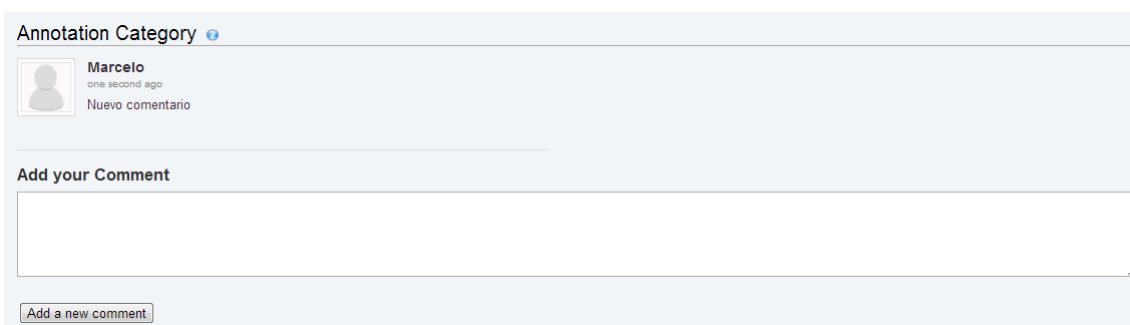
comentario y la fecha actual respectivamente, dejando solamente la responsabilidad de completar el atributo *"Description"* por parte del usuario.

Para lograr esta funcionalidad, se desarrolló una nueva extensión tomando como base la extensión **Comments**⁹ de MediaWiki.

La extensión "Comments" permite realizar comentarios a usuarios logueados sobre una página wiki, y almacena automáticamente la información deseada, pero al igual que en el caso de los contribuyente, esta información no se incluye en el modelo semántico.

La nueva extensión soluciona esta situación mediante el uso de objetos internos, ya que el elemento *"Annotation"* admite repetición de acuerdo a la versión LOMv1.0. Al igual que la extensión original, se permite realizar comentarios a usuarios logueados, pero con la particularidad que cada vez que un usuario crea un nuevo comentario, automáticamente se genera un objeto interno que representa una instancia de la categoría *"Annotation"*, tomando los datos del usuario y la fecha actual para completar los atributos LOM correspondientes.

A continuación se muestra a modo de ilustración la interfaz gráfica de la extensión que permite ingresar nuevos comentarios:



The screenshot shows a user interface for an 'Annotation Category'. At the top, it displays the user 'Marcelo' with a profile picture, the text 'one second ago', and 'Nuevo comentario'. Below this is a section titled 'Add your Comment' with a large text input area. At the bottom, there is a button labeled 'Add a new comment'.

4.5.5.6 - ATRIBUTOS DE LA CATEGORÍA CLASSIFICATION: TAXONOMÍAS

La categoría *"Classification"* del estándar LOM se utiliza para describir a los objetos de aprendizaje dentro de un sistema de clasificación particular, como una taxonomía.

La manera de modelar y definir taxonomías para tal fin dentro de WikiLOR, consiste en la utilización de **subpáginas**, funcionalidad provista por el software de Mediawiki.

Las **subpáginas** permiten definir jerarquías en los nombres de páginas wiki, mediante el uso del carácter *'/'*. Por ejemplo, para indicar que el término "Programación Orientada a Objetos" se encuentra en el próximo nivel jerárquico más alto que el término "Smalltalk", correspondiente al conocido lenguaje de programación, se crean las páginas **"Programación Orientada a Objetos"**, y **"Programación Orientada a Objetos/Smalltalk"** respectivamente. Si eventualmente se requiere agregar un nuevo término en la jerarquía, por ejemplo el correspondiente al lenguaje "Java", simplemente se crea una nueva página con el nombre **"Programación Orientada a Objetos/Java"**.

La definición de jerarquías mediante subpáginas permite más de un nivel jerárquico. Por ejemplo, podríamos definir una nueva página para representar al término "Object", correspondiente a la clase principal del lenguaje Java, mediante el nombre **"Programación Orientada a Objetos/Java/Object"**.

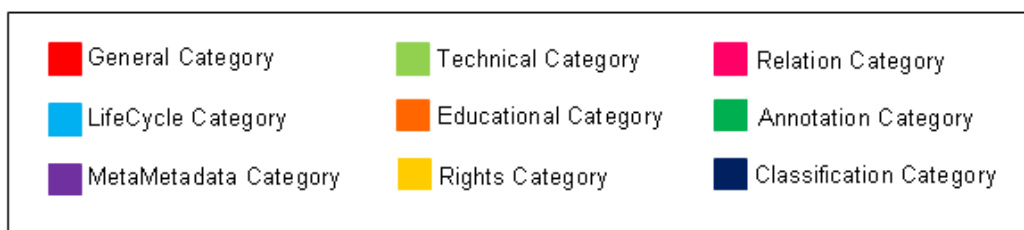
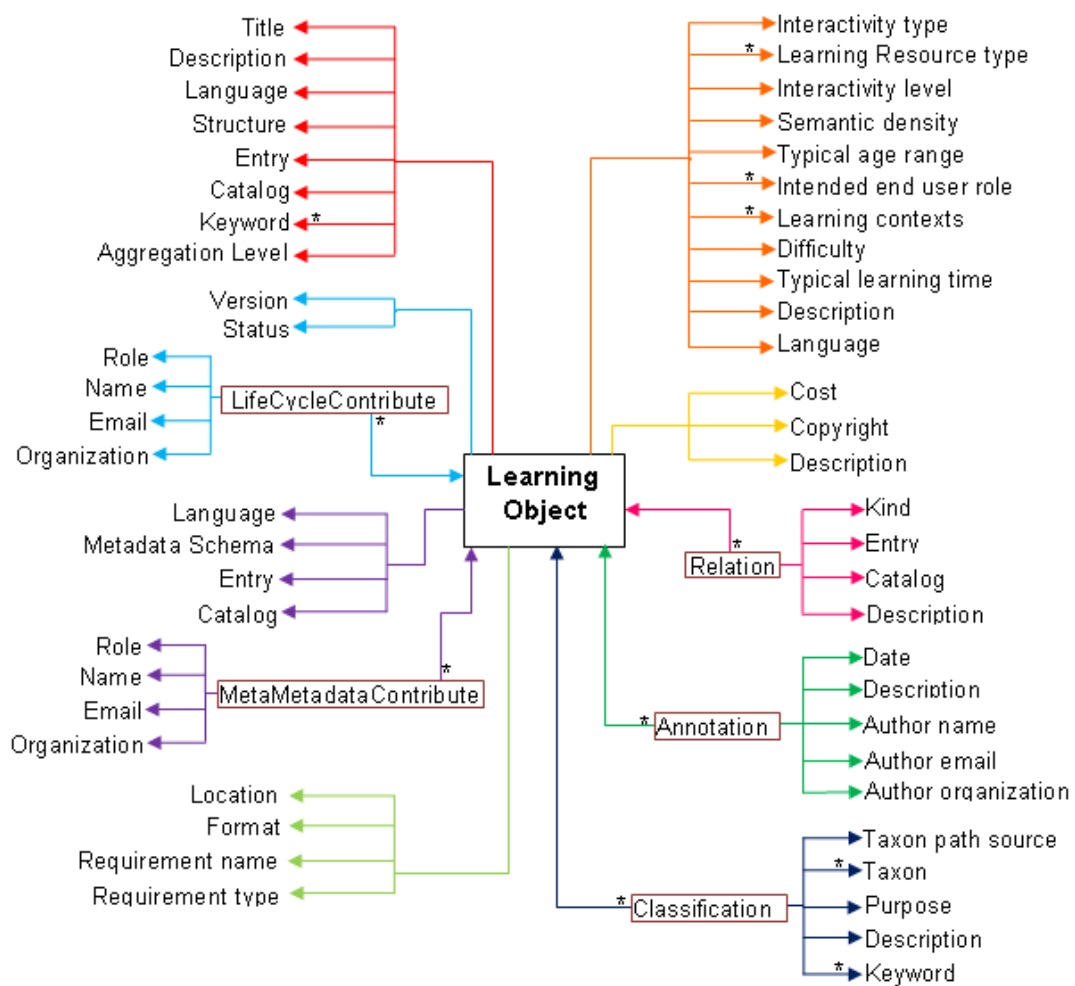
⁹ <http://www.mediawiki.org/wiki/Extension:Comments>

Por la misma razón que en WikiLOR se define un espacio de nombres particular para los términos predefinidos por LOM, también se define un nuevo espacio de nombres para los términos de la taxonomía, de nombre **“Taxonomy_term”**. Entonces, el nombre de la página que representa al término “Smalltalk”, por ejemplo, se define como **“Taxonomy_term:Programación Orientada a Objetos/Smalltalk”**.

Mediante este mecanismo WikiLOR provee una manera sencilla de definir taxonomías para clasificar a los objetos de aprendizaje.

4.5.5.7 - DIAGRAMA CONCEPTUAL DEL MODELO SEMÁNTICO

La siguiente ilustración nos muestra el diagrama conceptual correspondiente al modelo semántico utilizado en WikiLOR para modelar objetos de aprendizaje y sus metadatos, en el cual se indican todas las propiedades utilizadas para esto:



4.5.6 - USO DE TEMPLATES SEMÁNTICOS

Dado que el código para establecer relaciones entre las páginas LO y los atributos LOM debe estar presente en todos los objetos de aprendizaje, por cuestiones de reusabilidad y modularización, se utilizan un **template semántico** para contener el código que define las relaciones para cada categoría.

Los **templates semánticos** son simples templates, con la particularidad de que además de proveer una forma de estructurar y visualizar la información dentro de una página, permiten agregarle información semántica mediante relaciones simultáneamente.

De esta manera tendremos los templates semánticos “*General*”, “*LifeCycle*”, “*MetaMetadata*”, “*Technical*”, “*Educational*”, “*Relation*” y “*Classification*”. Cada uno de estos templates establece cómo se va a presentar al usuario la información correspondiente a los atributos de la categoría que definen, es decir el modo de visualización. En WikiLOR hemos optado por presentar en una tabla esta información, de forma clara y sencilla.

Por ejemplo, para el caso de un hipotético LO sobre un video del patrón de diseño “*Strategy*”, la metadata LOM correspondiente a la categoría “*General*” se presenta al usuario como muestra la siguiente imagen:

LOM General	
Description:	You use this pattern if you need to dynamically change an algorithm used by an object at run time. Don't worry, just watch the video and you'll get it. The pattern also allows you to eliminate code duplication. It separates behavior from super and subclasses. It is a super design pattern and is often the first one taught.
Keywords:	video, java
Coverage:	Object Oriented Programming
Structure:	atomic
Aggregation Level:	1

Estos templates reciben una lista de parámetros correspondientes a los atributos de la categoría en cuestión, cuyos valores se utilizarán tanto para establecer las relaciones semánticas, como para la visualización.

Por ejemplo, el template correspondiente a la categoría “*General*” se invocará con parámetros para los atributos “*Language*”, “*Description*”, “*Keywords*” y “*Coverage*”.

Para las categorías “*Relation*”, “*Educational*”, “*Annotation*” y “*Classification*”, cuya relación con el LO es 1:n, se define también un nuevo template que recibe una lista de conjuntos de datos, cada uno de los cuales representa una instancia de la categoría correspondiente. Dentro de este template, para cada uno de los conjuntos de datos se invoca al template correspondiente, utilizando al conjunto de datos actual como parámetro.

Por ejemplo, para el caso de la categoría “*Relation*”, tenemos el template “*Relations*”, el cual recibe una lista de conjuntos de datos en el parámetro “*RelationList*”. Cada conjunto contiene los valores “*Kind*”, “*Identifier*” y “*Description*”. Entonces para cada elemento de la lista se invoca al template “*Relation*” utilizando estos valores como argumentos, como se puede ver a continuación:

```
<noinclude>
    Este es el template Relations. Debe invocarse en el siguiente formato.
    {{Relations|RelationList={{Relation|Kind|Identifier|Description}} }}
</noinclude>
<includeonly>
```



```

    {{{RelationList}}}
</includeonly>

```

La sentencia `{{{RelationList}}}` realiza la invocación al template “*Relation*” para cada elemento del argumento “*RelationList*”.

Cabe destacar además, que dado que la metadata de un LO está compuesta por todas las categorías LOM, entonces el template “*LearningObject*” descrito anteriormente el cual define a las páginas LO, contendrá además una invocación al template de cada categoría, de la siguiente forma:

```

<noinclude>
    Este es el template "LearningObject". Para su importación, se debe
    invocar de la siguiente manera:
    {{{LearningObject
        |General= {{{General|Language|Description|Keywords|Coverage|Str
        ucture|AggregationLevel}}}
        |LifeCycle= {{{LifeCycle|Version|Status}}}
        |Educational= {{{Educational|EducationalList}}}
        |MetaMetadata= {{{MetaMetadata|Language}}}
        |Relations= {{{Relations|RelationList}}}
        |Annotations= {{{Annotations|AnnotationList}}}
        |Classifications= {{{Classifications|ClassificationList}}}
    }}}
</noinclude>
<includeonly>
    {{{General}}}
    {{{LifeCycle}}}
    {{{Educational}}}
    {{{MetaMetadata}}}
    {{{Relations}}}
    {{{Annotations}}}
    {{{Classifications}}}
    {{{Rights}}}
    {{{Technical}}}
    [[Category:LearningObject]]
</includeonly>

```

Como se puede apreciar, el template “*LearningObject*” no recibe argumentos para muchos de los atributos LOM, por ejemplo para las categorías “*Rights*” y “*Technical*”. Esto se debe a que los valores para estos atributos se generan automáticamente, como se verá en la sección “4.5.9 - GENERACIÓN AUTOMÁTICA DE METADATA”.

4.5.7 - MODELADO DE LA COMPOSICIÓN DE OBJETOS DE APRENDIZAJE

En la definición de la herramienta se especificó que debe existir una implementación para la composición de objetos de aprendizaje.

En WikiLOR cada LO constituye una página wiki, entonces el mecanismo para definir objetos de aprendizaje compuestos consiste en establecer relaciones semánticas entre las páginas LO. Para este propósito, se define una propiedad de tipo “*Page*” (página), que relaciona a los objetos.

A su vez, el perfil de aplicación LOMv1.0 utilizado define esta composición de objetos de aprendizaje mediante la categoría “*Relation*”. Por esta razón, la nueva propiedad que permite relacionar páginas LO lleva el nombre “*Lom_Relation_resource*”, y se utiliza a su vez como correspondencia para el atributo “*Relation.Resource*” del estándar LOM.

4.5.8 – CREACIÓN / EDICIÓN COLABORATIVA DE METADATA

El principal interés de esta tesis consiste en la colaboración durante la instanciación de metadatos, por lo tanto uno de los aspectos más importantes de WikiLOR es el mecanismo que brinda soporte a esto.

El mecanismo para la instanciación colaborativa de metadata consiste en el uso de **formularios semánticos**, provistos por la extensión Semantic Forms. Los formularios semánticos son simples formularios permiten crear y editar páginas mediante formularios, definiendo una interfaz amigable al usuario.

Un formulario semántico nos permite especificar las entidades o valores para las relaciones semánticas de una página. Cada campo del formulario semántico se asocia a una propiedad semántica, y de esta manera cuando se cree o edite la página, se creará una relación semántica de la propiedad correspondiente entre el valor del campo y la página creada o editada.

Los formularios semánticos pueden asociarse a una categoría en particular. Esta asociación indica que cada vez que editemos una página perteneciente a esa categoría, se debe realizar mediante el formulario.

En WikiLOR se define un formulario asociado a la categoría “*LearningObject*”, y por lo tanto cuando se crea o edita una página LO, esta acción se lleva a cabo mediante el formulario definido. La siguiente figura nos muestra este formulario:

LOM Metadata

General Category [?](#)

Description: [?](#)
Keywords: [?](#)
Coverage: [?](#)

LifeCycle Category [?](#)

Version: [?](#)
Status: [?](#)

Educational Category [?](#)

Interactivity Type: [?](#)
Learning Resource Types: exercise simulation questionnaire diagram figure graph index lecture [?](#)
 self assessment slide table narrative text exam experiment problem statement
Interactivity Level: [?](#)
Semantic Density: [?](#)
Intended End User Roles: author counsellor learner manager parent teacher other [?](#) [?](#)
Learning Contexts: school higher education training other [?](#)
Difficulty: [?](#)
Typical Learning Time: [?](#)
Description: [?](#)

Relation Category [?](#)

Kind: [?](#)
Resource: [?](#) [?](#)
Description: [?](#)

Classification Category [?](#)

Purpose: [?](#)
TaxonPath: [?](#)
Description: [?](#) [?](#)
Keywords: [?](#)

Sin el uso de los formularios semánticos, deberíamos agregar la información semántica de los atributos LOM directamente dentro del texto de la página LO, lo cual dificultaría mucho la legibilidad (teniendo en cuenta que el estándar LOM define más de 70 atributos), y por lo tanto la edición, lo que eventualmente llevaría a que los metadatos no se completaran como se espera. El uso de formularios semánticos nos ofrece una forma mucho más simple e intuitiva para completar las relaciones semánticas, favoreciendo la completitud de los metadatos, y logrando de esta manera una mayor calidad.

Dentro del formulario hay campos que se presentan al usuario como **listas desplegables** o **checkboxes**, con valores predefinidos. Además para cada campo del formulario se define una leyenda, que ofrece una breve descripción del atributo o categoría LOM, que sirve de ayuda a los usuarios al momento de ingresar un valor. Estas dos características apuntan a que no se ingresen datos erróneos, lo cual también garantiza una mayor calidad.

Los formularios semánticos funcionan junto con **templates semánticos**. Uno o varios templates se asocian a un formulario, y entonces en la creación o edición se añade automáticamente al texto de la página una invocación a los templates asociados, utilizando los valores ingresados en el formulario como parámetros de los templates. En el caso de WikiLOR, el formulario “*LearningObject*” se asocia con el template del mismo nombre, definido en las secciones anteriores.

4.5.8.1 - SEPARACIÓN DE ESCENARIOS DE EDICIÓN

La información editable de un objeto de aprendizaje puede separarse en tres conjuntos bien definidos de acuerdo al tipo de información: metadatos LOM, comentarios del objeto de aprendizaje, y contenido propiamente dicho. Es por eso que el formulario de edición de una página LO, se divide en tres pestañas o tabs, que separan visualmente estos conjuntos. Estos tabs llevan los nombres de “*LOM Metadata*”, “*Comments*” y “*Learning Object Content*”, mediante los cuales se accede a la edición de metadata, comentarios y contenido del LO respectivamente.

Las siguientes ilustraciones nos muestran la separación visual de los escenarios de edición, en los tabs “*LOM Metadata*”, “*Comments*” y “*Learning Object Content*”, respectivamente:

Edit LearningObject: Abstract Classes in Smalltalk

Edit LearningObject: Abstract Classes in Smalltalk

Edit LearningObject: Abstract Classes in Smalltalk



Esta modularización visual permite acotar el formulario de edición, para que la presentación al usuario no sea demasiada extensa, y por lo tanto no lo abrume.

Cabe destacar que los comentarios a cuya edición se accede mediante el tab “*Comments*” poseen el mismo significado semántico que los elementos “*Annotation*” del estándar LOM, es decir que representan lo mismo: comentarios sobre el uso del objeto de aprendizaje. Por eso estos comentarios son los que se utilizan para completar los metadatos correspondientes a la categoría “*Annotation*”.

El modelo semántico que se utiliza para modelar estos elementos se explicó en la sección **4.5.5.2, “MODELADO DE RELACIONES N-ARIAS”**. La particularidad es que cada vez que se agrega un comentario, las propiedades semánticas utilizadas para modelar los atributos “*Annotation.Entity*” y “*Annotation.Date*” se completan automáticamente con los datos del usuario y la fecha actual, respectivamente.

4.5.9 - GENERACIÓN AUTOMÁTICA DE METADATA

Como se explicó anteriormente, la generación de metadata LOM es una tarea compleja y tediosa para ser completada manualmente, lo que genera que muchas veces no se complete, o se ingresen valores erróneos. Uno de los enfoques para solucionarlo consiste en la generación automática de metadata.

La generación automática de metadata es una práctica que consiste en completar atributos LOM sin necesidad de que intervenga el usuario, y es de suma utilidad por acelera el proceso de instanciación y mejora la calidad. Ante esta realidad, en WikiLOR hemos adoptado este enfoque.

En la instanciación de los metadatos, algunos atributos LOM no son editables por el usuario y por lo tanto no se presentan en el formulario semántico de edición. En su lugar éstos son completados automáticamente dentro de WikiLOR, con un valor predefinido no editable para cada uno de estos atributos. Para lograr esto simplemente se definen relaciones semánticas entre la página LO y cada uno de los valores predefinidos para los atributos LOM.

Por cuestiones de simplicidad y reusabilidad de código, las definiciones de estas relaciones semánticas se encuentran dentro del template correspondiente a la categoría a la que pertenece el atributo. Por ejemplo, para el atributo “*Metadata.MetadataSchema*” se especifica el valor “LOMv1.0”, por lo tanto en la definición del template “*MetaMetadata*” encontramos la anotación `[[Lom MetaMetadata metadataSchema::LOMv1.0]]`, que crea una relación semántica de nombre “*Lom MetaMetadata metadataSchema*” entre la página LO que importa al template y el valor “LOMv1.0”.

A continuación se especifican los atributos que no requieren instanciación por parte del usuario, junto con su valor predefinido:

- **General.Identifier.Entry:** Se utiliza como identificador la URI de la página LO. Esto asegura que sea un identificador único dentro del repositorio y en toda la web.

- **General.Identifier.Catalog** : Dado que utilizamos URIs como identificadores de los objetos de aprendizaje, este campo se completa con el literal "URI".
- **General.Title**: Se utiliza el nombre de la página LO.
- **General.Language**: Dentro de WikiLOR hemos definido que se utilizará el lenguaje inglés, por lo tanto este atributo se completa con el recurso de DBPedia correspondiente al lenguaje "English", cuya URI es "http://dbpedia.org/page/English_Language". Esto se verá con mayor detalle en el capítulo 6.
- **LifeCycle.Contribute.Entity**: La información correspondiente a los elementos "Entity" se genera automáticamente cada vez que un usuario realiza una edición sobre una página LO. Esta información se completa con el nombre, email y organización del usuario que realizó una contribución.
- **LifeCycle.Contribute.Role**: Como el atributo anterior, se genera automáticamente cada vez que un usuario realiza una edición sobre una página LO. Se completa con el valor **Editor**, predefinido por la versión LOMv1.0.
- **MetaMetadata.Identifier.Entry**: Se utiliza el mismo valor usado en General.Identifier.Entry.
- **MetaMetadata.Identifier.Catalog**: Se utiliza el mismo valor usado en General.Identifier.Catalog.
- **MetaMetadata.MetadataSchema**: Dado que adoptamos como perfil de aplicación la versión LOMv1.0, este atributo se completa con "LOMv1.0".
- **MetaMetadata.Language**: Se utiliza el mismo valor usado en General.Language.
- **MetaMetadata.Contribute.Entity**: Se completa de la misma manera que el atributo *LifeCycle.Contribute.Entity*.
- **MetaMetadata.Contribute.Role**: Se completa de la misma manera que el atributo *LifeCycle.Contribute.Role*, pero utilizando el valor **Validator**, predefinido por la versión LOMv1.0.
- **Educational.Language**: Se utiliza el mismo valor usado en General.Language.
- **Technical.Format**: En WikiLOR los objetos de aprendizaje siempre serán páginas web, por lo tanto completamos este atributo con "html".
- **Technical.Location**: Como localización del recurso, utilizamos la URI de la página LO.
- **Technical.OrComposite.Requirement.Type**: Para visualizar las páginas LO necesitamos un browser, por lo tanto completamos este atributo con "browser".
- **Technical.OrComposite.Requirement.Name**: Se requiere de cualquier tipo de browser para la visualización, por lo tanto utilizamos "any".
- **Rights.Cost**: Los objetos de aprendizaje provistos por WikiLOR no requieren costo alguno para su visualización, por lo tanto utilizamos "no".
- **Rights.CopyrightAndOtherRestrictions**: Se completa con el mismo valor que Rights.Cost.

- **Relation.Resource.Identifier.Entry:** Se utiliza la URI de la página LO relacionada con la página LO actual.
- **Relation.Resource.Identifier.Catalog:** Utilizamos el mismo valor usado en *General.Identifier.Catalog*.
- **Annotation.Entity:** Se completa de la misma manera que el atributo *LifeCycle.Contribute.Entity*.
- **Annotation.Date:** Se completa de con la fecha en que se realizó el comentario correspondiente de la categoría "Annotation".
- **Classification.TaxonPath.Source:** Dado que la taxonomía utilizada en WikiLOR se define dentro de la herramienta, este campo que se utilizada para indicar la fuente de los elementos de una taxonomía, se completa con el valor "WikiLOR".
- **Classification.TaxonPath.Taxon.Entry:** Se utiliza el título de la página wiki correspondiente al elemento "Classification.TaxonPath.Taxon".
- **Classification.TaxonPath.Taxon.Id:** Análogamente al atributo "Classification.TaxonPath.Source", el atributo "Id" de cada elemento dentro de un camino taxonómico se forma mediante la conjunción del valor del atributo "Classification.TaxonPath.Source" y el valor del atributo "Classification.TaxonPath.Taxon.Entry". Por ejemplo, el atributo "Id" para un elemento "Taxon", cuyo "entry" es el valor "Smalltalk", es igual a "WikiLOR.Smalltalk".

Además, para todos los atributos del perfil de aplicación LOMv1.0 cuyo tipo de datos es "LangString", que constan de una descripción y el idioma en el que se expresa, se genera automáticamente el valor "en" para el atributo correspondiente al lenguaje, dado que en WikiLOR se utiliza el idioma inglés.

Análogamente a los atributos "LangString", para todos los atributos cuyo tipo de datos es "VocabularyTerm", que consisten en un valor predefinido y un esquema fuente ("source") en donde se encuentra definido este valor, se genera automáticamente el valor "LOMv1.0" para el sub-atributo "source", debido al uso de LOMv1.0 como perfil de aplicación en WikiLOR.

4.5.10 - BÚSQUEDA DENTRO DEL REPOSITORIO: BÚSQUEDA SEMÁNTICA

Todo repositorio de objetos de aprendizaje debe proveer una manera para buscar y localizar recursos dentro de sí mismo. En WikiLOR hemos adoptado un enfoque de búsqueda semántica, que nos provee un método para realizar consultas más inteligentes sobre el modelo de datos subyacentes definido por las relaciones semánticas entre una página LO y los atributos LOM.

Las búsquedas semánticas utilizan a las relaciones semánticas entre entidades para el proceso en lugar de utilizar texto plano, como podría ser el caso de una búsqueda por palabras clave.

Para realizar búsquedas semánticas en WikiLOR, se deben definir consultas semánticas en lenguaje wiki, como se muestra a continuación:

```
{{ #ask:  

    Condiciones  

}}
```

Las condiciones incluyen referencias a propiedades semánticas. Por ejemplo, si quisiéramos obtener todas las páginas LO cuyo atributo "General.Keyword" sea el literal "Smalltalk", utilizaríamos la siguiente consulta:

```

{{ #ask:
  [[Category:LearningObject]] [[Lom_General_keyword::Smalltalk]]
}}

```

En WikiLOR se utiliza un template de nombre “*LearningObjectQuery*”, en el que se define una consulta cuya ejecución realiza una búsqueda semántica a través del modelo subyacente para obtener LOs según diversos valores de atributos LOM, pasados como parámetros. A continuación se muestra esta consulta:

```

{{ #ask:
  [[Category:LearningObject]]

  [[Lom_General_title::{{{GeneralTitle}}}]
  [[Lom_General_keyword::{{{GeneralKeyword}}}]
  [[Lom_General_description::{{{GeneralDescription}}}]
  [[Lom_General_coverage::{{{Coverage}}}]
  [[Lom_General_structure::{{{Structure}}}]
  [[Lom_General_aggregationLevel::{{{AggregationLevel}}}]

  [[Lom_LifeCycle_version::{{{Version}}}]
  [[Lom_LifeCycle_status::{{{Status}}}]

  [[-IsEducationalCategoryOf:
  <q>
    [[Lom_Educational_interactivityType::{{{InteractivityType}}}]
    [[Lom_Educational_interactivityLevel::{{{InteractivityLevel}}}]
    [[Lom_Educational_semanticDensity::{{{SemanticDensity}}}]
    [[Lom_Educational_typicalAgeRange::{{{TypicalAgeRange}}}]
    [[Lom_Educational_difficulty::{{{Difficulty}}}]
    [[Lom_Educational_typicalLearningTime::{{{TypicalLearningTime}}}]
    [[Lom_Educational_description::{{{EducationalDescription}}}]
  </q>
  ]]

  [[-IsRelationCategoryOf:
  <q>
    [[Lom_Relation_entry::{{{RelationEntry}}}]
    [[Lom_Relation_kind::{{{Kind}}}]
    [[Lom_Relation_description::{{{RelationDescription}}}]
  </q>
  ]]

  [[-IsClassificationCategoryOf:
  <q>
    [[Lom_Classification_purpose::{{{Purpose}}}]
    [[Lom_Classification_taxonPath::{{{TaxonPath}}}]
    [[Lom_Classification_description::{{{ClassificationDescription}}}]
    [[Lom_Classification_keyword::{{{ClassificationKeyword}}}]
  </q>
  ]]
}}

```

Esta consulta semántica retorna todas las páginas LO que cumple con las condiciones especificadas. El acceso a los valores de los argumentos se realiza mediante el uso de llaves, por ejemplo “{{{Purpose}}}” referencia al valor del parámetro “**Purpose**”.

Puede notarse que para las categorías que se modelan con objetos internos, primero se consulta por el objeto interno y luego se realiza una sub-consulta con los valores correspondientes a sus atributos (código entre los tags <q>).

Además, dado que en la definición de los objetos internos la dirección de la relación va desde el objeto hacia la página donde se definen, se utiliza el símbolo “-” para invertir la dirección de esta propiedad. Por ejemplo, la sentencia “**-IsClassificationCategoryOf**”

(esCategoríaClassificationDe) se interpreta como **“HasClassificationCategory”** (tieneCategoríaClassification).

Por cuestiones de usabilidad, la búsqueda semántica se oculta al usuario mediante un formulario semántico asociado al template *“LearningObjectQuery”*, y de esta manera los valores ingresados en los campos del formulario se utilizan para ejecutar la consulta. A modo de ilustración, la siguiente figura muestra este formulario:

LOM Metadata

General

Description:

Keywords:

Coverage:

Structure:

Aggregation Level:

Life Cycle

Version:

Status:

Educational

Interactivity Type:

Learning Resource Types: exercise simulation questionnaire diagram figure graph index

Interactivity Level:

Semantic Density:

Intended End User Roles: author counsellor learner manager parent teacher other

Learning Contexts: school higher education training other

Typical Age Range:

Difficulty:

Typical Learning Time:

Description:

Relation

Kind:

Resource:

Description:

Classification

Purpose:

TaxonPath:

Description:

Keywords:

4.5.11 - FUNCIONALIDADES DE WikiLOR: BÚSQUEDA Y CREACION DE OBJETOS DE APRENDIZAJE

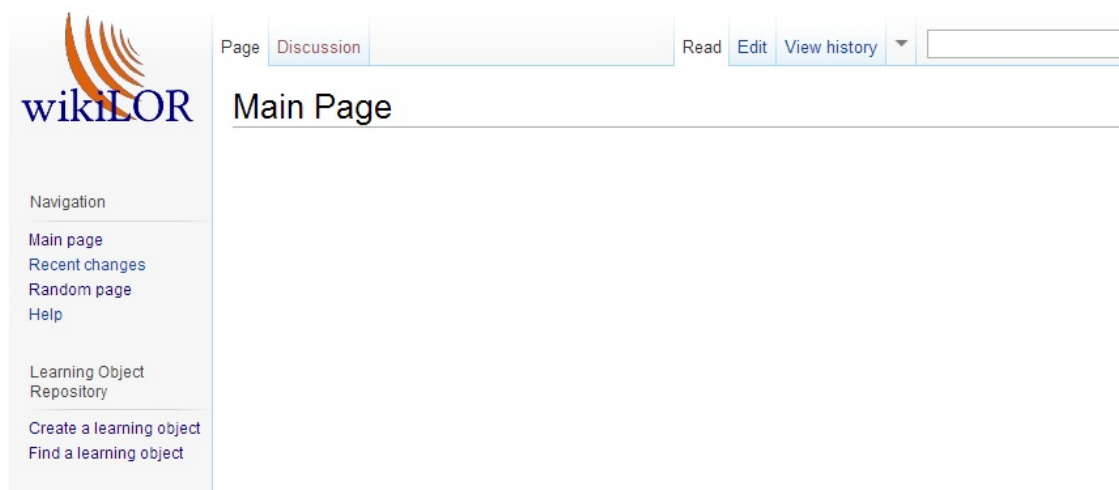
De acuerdo a lo descrito hasta aquí, para indicar que una página wiki corresponde a un objeto de aprendizaje, se debe agregar la anotación *“[[Category:LearningObject]]”* manualmente en el contenido de la página, utilizando el lenguaje markup de las wikis. Mediante la asociación entre el formulario semántico y la categoría *“LearningObject”*, se puede editar la metadata con facilidad.

Sin embargo, esta situación no resulta práctica para usuarios que poco saben sobre el lenguaje de markup utilizado en las wikis. Por esta razón se requiere un mecanismo más simple que permita crear objetos de aprendizaje.

Una situación similar ocurre con las búsquedas semánticas. La manera de acceder a este tipo de búsquedas es mediante páginas especiales, que no están destinadas a ser utilizadas por usuarios regulares.

Para brindar una mayor usabilidad con respecto a estas cuestiones, en WikiLOR se definen accesos directos en la barra lateral donde se indican las funcionalidades provistas por la wiki.

A modo de ilustración, la siguiente imagen muestra los accesos directos de la barra lateral izquierda:



Se pueden observar, entre otros, los links **“Create a learning object”** y **“Find a learning object”**, los cuales envían al usuario a la página del formulario de creación/edición, y al formulario búsqueda respectivamente.

La página correspondiente al formulario de creación/edición presenta al usuario un inputbox, en el cual se ingresa el nombre del objeto de aprendizaje que se va a crear.

Si el nombre ingresado corresponde a una página LO, se envía al usuario al formulario de edición, poblado con los valores de los metadatos del objeto de aprendizaje correspondiente.

Por otra parte, si el nombre ingresado no corresponde a una página LO, se envía al usuario a un formulario de edición vacío, correspondiente al nuevo objeto de aprendizaje.

4.5.12 – INDICADORES DE METADATOS INCOMPLETOS

Como una funcionalidad adicional, WikiLOR ofrece mecanismos para indicar la existencia de metadatos incompletos correspondientes a los objetos de aprendizaje del repositorio.

Estos mecanismos tienen como objetivo facilitar al usuario la búsqueda de atributos incompletos, así también como brindar un fácil acceso al ambiente de edición de metadata LOM. Además esta funcionalidad busca captar la atención de los usuarios, con el propósito de incentivarlos para completar los atributos faltantes, y de esta manera lograr una mayor completación de los metadatos.

WikiLOR ofrece dos tipos de indicadores de atributos faltantes, los cuales se son los **indicadores por atributo incompleto** e **indicadores por categoría incompleta**.

Los **indicadores por atributo incompleto** actúan a nivel de cada atributo pendiente individual, y tienen como alcance la pantalla de visualización de una página LO en particular. De acuerdo a este tipo de indicador, todos los atributos inconclusos se presentan al usuario mediante una etiqueta, que indica el estado “incompleto” del atributo. Esta etiqueta funciona a su vez con un link, que dirige al usuario al formulario de edición de metadata LOM, con el propósito de completar el atributo pendiente.

A modo de ilustración, la siguiente imagen muestra la tabla de presentación de los atributos correspondientes a la categoría “Educational”, correspondiente a una página LO:

LOM Educational	
Interactivity Type:	Complete it!
Interactivity Level:	Complete it!
Semantic Density:	very low
TypicalAgeRange:	17+
Difficulty:	Complete it!
TypicalLearningTime:	Complete it!
Learning Resource Types:	diagram
Intended End User Roles:	learner, teacher, other
Contexts:	school, higher education, training
Description:	Complete it!

Los **indicadores por categoría incompleta** actúan a nivel de categoría. Se considera que una categoría está incompleta, si al menos uno de los atributos que la componen se encuentra pendiente.

Entre los indicadores por categoría, se definen dos tipos, según su alcance: los que tienen como alcance la pantalla de visualización de una página LO en particular, y los que tienen como alcance todos las páginas LO del repositorio completo.

Los primeros consisten en indicaciones al usuario mediante el uso de colores el porcentaje de completación de cada categoría, en el marco de la visualización de los metadatos de una página LO, y para lo cual se han definido 3 colores diferentes de acuerdo al porcentaje: rojo para valores menores al 30%, amarillo para valores entre 30% y 70%, y verde para valores mayores al 70%. A modo de ilustración, a continuación se muestra una imagen de este tipo de indicador:

The screenshot shows a WikiLOR page for 'Abstract Classes in Smalltalk'. The page content includes a video player and a sidebar with metadata. The sidebar has several sections:

- References:** A list of references with status indicators: 'Please complete me!' (red), 'Could use some help here!' (yellow), and 'Cool!' (green).
- LOM General:** A section with a green header containing description, keywords, coverage, structure, and aggregation level.
- LOM LifeCycle:** A section with a yellow header containing version and status.
- LOM Educational:** A section with a red header containing the message: 'This Learning Object has no educational categories. Complete them!'.

Los segundos consisten en la definición de índices en la página principal de WikiLOR, que indican al usuario todos los objetos de aprendizaje que presentan una categoría incompleta determinada. De esta manera se presenta al usuario un índice por cada categoría. Cada página LO que se encuentra dentro de un índice de categoría incompleta, se presenta al usuario junto con una etiqueta similar a la utilizada en los “indicadores por atributo incompleto”,

la cual funciona a su vez como un link al formulario de edición de metadata LOM. A continuación se muestra una imagen que ilustra este tipo de indicador:

The screenshot shows the WikiLOR Main Page interface. At the top, there is a navigation bar with 'Page Discussion', 'Read', 'Edit', and 'View history' buttons, along with a search input field. The main content area is titled 'Main Page' and contains three sections of Learning Objects with missing attributes:

- Learning Objects with General missing attributes:**

Abstract Factory Design Pattern	Complete !
Adapter Design Pattern	Complete !
Adapter Design Pattern (Video)	Complete !
Add Parameter	Complete !
- Learning Objects with LifeCycle missing attributes:**

Classes in Smalltalk	Complete !
Collections	Complete !
Command Design Pattern	Complete !
Composite Design Pattern	Complete !
- Learning Objects with Educational missing attributes:**

Abstract Classes in Smalltalk	Complete !
Abstract Factory Design Pattern	Complete !
Adapter Design Pattern	Complete !
Adapter Design Pattern (Video)	Complete !

The left sidebar contains navigation links such as 'Main page', 'Recent changes', 'Random page', 'Help', 'Learning Object Repository', 'Create a learning object', and 'Find a learning object'.

4.6 – APLICACIÓN DEL MÉTODO COLABORATIVO EN WikiLOR

Como principal característica, la herramienta WikiLOR permite la instanciación colaborativa de metadata LOM. La base para el diseño de la herramienta, entre otras, se encuentra en el método de edición colaborativa descrito en el capítulo 3.

WikiLOR provee las funcionalidades necesarias para la aplicación de cada uno de los pasos del método, las cuáles son:

- **Búsqueda semántica:** Esta funcionalidad, descrita en la sección **4.5.10**, es utilizada para la ejecución del paso 1 del método. Esta funcionalidad permite realizar búsquedas de objetos de aprendizaje dentro del repositorio, mediante criterios definidos por atributos LOM. A su vez, se dispone de la búsqueda textual tradicional en las wikis.
- **Formulario de creación / edición de metadata LOM:** Este mecanismo, descrito en la sección **4.5.8**, permite la aplicación de los pasos 2 y 4 del método.
- **Páginas “Discussion”:** Las páginas “Discussion” son páginas wikis que se encuentran en el espacio de nombres “Talk”. Cada página wiki que no pertenezca al namespace “Talk” se asocia a una página “Discussion”. El propósito de estas páginas, como su nombre lo indica, es discutir ideas sobre la edición y evolución de su correspondiente página wiki asociada. Este mecanismo es el utilizado en WikiLOR para la aplicación del paso 3 del método colaborativo.

Las páginas “Discussion” es una funcionalidad provista por el software MediaWiki, y se hereda en la herramienta WikiLOR, por estar basada en este software.

- **Indicadores de atributos incompletos:** Los indicadores de los metadatos pendientes, descritos en la sección **4.5.12**, ofrecen una implementación del mecanismo utilizado para convocar a la participación de usuarios, descrito en el método.

CAPÍTULO 5.

INTEGRACIÓN DE WikiLOR A UNA FEDERACIÓN

En este capítulo se describe el mecanismo utilizado para incluir al repositorio WikiLOR en una federación de repositorios de objetos de aprendizaje.

5.1 - WikiLOR COMO PARTE DE UN FEDERACIÓN

El motivo principal de incluir a WikiLOR en una federación es ampliar el rango de acceso a sus contenidos educativos y potenciar de este modo el reuso de sus contenidos, el cual es el principal objetivo de los LOs.

Si optáramos por no federar el repositorio, los LOs almacenados como páginas wiki serían sólo accesibles a través de los mecanismos de búsqueda propios del repositorio, que si bien son necesarios y utilizados, limitan en gran medida el acceso a sus recursos, y por lo tanto la noción colaborativa inherente de los LOs y su reuso. Es decir, el acceso a cada objeto de aprendizaje por parte de otros repositorios o herramientas de búsqueda externas no sería posible.

Como se explicó anteriormente, la búsqueda por harvesting presenta varias ventajas con respecto a la búsqueda federada. Dado que uno de los objetivos de esta tesis es permitir la federación del repositorio, hemos decidido seguir el enfoque del harvesting.

En un escenario de harvesting, un nodo central llamado harvester colecta metadata de los distintos repositorios. Dentro de esta configuración, WikiLOR funciona como un simple repositorio, es decir que se limita a proveer contenidos. Sin embargo, el harvester no puede simplemente consultar la base de datos de los repositorios, ya que no todos utilizan la misma tecnología o estrategia de modelado. Por ello, cada repositorio debe proveer servicios para exponer su metadata en un formato estándar. Esta estandarización está definida por el protocolo **OAI-PMH** detallado en el **capítulo 2**.

5.2 - CONSTRUCCIÓN DE UN TARGET OAI-PMH

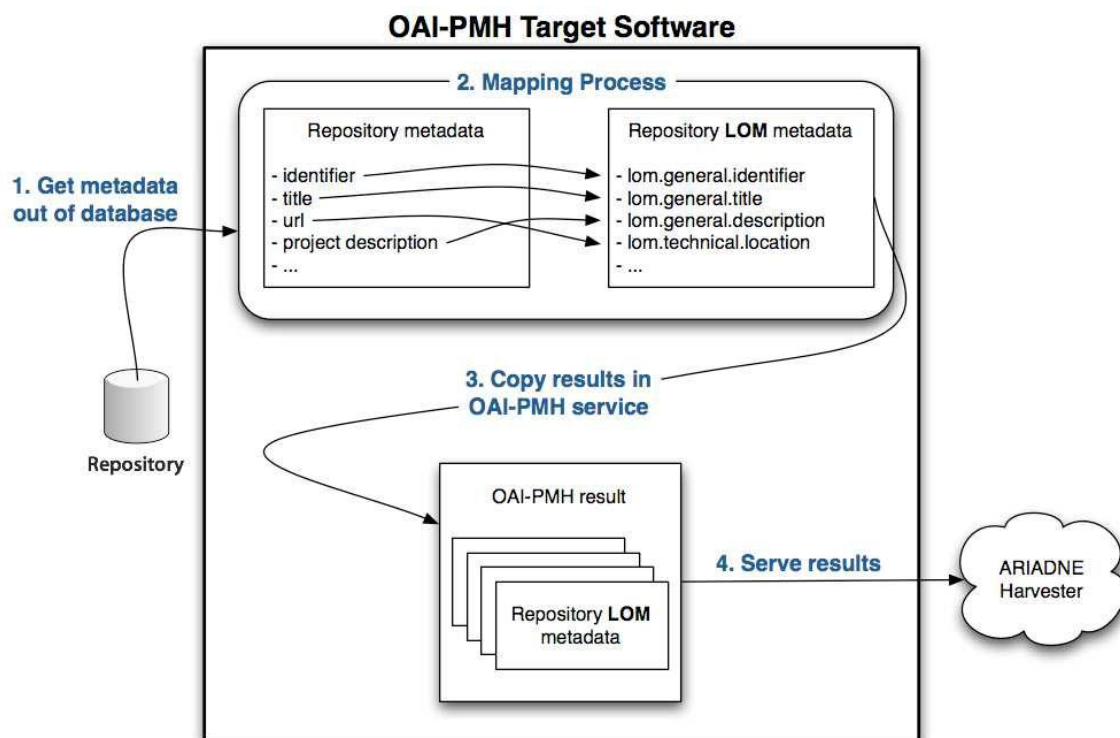
Para la exposición de la metadata de WikiLOR a través de OAI-PMH, hemos desarrollado una aplicación en lenguaje PHP, llamada **target OAI-PMH** que implementa la interfaz del protocolo y expone el servicio descripto mediante una arquitectura REST.

5.2.1 – FUNCIONAMIENTO DEL TARGET OAI-PMH

El funcionamiento básico del target consiste en 4 pasos principales [29]:

1. **Obtención de metadata de la base de datos:** consiste en consultar la base de datos del repositorio para obtener los metadatos. En WikiLOR utilizamos para ello el lenguaje de consultas SQL por tratarse de una base de datos relacional. Esta consulta retorna las categorías LOM junto con los valores de sus atributos. SMW almacena los valores semánticos en su base de datos mediante el nombre de las propiedades semánticas usadas para relacionar entidades, por lo cual son los nombres de las propiedades los que utilizaremos para consultar por los diferentes atributos LOM de un LO en particular.
2. **Mapeo de metadata:** Cada repositorio utiliza la metadata en un formato interno particular. Este paso consiste en establecer una correspondencia entre la información almacenada en el formato interno y el estándar especificado (LOM en el caso de esta tesis). En el caso de WikiLOR, dado que el perfil de aplicación que utilizamos es LOMv1.0, el mapeo con el estándar original es directo y no requiere un gran esfuerzo.
3. **Construcción de la respuesta OAI-PMH:** la respuesta consiste en un registro OAI-PMH, que se expresa en lenguaje XML, a su vez contiene la fecha de respuesta, información del requerimiento, y uno o más registros correspondientes a los LOs, que consisten en un encabezado con información general y dependiendo del tipo de operación, la metadata en el formato especificado (LOM en el caso de este trabajo).
4. **Servir los resultados:** consiste en exponer los resultados a través del servicio REST para poder ser colectada por el harvester o cualquier otra herramienta externa.

La siguiente figura nos muestra el funcionamiento del target OAI-PMH a través de estos 4 pasos:



Como ejemplo del servicio expuesto por el target, consideremos el siguiente requerimiento para una operación *GetRecord* del protocolo OAI-PMH:

```
http://localhost/oai_target/oai2.php?verb=GetRecord&identifier=http://localhost/mediawiki-1.19.1/index.php/Smalltalk_Syntax_Part_4&metadataPrefix=oai_lom
```

Esta requerimiento recibe los parámetros "verb" (especifica la operación a realizar, en este caso *GetRecord*), "identifier" (el identificador del LO) y "metadataPrefix" (el formato de respuesta). Esta operación produce como resultado un registro que contiene la metadata LOM del recurso educativo especificado mediante el parámetro *identifier*.

Para la atención de este requerimiento, el target realiza las siguientes acciones:

- Se verifica el formato y parámetros del requerimiento HTTP, el cual si no es correcto se muestra un mensaje de error claro, indicando la falta de argumentos, o argumentos incorrectos.
- Si el requerimiento es válido, se consulta la base de datos de WikiLOR fin de obtener los valores de los atributos LOM correspondientes a la metadata del LO especificado por el parámetro "identifier".
- Una vez que se obtiene esta información, se construye la respuesta en lenguaje XML, en el formato especificado por el protocolo OAI-PMH. Para la operación *GetRecord*, la respuesta consiste en un encabezado (contiene el identificador, fecha de creación, entre otros) y la metadata LOM del recurso educativo, como se muestra a continuación:


```

<OAI-
PMH xmlns="http://www.openarchives.org/OAI/2.0/" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-
instance" xsi:schemaLocation="http://www.openarchives.org/OAI/2.0/
http://www.openarchives.org/OAI/2.0/OAI-PMH.xsd">
  <responseDate>2013-04-04T01:22:49Z</responseDate>
  <request verb="GetRecord" identifier="http://localhost/mediawiki-
1.19.1/index.php/Smalltalk_Syntax_Part_4" metadataPrefix="oai_lom">
    http://localhost/oai_target/oai2.php
  </request>
  <GetRecord>
    <record>
      <header>
        <identifier>
          http://localhost/mediawiki-1.19.1/index.php/Smalltalk_Syntax_Part_4
        </identifier>
        <timestamp>2012-11-16T18:28:48Z</timestamp>
        <setSpec>LIFIA</setSpec>
      </header>
      <metadata>
        <lom xmlns="http://ltsc.ieee.org/xsd/LOM" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-
instance" xsi:schemaLocation="http://ltsc.ieee.org/xsd/LOM ">
          <general>
            <identifier>
              <catalog>WIKILOR</catalog>
            <entry>
              http://localhost/mediawiki-1.19.1/index.php/Smalltalk_Syntax_Part_4
            </entry>
          </identifier>
          <title>
            <string language="en">Smalltalk_Syntax_Part_4</string>
          </title>
          <language>en</language>
          <description>
            <string language="en">Smalltalk Syntax - Assignment and Return.</string>
          </description>
          <coverage>
            <string language="en">Object Oriented Programming</string>
          </coverage>
        </general>
        <metaMetadata>
          <identifier>
            <catalog>OAI-LIFIA</catalog>
          <entry>
            http://localhost/mediawiki-1.19.1/index.php/Smalltalk_Syntax_Part_4
          </entry>
        </identifier>
        <metadataSchema>LOM_v1.0</metadataSchema>
      </metaMetadata>
      <technical>
        <location>
          http://localhost/mediawiki-1.19.1/index.php/Smalltalk_Syntax_Part_4
        </location>
      </technical>
      <rights>
        <cost>
          <source>LOMv1.0</source>
          <value>no</value>
        </cost>
        <description>
          <string language="en">
            Creative Commons - http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/
          </string>
        </description>
        <copyrightAndOtherRestrictions>
          <source>LOMv1.0</source>

```

```
        <value>no</value>
      </copyrightAndOtherRestrictions>
    </rights>
  </lom>
</metadata>
</record>
</GetRecord>
</OAI-PMH>
```

Una vez que la metadata ha sido exportada, el LO puede ser accedido mediante su URI, la cual se encuentra incluida en el registro en el campo “*Technical.Location*”.

Las otras 5 operaciones definidas por el protocolo OAI-PMH se implementan de una manera similar.

Si bien el protocolo OAI-PMH define que la respuesta debe poder retornarse también en formato Dublin Core, el propósito de esta tesis es incluir a WikiLOR en federaciones que utilicen el estándar LOM, por lo tanto sólo hemos implementado este formato.

5.2.3 – VALIDACIÓN DE LOS METADATOS DE WIKILOR

Como se explicó en el **capítulo 2**, la aplicación harvester utiliza un servicio de validación de metadata antes de publicarla en el repositorio central. Si los registros no cumplen el formato especificado, se descartan. En este trabajo en particular, esto es poco probable por dos razones:

- Debido a la generación automática de metadata, los atributos mínimos necesarios siempre se completan, y
- El uso de la versión LOMv1.0 como perfil de aplicación nos permite realizar un mapeo directo al formato LOM, lo que reduce las posibilidades de cometer errores en esta fase, dejando atributos incompletos que realmente no lo están internamente.

CAPÍTULO 6.

INCLUSIÓN DE LOS OBJETOS DE APRENDIZAJE DE WikiLOR EN LA WEB SEMÁNTICA

En este capítulo se presenta un mecanismo para incluir los objetos de aprendizaje de WikiLOR en la Web Semántica, mediante la iniciativa Linked Open Data.

6.1 - ¿QUÉ ES LA WEB SEMÁNTICA?

La Web Semántica, también llamada Web 3.0, es una extensión de la Web actual o Web 2.0, que agrega significados y propiedades semánticas a los documentos web actuales, con el principal objetivo de posibilitar su procesamiento automático por computadoras. [42]

Mientras que la web 2.0 se concentra en las personas, la Web Semántica se concentra en las máquinas. La Web actual requiere de una persona que opere una computadora para realizar cualquier tipo de operación, por ejemplo la búsqueda y posterior agregación de un recurso en particular. Las computadoras por sí solas no pueden realizar este tipo de operaciones, sino que necesitan de una persona que las opere, dado que las páginas web están diseñadas para ser leídas y comprendidas por personas, y no por máquinas. [42] La Web Semántica apunta a realizar un cambio radical respecto a esta cuestión, permitiendo a las máquinas comprender los documentos web, de manera que sean capaces de realizar operaciones sin la necesidad de un operador humano, y ejecutar tareas en forma automática a gran escala.

Este tipo de comprensión por parte de las computadoras sobre los documentos web requiere que la información se estructure semánticamente. Para ello, se agregan metadatos a los documentos web que definen información semántica, la cual puede ser procesada por máquinas.

Es importante tener en cuenta que la Web Semántica y la web actual no constituyen entidades separadas, sino que se trata simplemente de una extensión. Esto permite que la web pueda ser procesada en forma automática por computadoras, y al mismo tiempo manualmente por personas.[42]

6.2 - RECURSOS Y DATASETS

En el contexto de la Web Semántica, existen dos conceptos de fuentes de información principales: **recursos** y **datasets**.

Un **recurso** representa una entidad del mundo real. Existen dos tipos de recursos: aquellos cuya información completa puede transmitirse por la web, por ejemplo, un archivo de texto; y aquellos que no lo permiten, por ejemplo, una persona.

Los **datasets**, por otro lado, son colecciones de recursos, los cuales son publicados y mantenidos por un solo proveedor. Cada recurso se encuentra disponible en formato **RDF**, lo que lo hace accesible y localizable mediante su URI o algún lenguaje de consulta, como **SPARQL** [43]. Un ejemplo, y quizás el de mayor difusión y magnitud es el dataset de DBPedia, el cuál contiene todos los datos semánticos de los artículos de Wikipedia.

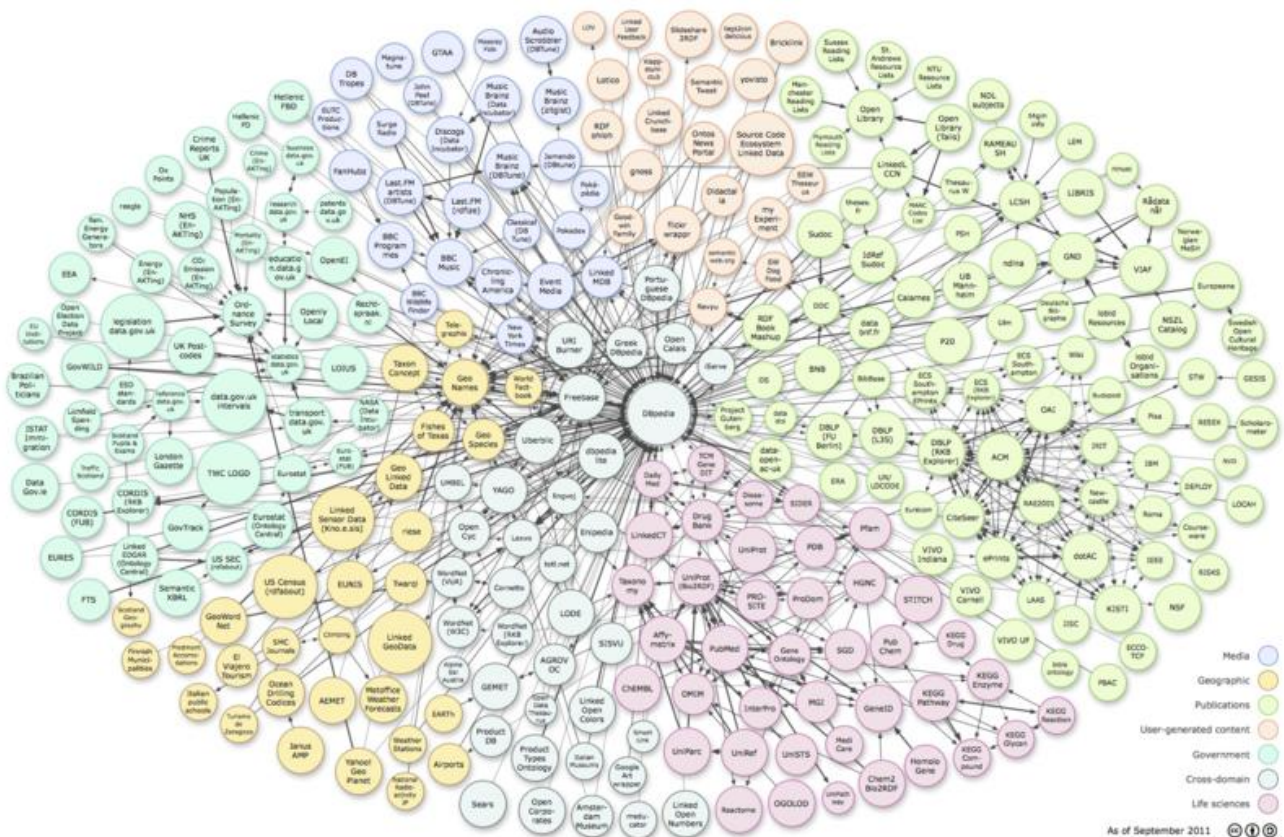
6.3 - LINKED OPEN DATA

Linked Data [44] es un movimiento que apunta a renovar la Web Semántica. Se basa en utilizar la web para relacionar diferentes fuentes de información o datasets, buscando lograr una web en donde todos sus recursos expongan información semántica en el estándar RDF, y estén relacionados entre sí, formando un gran grafo.

Linked Open Data (LOD) [45] se corresponde al mismo concepto denotado por Linked Data, con la particularidad de que toda la información inherente a los recursos de la Web Semántica deben ser publicada bajo una licencia “open”, posibilitando su acceso y disponibilidad a todo el mundo, para su uso o reproducción, sin restricciones de patentes, derechos de autor o cualquier otro tipo de mecanismo de control.

El grafo que forman los distintos datasets y recursos interconectados se lo conoce como **Web of Data** o **Linked Open Cloud** [45], y ha ido en constante crecimiento desde sus inicios a la

actualidad a medida que más organizaciones se suman a la iniciativa. La siguiente ilustración nos muestra una aproximación a la web of data actual.



Los recursos de la Web of Data están interconectados entre sí, mediante links **RDF**. Cada recurso referencia y es referenciado por otros recursos. Esto significa que el grafo es completamente navegable, simplemente siguiendo las referencias de un recurso a otro, utilizando browsers semánticos, que son simples browser idénticos a los actuales, pero en lugar de permitir la navegación mediante links HTML, lo hace mediante enlaces semánticos entre recursos.

Tim Berners-Lee, considerado el padre de la web, propuso 4 principios sobre la iniciativa Linked Data, los cuales son [44]:

- 1- Usar **URIs** para identificar recursos. El uso de un identificador universal elimina ambigüedades como el hecho de que un mismo nombre utilizado en diferentes documentos puede referirse a entidades totalmente diferentes, y el hecho de que más de un mismo concepto pueda ser referenciado por más de un nombre.
- 2- Usar **HTTP URIs** para que estos recursos puedan ser referenciados por personas o agentes. El uso del protocolo HTTP asegura un método de acceso a la información de los recursos de la web.
- 3- Proveer información útil de cada recurso cuando sea referenciado por su **URI**, usando formatos estructurados estándares como **RDF**. Esto significa que las URIs utilizadas deberían ser **dereferenciables**, es decir, cuando una aplicación cliente consulte una URI en particular, debería retornarse información sobre el recurso

referenciado por esa URI, sobre la cual el cliente podría realizar diferentes procesamientos.

4- Incluir **links a otras URIs** en los recursos RDF, para permitir el descubrimiento más recursos mediante sus relaciones.

El soporte de Linked Open Data se basa, fundamentalmente, en dos aspectos de la web actual: URIs y HTTP (HyperText Protocol Transfer). Las URIs proveen identificadores universales y desambiguación, mientras que HTTP provee un protocolo de acceso. Estas tecnologías se complementan con RDF, que es el estándar utilizado en la web semántica para la descripción de cada recurso web. El uso de estándares, como HTTP y RDF, simplifica el acceso a los datos en comparación a las APIs que están constituidas por modelos de datos heterogéneos y diferentes interfaces de acceso

Las implicancias de Linked Open Data se pueden apreciar en la gran posibilidad que ofrece para el reuso de datos, dado que las características relevantes de cada recurso disponible se liberan en formato en RDF. Además, el hecho de que todos los recursos estén relacionados permite pensar a la web como una base de datos global, disponible para todo el mundo, y navegable, es decir que se puede acceder a cualquier recurso moviéndose a través del grafo.

6.3 - RDF: EL ESTÁNDAR DE LA WEB SEMÁNTICA

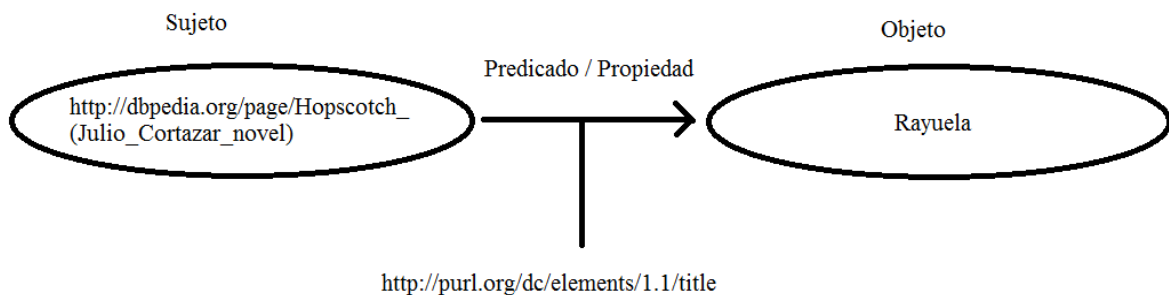
RDF (Resource Description Framework) [41] es el estándar utilizado en la web semántica para la descripción de cada recurso web. Consiste en un método general para descomponer conocimientos y significados respecto a algún objeto del mundo real, en piezas pequeñas, estableciendo relaciones semánticas entre ellas para expresar estos conocimientos y significados.

El propósito de RDF es poder expresar cualquier objeto del mundo real de una forma simple y escalable, y a la vez estructurada, para que pueda ser procesada por computadoras automáticamente. Un formato estructurado además posibilita interoperabilidad en el intercambio de información procesable por máquinas, entre diferentes aplicaciones, lo cual es el objetivo principal de la Web Semántica.

En RDF, los objetos del mundo real se representan como un recursos, y se identifican mediante URIs, las cuáles siempre es deseable que sean dereferenciables, es decir, que al escribir esa URI en el browser, se retorne al recurso en sí mismo o una descripción sobre él. Sin embargo, las URIs no son más que identificadores universales, por lo que el hecho de que sean dereferenciables de acuerdo es un requisito en Linked Data, pero no en la Web Semántica en general. Es decir, el uso de URIs no dereferenciables es totalmente válido, sin embargo, no pueden utilizarse como Linked Data.

La descripción de recursos mediante RDF se basa en la definición de expresiones de tipo **sujeto-predicado-objeto**. Estas expresiones se denominan triplas, y constituyen la manera de agregar información semántica a los recursos web. Tanto el sujeto como el objeto son URIs que identifican recursos o bien una URI para el sujeto y un literal para el objeto. El predicado determina de qué forma están relacionados el sujeto y el objeto y también está representado por una URI.

Un documento RDF puede expresarse como un grafo de relaciones semánticas entre recursos, o como un conjunto de triplas. El siguiente ejemplo muestra el grafo que expresa la relación entre el libro "Rayuela" de Julio Cortázar y su título:



Su correspondiente sintaxis RDF se muestra a continuación:

```
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/">
  <rdf:Description rdf:about=" http://dbpedia.org/page/Hopscotch_(Julio_Cortazar_novel)">
    <dc:title>
      Rayuela@es
    </dc:title >
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

Al momento de definir nuevas URIs en un nuevo documento RDF para identificar recurso, siempre se debería consultar si ya existen URIs que identifiquen a los recursos en cuestión, en cuyo caso debería reutilizarse las URIs existentes en lugar de definir nuevas. Como se explicó, el propósito de utilizar URIs como identificadores universales consiste en eliminar ambigüaciones en la web. Si se crearan nuevas URIs ya existiendo otras, el objetivo del uso de URIs se perdería. Por lo tanto, siempre que se pueda, se deben utilizar URIs existentes.

6.4 - ¿QUÉ ES UNA ONTOLOGÍA?

Una ontología es la representación del conocimiento de un dominio, donde un conjunto de objetos y sus relaciones es descrito por un vocabulario. El vocabulario consta de un conjunto de términos que sirven para expresar relaciones y conocimientos de un dominio específico. Por ejemplo, la ontología **FOAF (Friend of a Friend)**¹⁰ define un vocabulario para expresar información entre personas y sus relaciones.

Las ontologías permiten trabajar con conceptos de más alto nivel ya que describen a los recursos independientemente de la representación sintáctica de los mismos. A su vez, las ontologías proporcionan un vocabulario común para dominios específicos, donde el significado y alcance semántico de cada recurso se encuentra totalmente definido. Esto brinda las ventajas de reuso de vocabularios, interoperabilidad entre aplicaciones del dominio y la posibilidad de realizar inferencias semánticas sobre un recurso automáticamente a partir de los documentos procesados.

Las ontologías se construyen utilizando dos lenguajes principales: **RDFS**¹¹ y **OWL**¹². Estos lenguajes permiten establecer el dominio semántico de recurso de una mejor manera que RDF,

¹⁰ <http://xmlns.com/foaf/spec/>

¹¹ <http://www.w3.org/TR/rdf-schema/>

¹² <http://www.w3.org/TR/owl2-overview/>

mediante la definición de clases, y propiedades únicas de cada clase, con un rango y dominio específico.

A continuación podemos ver un ejemplo que muestra parte de un documento FOAF de la persona Marcelo Chiaradía:

```
<foaf:Person rdf:about="#MarceloChiaradia" xmlns:foaf="http://xmlns.com/foaf/0.1/">
  <foaf:name>Marcelo Chiaradia </foaf:name>
  <foaf:homepage rdf:resource="http://wikilor.org/" />
  <foaf:openid rdf:resource="http:// wikilor.org/" />
  <foaf:img rdf:resource="/images/MarceloChiaradia.jpg" />
</foaf:Person>
```

6.5 - SPARQL: EL LENGUAJE DE CONSULTA

SPARQL[43] es un lenguaje de consulta para RDF explotando las relaciones semánticas entre los recursos, y define un protocolo de acceso a los datos en la Web Semántica o en una base de datos particular que almacene triplas RDF, usadas generalmente como medio de almacenamiento de recursos de un dataset.

SPARQL es a la Web Semántica lo que es SQL a las bases de datos relacionales. Permite realizar consultas complejas relacionando diferentes datasets, utilizando para ello las conexiones existentes entre recursos. Se puede decir entonces que SPARQL provee una forma de explorar la Web Semántica, a través de consultas, permitiendo además descubrir nuevos recursos. [43]

Generalmente, los datasets de la Web of Data definen lo que se denomina un **“endpoint SPARQL”**, el cual constituye una interfaz para realizar consultas semánticas en la base de datos RDF propia del dataset, y puede ser utilizado tanto por personas como por aplicaciones. En el segundo caso, el endpoint SPARQL provee un conjunto de APIs para su uso.

Un ejemplo de consulta SPARQL se muestra a continuación, la cual nos retorna la nacionalidad de Julio Cortázar, consultando el dataset DBPedia:

```
SELECT ?abstract FROM NAMED <http://dbpedia.org>
WHERE { { < http://dbpedia.org/page/Julio_Cortazar>
<http://dbpedia.org/ontology/nationality> ?nationality.
} }
```

A partir de la versión 1.1, SPARQL provee un servicio de búsqueda federada, que permite realizar búsquedas distribuidas a lo largo de toda la web, propagando la consulta a endpoints SPARQL de otros datasets.

SPARQL, al contrario que los browsers semánticos, permite realizar búsquedas utilizando URIs no dereferenciables. Los browsers semánticos, por el otro lado, permiten la navegación del grafo de la Web of Data a través de los recursos relacionados. Si eventualmente un recurso es no dereferenciable, la línea de navegación correspondiente a la relación con ese recurso finalizará.

6.6 - SWiVT: LA ONTOLOGÍA DE SEMANTIC MEDIAWIKI

Semantic Mediawiki define su propia ontología, de nombre **“Semantic wiki vocabulary and terminology” (SWiVT)** [46]. Esta ontología incluye el vocabulario básico utilizado en la definición del modelo semántico subyacente. Técnicamente, se podría utilizar esta ontología

para definir propiedades y relaciones en una wiki, pero por cuestiones de usabilidad y simplicidad, se usa el lenguaje de markup propio de las wikis.

Los términos principales del vocabulario definido por SWiT son los siguientes:

- **swikt:Subject:** Subject es una clase, que representa todos los recursos que pueden ser descritos por páginas wiki. No representa a una página en sí misma.
- **swikt:Wikipage:** Esta clase se utiliza para representar a cada una de las páginas wiki. Por cada instancia de la clase swikt:Subject, debería existir una instancia de la clase swikt:Wikipage, correspondiente a la página que describe al recurso de clase Subject.
- **swikt:page:** Es una propiedad que relaciona cada instancia de la clase swikt:Subject con una instancia de la clase swikt:Wikipage, que describe a la primera.

La explicación del vocabulario definido por SWiT será importante para comprender la **generación RDF** de Semantic Mediawiki, detallada en las próximas secciones.

6.7 - INCLUSIÓN DE OBJETOS DE APRENDIZAJE EN LA WEB SEMÁNTICA

Uno de los aportes de esta tesis consiste en presentar una manera de incluir objetos de aprendizaje en la web semántica, siguiendo la iniciativa Linked Open Data.

La inclusión de los LOs de WikiLOR en la Web Semántica, y más específicamente en el movimiento de Linked Open Data, nos ofrece la posibilidad de lograr una mayor difusión, ya que dispondríamos de un método de búsqueda y acceso a lo largo de toda la web, lo cual potenciaría la reusabilidad de los objetos de aprendizaje a gran escala. De esta forma, podemos hacer a los objetos localizables y “descubribles” dentro de la Web Semántica, tomando como punto de inicio cualquier recurso conectado al grafo, navegando a través de él, mediante un endpoint SPARQL o un browser semántico.

Por otro lado, si los LOs estuvieran publicados dentro de la Web Semántica, podríamos realizar búsquedas inteligentes y automatizadas. Esto presentaría otra alternativa a los escenarios de búsqueda federada y harvesting en el contexto de los repositorios de objetos de aprendizaje, vistos en el **capítulo 2**.

6.7.1 - GENERACIÓN DE RDF EN WikiLOR

Como se explicó, para que un documento web forme parte de la web semántica, y pueda conectarse a la Web of Data, se debe proveer una representación correspondiente en formato RDF. En los siguientes párrafos nos enfocaremos en mostrar cómo se lleva a cabo el proceso para la generación de descripciones RDF de los objetos de aprendizaje existentes en WikiLOR.

La herramienta WikiLOR se construyó sobre como una wiki semántica, utilizando como base el software Semantic MediaWiki (SMW). Una de las ventajas que nos provee este software es la capacidad de exportar el modelo semántico subyacente de cada página LO de nuestra wiki a recursos RDF.

Para la generación RDF de una página wiki, el software de SMW realiza una lectura de todas las relaciones semánticas definidas en ella y las convierte en sentencias RDF/OWL correspondientes, utilizando la ontología SWiT. Estas sentencias forman una representación RDF de la página wiki, y puede ser incluida en la web semántica. [46]

Las categorías en las que se incluyen las páginas se representan en el documento RDF como clases, mientras que las relaciones semánticas, como propiedades. Entonces, cuando se genere una representación RDF de una página en particular, ésta será representada como una instancia de la clase correspondiente a la categoría a la que pertenece, y se relacionará a otros

recursos definidos en el documento mediante las propiedades especificadas en las anotaciones semánticas del contenido de la página.

En el caso de WikiLOR, cuando exportemos una página LO en formato RDF, la categoría “*LearningObject*” a la que pertenecen todos los objetos de aprendizaje, se traducirá como una nueva clase, y por lo tanto la página LO se representará como una instancia de esta clase. Por otro lado, las relaciones semánticas usadas para modelar la metadata LOM, por ejemplo “*Lom_General_language*” utilizada para mapear el atributo “*General.Language*”, se traducirán como propiedades. El siguiente es un ejemplo reducido de un documento RDF generado a partir de una página LO de WikiLOR:

```
1 <rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
2   xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
3   xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
4   xmlns:swivt="http://semantic-mediawiki.org/swivt/1.0#"
5   xmlns:wiki="http://wikilor/mediawiki-1.19.1/index.php/Special:URIResolver/"
6   xmlns:exportRDF="http://localhost/mediawiki-1.19.1/index.php/Special:ExportRDF/"
7   xmlns:property="http://wikilor/mediawiki-1.19.1/index.php/Special:URIResolver/Property-3A">
8
9   <owl:Ontology
10    rdf:about="exportRDF:Abstract_Classes_in_Smalltalk">
11     <swivt:creationDate rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#dateTime">
12       2013-05-10T03:21:48+02:00
13     </swivt:creationDate>
14     <owl:imports rdf:resource="http://semantic-mediawiki.org/swivt/1.0"/>
15   </owl:Ontology>
16
17   <swivt:Subject rdf:about="wiki:Abstract_Classes_in_Smalltalk">
18     <rdf:type rdf:resource="wiki:Category-3ALearningObject"/>
19     <rdfs:label>Abstract Classes in Smalltalk</rdfs:label>
20     <swivt:page rdf:resource="http://localhost/wikilor/index.php/Abstract_Classes_in_Smalltalk"/>
21
22     <rdfs:isDefinedBy rdf:resource="exportRDF:Abstract_Classes_in_Smalltalk"/>
23
24     <swivt:wikiNamespace rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer">
25       0
26     </swivt:wikiNamespace>
27
28     <property:Lom_General_aggregationLevel rdf:resource="wiki:LomTerm-3A1"/>
29     <property:Lom_General_coverage rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
30       Object Oriented Programming
31     </property:Lom_General_coverage>
32     <property:Lom_General_description
33       rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
34       A look at abstract classes in Smalltalk, and
35       in particular, at #shouldNotImplement and #subclassResponsibility
36     </property:Lom_General_description>
37     <property:Lom_General_keyword rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
38       visualworks
39     </property:Lom_General_keyword>
40     <property:Lom_General_keyword rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
41       classes
42     </property:Lom_General_keyword>
43     <property:Lom_General_language rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
44       EN
45     </property:Lom_General_language>
46     <property:Lom_General_structure rdf:resource="wiki:LomTerm-3Aatomic"/>
47     <property:Lom_General_title rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
48       Abstract Classes in Smalltalk
49     </property:Lom_General_title>
50     <swivt:wikiPageModificationDate rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#dateTime">
51       2013-05-10T01:21:24Z
52     </swivt:wikiPageModificationDate>
53     <property:Modification_date-23aux rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#double">
54       2456422.5565278
55     </property:Modification_date-23aux>
56     <swivt:wikiPageSortKey rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
57       Abstract Classes in Smalltalk
58     </swivt:wikiPageSortKey>
59   </swivt:Subject>
60
```

```

61 <owl:DatatypeProperty rdf:about="http://semantic-mediawiki.org/swivt/1.0#creationDate"/>
62 <owl:Class rdf:about="wiki:Category-3ALearningObject"/>
63 <owl:ObjectProperty rdf:about="http://semantic-mediawiki.org/swivt/1.0#page"/>
64 <owl:DatatypeProperty rdf:about="http://semantic-mediawiki.org/swivt/1.0#wikiNamespace"/>
65 <owl:ObjectProperty rdf:about="wiki:Property-3ALom_General_aggregationLevel"/>
66 <owl:DatatypeProperty rdf:about="wiki:Property-3ALom_General_coverage"/>
67 <owl:DatatypeProperty rdf:about="wiki:Property-3ALom_General_description"/>
68 <owl:DatatypeProperty rdf:about="wiki:Property-3ALom_General_keyword"/>
69 <owl:DatatypeProperty rdf:about="wiki:Property-3ALom_General_language"/>
70 <owl:ObjectProperty rdf:about="wiki:Property-3ALom_General_structure"/>
71 <owl:DatatypeProperty rdf:about="wiki:Property-3ALom_General_title"/>
72 <owl:DatatypeProperty rdf:about="http://semantic-mediawiki.org/swivt/1.0#wikiPageModificationDate"/>
73 <owl:DatatypeProperty rdf:about="wiki:Property-3AModification_date-23aux"/>
74 <owl:DatatypeProperty rdf:about="http://semantic-mediawiki.org/swivt/1.0#wikiPageSortKey"/>
75 <owl:ObjectProperty rdf:about="http://semantic-mediawiki.org/swivt/1.0#masterPage"/>
76
77 </rdf:RDF>

```

Dado que las categorías y propiedades son propias de cada wiki, para definir las URIs correspondientes a estos elementos, se utiliza un namespace propio de la wiki. Por ejemplo, en la definición de la clase correspondiente a la categoría “*LearningObject*”, la URI que referencia es “*wiki:Category-3ALearningObject*” (línea 62), siendo su URI completa “*http://wikicompany.org/wiki/Special:URIResolver/Category-3ALearningObject*”.

Se puede también ver que el documento RDF generado, define inicialmente una instancia de la clase “*Subject*” (línea 17), de la ontología SWiT, la cual representa al recurso del mundo real, y a su vez está definido como una instancia de la clase “*wiki:Category-3ALearningObject*” (línea 18).

Podemos observar además que en la definición de cada recurso, se utiliza la propiedad “*page*” de la ontología SWiT, con valor, que especifica la página wiki que describe al recurso (línea 20, por ejemplo).

Semantic Mediawiki además agrega otras propiedades relacionadas a aspectos específicos de las páginas wikis, como por ejemplo la fecha de la última modificación (líneas 50-52), clave de ordenamiento (líneas 56-58), etc.

6.7.2 - IMPORTACIÓN DE VOCABULARIO

Como se explicó en la sección anterior, cada wiki utiliza su propia ontología, que se define mapeando las categorías y relaciones semánticas a clases y propiedades OWL, respectivamente. Esto significa que las clases y propiedades de la ontología son locales a la wiki, y por lo tanto invisibles a la web externa.

Por ejemplo, la definición de la propiedad “*Lom_General_aggregationLevel*” en la representación RDF referencia a la URI:

http://localhost/wikilor/Special:URIResolver/Property-3ALom_General_aggregationLevel

El hecho de que las URIs generadas sean locales a la wiki, implica que la información RDF generada quede aislada del exterior, lo que dificulta a herramientas y aplicaciones externas trabajar con los documentos RDF generados, e imposibilita la conexión de los recursos a la Web of Data.

La solución a este problema consiste en reusar vocabularios de ontologías externas, lo cual facilita la compatibilidad con herramientas externas. Además, como se explicó anteriormente, deberían utilizarse URIs existentes siempre que sea posible. SMW provee un mecanismo para importar vocabulario que nos permite reutilizar recursos y propiedades externas de una manera controlada. Básicamente consiste en indicar que cierta propiedad o concepto local se importa de un namespace externo. Esto se realiza en dos pasos: importando el namespace que se va a utilizar, y luego importar vocabularios de ese namespace.

La importación del namespace se realiza en la página especial “**Mediawiki:smw_import**”, en la cual se indica el espacio de nombres externo y los términos importados. Por otra parte, la importación de vocabularios se realiza incluyendo en las páginas wiki correspondientes a los elementos que queremos importar la siguiente anotación semántica:

[[imported from:NAMESPACE:VOCABULARIO_EXTERNO]]

Con esta anotación definimos que la página wiki actual corresponde al vocabulario externo “**VOCABULARIO_EXTERNO**”, del espacio de nombres “**NAMESPACE**”. Se establece entonces una correspondencia entre la página, y el vocabulario externo. De acuerdo a esta correspondencia, en la generación del recurso RDF, cuando se realice la conversión de propiedades o categorías locales a OWL/RDF, se utilizarán las URIs correspondientes a los elementos importados en lugar de las locales en las definiciones del documento generado.

En el caso de WikiLOR, cada página LO contiene numerosas relaciones semánticas, utilizadas para modelar la metadata en formato LOM del objeto de aprendizaje. Para lograr una generación adecuada de documentos RDF para los LOs, debemos establecer una correspondencia entre las propiedades y conceptos utilizados localmente, y los vocabularios externos.

La IEEE ha estado trabajando para definir un mapeo entre los elementos del estándar LOM, y elementos de RDF. Si bien no se logró la aprobación de un estándar, se ha publicado en el año 2008 un draft de recomendaciones y buenas prácticas para resolver esta cuestión, bajo el identificador 1484.12.4 [47]. Este documento propone un conjunto de propiedades y términos identificados por URIs, que se deberían utilizar al momento de generar metadatos RDF correspondientes a metadatos LOM de objetos de aprendizaje, para su publicación en la web semántica.

Sin embargo, este conjunto de recomendaciones no deja de ser una propuesta, y no existe un estándar o modelo semántico ampliamente aceptado para representar metadatos LOM en formato RDF. De hecho, las URIs propuestas por la IEEE no son resolubles. Por lo tanto pueden utilizarse como vocabulario, pero por definición no pueden utilizarse como Linked Data, ya que no son dereferenciables.

Otro inconveniente es que incluso el modelo semántico propuesto en las recomendaciones ni siquiera se ajusta al estándar IEEE LOM, ya que el estándar en todas sus versiones permite múltiples elementos “*Educational*”, mientras que el modelo semántico propuesto admite sólo una. En WikiLOR particularmente, se utiliza la versión LOMv1.0 como perfil de aplicación, que se corresponde al estándar lo que significa que no podríamos usar el vocabulario propuesto, al menos en su totalidad.

Ante esta situación, no podemos utilizar el draft de recomendaciones propuesto por la IEEE. Las alternativas que se presentan entonces consisten en buscar y usar vocabularios externos, utilizar URIs locales, o ambas.

Como respuesta a esta cuestión, algunas organizaciones han creado su propio modelo semántico y definido nuevas URIs para ello, siguiendo los lineamientos de la propuesta original de la IEEE. Una de estas organizaciones es **Organic Edunet**¹³.

La organización Organic Edunet apunta a publicar en recursos educativos en forma de objetos de aprendizaje, sobre agricultura y agroecología en la web, a través de su portal web. Esta

13 <http://organic-edunet.eu/>

organización propone un nuevo draft de recomendaciones [48], definiendo los namespaces lom y lomvoc, a partir de los cuales se definen las URIs de las propiedades y vocabularios semánticos correspondientes a los atributos y valores predefinidos de LOM. Sin embargo las URIs propuestas por Organic Edunet no son dereferenciabiles, lo que significa de acuerdo a los principios de LOD, que no pueden usarse como Linked Data, pero si como vocabulario.

Como se explicó, es una buena práctica reutilizar vocabulario existente siempre que se pueda, por lo tanto, en WikiLOR utilizaremos la propuesta de Organic Edunet. A su vez, el estándar DCMI (Dublin Core Metadata Initiative) [49] define un conjunto de propiedades y términos identificados por URIs dereferenciabiles que son aplicables a LOM, por ser Dublin Core la base de LOM, y por lo tanto también estas definiciones.

Aún utilizando el vocabulario propuesto, las propiedades y términos locales a WikiLOR no se corresponden completamente con el vocabulario externo. En los casos en que no se pueda establecer una correspondencia con un término externo, utilizamos URIs locales. A continuación se muestra la correspondencia establecida entre los términos y propiedades locales a WikiLOR, y el vocabulario externo:

NAMESPACES		
Prefijo	Namespace URI	Descripción
lom	http://ltsc.ieee.org/rdf/lomv1p0/lom#	Atributos de LOM
lomvoc	http://ltsc.ieee.org/rdf/lomv1p0/vocabulary#	Vocabulario controlado de LOMv1.0
dcterms	http://purl.org/dc/terms/	Vocabulario del estándar DCMI
lomterms	http://ltsc.ieee.org/rdf/lomv1p0/terms#	Vocabulario de la propuesta original de la IEEE

PROPIEDADES CATEGORÍA GENERAL		
NOMBRE	Propiedad local de WikiLOR	URI exportada en RDF
General	No aplica	No Aplica
AggregationLevel	Lom_General_aggregationLevel	lom:aggregationLevel
Coverage	Lom_General_coverage	dcterms:coverage
Description	Lom_General_description	dcterms:description
Identifier	No Aplica	No Aplica
Identifier.Catalog	Lom_General_catalog	URI local
Identifier.Entry	Lom_General_entry	dcterms:identifier
Keyword	Lom_General_keyword	dcterms:subject
Title	Lom_General_title	dcterms:title
Language	Lom_General_language	dcterms:language
Structure	Lom_General_Structure	lom:structure

PROPIEDADES CATEGORÍA LIFECYCLE		
NOMBRE	Propiedad local de WikiLOR	URI exportada en RDF
LifeCycle	No aplica	No Aplica
Version	Lom_LifeCycle_version	lom:version
Status	Lom_LifeCycle_status	lom:lifecycleStatus
Contribute	IsLifeCycleContributeOf	URI local
Contribute.Role	Lom_Contribute_role	lom:contributeRole

Contribute.Entity	No Aplica	No Aplica
-------------------	-----------	-----------

PROPIEDADES CATEGORÍA METAMETADATA		
NOMBRE	Propiedad local de WikiLOR	URI exportada en RDF
MetaMetadata	No aplica	No Aplica
Identifier	No Aplica	No Aplica
Identifier.Catalog	Lom_Metadata_catalog	URI local
Identifier.Entry	Lom_Metadata_entry	URI local
Contribute	IsMetaMetadataContributeOf	URI local
Contribute.Role	Lom_Contribute_role	lom:contributeRole
Contribute.Entity	No Aplica	No Aplica
MetadataSchema	Lom_MetaMetadata_metadataSchema	lom:metaMetadataSchema
Language	Lom_MetaMetadata_language	lom:metaMetadataLanguage

PROPIEDADES CATEGORÍA TECHNICAL		
NOMBRE	Propiedad local de WikiLOR	URI exportada en RDF
Technical	No aplica	No Aplica
Format	Lom_Technical_format	dcterms:format
Location	Lom_Technical_location	lom:location
Requirement	No Aplica	No Aplica
Requirement.OrComposite	No Aplica	No Aplica
Requirement.OrComposite.Type	Lom_Technical_requirementType	URI local
Requirement.OrComposite.Name	Lom_Technial_requirementName	URI local

PROPIEDADES CATEGORÍA EDUCATIONAL		
NOMBRE	Propiedad local de WikiLOR	URI exportada en RDF
Educational	IsEducationalCategoryOf	URI local
InteractivityType	Lom_Educational_interactivityType	lom:interactivityType
LearningResourceType	Lom_Educational_learningResourceType	dcterms:type
InteractivityLevel	Lom_Educational_interactivityLevel	lom:interactivityLevel
SemanticDensity	Lom_Educational_semanticDensity	lom:semanticDensity
IntendedEndUserRole	Lom_Educational_intendedEndUserRole	lom:intendedEnduserRole
Context	Lom_Educational_context	lom:context
TypicalAgeRange	Lom_Educational_typicalAgeRange	URI local
Difficulty	Lom_Educational_difficulty	lom:difficulty
TypicalLearningTime	Lom_Educational_typicalLearningTime	lom:typicalLearningTime
Description	Lom_Educational_description	dcterms:description
Language	Lom_Educational_language	dcterms:language

PROPIEDADES CATEGORÍA RIGHTS		
NOMBRE	Propiedad local de WikiLOR	URI exportada en RDF

Rights	No Aplica	No Aplica
Cost	Lom_Rights_cost	lom:cost
CopyrightAndOtherRestrictions	Lom_Rights_copyrightAndOtherRestrictions	lom:copyrightAndOtherRestrictions
Description	Lom_Rights_description	dcterms:rights

PROPIEDADES CATEGORÍA RELATION		
NOMBRE	Propiedad local de WikiLOR	URI exportada en RDF
Relation	IsRelationCategoryOf	URI local
Kind	Lom_Relation_kind	lom:relationKind
Resource	No Aplica	No Aplica
Resource.Identifier	No Aplica	No Aplica
Resource.Identifier.Entry	Lom_Relation_entry	dcterms:identifier
Resource.Identifier.Catalog	Lom_Relation_catalog	URI local
Description	Lom_Relation_description	dcterms:description

PROPIEDADES CATEGORÍA ANNOTATION		
NOMBRE	Propiedad local de WikiLOR	URI exportada en RDF
Annotation	IsAnnotationCategoryOf	URI local
Description	Lom_Annotation_description	dcterms:description
Entity	No Aplica	No Aplica
Date	Lom_Annotation_date	dcterms:date

PROPIEDADES CATEGORÍA CLASSIFICATION		
NOMBRE	Propiedad local de WikiLOR	URI exportada en RDF
Classification	IsClassificationCategoryOf	URI local
Purpose	Lom_Classification_purpose	lom:purpose
TaxonPath.source	Lom_Classification_taxonPathSource	URI local
TaxonPath.taxon	Lom_Classification_taxon	URI local
Description	Lom_Classification_description	dcterms:description
Keyword	Lom_Classification_keyword	dcterms:subject

VOCABULARIO CONTROLADO CATEGORÍA GENERAL		
Atributo Structure		
NOMBRE	Página local de WikiLOR	URI exportada en RDF
atomic	LomTerm: Structure_Atomic	lomvoc:Structure-atomic
collection	LomTerm: Structure_Collection	lomvoc:Structure-collection
networked	LomTerm: Structure_Networked	lomvoc:Structure-networked
linear	LomTerm: Structure_Linear	lomvoc:Structure-linear
Atributo AggregationLevel		

NOMBRE	Página local de WikiLOR	URI exportada en RDF
1	LomTerm: AggregationLevel_1	lomvoc:AggregationLevel-1
2	LomTerm: AggregationLevel_2	lomvoc:AggregationLevel-2
3	LomTerm: AggregationLevel_3	lomvoc:AggregationLevel-3
4	LomTerm: AggregationLevel_4	lomvoc:AggregationLevel-4

VOCABULARIO CONTROLADO CATEGORÍA LIFECYCLE		
Atributo Status		
NOMBRE	Página local de WikiLOR	URI exportada en RDF
Draft	LomTerm:Status_draft	lomvoc:Status-draft
Final	LomTerm:Status_final	lomvoc:Status-final
Revised	LomTerm:Status_revised	lomvoc:Status-revised
Unavailable	LomTerm:Status_unavailable	lomvoc:Status-unavailable
Atributo Contribute.Role		
NOMBRE	Página local de WikiLOR	URI exportada en RDF
Editor	LomTerm:Role_editor	lomvoc:Role-editor

VOCABULARIO CONTROLADO CATEGORÍA TECHNICAL		
Atributo Requirement.OrComposite.Type		
NOMBRE	Página local de WikiLOR	URI exportada en RDF
browser	LomTerm:RequirementType_browser	lomvoc:RequirementType-browser
Atributo Requirement.OrComposite.Name		
NOMBRE	Página local de WikiLOR	URI exportada en RDF
any	LomTerm:BrowserTechnology_any	lomvoc:BrowserTechnology-any

VOCABULARIO CONTROLADO CATEGORÍA METAMETADATA		
Atributo Contribute.Role		
NOMBRE	Página local de WikiLOR	URI exportada en RDF
Validator	LomTerm:Role_validator	lomvoc:Role-validator

VOCABULARIO CONTROLADO CATEGORÍA EDUCATIONAL		
Atributo InteractivityType		
NOMBRE	Página local de WikiLOR	URI exportada en RDF
active	LomTerm:InteractivityType_active	lomvoc:InteractivityType-active
expositive	LomTerm:InteractivityType_expositive	lomvoc:InteractivityType-expositive
mixed	LomTerm:InteractivityType_mixed	lomvoc:InteractivityType-mixed
Atributo LearningResourceType		
NOMBRE	Página local de WikiLOR	URI exportada en RDF

exercise	LomTerm:LearningResourceType_exercise	lomvoc:LearningResourceType-exercise
simulation	LomTerm:LearningResourceType_simulation	lomvoc:LearningResourceType-simulation
questionnaire	LomTerm:LearningResourceType_questionnaire	lomvoc:LearningResourceType-questionnaire
diagram	LomTerm:LearningResourceType_diagram	lomvoc:LearningResourceType-diagram
figure	LomTerm:LearningResourceType_figure	lomvoc:LearningResourceType-figure
graph	LomTerm:LearningResourceType_graph	lomvoc:LearningResourceType-graph
index	LomTerm:LearningResourceType_index	lomvoc:LearningResourceType-index
slide	LomTerm:LearningResourceType_slide	lomvoc:LearningResourceType-slide
table	LomTerm:LearningResourceType_table	lomvoc:LearningResourceType-table
narrative text	LomTerm:LearningResourceType_narrative_text	lomvoc:LearningResourceType-narrativeText
exam	LomTerm:LearningResourceType_exam	lomvoc:LearningResourceType-exam
experiment	LomTerm:LearningResourceType_experiment	lomvoc:LearningResourceType-experiment
problem statement	LomTerm:LearningResourceType_problem_statement	lomvoc:LearningResourceType-problemStatement
self assessment	LomTerm:LearningResourceType_self_assessment	lomvoc:LearningResourceType-selfAssessment
lecture	LomTerm:LearningResourceType_lecture	lomvoc:LearningResourceType-lecture
Atributo InteractivityLevel		
NOMBRE	Página local de WikiLOR	URI exportada en RDF
very low	LomTerm:InteractivityLevel_very_low	lomvoc:InteractivityLevel-veryLow
low	LomTerm:InteractivityLevel_low	lomvoc:InteractivityLevel-low
medium	LomTerm:InteractivityLevel_medium	lomvoc:InteractivityLevel-medium
high	LomTerm:InteractivityLevel_high	lomvoc:InteractivityLevel-high
very high	LomTerm:InteractivityLevel_very_high	lomvoc:InteractivityLevel-veryHigh
Atributo SemanticDensity		
NOMBRE	Página local de WikiLOR	URI exportada en RDF
very low	LomTerm:SemanticDensity_very_low	lomvoc:SemanticDensity-veryLow
low	LomTerm:SemanticDensity_low	lomvoc:SemanticDensity-low
medium	LomTerm:SemanticDensity_medium	lomvoc:SemanticDensity-medium
high	LomTerm:SemanticDensity_high	lomvoc:SemanticDensity-high
very high	LomTerm:SemanticDensity_very_high	lomvoc:SemanticDensity-veryHigh
Atributo IntendedEndUserRole		
NOMBRE	Página local de WikiLOR	URI exportada en RDF
teacher	LomTerm:IntendedEndUserRole_teacher	lomvoc:IntendedEndUserRole-teacher
author	LomTerm:IntendedEndUserRole_author	lomvoc:IntendedEndUserRole-author
learner	LomTerm:IntendedEndUserRole_learner	lomvoc:IntendedEndUserRole-learner

manager	LomTerm:IntendedEndUserRole_manager	lomvoc:IntendedEndUserRole-manager
Atributo Context		
NOMBRE	Página local de WikiLOR	URI exportada en RDF
school	LomTerm:Context_school	lomvoc:Context-school
higher education	LomTerm:Context_higher_education	lomvoc:Context-higherEducation
training	LomTerm:Context_training	lomvoc:Context-training
other	LomTerm:Context_other	lomvoc:Context-other
Atributo Difficulty		
NOMBRE	Página local de WikiLOR	URI exportada en RDF
very easy	LomTerm:Difficulty_very_easy	lomvoc:Difficulty-veryEasy
easy	LomTerm:Difficulty_easy	lomvoc:Difficulty-easy
medium	LomTerm:Difficulty_medium	lomvoc:Difficulty-medium
difficult	LomTerm:Difficulty_difficult	lomvoc:Difficulty-difficult
very difficult	LomTerm:Difficulty_very_difficult	lomvoc:Difficulty-veryDifficult

VOCABULARIO CONTROLADO CATEGORÍA RELATION		
Atributo Kind		
NOMBRE	Página local de WikiLOR	URI exportada en RDF
ispartof	LomTerm:Kind_ispartof	dcterms:isPartOf
haspart	LomTerm:Kind_haspart	dcterms:hasPart
isversionof	LomTerm:Kind_isversionof	dcterms:isVersionOf
hasversion	LomTerm:Kind_hasversion	dcterms:hasVersion
isformatof	LomTerm:Kind_isformatof	dcterms:isFormatOf
hasformat	LomTerm:Kind_hasformat	dcterms:hasFormat
references	LomTerm:Kind_references	dcterms:references
isreferencedby	LomTerm:Kind_isreferencedby	dcterms:isReferencedBy
isbasedon	LomTerm:Kind_isbasedon	dcterms:source
isbasisfor	LomTerm:Kind_isbasisfor	lomterms:isBasisFor
requires	LomTerm:Kind_requires	dcterms:requires
isrequiredby	LomTerm:Kind_isrequiredby	dcterms:isRequiredBy

VOCABULARIO CONTROLADO CATEGORÍA CLASSIFICATION		
Atributo Purpose		
NOMBRE	Página local de WikiLOR	URI exportada en RDF
discipline	LomTerm:Purpose_discipline	lomvoc:Purpose-discipline
idea	LomTerm:Purpose_idea	lomvoc:Purpose-idea
prerequisite educational objective	LomTerm:Purpose_prerequisite	lomvoc:Purpose-prerequisite
accessibility	LomTerm:Purpose_educational_objective	lomvoc:Purpose-educationalObjective
	LomTerm:Purpose_accessibility	lomvoc:Purpose-accessibility

restrictions	LomTerm:Purpose_restrictions	lomvoc:Purpose-restrictions
educational level	LomTerm:Purpose_educational_level	lomvoc:Purpose-educationalLevel
skill level	LomTerm:Purpose_skill_level	lomvoc:Purpose-skillLevel
security level	LomTerm:Purpose_security_level	lomvoc:Purpose-securityLevel
competency	LomTerm:Purpose_competency	lomvoc:Purpose-competency

De acuerdo a este mapeo, en WikiLOR se crean las páginas “**Mediawiki:smw_import_lom**”, “**Mediawiki:smw_import_lomvoc**”, “**Mediawiki:smw_import_lomterms**” y “**Mediawiki:smw_import_dctterms**”, para importar los namespaces correspondientes; y en la página de cada una de las propiedades y vocabularios predefinidos usados para modelar la metadata LOM, importamos el término externo correspondiente. Por ejemplo, dentro de la página correspondiente a la propiedad “**Lom_General_aggregationLevel**”, además de los valores permitidos, se incluye la anotación:

[[imported from:lom:aggregationLevel]]

De esta manera, cada vez que se genera un documento RDF, en lugar de utilizar la URI local “**http://localhost/wikilor/Special:URIResolver/Property-3ALom_General_aggregationLevel**”, se utilizará la URI externa “**lom:aggregationLevel**”.

Se puede observar que para las propiedades utilizadas para representar atributos compuestos que permiten múltiples instancias, utilizamos siempre URIs locales. Por ejemplo, la propiedad “*IsRelationCategoryOf*” utilizada en WikiLOR para mapear el elemento correspondiente a la categoría “Relation” de LOM. El motivo de esta decisión es que las URIs externas propuestas para estas propiedades se definen con dirección del objeto de aprendizaje hacia los elementos en cuestión, mientras que en el modelo local de WikiLOR, estas propiedades se definen con dirección inversa, es decir, de los elementos hacia el objeto de aprendizaje.

La propuesta de Organic, al igual que la original de la IEEE, no se encuentra en un estado final, por lo que está sujeta a cambios, lo que significa que a futuro, tendríamos que realizar cambios para actualizarlos a una nueva versión eventual.

En los últimos años ha surgido una organización de nombre **LRMI (Learning Resource Metadata Initiative)**¹⁴, cuyo objetivo es lograr un esquema para describir los metadatos de recursos de aprendizaje, que sea interoperable con otros existentes, como por ejemplo LOM. LRMI junto con la organización **Schema.org**¹⁵ busca además establecer una ontología de términos genéricos para describir recursos de aprendizaje en la web semántica con URIs dereferenciables, la cual en un futuro eventual podría utilizarse como correspondencia entre el estándar LOM y RDF.

6.7.3 - INCLUSIÓN DE LOS OBJETOS DE APRENDIZAJE EN LINKED DATA

Para posibilitar la inclusión de objetos de aprendizaje en LOD, se debe establecer una conexión entre los recursos de WikiLOR, y recursos de datasets que formen parte de la Web of Data. DBPedia en particular, es uno de los más grandes datasets existentes, el cual contiene información semántica generada a partir de Wikipedia.

14 <http://www.lrmi.net/>

15 <http://schema.org/>

Dicho esto, la manera en que los objetos de aprendizaje de WikiLOR se conectarán a la Web of Data, será creando relaciones entre éstos y el dataset DBPedia.

En WikiLOR el lenguaje utilizado es el inglés (English), y por lo tanto los atributos *“General.Language”*, *“MetaMetadata.Language”* y *“Educational.Language”* del estándar LOM se completan con el literal “EN”, mediante las propiedades *“Lom_General_language”*, *“Lom_MetaMetadata_language”* y *“Lom_Educational_language”* respectivamente. Este literal puede verse como una representación del lenguaje English del mundo real. Como se explicó al principio del capítulo, si existe una URI definida para identificar un objeto exterior, se debe reutilizar en lugar de definir una nueva. Como se verá a continuación, este es un buen ejemplo de tal caso.

El dataset DBPedia mantiene un recurso RDF que describe el lenguaje inglés, cuya URI es ***http://dbpedia.org/page/English_language***. Este recurso externo representa conceptualmente el valor que deseamos asignar a los atributos nombrados. Por lo tanto, en lugar de asignar simplemente el literal “EN”, utilizamos el recurso externo. Para ello se utiliza el mecanismo de importación explicado: se define la página Mediawiki:smw_import_dbpedia, donde importamos el namespace de DBPedia y se define una página en WikiLOR correspondiente al recurso “English” del nuevo namespace, con la anotación ***[[imported from:dbpedia:English_language]]***. Esta página se utilizará como nuevo valor en las relaciones.

En WikiLOR, los atributos *“General.Language”*, *“MetaMetadata.Language”* y *“Educational.Language”* se completan automáticamente para todos los objetos de aprendizaje. Esto significa que todos los objetos de aprendizaje de WikiLOR estarán conectados por este atributo al dataset de DBPedia, y por lo tanto a la Web of Data. De esta forma los recursos locales podrán ser encontrados a través de browsers y buscadores semánticos.

A continuación se muestra el nuevo documento RDF utilizado como ejemplo en la sección **6.7.1**, de acuerdo al vocabulario y recurso importados:

```
1 <rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
2   xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
3   xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
4   xmlns:swivt="http://semantic-mediawiki.org/swivt/1.0#"
5   xmlns:wiki="http://wikilor/mediawiki-1.19.1/index.php/Special:URIResolver/"
6   xmlns:exportRDF="http://localhost/mediawiki-1.19.1/index.php/Special:ExportRDF/"
7   xmlns:property="http://wikilor/mediawiki-1.19.1/index.php/Special:URIResolver/Property-3A"
8   xmlns:lom="http://ltsc.ieee.org/rdf/lomv1p0/lom#"
9   xmlns:lomvoc="http://ltsc.ieee.org/rdf/lomv1p0/vocabulary#"
10  xmlns:dcterms="http://purl.org/dc/terms/"
11  xmlns:dbpedia="http://dbpedia.org/resource/">
12
13   <owl:Ontology
14     rdf:about="exportRDF:Abstract_Classes_in_Smalltalk">
15     <swivt:creationDate rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#dateTime">
16       2013-05-10T03:21:48+02:00
17     </swivt:creationDate>
18     <owl:imports rdf:resource="http://semantic-mediawiki.org/swivt/1.0"/>
19   </owl:Ontology>
20
21   <swivt:Subject rdf:about="wiki:Abstract_Classes_in_Smalltalk">
22     <rdf:type rdf:resource="wiki:Category-3ALearningObject"/>
23     <rdfs:label>Abstract Classes in Smalltalk</rdfs:label>
24     <swivt:page rdf:resource="http://localhost/wikilor/index.php/Abstract_Classes_in_Smalltalk"/>
25
26     <rdfs:isDefinedBy rdf:resource="exportRDF:Abstract_Classes_in_Smalltalk"/>
27
28     <swivt:wikiNamespace rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#integer">
29       0
30     </swivt:wikiNamespace>
31
32     <lom:aggregationLevel rdf:resource="lomvoc:AggregationLevel-1"/>
33     <dcterms:coverage rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
34       Object Oriented Programming
```

```

35         </dcterms:coverage>
36         <dcterms:description
37             rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
38             A look at abstract classes in Smalltalk, and
39             in particular, at #shouldNotImplement and #subclassResponsibility
40         </dcterms:description>
41         <dcterms:subject rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
42             visualworks
43         </dcterms:subject>
44         <dcterms:subject rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
45             classes
46         </dcterms:subject>
47         <dcterms:language rdf:resource="dbpedia:English_language"/>
48         <lom:structure rdf:resource="lomvoc:Structure-atomic"/>
49         <dcterms:title rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
50             Abstract Classes in Smalltalk
51         </dcterms:title>
52         <swivt:wikiPageModificationDate rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#dateTime">
53             2013-05-10T01:21:24Z
54         </swivt:wikiPageModificationDate>
55         <property:Modification_date-23aux rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#double">
56             2456422.5565278
57         </property:Modification_date-23aux>
58         <swivt:wikiPageSortKey rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
59             Abstract Classes in Smalltalk
60         </swivt:wikiPageSortKey>
61     </swivt:Subject>
62
63     <owl:DatatypeProperty rdf:about="http://semantic-mediawiki.org/swivt/1.0#creationDate"/>
64     <owl:Class rdf:about="wiki:Category-3ALearningObject"/>
65     <owl:ObjectProperty rdf:about="http://semantic-mediawiki.org/swivt/1.0#page"/>
66     <owl:DatatypeProperty rdf:about="http://semantic-mediawiki.org/swivt/1.0#wikiNamespace"/>
67     <owl:ObjectProperty rdf:about="lom:aggregationLevel"/>
68     <owl:DatatypeProperty rdf:about="dcterms:coverage"/>
69     <owl:DatatypeProperty rdf:about="dcterms:description"/>
70     <owl:DatatypeProperty rdf:about="dcterms:subject"/>
71     <owl:DatatypeProperty rdf:about="dcterms:language"/>
72     <owl:ObjectProperty rdf:about="lom:structure"/>
73     <owl:DatatypeProperty rdf:about="dcterms:title"/>
74     <owl:DatatypeProperty rdf:about="http://semantic-mediawiki.org/swivt/1.0#wikiPageModificationDate"/>
75     <owl:DatatypeProperty rdf:about="wiki:Property-3AModification_date-23aux"/>
76     <owl:DatatypeProperty rdf:about="http://semantic-mediawiki.org/swivt/1.0#wikiPageSortKey"/>
77     <owl:ObjectProperty rdf:about="http://semantic-mediawiki.org/swivt/1.0#masterPage"/>
78
79 </rdf:RDF>

```

Se puede observar en el nuevo documento RDF que en lugar de utilizarse URIs locales, en la mayoría de los casos se utilizan URIs externas. Por ejemplo, para la propiedad correspondiente al atributo LOM "General.AggregationLevel", sin importación de vocabularios, la URI local es igual a "property:Lom_General_aggregationLevel", siendo su URI completa "http://wikilor/mediawiki-1.19.1/index.php/Special:URIResolver/Property-3A/Lom_General_aggregationLevel", mientras que en el nuevo documento, la URI para esta propiedad es "lom:aggregationLevel" (línea 67), siendo su URI completa <http://ltsc.ieee.org/rdf/lomv1p0/lom#aggregationLevel>. A su vez puede verse la importación de los namespaces externos "lom" (línea 8), "lomvoc" (línea 9), "dcterms" (línea 10) y "dbpedia" (línea 11), los cuales se utilizan en el documento.

Como trabajo a futuro, se plantea ampliar la cantidad de recursos importados, para conectar los recursos locales al grafo de LOD a través de un mayor número de relaciones. Por ejemplo, se podrían utilizar para los elementos General.Keyword, Classification.Keyword y Classification.TaxonPath.taxon, elementos de un vocabulario externo controlado que forme parte la Web of Data. También se podría montar un endpoint SPARQL propio de WikiLOR, que acepte búsquedas federadas desde otros endpoints, para hacer aún más descubribles los recursos de WikiLOR en la web semántica.

CAPÍTULO 7.

EVALUACIÓN

En este capítulo se describen las evaluaciones realizadas sobre la herramienta WikiLOR, en cuanto a utilización, funcionamiento dentro de una federación, y facilidad y esfuerzo de carga de objetos de aprendizaje y su metadata.

7.1 – EVALUACIÓN DE LA HERRAMIENTA WikiLOR COMO REPOSITORIO DE OBJETOS DE APRENDIZAJE

Con el propósito de determinar la utilización de WikiLOR como Repositorio de Objetos de Aprendizaje (ROA), se realizó una evaluación de carga de objetos de aprendizaje y sus metadatos, otorgando una mayor prioridad e importancia a la carga de contenidos educativos más que a su metadata.

Para esta evaluación, se utilizó una instancia de WikiLOR como espacio de carga y almacenamiento de contenidos educativos utilizados por las cátedras “Orientación a Objetos 1” y “Orientación a Objetos 2” de la Facultad de Informática de la UNLP.

Se puede acceder a la instancia de WikiLOR mediante la URL http://moodle.lifia.info.unlp.edu.ar/_wikilor/index.php.

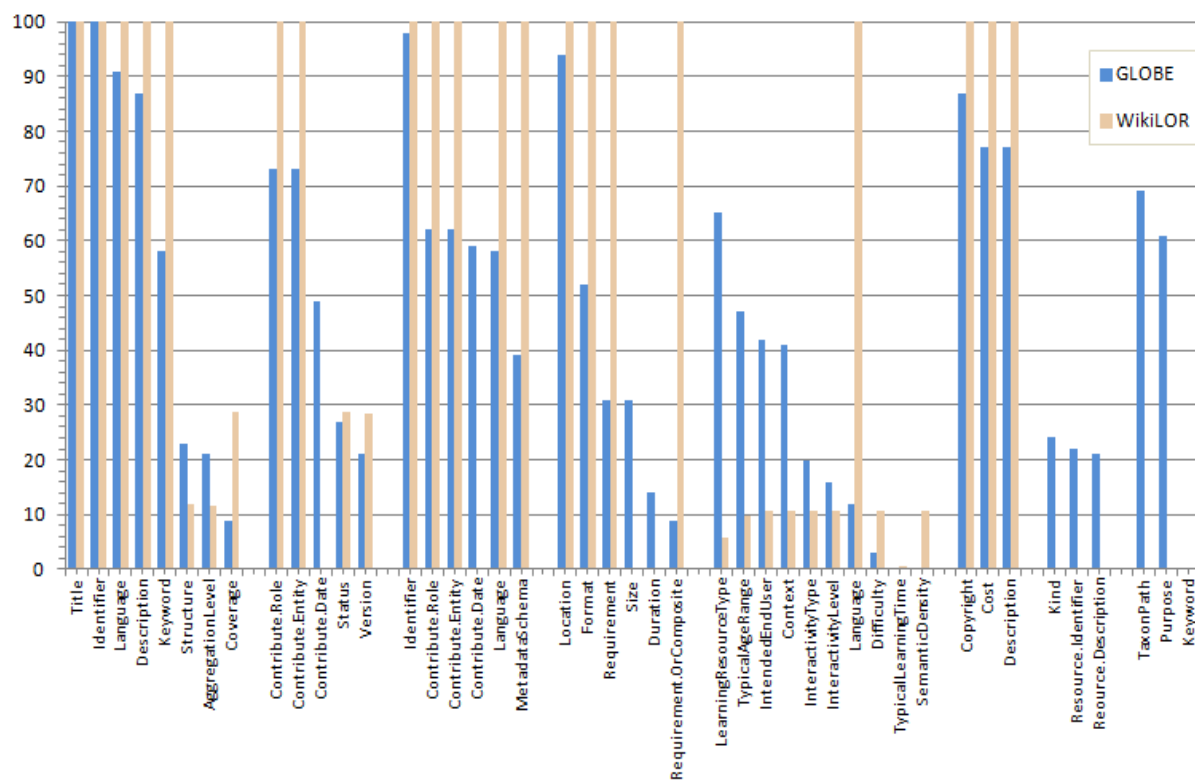
Para realizar el proceso de carga de los objetos de aprendizaje y metadata, se realizó de forma colaborativa, contando con la participación de 3 usuarios voluntarios, con conocimientos sobre los contenidos correspondientes a las dos cátedras.

Terminado el proceso de carga colaborativa de objetos de aprendizaje y metadata, se realizó un análisis cuantitativo de los mismos, y de los atributos LOM utilizados, en comparación con los resultados de una evaluación [50] de referencia similar sobre el análisis de metadatos de la federación Globe, ampliamente reconocida en el ámbito de los objetos de aprendizaje.

7.1.1 – RESULTADOS

Como resultado de la evaluación, al momento de escritura de este trabajo se encuentran cargados aproximadamente 175 objetos de aprendizaje en el repositorio WikiLOR.

En relación a los metadatos, se puede observar en la siguiente imagen los porcentajes de utilización de los distintos atributos de LOM usados en los registros de metadatos de los 175 LOs de WikiLOR, en comparación con los porcentajes presentados en [50]:



Se puede observar que la mayor parte de los atributos en que Globe presenta fortalezas (con porcentajes mayores al 80 %), WikiLOR también lo hace, e incluso algunos de ellos son superados, como por ejemplo el atributo "General.Language".

Sin embargo, otros atributos relevantes, como por ejemplo aquellos relacionados al ámbito pedagógico, WikiLOR presenta bajos porcentajes de completación, lo cual fue de esperarse dado que se le otorgó prioridad la carga de contenidos antes que los metadatos.

Se puede afirmar que al finalizar esta evaluación, cada uno de los 175 objetos de aprendizaje de WikiLOR posee un registro de metadata con al menos la mínima información requerida por servicios de validación contra perfiles de aplicación de metadatos estándares, generalmente usados por aplicaciones que realizan "harvesting", lo cual asegura la posibilidad de exportar la metadata de todos los LOs del repositorio. El motivo se encuentra en la generación automática de atributos provista por WikiLOR. Esta situación se puede apreciar en los elementos "General.Title", "General.Identifier", "LifeCycle.Contribute", "MetaMetadata.Identifier" y "MetaMetadata.Contribute", entre otros, que se encuentran en el 100% de los registros analizados.

Así mismo, la carga colaborativa de metadatos contribuyó para completar, en menor medida, el resto de los atributos que no se generan automáticamente. Se puede ver esta situación en, por ejemplo, la carga de los atributos "General.Description" (100%) o "General.Keyword" (100%).

7.2 – EVALUACIÓN COMPARATIVA DE ESFUERZO DE CARGA CON OTRAS HERRAMIENTAS

Esta evaluación tuvo como objetivo medir el esfuerzo de carga y facilidad de la publicación de metadatos mediante el uso de WikiLOR. La evaluación consistió en comparar el uso del mecanismo que ofrece WikiLOR para este propósito, contra un mecanismo alternativo de referencia, propuesto por la herramienta "**LOM-Editor**" [51], desarrollada por RWTH Aachen University, usada para la instanciación de los metadatos, en complemento con la aplicación **REPOSITORY** de la infraestructura **ARIADNE**, descrita en el capítulo 2, para la publicación del archivo de metadata generado.

Para esta evaluación se contó con la participación de 3 usuarios voluntarios, a los cuales se les instruyó previamente en el uso de las herramientas utilizadas en ambos escenarios de publicación.

Dado que el propósito de la evaluación fue solamente medir la facilidad de uso de WikiLOR en la carga y publicación de metadata, a cada voluntario se les presentaron de manera clara los valores de los atributos LOM que debían cargar, para que no se vean influenciados por otros factores, como por ejemplo el esfuerzo necesario para elaborar esos valores.

A continuación, cada participante realizó el proceso de carga y publicación de todos los atributos correspondientes a un registro de metadata LOM completo, en los dos escenarios propuestos, y se realizó una medición del tiempo requerido.

Al finalizar la carga se realizaron análisis comparativos de las herramientas de referencia con respecto a WikiLOR, en aspectos relevantes como el tiempo requerido para la carga y pasos necesarios para la publicación de los metadatos en el repositorio.

7.2.1 – RESULTADOS

Como resultado de la evaluación, se comprobó que la carga de los metadatos utilizando la herramienta WikiLOR requirió un tiempo sustancialmente menor en comparación con el editor LOM-EDITOR.

La siguiente tabla muestra el tiempo requerido por cada participante para realizar el proceso de carga:

	WikiLOR	LOM-EDITOR
PARTICIPANTE 1	1 minuto, 20 segundos	7 minutos, 20 segundos
PARTICIPANTE 2	1 minuto, 32 segundos	6 minutos, 51 segundos
PARTICIPANTE 3	1 minuto, 15 segundos	7 minutos, 29 segundos

La gran diferencia de tiempo a favor de WikiLOR se debe, en parte, a su implementación de carga automática para algunos atributos. Es por eso que el tiempo requerido para completar estos atributos en WikiLOR es inexistente, mientras que el uso de LOM-EDITOR requiere del usuario para la carga. Un ejemplo de esta situación se puede encontrar en los elementos "LifeCycle.Contribute" y "MetaMetadata.Contribute" del estándar LOM, los cuales en WikiLOR se generan automáticamente.

Además, los tres participantes coincidieron en afirmar que WikiLOR provee una interfaz de más rápido acceso para la carga de valores, dado que los checkboxes y listas desplegables presentes en el formulario de carga para la mayoría de los atributos, no requieren tiempo de escritura, mientras que en LOM-EDITOR este mecanismo no está presente, y por lo tanto se requiere ingresar los datos manualmente utilizando el teclado, lo cual requiere más tiempo. Por lo tanto este factor también tuvo gran influencia en los resultados a favor de WikiLOR.

En cuanto a la publicación de los registros de metadata generados mediante las dos herramientas, los tres participantes estuvieron de acuerdo en que el mecanismo es más sencillo en WikiLOR. Esto se debe a que WikiLOR no es solamente un editor, sino que también es un repositorio de LOs y metadatos, y por lo tanto la publicación de registros de metadata es automática.

Por otro lado, la herramienta LOM-EDITOR consiste simplemente en un editor de metadata, por lo tanto para publicar el registro generado es necesario un paso más, que consiste en cargarlo al repositorio en donde se almacenará. Si bien LOM-EDITOR permite almacenar automáticamente en bases de datos XML, esta opción de almacenamiento en la aplicación Ariadne REPOSITORY está obsoleta, lo que obliga al usuario a publicar el registro de metadata manualmente al repositorio.

7.3 – EVALUACIÓN DE LA UTILIZACIÓN DE WikiLOR COMO UNA HERRAMIENTA COLABORATIVA PARA LA EDICIÓN DE METADATA LOM

WikiLOR, por estar basada en una wiki, presenta todas las funcionalidades y beneficios provistos por las wikis, útiles para la edición colaborativa de metadatos. Entre estas funcionalidades se encuentran:

- Mecanismos para convocar e incentivar la participación de usuarios en el proceso de edición de metadatos.
- Discusión de los metadatos para su mejora.
- Manejo de conflictos en la edición.
- Versionado e historial de cambios.

Para mostrar que la herramienta WikiLOR soporta las funcionalidades anteriormente citadas, a continuación se expone una explicación teórica sobre las mismas, presentando los mecanismos utilizados para su implementación.

Con respecto a los mecanismos para convocar e incentivar a la participación de usuarios en la edición, WikiLOR provee indicadores sobre metadatos LOM incompletos, por atributo y por categoría., presentados en la sección 4.5.12 del capítulo 4.

Con respecto a la discusión de los metadatos para su mejora, WikiLOR provee para esto las páginas "Discussion", propias de cada página LO. A su vez estas páginas brindan soporte a la aplicación del método colaborativo descrito en el capítulo 3.

Con respecto al manejo de conflictos, el soporte provisto por WikiLOR se aplica en escenarios donde más de un usuario edita al mismo tiempo los metadatos LOM de una misma página LO. Con respecto a estos escenarios, existen dos sub-escenarios diferentes: en el primer escenario, los usuarios involucrados editan **atributos disjuntos**, y mientras que en el segundo, se editan **los mismos atributos**. En ambos casos, WikiLOR provee mecanismos para la resolución de conflictos de manera que los datos no se pierden.

En el primer sub-escenario, WikiLOR realiza un merge automático entre las diferentes versiones de metadatos editadas por los usuarios, de manera que los valores provistos por cada usuario se mantienen.

Para el segundo sub-escenario, no es posible realizar un merge automático. En estos casos, WikiLOR muestra al usuario los metadatos actuales de la página LO que se está editando, junto con una comparación entre los valores de los atributos actuales, y los que se desean editar, mostrando las diferencias, de manera que el usuario pueda realizar el merge de versiones.

Con respecto al versionado e historial de cambios, el soporte provisto por WikiLOR consiste en persistir las diferencias existentes entre distantes ediciones de los metadatos de una misma página LO. A su vez, se presenta al usuario la posibilidad de comparar cambios entre distintas versiones, y volver una página LO a una versión anterior, lo que se conoce como **rollback**.

Las funcionalidades para el manejo de versiones se presentan al usuario mediante la vista "Revision History" de cada página LO, accesible desde la pantalla de visualización, mediante el tab "View History". A modo de ilustración, a continuación se muestra una imagen de la vista "Revision History", de una página LO de WikiLOR:

The screenshot shows the 'Revision history' page for 'Abstract Classes in Smalltalk' on the WikiLOR platform. The page includes a navigation sidebar on the left with links like 'Main page', 'Recent changes', and 'Help'. The main content area features a 'Browse history' section with filters for 'From year' and 'From month', and a 'Diff selection' section with a legend explaining the symbols used in the revision list. The revision list shows several entries, each with a radio button for selection, a timestamp, the user name 'Marcelo', and a list of changes (e.g., '(-5)', '(+45)', '(-2)', '(+2)', '(0)', '(-2)', '(+145)', '(-78)').

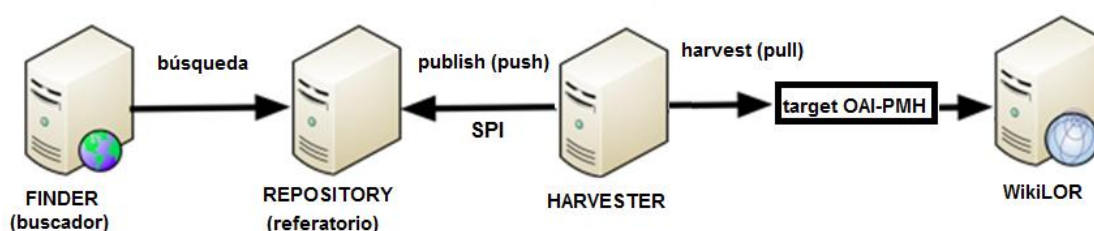
Selection	Timestamp	User	Changes	Actions
<input type="radio"/>	18:41, 21 July 2013	Marcelo	(Talk contribs block) .. (-5) ..	(rollback undo)
<input checked="" type="radio"/>	18:41, 21 July 2013	Marcelo	(Talk contribs block) .. (+45) ..	(undo)
<input type="radio"/>	18:37, 21 July 2013	Marcelo	(Talk contribs block) .. (-2) ..	(undo)
<input type="radio"/>	18:37, 21 July 2013	Marcelo	(Talk contribs block) .. (+2) ..	(undo)
<input type="radio"/>	18:36, 21 July 2013	Marcelo	(Talk contribs block) .. (0) ..	(undo)
<input type="radio"/>	18:36, 21 July 2013	Marcelo	(Talk contribs block) .. (-2) ..	(undo)
<input type="radio"/>	16:57, 20 July 2013	Marcelo	(Talk contribs block) .. (+145) ..	(undo)
<input type="radio"/>	17:06, 14 July 2013	Marcelo	(Talk contribs block) .. (-78) ..	(undo)

Tanto los mecanismos para el manejo de conflictos en la edición colaborativa de metadatos LOM, como aquellos que dan soporte al manejo de versiones e historial de cambios, son provistos por el software MediaWiki, los cuales se heredan en la herramienta WikiLOR, por estar basada en este software.

7.4 – EVALUACIÓN DE LA INTEGRACIÓN DE WikiLOR EN UNA FEDERACIÓN

Con el motivo de evaluar la integración y funcionalidad de WikiLOR en federaciones de repositorios, se montó la infraestructura de una federación correspondiente a un escenario de **búsqueda por harvesting**, utilizando para ello los elementos **HARVESTER**, **REPOSITORY** y **Ariadne FINDER** provistos por la infraestructura **ARIADNE**.

A continuación se muestra a modo de ilustración la arquitectura de la federación con sus componentes:



Como se puede ver en la imagen, el funcionamiento de la federación consiste en 3 etapas principales:

1. El HARVESTER consume la metadata de WikiLOR mediante requerimientos enviados al target OAI-PMH.
2. A medida que el HARVESTER recibe los registros de los metadatos los publica en el REPOSITORY, el cual actúa como referatorio.
3. Por último el Ariadne FINDER permite realizar búsquedas sobre el referatorio, y acceder entonces a los objetos de aprendizaje de WikiLOR.

La evaluación realizada consistió en la ejecución del proceso descrito, para demostrar que WikiLOR integrado en una federación se comporta como es esperado, y responde satisfactoriamente a los eventos y requerimientos federativos.

La ejecución se realizó mediante 3 casos de uso diferentes, de acuerdo al esquema de validación utilizado por la herramienta HARVESTER, para validar los metadatos consumidos en el paso 1) del proceso.

De esta manera, se realizaron tres ejecuciones del proceso descrito:

- Sin validar los metadatos consumidos por el HARVESTER.
- Validando los metadatos consumidos por el HARVESTER mediante el esquema **IEEE LOM LOOSE** [52]. Este esquema se consiste en un conjunto de reglas usadas principalmente para validar la estructura de los elementos contra el namespace LOM [53] provisto por la IEEE y el cual define al perfil de aplicación LOMv1.0. Además LOM LOOSE se utiliza para realizar verificaciones con respecto al formato de los datos ingresados, como por ejemplo los elementos de tipo "DateTime".

- Validando los metadatos consumidos por el HARVESTER mediante el esquema **IEEE LOM STRICT** [54]. Este esquema aplica las mismas reglas de validaciones que el esquema LOM LOOSE, con el adicional de verificar que no existan nuevos elementos por fuera del perfil de aplicación LOMv1.0.

El motivo de utilizar los esquemas IEEE LOM LOOSE y IEEE LOM STRICT consiste en que estos esquemas forman parte de los más utilizados por servicios de validación de metadata LOM, y en conjunto definen de manera cerrada al perfil de aplicación LOMv1.0, utilizado en WikiLOR.

7.4.1 – RESULTADOS

Como resultado de la evaluación, en los tres casos de uso planteados, se logró la completa transferencia de todos los registros de metadatos de los objetos de aprendizaje de WikiLOR al referatorio, de manera que la aplicación Ariadne FINDER permitió la búsqueda y acceso remoto a estos contenidos.

Esto significa que los registros de metadatos de cada uno de los 175 LO de WikiLOR posee la estructura y elementos requeridos por los sistemas de validación IEEE LOM LOOSE, y IEEE LOM STRICT, que definen al perfil de aplicación LOMv1.0, y por lo tanto estos metadatos no serán rechazados por ninguna federación que utilice estos esquemas.

Como información relevante, a continuación se presenta el tiempo empleado en la transferencia de los registros de los 175 LOs de WikiLOR al HARVESTER, correspondiente a cada caso de uso en los que se aplicó el proceso:

- Sin validación: **10 segundos**.
- Utilizando el esquema IEEE LOM LOOSE: **2 minutos, 9 segundos**.
- Utilizando el esquema IEEE LOM STRICT: **2 minutos, 28 segundos**.

Se puede observar que el tiempo empleado aumenta con respecto a la cantidad de reglas aplicadas en la validación de los registros. Estos tiempos se encuentran dentro de los parámetros normales.

El resultado de esta evaluación demuestra que el repositorio puede integrarse fácilmente a federaciones que se encuentran actualmente en funcionamiento, como por ejemplo **LACLO**, la cual es la mayor federación latinoamericana de la actualidad.

A su vez, se demuestra que a los objetos de aprendizaje del repositorio además de poder encontrarse mediante el buscador semántico local a WikiLOR, pueden localizarse utilizando cualquier herramienta externa de búsqueda que pueda realizar consultas en referatorios, como por ejemplo Ariadne FINDER utilizada en la evaluación.

CAPÍTULO 8.

CONCLUSIONES Y TRABAJOS A FUTURO

En este capítulo se presentan las conclusiones derivadas del presente trabajo, y las posibles líneas de trabajo futuras.

8.1 – CONCLUSIONES

En esta tesis se presentó un enfoque colaborativo para la generación y edición de metadatos LOM de objetos de aprendizaje.

Este enfoque consiste en una herramienta que implementa un método colaborativo para la edición de metadatos, la cual funciona como Repositorio de Objetos de Aprendizaje (ROA) y editor colaborativo al mismo tiempo.

Junto con este enfoque, se presenta una implementación del protocolo OAI-PMH, que permite exponer los metadatos del repositorio y posibilita la su inclusión en federaciones.

A su vez, se presentó un mecanismo para incluir metadatos de objetos de aprendizaje en el Web Semántica.

8.1.1 – EDICIÓN COLABORATIVA

La contribución más importante de este trabajo está constituida por la posibilidad que ofrece WikiLOR para funcionar como editor colaborativo de metadatos, en un ambiente controlado y amigable como son las wikis.

Las evaluaciones realizadas sobre esta herramienta y presentados en el capítulo 7, demuestran su gran utilidad en su utilización para la edición colaborativa de metadatos LOM, en cuanto a tiempo requerido para su carga, publicación y facilidad.

A su vez, WikiLOR en comparación con otros repositorios y editores de metadatos, presenta grandes ventajas como versionado, historial de cambios, y manejo de conflictos, entre otras, por estar basada en una wiki.

8.1.2 – CALIDAD DE LOS METADATOS: COMPLECIÓN Y CONSISTENCIA

En relación a la calidad de los metadatos, se puede concluir que WikiLOR ofrece un gran soporte para posibilitar la generación de metadatos completos y consistentes.

En cuanto a la completión, la generación automática de metadatos que provee WikiLOR asegura un mínimo porcentaje de utilización de atributos LOM en los registros correspondientes a cada objeto de aprendizaje.

Esto junto con los mecanismos utilizados para la carga de atributos predefinidos y brindar asistencia a los usuarios en el proceso, aseguran que la mayor parte de los valores ingresados por los usuarios se correspondan a valores válidos para el estándar, evitando problemas de consistencia, lo cual fomenta la calidad y consistencia de los metadatos generados.

8.1.3 – FEDERACIÓN DE WIKILOR

Respecto a la inclusión de los objetos de aprendizaje de WikiLOR en federaciones de repositorios, se concluye que es completamente posible, dado que la implementación del protocolo OAI-PMH presentada en este trabajo provee los mecanismos y soportes necesarios para esto, como se demostró en la sección 7.4 del capítulo 7.

A su vez, la generación automática de atributos LOM que implementa la herramienta, garantiza que los registros de metadatos correspondientes a los contenidos educativos que alberga, poseen al menos los atributos requeridos por los esquemas de validación utilizados en las federaciones de repositorios, como IEEE LOM LOOSE y IEEE LOM STRICT.

8.1.4 – OBJETOS DE APRENDIZAJE EN LA WEB SEMÁNTICA

En relación a la inclusión de los metadatos de objetos de aprendizaje en la Web Semántica, podemos concluir que, si bien no existe aún un modelo estándar para proveer esta funcionalidad, en este trabajo se ha presentado un mecanismo sólido y consistente que provee el soporte necesario para llevarla cabo, mediante la exportación a RDF de los metadatos contenidos en WikiLOR, y la utilización de URIs externas.

El mecanismo presentado además es lo suficientemente flexible para adaptarse con facilidad si eventualmente surge un conjunto de URIs estandarizadas para describir objetos de aprendizaje en la Web Semántica.

8.2 – TRABAJOS A FUTURO

Como trabajo a futuro, se plantean interrogantes como la definición de un modelo e implementación para brindar soporte en WikiLOR a casos en los que un objeto de aprendizaje se encuentre disperso en diferentes páginas wiki. Esto significa que podrían existir páginas wiki que no se correspondan a objetos de aprendizaje por sí solas, pero que en conjunto si lo sean.

Además, se planea la extensión de los mecanismos provistos por WikiLOR para la convocatoria a la participación de usuarios en el proceso de carga de metadatos, para la evaluación de calidad de los metadatos, y para fomentar dinámicas de trabajo que conduzcan a mejoras de calidad. Para esto, se toma como base el trabajo desarrollado por Liu y Ram [55] en el que identifican patrones de colaboración en Wikipedia y su relación con la calidad de los contenidos.

Otro trabajo a futuro propuesto consiste en la inclusión de sistemas de recomendación en relación a la carga de atributos. Como enfoque inicial, se plantea implementar un seguimiento de los atributos cargados por los usuarios, con el objetivo de proponerles completar metadatos incompletos del mismo tipo o categoría.

En relación a la composición de objetos de aprendizaje, se abre la interrogante de la manera de presentar al usuario páginas LO que forman parte de un LO mayor.

Otra línea de trabajo propuesta consiste en la definición de mecanismos que permitan generar reportes de compleción y consistencia de metadatos, con el objetivo de obtener estadísticas y promover cambios para su mejora.

Por último, respecto a la inclusión de los LOs en la Web Semántica, se propone la extensión del vocabulario importado. Por ejemplo, se podrían extraer vocabulario de tesauros existentes, para utilizarlos como valores de los elementos “keywords” del estándar LOM, y el uso de la ontología FOAF para expresar los metadatos de los elementos “entity”, correspondientes a personas y organizaciones. Se plantea también la posibilidad de presentar los registros exportados a RDF, mediante un endpoint SPARQL.

REFERENCIAS

- [1] David Wiley (2002). "The Instructional Use of Learning Objects". Editorial Agency for Instructional Technology, 1ra Edición, ISBN-10: 0784208921, ISBN-13: 978-0784208922.
- [2] Olivier Motelet (2007). "Improving Learning-Object Metadata Usage during Lesson Authoring". Tesis de doctorado. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Ciencias de la Computación.
- [3] Warren Longmire (2000). "A Primer on Learning Objects". ASTD, Learning Circuits, vol. 1, issue 3, páginas 1-4.
- [4] Draft Standard for Learning Object Metadata (2002). IEEE 1484.12.1 Learning Technology Standards Committee LTSC.
- [5] Robert J. Beck (2001). "What Are Learning Objects?". Learning Objects, Center for International Education, University of Wisconsin-Milwaukee. http://www4.uwm.edu/cie/learning_objects.cfm?gid=56. Visto por última vez: Agosto 2013.
- [6] Isabel Gutiérrez Porlán (2008). "Usando Objetos de Aprendizaje en enseñanza secundaria obligatoria". Edutec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa, N°27.
- [7] Sarah Currier, Jane Barton, Rónán O'Beirne, Ben Ryan (2004). "Quality assurance for digital learning object repositories: issues for the metadata creation process". Association for Learning Technology Journal (ALT-J), Research in Learning Technology, vol. 12, issue 1, páginas 5–20.
- [8] Olivier Motelet, Nelson A. Baloian, José A. Pino (2006). "Hybrid System for Generating Learning Object Metadata". Sixth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies ICALT06, vol. 2, issue 3, páginas 563-567.
- [9] Scott Bateman, Christopher Brooks y Gord McCalla (2006). "Collaborative Tagging Approaches for Ontological Metadata in Adaptive E-Learning Systems". 4th International Workshop on Applications of Semantic Web Technologies for E-Learning SWEL 05, páginas 3-12.
- [10] Devshri Roy, Sudeshna Sarkar, Sujoy Ghose (2008). "Automatic Extraction of Pedagogic Metadata from Learning Content". International Journal of Artificial Intelligence in Education, vol. 18, issue 2, páginas 97-118.
- [11] Kris Cardinaels, Michael Meire, Erik Duval (2005). "Automating metadata generation: the simple indexing interface". Proceedings of the 14th international conference on World Wide Web, páginas 548-556.
- [12] Norm Friesen (2004). "International LOM survey: Report". ISO/IEC JTC1/SC36 sub-committee.
- [13] Jehad Najjar, Erik Duval (2006). "Actual use of learning objects and metadata: an empirical analysis". IEEE Technical Committee on Digital Libraries Bulletin, volume 2, issue 2, páginas 1-12.
- [14] Keith Harman, Alex_Koohang. "Learning Objects: Standars, Metadata, Repositories & LCMS". Editorial Informing Science, 1ra Edición, 2006. ISBN: 978-8392233756.
- [15] Morrison, S (2002). "Get on with IT, Technical report". Post-16 E-learning Strategy Task Force, UK Department for Education and Skills.

- [16] Salvador Sánchez Alonso (2005). "Diseño y uso de objetos didácticos basado en contratos". Tesis de doctorado. Universidad Politécnica de Madrid, Departamento de lenguajes y sistemas informáticos e ingeniería de software.
- [17] Chiappe, A., Segovia, Y., & Rincon, H. Y (2007). "Toward an instructional design model based on learning objects". *Educational Technology Research and Development*, vol. 55, páginas 671-681.
- [18] L'Allier, James J. (1997). "Frame of Reference: NETg's Map to the Products, Their Structure and Core Beliefs. NetG". <http://www.netg.com/research/whitepapers/frameref.asp>. Visto por última vez: Agosto 2013.
- [19] Warren Longmire (2000). "A primer on learning objects". *ASTD Learning Circuits*, Marzo. <http://www.learningcircuits.com/mar2000/primer.html>. Visto por última vez: Agosto 2013.
- [20] Erik Duval (2004). "Learning technology standardization: making sense of it All". *International Journal on Computer Science and Information Systems*. Vol.1, issue 1, páginas 33-43.
- [21] Jesús Soto Carrión (2008). "Mecanismos semánticos orientados a la flexibilidad de los repositorios para objetos de aprendizaje". Tesis de doctorado. Universidad de Alcalá, Departamento de Ciencias de la computación.
- [22] Harvi Singh (2000). "Achieving interoperability in e-learning". *ASTD Learning Circuits*, Marzo. <http://ww2.learningcircuits.com/mar2000/singh.html>. Visto por última vez: Agosto 2013.
- [23] Cheryl J. Hamel y David Ryan-Jones (2002). "Designing instruction with learning Objects". *International Journal of Educational Technology*, vol. 3, issue 1.
- [24] Carl Lagoze, Herbert Van de Sompel, Michael Nelson, y Simeon Warner (2003). "The Open Archives Initiative Protocol for Metadata Harvesting Protocol, version 2.0". The Open Archives Initiative (OAI).
- [25] Extensible Markup Language (XML) Schema Definition Language Binding for Learning Object Metadata (2005). 1484.12.3TM IEEE Standard for Learning Technology.
- [26] Xavier Ochoa (2008). "Learnometrics: Metrics for Learning Objects". Tesis de doctorado. Universidad católica de Leuven, Bélgica.
- [27] Bernd Simon, David Massart, Frans van Assche, Stefaan Ternier y otros (2005). "A Simple Query Interface for Interoperable Learning Repositories". *Proceedings of the 1st Workshop on Interoperability of Web-based Educational Systems*, páginas 11-18.
- [28] Erik Duval, Michael Totsching, Joris Kelrnx y otros (2010). "The simple publishing interface (SPI)". *D-Lib Magazine*. vol. 16, issue: 9/10.
- [29] "ASPECT Approach to Federated Search and Harvesting of Learning Object Repositories. Aspect Project" (2009). http://aspect-project.org/sites/default/files/docs/ASPECT_D2p1x.pdf. Visto por última vez: Agosto 2013.
- [30] Erik Duval, Joris Kelrnx, Gonzala Parra y otros (2010). "How to Share and Reuse Learning Resources: The ARIADNE Experience". *Lecture Notes in Computer Science*. Vol.6383, páginas 183-196.
- [31] Stefaner, M (2007). "MACE – Enriching Architectural Learning Objects for Experience Multiplication". In: Duval, E., Klamma, R., & Wolpers, M. (eds.) *EC-TEL 2007*. LNCS 4753; Berlin, Heidelberg: Springer; páginas 322-336.

- [32] Dillon, A (1993). "How Collaborative is Collaborative Writing? An Analysis of the Production of Two Technical Reports". Springer-Verlag, páginas 69--86.
- [33] Lowry, Paul Benjamin; Curtis, Aaron y Lowry, Michelle René (2004). "Building a taxonomy and nomenclature of collaborative writing to improve interdisciplinary research and practice". *Journal of Business Communication*, páginas 41-66.
- [34] Spence, Muneera U (2006). "Graphic Design: Collaborative Processes = Understanding Self and Others". (lecture) Art 325: Collaborative Processes. Fairbanks Hall, Oregon State University, Corvallis, Oregon.
- [35] Lowry, Paul Benjamin, Aaron Mosiah Curtis y Michelle Rene Lowry (2004). "A Taxonomy of Collaborative Writing to Improve Empirical Research, Writing Practice, and Tool Development," *Journal of Business Communication (JBC)*, Vol. 41, No. 1, páginas. 66-99.
- [36] Ward Cunningham and Bo Leuf (2001). "The Wiki Way: Quick Collaboration on the Web". Publicado por Addison-Wesley Professional. ISBN-10: 020171499X.
- [37] http://en.wikipedia.org/wiki/Semantic_wiki. Visto por última vez: Agosto 2013.
- [38] M. Völkel, M. Krötzsch, D. Vrandečić, H. Haller, y R. Studer (2006). "Semantic Wikipedia". *Proceedings of the 15th International Conference on World Wide Web. WWW '06*. ACM Press, New York, NY, páginas 585-594.
- [39] J. Vidal, A. Fernández y A Díaz (2012). "Thinking Semantic Wikis as Learning Object Repositories". *Proceedings of the 15th International Conference on World Wide Web. WWW2012 Workshop Linked Learning*.
- [40] C. Bizer, J. Lehmann, G. Kobilarov, S. Auer, C. Becker, R. Cyganiak y S. Hellmann (2009). "DBpedia - A crystallization point for the Web of Data". *Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web*. Vol. 7, issue 3, páginas 154–165. ISSN 1570-8268.
- [41] "RDF Primer" (2004). W3C. <http://www.w3.org/TR/rdf-primer/>. Visto por última vez: Agosto 2013.
- [42] Berners-Lee, Tim; James Hendler y Ora Lassila (2001). "The Semantic Web". *Scientific American Magazine*. Páginas 29-37.
- [43] "SPARQL Query Language for RDF" (2008). W3C. <http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/>. Visto por última vez: Agosto 2013.
- [44] Berners-Lee, T (2006). "Linked Data". <http://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData.html>. Visto por última vez: Agosto 2013.
- [45] "Linked Open Data Project". W3C. <http://www.w3.org/wiki/SweoIG/TaskForces/CommunityProjects/LinkingOpenData>. Visto por última vez: Agosto 2013.
- [46] Liyang Yu (2011). "A Developers Guide to the Semantic Web". Editorial Springer. ISBN: 978-3-642-15969-5.
- [47] "Draft Recommended Practice for Expressing IEEE Learning Object Metadata Instances Using the Dublin Core Abstract Model" (2008). IEEE P1484.12.4™/D1.
- [48] "Recommendation on exposing IEEE LOM as Linked Data" (2013). http://data.organic-edunet.eu/ODS_LOM2LD/ODS_FirstDraft.html. Visto por última vez: Agosto 2013.

- [49] DCMI – Dublin Core Metadata Initiative. <http://dublincore.org/>. Visto por última vez: Agosto 2013.
- [50] X. Ochoa, J. Klerkk, B. Vandeputte y E. Duval (2011). “On the Use of Learning Object Metadata: The GLOBE Experience”. Proceedings EC-TEL'11 Proceedings of the 6th European conference on Technology enhanced learning: towards ubiquitous learning, páginas 271 – 284.
- [51] IEEE LOM Editor. RWTH Aachen University. <http://dbis.rwth-aachen.de/cms/projects/LOMEditor>. Visto por última vez: Agosto 2013.
- [52] ESQUEMA IEEE LOM LOOSE. IEEE. <http://ltsc.ieee.org/xsd/lomv1.0/unique/loose.xsd>. Visto por última vez: Agosto 2013.
- [53] ESQUEMA IEEE LOM. IEEE. <http://ltsc.ieee.org/xsd/lomv1.0/lom.xsd>. Visto por última vez: Agosto 2013.
- [54] ESQUEMA IEEE LOM STRICT. IEEE. <http://ltsc.ieee.org/xsd/lomv1.0/unique/strict.xsd>. Visto por última vez: Agosto 2013.
- [55] J. Liu y S. Ram (2009). “Who Does What: Collaboration Patterns in the Wikipedia and Their Impact on Data Quality”. 19th Workshop on Information Technologies and Systems, páginas: 175-180. Disponible en SSRN: <http://ssrn.com/abstract=1565682>.
- [56] Wikipedia. <http://www.wikipedia.org/>. Visto por última vez: Agosto 2013.

BIBLIOGRAFÍA

David Wiley (2002). "The Instructional Use of Learning Objects". Editorial Agency for Instructional Technology, 1ra Edición. ISBN: 978-0784208922.

Keith_Harman, Alex_Koohang (2006). "Learning Objects: Standars, Metadata, Repositories & LCMS". Editorial Informing Science, 1ra Edición. ISBN: 978-8392233756.

Keith_Harman, Alex_Koohang (2006). "Learning Objects: Theory, Praxis, Issues, and Trends". Editorial Informing Science, 1ra Edición. ISBN: 978-8392233763.

Ulf-Daniel Ehlers, Jan Martin Pawlowski (2006). "Handbook on Quality and Standardisation in E-Learning". Editorial Springer, 1ra Edición. ISBN: 978-3540327875.

Olivier Motelet (2007). "Improving Learning-Object Metadata Usage during Lesson Authoring". Tesis de doctorado. Departamento de Ciencias de la Computación, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile.

Stephen Downes (2001). "Learning Objects: Resources for distance education worldwide". The International Review of Research in Open and Distance Learning (IRRODL), vol. 2, issue 1.

Scott Bateman, Christopher Brooks and Gord McCalla (2006). "Collaborative Tagging Approaches for Ontological Metadata in Adaptive E-Learning Systems". 4th International Workshop on Applications of Semantic Web Technologies for E-Learning SWEL 05, páginas 3-12.

Devshri Roy, Sudeshna Sarkar, Sujoy Ghose (2008). "Automatic Extraction of Pedagogic Metadata from Learning Content". International Journal of Artificial Intelligence in Education, vol. 18, issue 2, páginas 97-118.

Kris Cardinaels, Michael Meire, Erik Duval (2005). "Automating metadata generation: the simple indexing interface". Proceedings of the 14th international conference on World Wide Web, páginas 548-556.

Michael Hartung, Frank Loebe, Heinrich Herre, and Erhard Rahm (2008). "A Platform for Collaborative Management of Semantic Grid Metadata". 2nd International Symposium on Intelligent Distributed Computing (IDC), páginas 115-125.

Jehad Najjar (2008). "Learning Object Metadata: An empirical investigation and lessons learned". Tesis de doctorado, Universidad Católica de Leuven, Bélgica.

Nelson Baloian, José A. Pino, Olivier Motelet (2003). "Collaborative Authoring, Use and Reuse of Learning Material in a Computer-integrated Classroom". Proceedings of the CRIWG'03, páginas 199-207.

Dean Allemang, James Hendler (2008). "Semantic Web for the Working Ontologist. Modeling in RDF, RDFS and OWL". Editorial Morgan Kaufmann. ISBN-13: 978-0-12-373556-0.

Liyang Yu (2011). "A Developers Guide to the Semantic Web". Editorial Springer. ISBN 978-3-642-15969-5.