

Universidad de las Ciencias Informáticas



Trabajo de Diploma para optar por el Título de Ingeniero en Ciencias Informáticas

# Ontología de los objetos de aprendizaje de la plataforma ZERA

Autor: Lilibiana del Carmen Castellanos Montero

Tutores: Ing. Enrique José Altuna Castillo

Ing. Maikel Pereira Ojeda

La Habana 2011

## **Declaración de Autoría**

Declaro que soy autora del trabajo de diploma “**Ontología de los objetos de aprendizaje de la plataforma ZERA**” y reconozco a la Universidad de las Ciencias Informáticas los derechos patrimoniales de la misma, con carácter exclusivo.

Para que así conste se firma a los \_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ del año \_\_\_\_\_.

## **Autor**

---

Liliana del Carmen Castellanos Montero

## **Tutores**

---

Ing. Enrique Altuna Castillo

---

Ing. Maikel Pereira Ojeda

## **Agradecimientos**

A mi Mamita y a mi Pon que han hecho posible este sueño de verme graduada. Sobre todo a Pon que deseaba tanto que me graduara en la UCI, por ser los mejores padres del mundo. Por estar siempre ahí en las buenas y malas y ser mis amigos siempre, apoyándome en todo y dejando que cometa mis propios errores sin reproches. Por complacer cada detalle que quería sin preguntar porqué. Gracias a ellos hoy soy ingeniera.

A mis abuelos, que siempre me empujaron a ser mejor.

A mi familia.

A Eduardo, tan especial estos cinco años, por querernos tanto y para toda la vida, por ser mi primer amor.

A mis amigos de infancia en Cienfuegos, Yanet y mi hermano de crianza Tico.

A mi amiga de siempre Hoasis que tanto me defendió a y me comprendió a, a Luismi que siempre ha sido espectacular.

A mis amigos de la universidad, los grupos 8202, 8301,8401, 4505 y en especial a mi grupo 8102, a mi amiga de siempre y para toda la vida Anita.

De CICPC, Yeli mi madre de la UCI, Yaimi la cachorra, Yander, Adonis el flaco, Reiniel, Oliver, Boqui, Cindy mi Super Darling, Yus, Nani, Yohana, Glei glei, Larita, Yuri, Maii.

A las mimis súper mimis, Jeni, Lili, Yenny, Maibe.

A mi súper amiga de fiestas Lizi Blondy.

A las hermanas Ediana y Zapotico.

A mis amigos Calidad, Roberto, a mis amigos de Venezuela que fueron tan especiales, Iv, Chei, Vivi, Lili, en fin a todos.

A todos los que me aceptan tal y como soy, y no juzgan las apariencias.

## Resumen

Con el nacimiento de las plataformas en línea surge la idea de los objetos de aprendizaje, unidad mínima de contenido educativo que puede ser reutilizada tantas veces como la descripción de sus metadatos lo permita, en este sentido, ZERA como plataforma, actualmente cuenta con una arquitectura que permite que estos puedan ser interoperables, intercambiables, portables y durables; pero la descripción de sus metadatos no ha sido la más adecuada, los objetos de aprendizaje carecen de significado pedagógico y no existen asociaciones ni relaciones de un mismo dominio.

Para darle solución a este problema se diseñan dos ontologías que permitirán obtener objetos de aprendizaje con significado pedagógico, que cuenten con una estructura semántica que permita encontrar relaciones a conceptos que se identifican de manera diferente, pero significan lo mismo. Una, que describe los estándares que utiliza un objeto de aprendizaje y otra que abarca la estructura de la plataforma ZERA donde la primera será aplicada. La utilización de estas en una plataforma y en un buscador permitirá obtener recomendaciones y búsquedas más precisas de objetos de aprendizaje orientadas a las necesidades del usuario.

**Índice**

Introducción.....	1
Capítulo 1. Fundamentación teórica.....	6
1.1. Sistemas de aprendizaje en la web .....	6
1.2. Objetos de aprendizaje.....	10
1.3. Gestión del conocimiento basado en objetos de aprendizaje .....	12
1.4. Metadatos de los objetos de aprendizaje.....	14
1.5. Ontología para los objetos de aprendizaje .....	25
1.6. Lenguajes para representar ontologías, metodologías y herramientas .....	27
1.7. Análisis del capítulo .....	31
Capítulo 2 Desarrollo de la solución.....	33
2.1. Análisis del problema.....	33
2.2. Proceso de desarrollo.....	35
2.3. Posibles aplicaciones .....	66
2.4. Análisis del capítulo .....	71
Capítulo 3 Evaluación de la solución .....	72
3.1. Evaluación con Ontometric.....	72
3.2. Análisis del capítulo .....	78
Conclusiones.....	79
Recomendaciones .....	80

## Introducción

El volumen de información que abarca la red es inimaginable. Sin embargo, a pesar de contar con ese almacén sin par de conocimientos, su capacidad para satisfacer las necesidades de información es limitada. Los sistemas de aprendizaje en la web, aparecieron hace más de una década y desde entonces las escuelas han ido incorporando a sus planes de estudio los recursos online como complemento de la enseñanza. Es por esto que se puede decir que las plataformas han ido evolucionando al mismo ritmo de la web.

El uso de las tecnologías en la pedagogía, como consecuencia del impetuoso avance de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) en los últimos años, provee de herramientas que basándose en teorías educativas tradicionales promueven un aprendizaje más efectivo utilizando nuevos medios para transmitir conocimiento. Con la integración de programas educativos bien diseñados, contenidos online y aplicaciones basadas en las TIC, se crean las plataformas de aprendizaje. Diseñadas en principio para facilitar a los profesores la gestión de cursos para los estudiantes y en nuestros días se basan en el aprendizaje colaborativo.

Para la gestión del conocimiento en las plataformas se crean los objetos de aprendizaje (OA), que brindan grandes beneficios en el contexto educativo. Según Morales y García (2005) estos se definen como una unidad de aprendizaje independiente y autónoma que se puede usar y reutilizar en diversos contextos instruccionales que han sido descritos a través de metadatos o esquema de metadatos, estos a su vez se rigen por un conjunto de estándares y especificaciones para describir las características principales de los recursos, a fin de tener una catalogación adecuada que facilite la localización y administración de contenidos dispersos en la red. Todos estos esfuerzos se encaminan a tener sistemas interoperables que funcionen de forma integrada con otros entornos de aprendizaje.

Según Javier de la Cruz (2005), los metadatos son un conjunto de atributos o elementos que describen un recurso, a través de los cuales se tiene un primer acercamiento al objeto, conociendo rápidamente sus características. No sólo tener un esquema de metadatos dará a los OA las potencialidades que necesita, también la estructura en que se organizan y el llenado de valores de cada uno, cumple un papel fundamental.

La plataforma ZERA controla, distribuye y da seguimiento a contenidos y recursos educativos en un entorno compartido de colaboración; en consecuencia a esto, presenta a los objetos de aprendizaje como una entidad autocontenible y reutilizable, con un claro propósito educativo como elementos para la instrucción asistida por computadoras. Las especificaciones y estándares existentes hasta el momento ayudan en los procesos de enseñanza permitiendo que los contenidos y la información puedan ser interoperables, reutilizables e intercambiables.

La plataforma actualmente cuenta con una arquitectura concebida de manera que los objetos de aprendizaje sean:

- Reutilizables: Modulares para servir como base o componentes de otros recursos, también deben tener una tecnología que les permita ser incluidos en otras aplicaciones.
- Accesibles: Indexados para localización y recuperación más eficiente usando esquemas de metadatos.
- Interoperables: Trabajar en diversas plataformas independientemente del hardware y software.
- Portables: Pueden moverse y albergarse en diversas plataformas de manera transparente.
- Durable: Permanecen intactos a actualizaciones de hardware y software.

La descripción de los metadatos de los objetos de aprendizaje, no ha sido la más adecuada, darle valores, es tarea de expertos, de especialistas en el manejo de información, pues su recuperación se hace a partir de datos capturados. El equipo de desarrollo de la plataforma ZERA, no cuenta con el personal especializado, capaz de realizar un diseño de metadatos correcto, lo cual trae consigo que:

- Se gestionan datos que ya han sido gestionados.
- No existen relaciones ni búsquedas que presenten un significado.
- No existen relaciones de asociación entre elementos de un mismo dominio.
- Se dificulta la interoperabilidad, la portabilidad y la reutilización.
- Los objetos de aprendizaje carecen de significado pedagógico.

La plataforma ZERA se ve en la necesidad de contar con una organización y estructuración de los metadatos, que permita satisfacer sus necesidades en la que se pueda tener objetos de aprendizaje estandarizados, que faciliten interoperabilidad y reutilización para las tecnologías del aprendizaje. Los estándares y especificaciones con los que cuenta en este momento la plataforma, aportan información

sintáctica, faltaría entonces una estructura semántica que los enriquezca, que describa específicamente a los objetos de aprendizaje, metadatos y relaciones OA-OA y OA-metadatos, facilitando el descubrimiento y almacenamiento en bases de datos locales y globales, favoreciendo el uso de ontologías, para resaltar la estructura del OA, dándole significado pedagógico y permitiendo la personalización del contenido educativo, desarrollando recursos inteligentes que asistan al usuario en la tarea más significativa.

Lo anteriormente descrito, conlleva al **problema de investigación**: ¿Cómo estructurar los metadatos de los objetos de aprendizaje para la plataforma ZERA, de manera que posean significado pedagógico y permitan la personalización del contenido?

Como **objetivo general** se propone desarrollar una ontología de los metadatos, que permita obtener objetos de aprendizaje para la plataforma ZERA, que posean significado pedagógico.

El **objeto de estudio** de la investigación, es el proceso de desarrollo de ontologías de metadatos y el **campo de acción**, se enmarca en los metadatos de los objetos de aprendizaje de la plataforma ZERA.

La **idea a defender** se plantea de la siguiente manera: La realización de una ontología de los metadatos, para la plataforma ZERA, permitirá obtener objetos de aprendizaje con significado pedagógicos que permitan la personalización de los contenidos.

Los **objetivos específicos** son:

- Documentar resultados obtenidos en la aplicación de la minería de datos.
- Realizar un análisis de los metadatos que garanticen el cumplimiento de las necesidades de la plataforma ZERA.
- Analizar y definir los metadatos de los objetos de aprendizaje para procesar conocimiento y no solo información.
- Modelar y representar las relaciones de los metadatos de manera que se integren los objetos de aprendizaje.
- Desarrollar una solución que estructure, relacione y garantice la semántica del sistema de objetos de aprendizaje de ZERA a partir de sus metadatos.
- Evaluar la ontología.

Para dar cumplimiento a los objetivos planteados se planificaron varias **tareas investigativas** tales como:

- Análisis de soluciones informáticas que le den respuesta parcial al problema planteado.
- Elaboración de un estudio de tendencias y tecnologías actuales para el manejo de metadatos.
- Estudio de la arquitectura y el diseño de los metadatos del proyecto para un mejor entendimiento del problema.
- Especificación de los metadatos de los objetos de aprendizaje para la plataforma garantizando la coherencia de estos.
- Documentación de la propuesta de solución que garantice la semántica del sistema de objetos de aprendizaje a un nivel específico.
- Definición y representación de una propuesta de integración y descripción de metadatos que aporten semántica.
- Definición y descripción de los elementos clave de la propuesta de solución que garantice las necesidades de ZERA.
- Evaluación de la solución propuesta.

Con el desarrollo exitoso de las tareas investigativas anteriormente expuestas, se espera desarrollar una ontología de los metadatos para la plataforma ZERA de forma tal que se pueda procesar conocimiento y no información.

Toda investigación se rige por una metodología acorde a su objeto de estudio. Para el presente trabajo se emplea la combinación dialéctica de los **métodos teóricos y empíricos**. En cuanto a los primeros, se emplean el histórico lógico y el analítico sintético, para realizar un estudio del estado del arte de los metadatos de los estándares utilizados en la plataforma ZERA, la importancia del trabajo con objetos de aprendizaje y la necesidad de estandarizar una plataforma educativa, que contara con una estructura ontológica y semántica en sus datos. Con respecto a los empíricos, se utiliza la observación y la modelación para conocer cómo se usan los recursos de educativos en la plataforma ZERA y modelarlos.

### **Estructura capitular**

El contenido a desarrollar en el presente trabajo está estructurado en tres capítulos:

**Capítulo No. 1: Fundamentación teórica**, se definirán un conjunto de conceptos y definiciones que le darán al lector una panorámica del contexto de la investigación, incluye un estudio sobre el estado del arte del tema que se aborda para conformar un sólido basamento teórico. Se muestra el surgimiento de las plataformas en la red y los cambios que esta provocó en el aprendizaje convencional. Asimismo se exponen las tendencias actuales, técnicas y tecnologías utilizadas en el mundo para dar respuesta a problemáticas similares a las de este trabajo, que serán de utilidad en un futuro para su desarrollo práctico.

**Capítulo No. 2: Desarrollo de la solución**, constituye el grueso de la investigación, muestra resultados que se obtienen al usar la semántica en los metadatos de los objetos de aprendizaje. En la solución, la investigación se dividió en 2 ontologías, una que abarca la estructura de ZERA y otra que está dividida en 3 módulos fundamentales los cuales son LOM (Learning Object Management System) en la descripción de los objetos de aprendizaje, QTI (Question and Test Interoperability) cuando el recurso es una evaluación y SCORM (Sharable Content Reference Model) para su empaquetamiento. En la elaboración de la solución propuesta se aplica la metodología Methontology, la cual implica una serie de pasos y actividades que deben realizarse representando un conjunto de componentes y conceptos que se desean modelar.

**Capítulo No. 3: Evaluación de la solución**, el cual resumirá un conjunto de pruebas que evaluarán la solución. La evaluación de una ontología resulta una actividad de suma importancia ya que proporciona un alto grado de confianza y seguridad del producto y de los resultados que se obtendrán luego que sea implantado; llega a ser un requisito que debe ser cumplido con todo rigor. Para lograr una correcta aprobación se hace necesaria una definición de requisitos para que sea posible chequear su cumplimiento. La evaluación de la ontología estuvo regida por un conjunto de métricas que propone Ontometric en cada una de sus fases.

## Capítulo 1. Fundamentación teórica

Se definirán un conjunto de conceptos y definiciones que le darán al lector una panorámica del contexto de la investigación, incluye un estudio sobre el estado del arte del tema que se aborda para conformar un sólido basamento teórico. Se muestra el surgimiento de las plataformas en la red y los cambios que esta provocó en el aprendizaje convencional. Asimismo se exponen las tendencias actuales, técnicas y tecnologías utilizadas en el mundo para dar respuesta a problemáticas similares a las de este trabajo, que serán de utilidad en un futuro para su desarrollo práctico.

### *1.1. Sistemas de aprendizaje en la web*

La red que hoy se conoce es muy amplia y entre sus servicios más importantes se encuentra la Internet concebida por Tim Berners Lee en 1989 en Suiza. Sin embargo, el proyecto en sí era mucho más ambicioso de lo que se conoce hoy por Web. Las posibilidades que ofrece en la actualidad son infinitas, permite de manera remota realizar actividades en diversas áreas, culturales, e-learning, económicas, administrativas, entre otras. Esto se debe a que contiene un gran volumen de información “todo está en la red”. (Marcos 2008). Independientemente de las particularidades descritas, es sabido que sus capacidades de satisfacer las necesidades de información son muy limitadas, la calidad de los contenidos no es siempre la mejor, pues los artículos casi nunca se encuentran referenciados y no se puede confirmar la veracidad de lo que se publica. Responde a una organización central que posee carácter universal conocida como la World Wide Web Consortium (W3C), que se encarga de velar por la normalización del internet. Su misión es guiar a la web a su máximo potencial mediante un desarrollo de protocolos comunes que promuevan su evolución y garanticen su interactividad.

### **La Web Semántica**

El concepto de web semántica hace referencia a una web extendida dotada con mayor significado, en la que los usuarios pueden encontrar respuestas a sus preguntas de forma más rápida y sencilla gracias a que la información está mejor definida mediante metadatos que describen la semántica de las páginas de forma procesable por las máquinas (Solís 2007). Se centra en tratar los contenidos de manera comprensible, no solo para los seres humanos sino también para las máquinas, agregando valores de

razonamiento y toma de decisiones. Aporta un camino para razonar en la web a través de metadatos o datos altamente estructurados que describen la información. Según García (2004) la web semántica permite tener datos bien definidos y organizados que puedan ser enlazados de forma efectiva para su descubrimiento.

### **Surgimiento del e-learning**

En la década de los ochenta apareció el ordenador personal y desde entonces se empezó a usar con varios fines, entre ellos el educativo. Aunque en esa época no existía mucha diversidad en cuanto a herramientas computacionales, era utilizado como material de apoyo para realizar tareas, es por esto que se le llamó enseñanza asistida por computadoras. No fue hasta la generación de los noventa, con la aparición del internet y la World Wide Web (WWW) como espacio de información global formados por miles de millones de páginas, que el e-learning fue tomando un papel protagónico en la enseñanza, abriendo grandes posibilidades para la educación a distancia, en la que la retroalimentación estudiante-profesor se hacía mediante el correo electrónico, chat y foros.

Esto trajo consigo grandes ventajas ante la enseñanza tradicional, donde la instrucción era centralizada y el contenido se seleccionaba de un acervo de materiales desarrollado por los docentes; la información era mostrada en su forma original, sin tomar en cuenta los cambios del entorno y debía satisfacer las necesidades de muchos, por lo que no era personalizado. El e-learning nace como resultado de la fusión de varias disciplinas como son: la informática, las ciencias de la educación y las tecnologías de la información, proporcionando la oportunidad de crear ambientes de aprendizaje basados en el estudiante, donde adquiere nuevas habilidades, conocimientos y destrezas, como resultado del estudio, la instrucción, el razonamiento y la experiencia (Machado 2006).

El uso de tecnologías en esos tiempos facilitó el proceso de enseñanza basado en el aprendizaje colaborativo, la autonomía en los estudiantes a la hora de realizar el estudio independiente y aumentar las posibilidades de retroalimentación estudiante-profesor. La enseñanza basada en computadoras, ha dado grandes saltos en su crecimiento a partir del empleo de las tecnologías de la información y las comunicaciones. En los inicios de este milenio, se introducen las técnicas de gestión del aprendizaje y la gestión organizativa de la educación, de esta manera, se facilita el aprovechamiento del capital intelectual

de una institución; generando fácil acceso a los contenidos, mejor gestión de alumnos y contenidos, incremento de interacción, retroalimentación y aparición de estándares de calidad educativa con técnicas que facilitan el intercambio de información y contenidos.

Con el e-learning surgen las plataformas educativas, con el objetivo dar un soporte a la docencia, apoyada en sistemas informáticos, revolucionando los planes de estudio y la forma de representar la información. Estimulan la idea de la cooperación y de la interacción y usando herramientas colaborativas que facilitaban el afianzamiento de los contenidos.

### **Learning Management System (LMS)**

Los Sistema de Gestión del Aprendizaje (LMS) se emplean para administrar, controlar y distribuir las actividades de formación de una institución. Son aplicaciones de software para la administración, documentación, seguimiento y presentación de informes en los programas de formación, clases y eventos en línea, e-learning, programas y contenidos de educación (Ellis 2009). Permiten diseñar e impartir cursos online para lograr un aprendizaje significativo de los estudiantes. Un LMS presenta características invariables, administra usuarios, instructores, cursos, roles y la generación de reportes, utiliza mensajes y notificaciones para los estudiantes. Cuenta con un sistema de evaluación antes y después de las pruebas y sus cuestionarios de autoevaluación, brinda adaptabilidad, clasificación de cursos, materiales básicos de enseñanza, plataforma para teléfonos, iPod, entre otros dispositivos que tengan acceso a internet, una correcta asignación de permisos para los diferentes roles y un repositorio de contenidos.

### **Learning Content Management System (LCMS)**

Los Sistemas de Gestión de Contenidos para el Aprendizaje (LCMS) combinan las funcionalidades de un LMS y un CMS<sup>1</sup>. Incorporan la gestión de los contenidos personalizando los recursos para cada estudiante. La empresa se convierte en su propia entidad editora resolviendo inconvenientes de aplicaciones anteriores y permitiendo la publicación de contenidos de manera rápida sencilla y eficiente. Añade técnicas de generación de conocimientos en un ambiente estructurado, permite la gestión de los contenidos, que comienza desde la creación del objeto de aprendizaje (OA). Para comprender lo que es

---

<sup>1</sup> Ver glosario de términos

un Sistema de Gestión de Contenidos para el Aprendizaje se definirán ciertos términos de manera muy general:

**Curso:** La unidad de aprendizaje en la educación convencional, medio para obtener evaluación en una materia específica.

**Objeto de aprendizaje:** Una parte independiente de aprendizaje, que se puede obtener de un curso que puede ser mezclada y combinada para formar otro curso de forma personalizada.

**Metadato:** Etiqueta dentro del objeto de aprendizaje que se utiliza para describirlo, puede contener, objetivo, autor, idioma, entre otros.

**Repositorio:** No es más que una base de datos de objetos de aprendizaje (59).  
Se pueden encontrar varias definiciones de LCMS.

Según Brandon Hall (2005): Un LCMS es un ambiente donde los desarrolladores pueden crear, almacenar, reusar, administrar y entregar contenidos de aprendizaje desde un repositorio central de objetos, usualmente llamado base de datos.

Según Eva Kaplan (2006): Un LCMS es una aplicación de software que permite a los aprendices y directores de capacitación, gestionar y administrar contenidos en función del aprendizaje. Un LCMS combina las capacidades de administrar los cursos de un LMS, con la creación de contenidos y capacidad de almacenamiento de un Sistema de Gestión de Contenidos (CMS).

A partir del análisis realizado por los autores descritos sobre el concepto que se analiza, para esta investigación se resume que un LCMS se centra en el desarrollo, gestión y publicación de los contenidos que normalmente se encuentran en un LMS, ya que en estos no se pueden crear, manipular y/o gestionar los cursos. Son ambientes diseñados para que las instituciones puedan implementar mejor sus procesos y prácticas con el apoyo de los cursos y materiales en línea. Están diseñados para expertos en cualquier área del saber y no necesariamente en el manejo de software, permitiendo crear, administrar y controlar el proceso de aprendizaje de una forma sencilla y rápida.

### **Comparación LMS y LCMS**

Actividad	LMS	LCMS
Permite administrar	Cursos, eventos y estudiantes	Contenido para el aprendizaje
Usuarios	Sí	Sí
Colaboración entre usuarios	Sí	Sí
Herramientas para la creación de contenidos	No	Sí
Organización de contenido reutilizable	No	Sí

**Tabla 1. Comparación LMS y LCMS**

La principal funcionalidad de un LMS es administrar estudiantes y dar seguimiento a su aprendizaje. Por otro lado un LCMS administra contenidos que se ofrecen a las personas en el momento indicado, “justo al momento”.

### **1.2. Objetos de aprendizaje**

Cuando una institución se plantea la incorporación de un sistema e-learning, la tarea no suele ser sencilla, hay que ponerle mucha atención a la creación de los contenidos desde el punto de vista pedagógico y técnico. A manera de aprovechar el máximo potencial que brindan los contenidos digitales, ha surgido un nuevo concepto, objeto de aprendizaje (OA). Este recurso tiene como particularidad que da capacidad y funcionalidad a los sistemas de gestión del aprendizaje y no es más que una unidad pequeña de contenido que tiene sentido por sí misma (Cernea 2005). Formalmente no existe una definición única de lo que es un objeto de aprendizaje.

Según la IEEE (2002), es una entidad digital o no digital que puede ser utilizada, reutilizada y referenciada durante el aprendizaje apoyado con tecnología.

Según Molares y García (2005), es una unidad de aprendizaje independiente y autónomo que está predispuesta a su reutilización en diversos contextos instruccionales.

Del análisis de la bibliografía estudiada se concluye que un objeto de aprendizaje no es más que una unidad de aprendizaje que permite la reutilización de contenidos en la web. En el contexto educativo su uso puede traer varias facilidades, adaptabilidad, flexibilidad, administración de contenidos y código abierto. Este podrá utilizarse y/o reutilizarse en la medida en que su diseño haya sido el apropiado, debe tener objetivos bien claros y debe ser fácilmente integrable a cualquier aplicación tanto por contenido como por su descripción.

Según Rehak & Mason (2003) un OA debe ser:

- **Portable:** Puede moverse e instalarse en diversas plataformas de manera transparente sin cambiar en contenido ni estructura.
- **Accesible:** Utilizando esquema de metadatos puede ser utilizado para localización y recuperación más eficiente.
- **Interoperable:** Puede operar en diversas plataformas de hardware y software.
- **Reutilizable:** Debe ser modular así puede servir como base o componente de otro recurso
- **Durable:** Deben permanecer intactos a actualizaciones de hardware y software.

El tamaño de un objeto de aprendizaje puede ser variable, esto se conoce como granularidad. Con ella hay que tener un cuidado especial, ya que si su nivel es muy pequeño carece de contenido suficiente como para considerarlo unidad mínima de aprendizaje y en el caso de que sea muy grande, (por ejemplo un software) surge exactamente lo opuesto, los objetivos están dirigidos a usuarios específicos y las probabilidades de reutilización son mínimas. Es importante destacar que no se puede definir la cantidad de información que debe contener un objeto de aprendizaje ya que este puede ser combinado con otros para producir uno nuevo. El reto de todo este trabajo es que mantengan la unidad, sean autocontenidos, y autosuficientes.

La granularidad ayuda a definir la forma en que los objetos de aprendizaje se unen o se agregan entre sí desde el más simple hasta el más complejo, sin embargo, la manera de hacerlo es por objetivos y propósitos específicos (Joya 2010). De manera general, es fundamental que los contenidos se puedan

visualizar de forma jerárquica, la profundidad y amplitud de estos será en dependencia de los objetivos educativos que se pretendan alcanzar. De esta forma, se garantiza que como unidades de contenido facilitarán el desarrollo del e-learning.

Puntualizando en el análisis de los OA se concluye que actúan como pieza fundamental en el aprendizaje de los estudiantes, proporcionando acceso a los contenidos de una manera flexible, adaptable y funcionando como recurso educativo que los estudiantes puedan consultar en función de sus propias necesidades. Crear un OA no es tarea fácil, pero sus esfuerzos se compensan con la cantidad de veces que él como recurso pueda ser utilizado. Es por esto que a la hora de ser creados, no pueden ser pensados como un recurso aislado, sino como un recurso con atributos específicos para su interacción con una plataforma, fáciles para almacenar, compartir y localizar. En su diseño para que sean facilitadores de conocimiento deben definirse como unidad mínima de contenido didáctico, conteniendo elementos altamente motivadores. Al tener en cuenta este aspecto, se le agrega valor al OA permitiendo el intercambio de exámenes y contenidos, cooperación entre centros educacionales, migración entre plataformas y actualizaciones menos costosas.

### ***1.3. Gestión del conocimiento basado en objetos de aprendizaje***

La gestión del conocimiento es un aspecto clave hoy en día para procesar, buscar y recuperar información dependiendo de las necesidades del usuario. Es una de las mayores fuentes de poder con las que cuenta la sociedad, debido a que toda persona necesita gestionarlo para poder llegar a decisiones acertadas de la vida (Morgado 2007). Tiene objetivos bien definidos:

- Identificarlo, recopilarlo y organizarlo.
- Facilitar su creación.
- Fomentar la innovación a través de la reutilización.

En el e-learning se pone de manifiesto en la red cuando el estudiante necesita de una adecuada administración de los recursos educativos para obtener un aprendizaje de calidad que permita capturar conocimiento de forma activa y eficiente. El objetivo principal de la gestión del conocimiento no es adquirir un conocimiento dado, es más bien la adquisición de competencias educativas que ponga al estudiante en

condiciones de ser evaluado, en base a su comprensión con el propósito de diseñar estrategias de aprendizaje en función de sus metas y aspiraciones (Morgado 2007).

A la hora de impartir un contenido se debe tener en cuenta que este es el espacio fundamental donde se debe realizar el proceso docente educativo, donde intervienen las figuras principales en el arte de aprender; para el e-learning se consigue a través de la computadora y el estudiante. A la hora de presentar al estudiante un recurso se debe tener en cuenta, la motivación, la exposición del contenido relacionando objetivo, contenido y método, y los objetivos específicos y pedagógicos que se pretenden alcanzar con él. Clasificando un objeto de aprendizaje en cuanto a su uso pedagógico se tiene:

Objeto de instrucción: Lecciones, seminarios, casos de estudio.

Objeto de colaboración: Ejercicios, chat, foros, reuniones, online.

Objeto de práctica: Simulaciones, laboratorios, online, proyectos de investigación.

Objeto de evaluación: Evaluaciones.

Estos requisitos solo pueden ser alcanzados, con un amplio consenso en torno a estándares apropiados para el diseño y descripción de los objetos de aprendizaje.

“La paradoja de nuestro tiempo es que estamos inundados de información y todavía hambrientos de conocimiento” (63). Esta sed de conocimiento se basa en que la información por sí sola no basta y aquí es donde entra el conocimiento a jugar su papel importante, permitiendo interpretar de un conjunto de información, la realidad, para decidir y actuar de manera acertada. Entonces lo importante no es dónde está la información, sino cómo usarla.

La IEEE LOM (2002) clasifica los objetos de aprendizaje según su nivel de agregación en niveles:

- Nivel 1: Nivel más atómico. ej. imágenes, sonido, texto.
- Nivel 2: Una colección de átomos. ej. un documento.
- Nivel 3: Colección de objetos del nivel 2. ej. Un curso.
- Nivel 4: Nivel mayor de granularidad. ej. Un conjunto de cursos.

Sin embargo, según Morales García (2005) debido a las características de los OA en sí como unidad mínima de contenido, el nivel 2 se ajusta más para definirlo, pues ya cuenta con un objetivo de aprendizaje específico que amplía las posibilidades de reutilización. Entonces existirían 3 niveles que

ayudarían a estructurar a los OA con un sentido pedagógico. Sin duda el valor de un OA aumentaría notablemente si se pudiera garantizar la calidad de los contenidos en estos.

#### **1.4. Metadatos de los objetos de aprendizaje**

La palabra metadato surge de la necesidad de describir y caracterizar objetos de información, a través de campos que permitan identificar cada dato. Actualmente la utilización de metadatos en el mundo se ha difundido ampliamente, ya que guardan una estrecha relación con los objetos de información que se manejan hoy en día. Son un conjunto de atributos o elementos que sirven para describir un recurso, a través de estos se puede lograr un acercamiento al objeto conociendo sus características (Joya 2010). Son especialmente útiles para recursos que no pueden ser indexados por sistemas automáticos por no ser textos, ejemplo: imágenes, videos. Los metadatos pueden ser creados manualmente, semiautomáticamente y automáticamente. La creación manual puede ser muy costosa es por esto que la semiautomática y la automática son las que generalmente se utilizan.

El uso de metadatos asociados a objetos de aprendizaje permite según Rodríguez (2007):

- Crear descripciones bien estructuradas que permitan descubrimiento, localización, evaluación y adquisición de recursos de aprendizaje por parte del estudiante, profesor y software automáticos.
- Compartir descripciones de recursos entre sistemas de búsquedas, propiciando reducción en los costes de los servicios proveedores basados en representaciones de recursos de alta calidad.
- Adaptación de las descripciones de acuerdo con las necesidades concretas de una comunidad.

Los datos que generalmente están asociados a los objetos de aprendizaje son:

- Objetivo: Objetivo educacional.
- Prerrequisitos: Lista de elementos que el estudiante debe conocer antes de utilizar el objeto de aprendizaje.
- Tema: Tema o tópico a tratar, generalmente una taxonomía.
- Interacción: Modelo de interacción del OA.
- Requerimientos tecnológicos.
- Proyecto de enseñanza.

Los metadatos suelen estar agrupados en un conjunto de elementos denominado esquema de metadatos. Cada uno se diseña con una funcionalidad específica y se define con un nombre concreto. En este contexto, cada elemento de este esquema debe poseer una definición única y para su diseño deben usarse algunos principios como son: modularidad<sup>2</sup>, refinamiento, plurilingüismo y extensibilidad. Los metadatos deben llevar una semántica asociada, una regla de contenido y una sintaxis. Es importante destacar que esta semántica no es compartida, es decir, no se establece para el esquema completo, es por esto que existen problemas con la reutilización, interoperabilidad y correspondencia entre los elementos de distintos esquemas.

Luego del análisis de la bibliografía estudiada se finiquita que una de las características más significativas de los metadatos es su capacidad de relación y establecer enlaces, muy importante en la recuperación de la información. En los OA la utilización de los metadatos garantiza la reutilización posibilitando la gestión del conocimiento y búsquedas óptimas donde se obtiene resultados más precisos. La reutilización de los OA depende de la descripción de sus metadatos, es por esto que deben ser de la manera más correcta posible y con un formato adecuado para un proceso automatizado.

Para la descripción de los metadatos muchas veces se utilizan los estándares y especificaciones para alcanzar un acuerdo en las características del medio de aprendizaje en sí, permitiendo:

- **Accesibilidad:** Para localizar y acceder a los materiales instruccionales independientemente de su localización.
- **Adaptabilidad:** Ajustar la instrucción a las necesidades de los estudiantes.
- **Asequibilidad:** Disminuyendo tiempo y costo aumentando efectividad, eficiencia y productividad.
- **Durabilidad:** Transparentes a cambios de software sin necesidades de recodificar ni rediseñar.
- **Reusabilidad:** Que permita su integración con variedad de aplicaciones.

El presente trabajo de diploma se enfoca en estos:

**IEEE Learning Object Metadata Standard (IEEE LOM):** Descripción de recursos de aprendizaje.

**IMS Question and Test Interoperability (IMSQTI):** Evaluaciones.

---

<sup>2</sup>La modularidad es la capacidad que tiene un sistema de ser estudiado, visto o entendido como la unión de varias partes que interactúan entre sí y que trabajan para alcanzar un objetivo común, realizando cada una de ellas una tarea necesaria para la consecución de dicho objetivo.

**Sharable Content Reference Model (SCORM):** Diseño instruccional.

El éxito a largo plazo de los estándares y especificaciones depende de su calidad y valor en el mundo.

#### **1.4.1 Learning object metadata standard (LOM)**

Este estándar define una organización para la descripción interoperable de los objetos educativos, especifica un esquema conceptual de datos que permite definir la estructura de una instancia de metadatos para un OA describiendo las características de este y agrupándolas en 9 categorías: General, Ciclo de vida, Meta-metadatos, Técnica, Uso educativo, Derechos, Relación, Anotación y Clasificación. Facilita la búsqueda, evaluación, adquisición y uso de objetos educativos permitiendo intercambio y uso compartido. Asegura que con su implementación se tendrá un alto grado de interoperabilidad semántica. Su propósito fundamental es ayudar a la reutilización de los objetos de aprendizaje en el contexto de los LMS.

#### **Estándar IEEE LOM**

EL IEEE 1484.12.1 2002 Standard for Learning Object Metadata es la primera parte de un estándar multiparte y describe el Modelo de Datos de LOM (IEEE 2002). Este especifica qué aspectos de un objeto de aprendizaje deben ser descritos y qué vocabulario puede ser usado para esas descripciones. Otras partes del estándar se centran en cómo los campos del modelo de datos deben ser representados en XML o en RDF.

#### **Estructura Básica de las categorías**

General: Agrupa la información general del objeto educativo.

Ciclo de vida: Historia de la evolución y estado actual del objeto educativo.

Meta-metadatos: Información sobre la propia instancia de metadatos.

Técnica: Requerimientos y características técnicas del OA.

Uso educativo: Características educativas y pedagógicas del objeto.

Derechos: Derechos de propiedad intelectual y condiciones de uso.

Relación: Características que definen la relación con otros OA.

Anotación: Comentarios sobre el uso educativo del objeto, información de quién, cómo y cuándo fue creado ese comentario.

Clasificación: Describe el OA depende de alguna clasificación que se le quiera dar.

**Elementos del estándar**

El modelo de datos de la IEEE LOM presenta una jerarquía de elementos de datos y para cada elemento se define:

Nombre: Nombre de referencia del objeto.

Explicación: Definición del elemento.

Tamaño: Número de valores permitidos.

Orden: Ordenación de valores cuando el elemento tiene valores múltiples.

Ejemplo.

Para los elementos simples o nodos hojas también se define:

Espacio de valores: Conjunto de valores permisibles que normalmente son en forma de vocabulario o referencia a otro estándar.

Tipo de dato: Indica si los valores son: Fecha, Duración, Vocabulario, No definido, CharaterString o LangString (representa una o varias cadenas de caracteres que pueden tener equivalencia semántica).

Es importante destacar que en LOM todos los elementos de datos son opcionales. En algunas instancias, un elemento de datos en vez de contener un valor único, tiene una lista de valores, esta lista puede ser solamente:

- Ordenada: El orden que presenten los valores de la lista es relevante.
- No ordenada: El orden de los valores no representa ningún significado.

Algunos de los elementos contienen un vocabulario, que no es más que una lista apropiada de valores recomendados. Se presentan como un par (fuente, valor), donde si la fuente es "LOMv 1.0", el espacio de valor se encuentra descrito en el estándar y si la fuente no lo es, no debe entrar en conflicto con él para facilitar la interoperabilidad semántica.

**Modelo de datos**

A fin de garantizar la interoperabilidad semántica los elementos no deben remplazar a los datos por el estándar LOM.

*(Ver Tabla Modelo de datos LOM Anexo 1)*

LangString es una cadena de caracteres, que puede incluir múltiples cadenas semánticamente equivalentes; tiene idioma, y cadena.

El valor fecha es un punto de tiempo que expresa con la exactitud hasta de segundos, tiene una descripción.

Duración es un intervalo de tiempo con error menor de 1 segundo; tiene descripción.

Vocabulario, tiene fuente, puede ser mediante URI, valor o el propio valor.

#### **1.4.1.1 Especificación IMS LRM**

El IMS Global Learning Consortium ha contribuido en los borradores del estándar LOM y lo han endorsado como IMS Learning Resource Model Specification (IMS LRM) y su versión 1.3, fue incluida en el estándar. Así que cuando se refiere al término LOM se hace referencia al estándar y a la especificación en su versión 1.3. Esta proporciona una guía de implementación y mejores prácticas y un XSL que permite migrar de las antiguas instancias de metadatos de la versión IMS LRM que se vinculen con el IEEE LOM XML.

#### **1.4.2 IMS Question and Test Interoperability (QTI)**

IMS Question & Test Interoperability Specification describe un modelo básico para la representación de preguntas, exámenes y un reporte de sus resultados (IMS 2005). Su objetivo principal es permitir el intercambio de exámenes entre diversas herramientas. Para esto cuenta con un modelo que define los componentes principales en una evaluación y adicional a este, una herramienta de autoría utilizada para almacenar las preguntas de manera independiente al sistema.

Esta especificación está basada en XML permitiendo flexibilidad en los exámenes online y la reutilización de las preguntas en distintos sistemas de aprendizaje, pues es muy común encontrar plataformas que incluyan en mayor o menor proporcionalidad una herramienta que admita la gestión y creación de exámenes en línea. Admite la interoperabilidad entre sistemas que trabajan con objetos de aprendizaje, centrándose en la definición de preguntas y exámenes, aunque también permite el intercambio entre distintas herramientas, de un informe que incluye los resultados de un estudiante en un examen, o en alguna pregunta aislada y el intercambio de información y estadísticas de los alumnos.

IMS QTI versión 2.0 del 2005 se centra en preguntas individuales, define los tipos de interacciones que puede tener el usuario. QTI como modelo, admite la inserción de nuevos tipos de interacciones que se puedan tener con el usuario para realizar otro tipo de preguntas, aunque esta extensión no sería reconocida por otro sistema QTI. Como modelo introduce novedades en su diseño, preguntas adaptativas que le permiten al estudiante realizar varios intentos de una pregunta, la presentación de pistas en caso de que la respuesta no sea la correcta, la oportunidad de realizar más preguntas adicionales en función de las respuestas actuales. Actualmente existe la versión 2.1 del 2006 pero está en fase de prueba, su objetivo es dar soporte a exámenes completos y al intercambio de resultados de los mismos.

### **Estructura avanzada**

Como especificación IMS QTI presenta una estructura avanzada que para ponerla en práctica hay que tener grandes conocimientos acerca del estándar y de la manera de implementarlos.

### **Intento**

Es habitual que las preguntas solo tengan un intento sin embargo, en la especificación se tiene en cuenta la posibilidad de existencia de más de uno por pregunta y a este conjunto se le denomina sesión de interacción; IMS también contempla la suspensión del intento cuando el alumno decide no enviar su respuesta para su corrección y continuar con el resto del examen. La importancia de tener varios intentos en un ejercicio, brinda la posibilidad de mostrarle al estudiante nueva información entre cada uno mediante mecanismos de retroalimentación.

### **Preguntas dinámicas**

La idea de las preguntas adaptativas admite que durante su proceso de creación, se les pueda añadir contenidos e interacciones dinámicas que en el primer intento estarán ocultas, pero que luego pueden o no aparecer según las respuestas del alumno, este proceso consta con varios mecanismos de retroalimentación.

### **Exámenes con dinamismo**

Cuando se diseña un examen, existen dos posibilidades que varían en dependencia del momento en que se modifique este, que puede ser antes de que el alumno responda cualquier pregunta de él o durante la realización del examen. En dependencia de estas modificaciones las secciones del examen se ven

afectadas producto a un conjunto de reglas, ya que dentro de una sección se reordenarán de manera aleatoria las secciones y preguntas contenidas. Los exámenes adaptativos se modifican dinámicamente durante su realización, y el alumno atraviesa por varias partes de él en dependencia de los resultados obtenidos.

### Conceptos asociados a la especificación

Para comprender bien como funciona este modelo se definirán los siguientes conceptos:

- Las preguntas: Se utilizan como recurso independiente, como otro elemento del paquete.
- Los exámenes: Son un conjunto de preguntas que permiten resumir las evaluaciones de los ejercicios individuales en un único valor.
- Resultados de los exámenes: Registro de la interacción entre el alumno, las preguntas individuales y exámenes, para posteriores estudios.

### Elementos de la especificación

**Preguntas** (AssessmentItem): Las preguntas individuales son autocontenidas, incluyen la pregunta que se presenta al usuario y puede incluir otra información para el procesamiento de la respuesta o su puntuación, retroalimentación y otros mecanismos mejoran el examen y su evaluación. Toda la información se agrupa en el cuerpo de ella, donde se encuentra el enunciado y de manera adicional un material explicativo que permite al docente exponer el contexto en el cual se está realizando la evaluación, todo el contenido, está dentro del estándar XHTML y MathML (para la representación de ecuaciones).

En la construcción de la respuesta se debe dotar de una herramienta capaz de simular un papel y un lápiz para construir esta, ahí es dónde entra la interacción a desempeñar un papel importante pues debe tener una representación acorde a la pregunta realizada. Luego una corrección de la respuesta y para finalmente generar una evaluación.

**Exámenes:** Evaluación, examen, o test es una colección de secciones que agrupan preguntas y que contiene información de cómo secuenciar o barajar los ítems (preguntas) y cómo combinar sus evaluaciones individuales para obtener la evaluación final. Durante su proceso de creación, se pueden estructurar en partes y estas partes en diversas secciones; ambas pueden contener materiales a mostrar al alumno, por tanto, el objetivo de estas partes es doble:

- Desde el punto de vista del alumno cuando está realizando el examen y se le es mostrado cada parte en el orden definido a la hora de crear el examen.
- Desde el punto de vista del creador del examen, ya que cuando divide un examen en partes es posible crear restricciones o limitaciones para cada una.
- Desde el punto de vista de la especificación la creación de un examen actúa de manera indistinta a las preguntas por las que está compuesto.

### **Interacciones**

El concepto interacción en IMS QTI reemplaza lo que anteriormente era tipo de pregunta, estas permiten al profesor especificar las herramientas para que el alumno elabore sus respuestas. Existen dos grupos de interacciones: las interacciones en línea y las interacciones en bloque, las primeras pueden incluirse en medio del enunciado del problema y las segundas se representan de manera independiente al enunciado de la pregunta (*Ver Tabla Interacciones IMS QTI Anexo 3*). En las plataformas de aprendizaje para el IMS QTI se incluye una herramienta de gestión de evaluaciones en línea que permitirá exportar e importar las preguntas y exámenes en formato IMS QTI.

### **1.4.3. Scorm Sharable Content Object Reference Model (SCORM)**

La especificación SCORM Sharable Content Object Model permite la creación de objetos de aprendizaje estructurados que pueden exportarse e importarse de otra plataforma siempre y cuando esta soporte la norma SCORM (ADL 2009). Como especificación se utiliza para fomentar la portabilidad y la interoperabilidad de los contenidos educativos entre plataformas, trata de aunar las ideas de las otras especificaciones permitiendo que se tuviera un objetivo claro y bien definido. SCORM especifica cómo se deben definir los objetos de aprendizaje, sus metadatos, su empaquetamiento y distribución, también explica mecanismos para secuenciar estos objetos formando cursos estructurados de forma lineal o definiendo complejos caminos educativos.

Ante esto surge la siguiente interrogante, **¿por qué SCORM?**; la respuesta es simple, ya que en el mundo académico SCORM está reconocido como líder a la hora de valorar la calidad de los contenidos educativos. El objetivo de SCORM se basa en lograr a través de estándares y especificaciones ya

establecidas, accesibilidad, adaptabilidad, asequibilidad, interoperabilidad y reusabilidad. Se centra en 3 aspectos fundamentales:

- Describir los distintos tipos de contenidos que se permiten dentro de la especificación, con detallados mecanismos a seguir para su empaquetamiento, descubrimiento en repositorios, distribuciones y la interoperabilidad entre distintas plataformas.
- El intercambio y la adaptabilidad de los contenidos y la plataforma dando lugar a contenidos más complejos, por eso es necesario estandarizar el proceso de ejecución de estos, para así garantizar interoperabilidad entre plataformas.
- Mecanismos para que una plataforma pueda concatenar contenidos de manera consistente, es decir, eventos generados por el sistema o alumnos, que deben ser procesados por la plataforma de manera que esta pueda decidir qué recurso educativo debe ser servido a continuación.

#### **Modelo de agregación de contenido (SCORM CAM)**

Representa el punto de partida a la hora de crear paquetes de contenido, su elemento más sencillo es el **asset** que es la forma más elemental de un recurso del aprendizaje, es una representación de imágenes, textos, páginas web entregada a los estudiantes. Se describe con metadatos para permitir su búsqueda y ser descubiertos por repositorios posibilitando la reutilización.

La agrupación de los recursos simples y compuestos llega a ser muy interesante desde el punto de vista de la interoperabilidad pero no representa un avance en el proceso de aprendizaje, por eso el **Objeto de Contenido Compartible (SCO)** representa el núcleo de la especificación SCORM, ya que es una recopilación de uno o más asset que pueden ser lanzados y usan el SCORM Run Time Environment (RTE). La única diferencia entre un SCO y un asset es que este se comunica con la plataforma, esta capacidad se le añade para que pueda tomar decisiones en función de cómo interactúa el alumno con el contenido.

En SCORM el término **actividad** representa un elemento significativo a la hora de estructurar y secuenciar el aprendizaje. Una actividad es una unión de instrucciones, esta puede estar representada por otras sub-actividades y estas a su vez por más actividades (ADL 2009). Las actividades que no tienen ninguna ramificación, es decir, que no presentan sub-actividades, están asociadas a un recurso del aprendizaje. Las actividades están asociadas a **secuencias**, que se definen como una parte de la organización de contenido que estructura las actividades entre sí, asociando información de secuencia a cada una, y la

plataforma se encarga de interpretar esta secuencia. Esta información de secuencia es un proceso externo al recurso de aprendizaje, porque de esta manera la reutilización de este se vería muy limitada cuando porta información específica del contexto del curso.

Todas estas actividades y sus sub-actividades se agrupan en una **Organización de Contenido**. Esta puede ser descrita a través de metadatos para así aumentar su reutilización. A un conjunto de organizaciones de contenido se le denomina **Agregación de Contenido**.

Para el empaquetamiento de los contenidos, SCORM utiliza el IMS Content Packaging (IMS CP), que indica cómo deben agruparse las colecciones de ficheros con material educativo y detalla la sintaxis en que se describen y estructuran los contenidos de un paquete de contenido denominado **manifiesto**. Este se compone de 4 secciones principales: metadatos, organizaciones, recursos y sub-manifiestos. Los metadatos representan el paquete de contenido en su totalidad, las organizaciones contienen la estructura de los recursos de aprendizaje que componen una unidad de enseñanza, los recursos definen su integración al paquete de contenido, y los sub-manifiestos detallan cualquier unidad anidada lógicamente.

SCORM define 2 perfiles de aplicaciones del IMS CP:

- Paquetes de Contenido formados por Recursos (Resource Content Package): Se emplea para empaquetar un conjunto de recursos y SCOs sin especificar una organización y un contexto de aprendizaje. Ofrece un medio común para el intercambio de recursos y es recomendado por SCORM para lograr interoperabilidad de contenidos entre entornos de aprendizaje. Al no definir estructura, los paquetes pueden ser transportados entre sistemas pero no pueden ser usados para ser consultados por los alumnos, es decir, no presentan un diseño instruccional.
- Paquetes de Contenido formados por Agregaciones de Contenido (Content Aggregation Content Package): Es empleado para agrupar contenido educativo y la descripción de la estructura de estos. Con este perfil se generan paquetes que presentan cursos completos y pueden ser navegados por un alumno a través de una plataforma.

Aunque de carácter opcional SCORM promueve el empleo de metadatos en sus distintos niveles de granularidad:

- Recursos simples: Aunque consista en un fichero, en ocasiones pueden tener valor educativo por lo que es recomendable acompañarlo con metadatos.
- Recursos compuestos: Generalmente tienen un significado mayor que un conjunto de recursos simples por eso deberían ir acompañados de metadatos.
- SCOs: Como unidad de aprendizaje y núcleo de SCORM se recomienda el uso de metadatos.
- Actividades: Suelen asociarse a SCOs y a recursos por lo que emplean metadatos para describir sus objetivos educativos que son independientes a los de un SCO o recurso.
- Agregaciones de contenido: Los recursos de aprendizaje con los SCO y sus actividades tienen sentido como recorrido de aprendizaje por lo que podrían ir acompañados de metadatos.
- Paquete de contenido: Independientemente del perfil de aplicación los paquetes son la unidad fundamental de interoperabilidad y distribución por lo que se recomienda el uso de metadatos para su localización y catalogación.

La gestión de secuenciamiento en SCORM se basa en la especificación IMS Simple Sequencing (IMS SS) la cual define de manera consistente el flujo de una experiencia de aprendizaje. La idea de esta especificación es asociar a cada elemento un conjunto de reglas que gestionan si el alumno puede o no acceder al elemento. Estas reglas se indican en manifiesto del paquete de contenido. Para que este sistema de reglas funcione, la plataforma debe conocer si el alumno ha accedido a todas las partes del contenido para poder controlar la activación o no de las reglas. Esta información es brindada gracias a la posibilidad de comunicarse con los SCOs.

#### **Entorno de tiempo de ejecución (SCORM RTE)**

En SCORM el entorno de tiempo de ejecución engloba el lanzamiento y ejecución de los objetos de contenido, la comunicación de este y la plataforma y la gestión de la información que es intercambiada en ese proceso. El proceso de ejecución de un contenido educativo se inicia en el sistema de secuenciamiento el cual decide qué elemento mostrar al alumno, la plataforma localiza al contenido y luego lo muestra en el navegador. Si el elemento es un asset es decir, es pasivo, la especificación exige que sea transmitido por el protocolo HTTP, de la misma manera, si es un SCO, la especificación debe detallar el proceso de ejecución del contenido, su mecanismo de comunicación, y la gestión de la información que se intercambia SCO-plataforma. Esta comunicación se establece a través de la

implementación de una API definida por la IEEE 1484.11.2 y su provisión es responsabilidad de la plataforma, siendo el SCO independiente al mecanismo de comunicación. El SCO debe seguir comunicándose con la plataforma hasta que algún evento dispare el mecanismo de secuenciación de este y sea sustituido por otro elemento.

Cada estándar y especificación brinda una estructura para organizar a los objetos de aprendizaje, permitiendo que estos sean interoperables entre plataformas y reutilizables a través de LOM, durables con SCORM, y para el caso de las evaluaciones, QTI brinda la posibilidad de describir detalladamente los tipos de interacciones posibles.

### ***1.5. Ontología para los objetos de aprendizaje***

Una ontología sirve como instrumento para la representación del conocimiento en los medios digitales (Segarra). En filosofía se definía como el estudio del ser y sus propiedades, luego pasó a ser la representación del mundo de un sistema en general. En la informática es la especificación de la conceptualización del sistema, por medio de una formalización basada en objetos, atributos, relaciones y comportamientos (Gruber 1993). Se encarga de definir los términos para describir y representar un área de conocimiento; incluye conceptos básicos en un campo determinado y establece sus relaciones de forma que las computadoras pueden codificar el conocimiento y el conocimiento extendido haciéndolo reutilizable.

Organiza el conocimiento en forma jerárquica logrando una visión que define conceptos, sus relaciones y atributos. Define un vocabulario común para compartir información de un dominio. El concepto que más se conoce es el de Gruber que hace referencia a las ontologías como una especificación de una conceptualización. El uso de las ontologías se convierte en una pieza clave permitiendo adicionarle semántica a contenidos específicos y realizar inferencia sobre ellos. Su uso trae consigo ciertas ventajas entre ellas:

- Crear una red de relaciones entre conceptos
- Compartir y reutilizar el conocimiento.
- Herramienta de adquisición de conocimientos.

Se utiliza para la representación de dominio de la información, no solo entendible por los seres humanos sino también por las máquinas. Su característica más interesante es la capacidad de razonamiento con la que se encuentra ligada, permitiéndole a través de reglas de inferencia deducir conceptos simulando una inteligencia artificial. Una ontología como conceptualización de un dominio describe conceptos y relaciones entre ellos representando conocimiento.

Según Hurtado (2006) permiten desarrollo semántico en profundidad debido a la formalización de la ontología a través de niveles jerárquicos, y sus relaciones utilizando reglas de inferencia. Buscan capturar el conocimiento en forma consensuada, para que pueda ser reutilizado y compartido tanto por aplicaciones como por personas.

La web semántica como un todo, todavía no ha sido una realidad, aunque innumerables son sus aplicaciones en la educación para la gestión de la información y el conocimiento. La reutilización de contenidos entre sistema requiere que los objetos de aprendizaje estén estandarizados. Las tendencias de desarrollo en la educación se centran en la informática, el diseño instruccional y los sistemas bibliotecas. Ofrece desde el punto de vista de los objetos de aprendizaje, grandes posibilidades que facilitan su descubrimiento y almacenamiento en bases de datos locales y globales utilizando sus metadatos. Dotados de una semántica facilitan su reutilización, favorecen el uso de las ontologías para conferir un significado pedagógico y resaltar su estructura potenciando la personalización de contenidos educativos donde estos puedan asistir al estudiante para la realización de la tarea más significativa.

Durante el estudio de diversas ontologías aplicadas a los metadatos de los objetos de aprendizaje en el ámbito educativo, se encuentran disímiles ejemplos de los cuales se realiza un estudio que permitirá encontrar relaciones interesantes que puedan ser aplicadas para darle solución al problema de estudio.

### **LOM2OWLowl**

Parte de **learningObject** como clase fundamental, no se ajusta totalmente a la jerarquía definida por LOM para la representación de sus categorías. Cuenta con identificador y un conjunto de valores asociados a cada una de sus propiedades. Para que exista una correspondencia con los tipos de datos propuestos por LOM LOM2OWL propone la creación de las clases **DateTime**, **LangString** y **Duration**, para el Vocabulario no

define ninguna clase específica pues las propiedades de este tipo se definen como Data Properties en la ontología.

### **slor.owl**

Se aplica a un repositorio de objetos de aprendizaje que como característica diferencial presenta que permite albergar objetos de aprendizaje de una manera flexible, almacena registros de metadatos heterogéneos, es decir, conforme con distintas conceptualizaciones de objetos de aprendizaje. Su propósito fundamental es la integración e intercambio con otros sistemas. Como desventaja presenta que no queda bien definido el modelo y el rango de la ontología, rompe un poco con la flexibilidad, y el tiempo de respuesta de la inferencia es un tanto alto.

El propósito del presente trabajo de diploma es realizar una ontología para los objetos de aprendizaje de ZERA que combine SCORM, IMS QTI y LOM usando OWL, facilitando su búsqueda, localización y ampliando su capacidad de reutilización.

## ***1.6. Lenguajes para representar ontologías, metodologías y herramientas***

### **Lenguaje**

En principio, se trabajó con XML (extensible Markup Language) que es independiente de la plataforma y proporciona una estructura sintáctica que las computadoras pueden interpretar. Luego se utilizó XMLS (XML Schema) permitiendo la definición de gramáticas y etiquetas significativas a los documentos, con este aparece una semántica intuitiva para los humanos pero no para las computadoras.

Más tarde aparece RDF (Resource Description Framework) como sucesor del DAML+ OIL basado en una tripleta que define (sujeto, predicado, objeto) donde el sujeto es el recurso en sí, el predicado representa las características del sujeto, y los objetos son los valores que se le asignan a las propiedades y mediante el cual se establecen relaciones.

En la actualidad el lenguaje que predomina en el mundo es el OWL (Ontology Web Language) que permite publicar y compartir datos mediante el uso de ontologías, usa RDF aunque expresa relaciones

más complejas, por eso se utiliza para la representación de esta ontología. Posee tres variantes OWL Lite que solo utiliza restricciones simples y una cardinalidad de 0 a 1. OWL DL permite una máxima expresividad sin perder el uso de algoritmos de razonamiento, y OWL Full que mantiene su compatibilidad con RDF y posibilita el aumento del vocabulario definido anteriormente.

### **Metodologías para el desarrollo de ontologías**

Actualmente existen varias metodologías para el desarrollo de ontologías entre ellas se destacan:

#### **Cyc**

Nace como un proyecto de ingeniería artificial para la construcción de una ontología, consiste en dos pasos fundamentales:

- Extracción manual del corpus de dominio.
- Utilización de herramientas de procesamiento del lenguaje natural para la adquisición de conocimientos.

Su objetivo fundamental es brindar la capacidad de comunicarse con los usuarios finales en lenguaje natural para que el sistema pueda continuar por sí solo el proceso de construcción.

#### **Ushold y King**

Permite crear ontologías en base a otras ya existentes, recomienda cinco pasos fundamentales:

- Identificar propósito de la ontología.
- Capturar conceptos y relaciones.
- Codificarla.
- Evaluarla.
- Documentarla.

#### **Methontology**

Permite la creación de ontologías desde ya existentes y desde cero, incluye una identificación del proceso de desarrollo y un ciclo de vida basado en la evolución de prototipos definidos por la IEEE:

- Especificación: Definición del alcance y la granularidad de la ontología.
- Conceptualización: Organiza y estructura el conocimiento obtenido mediante tablas UML y jerarquías.
- Implementación: Representación a través de un lenguaje RDF o OWL.

- Evaluación: Comprobar su funcionamiento.
- Mantenimiento: Mantener la ontología actualizada por posibles cambios.

Luego de un análisis comparativo de las metodologías se puede precisar que definen un proceso para la construcción de ontologías desde distintos puntos de vista. Presentan características comunes con enfoques diferentes, permitiendo utilizarlas en dependencia del dominio que van a representar. Incluyen:

- Ciclo de vida: Comprende procesos que se realizan desde la concepción hasta el soporte.
- Herramientas de soporte: Las metodologías de ontologías deben ser soportadas por herramientas ontológicas.
- Modelado: Permite tener una idea de cómo realizar una extracción de conceptos.
- Nivel de abstracción: Permite la extracción de conceptos y una elevada granularidad.
- Uso de una ontología base: Permite análisis de ontologías ya existentes y anexarlas a la propuesta a desarrollar.

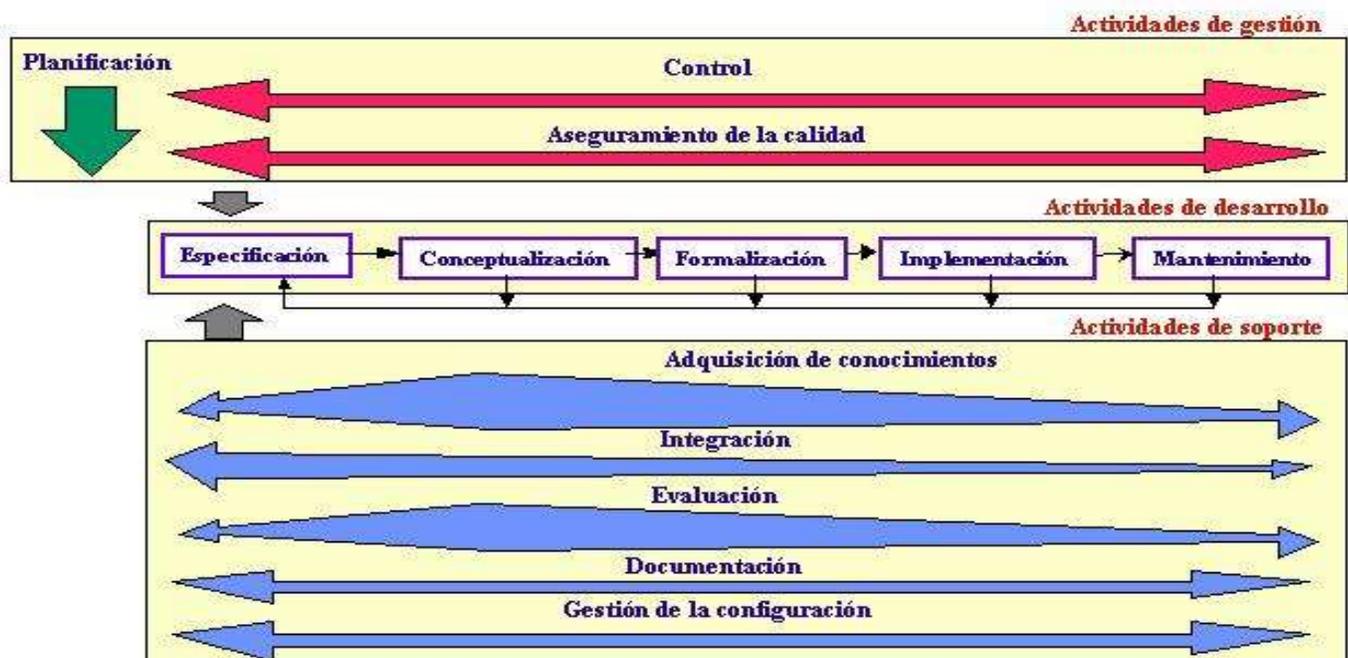


Figura 1. Proceso de desarrollo de Methontology<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Tomado de: Corcho O, Fernández-López M, Gómez-Pérez A, López-Cima Angel, Construcción de ontologías legales con la metodología METHONTOLOGY y la herramienta WebODE, Facultad de Informática. Universidad Politécnica de Madrid

Característica VS Metodología	Ciclo de vida propuesto	Herramientas de soporte	Modelado	Nivel de abstracción	Uso de ontología base
Methontology	Secuencial a través de prototipos en paralelo al desarrollo	ODE Web ODE OntoEdit Protégé	Identificación de conceptos y taxonomías	Elevado	No
Cyc	Secuencial	No especifica	Extracción manual	Alto	No
Uschold y King	No especifica	No especifica	Identificación de conceptos	Normal	No

**Tabla 2. Análisis comparativo entre metodologías**

De todas estas se seleccionó Methontology ya que es una metodología para la construcción de ontologías, basada en las actividades señaladas por la IEEE. Estas actividades son programadas por su ciclo de vida que establece las etapas por las que debe pasar la ontología durante su proceso y las actividades a realizar en cada una de ellas. Su desarrollo es en espiral e iterativo incremental, simulando el de desarrollo de un software aunque no tan igual ya que sus decisiones se basan en características estructurales.

Las ontologías en los metadatos tratan de convertir la información en conocimiento mediante una estructura formalizada (la ontología) que referencian a los datos mediante metadatos. Estos no solo especifican el esquema de datos que deba a parecer en cada instancia, sino que contienen información adicional de cómo se podrá hacer deducciones sobre ellos, es decir, establecer axiomas que se apliquen a diferentes dominios.

El desarrollo de las ontologías intenta proporcionar semántica a los metadatos de la plataforma ZERA a fin de garantizar interoperabilidad, y reutilización entre ellos. Desarrollar un modelo conceptual, definir conceptos, relaciones, atributos y formalizar la ontología.

### **Herramientas para el modelado de la ontología**

#### **Protégé**

Es un editor de ontologías de código abierto, se le conoce también como framework para bases de conocimientos. Desarrollado en Java para que fuera multiplataforma por la Universidad de Stanford, su uso trae consigo ciertas ventajas:

- Posee gran cantidad de plugins que permite su conexión con base de datos.
- Cuenta con una comunidad bastante amplia de desarrolladores.
- Provee un API que permite la exploración, edición, y creación de ontologías.
- Permite modelado sencillo, y varios modos de visualización.
- Puede ser exportado a una gran variedad de formatos.
- Hermit es uno de los razonadores que utiliza Protégé, utiliza OWL (Ontology Web Language) y permite determinar si la ontología es consistente o no.

#### **CmapTools**

Este software es desarrollado por el “Institute for Human and Machine Cognition” (IHMC), de la Universidad de West Florida (Estados Unidos), es un software gratuito diseñado con el objetivo de apoyar a la construcción de modelos de conocimientos representados en forma de “Mapas Conceptuales”. Con él también pueden elaborarse “Telarañas”, “Mapas de Ideas” y “Diagramas causa-efecto”, todos dentro de un entorno de trabajo intuitivo, amigable y fácil de utilizar.

### **1.7. Análisis del capítulo**

Se han dado a conocer un conjunto de elementos que marcan el punto de partida hacia la solución del principal problema de este trabajo de diploma. El estudio del estado actual de los Sistemas de Gestión del Aprendizaje y las plataformas e-learning contribuye de manera importante a la creación de la siguiente propuesta. El auge del e-learning en la enseñanza ha sido un paso importante en el desarrollo de la

educación, abriendo nuevas fronteras del conocimiento. Entre ellas la creación de los objetos de aprendizaje estandarizados como unidad mínima de conocimiento descrita a través de metadatos que permita localización, reutilización, interoperabilidad y portabilidad entre sistemas.

Pero aún existen deficiencias que deben ser reparadas en el futuro, ya que el continuo cambio de las tecnologías de la información y las comunicaciones trae consigo nuevas estructuras en el modelo del aprendizaje por lo que a las plataformas se les exige un mayor nivel de calidad en los procesos de enseñanza. Para esto se está experimentando con la web semántica, una extensión de la web actual, en la cual la información ya tiene un significado bien definido y enlazado de manera que pueda ser usado de manera más efectiva, con ayuda de las ontologías para encontrar equivalencias entre términos comunes que se identifican de forma diferente. Una ontología como especificación de una conceptualización que aplicada a los estándares y especificaciones SCORM, IMSQTI y LOM permitirá crear asociaciones entre los metadatos para la representación de conocimientos. Para su realización se utiliza como metodología Methontology y como herramientas Protégé y CmapTools.

Con la utilización de la web semántica se ampliarán las capacidades de reutilización y de interoperabilidad de los objetos de aprendizaje y beneficiará tanto a alumnos como profesores abriendo grandes oportunidades en los procesos del aprendizaje y la enseñanza.

## Capítulo 2 Desarrollo de la solución

Para el desarrollo de la solución, la investigación se dividió en 2 ontologías, una que abarca la organización de ZERA como plataforma, las materias, las evaluaciones y los recursos y otra que está dividida en 3 módulos fundamentales los cuales son LOM para describir los objetos de aprendizaje, QTI para cuando el recurso es una evaluación y SCORM para su empaquetamiento. En la elaboración de la solución propuesta se aplica la metodología Methontology, la cual implica una serie de pasos y actividades que deben realizarse representando un conjunto de componentes y conceptos que se desean modelar.

### 2.1. Análisis del problema

La presente investigación está centrada en la realización de una ontología para la plataforma ZERA que permita la reutilización, interoperabilidad y durabilidad de los objetos de aprendizaje. Luego de un análisis de la arquitectura y el diseño de los metadatos se resume que la base de datos soporta los elementos de cada estándar pero solo se utilizan los que a continuación se mencionan:

**Tabla 3. Metadatos que se utilizan en ZERA**

Estándar	Metadato
LOM	General Identifier General Title General Language General Description General Keywords LifeCycle Contribute LifeCycle Date. Technical Location Educational LearningResourceType

	Educational InteractivityType Right Relations Resource Relations Identifier
QTI	interactionType timeDependent toolName feedback
SCORM	shema shemaVersion manifest metadata organizations resources file item

Estos elementos de los estándares son de propósito descriptivo y sintáctico pero no presentan una semántica para la plataforma. Con el análisis de los metadatos utilizados en ZERA se confirma el problema planteado y se propone una nueva organización y estructuración de los metadatos que permita que los OA puedan ser interoperables, intercambiables y reutilizables a través de una ontología que les confiera un significado pedagógico, permita la personalización de contenido y encuentre relaciones semánticas entre conceptos.

En el estudio del estado del arte se investigaron los metadatos de cada estándar y su uso. Con la utilización de estos se garantizará la reutilización posibilitando la gestión del conocimiento, las búsquedas

óptimas obteniendo resultados más precisos y el almacenamiento permitirá el descubrimiento y localización de recursos por parte del estudiante, el profesor, y el sistema.

Para resaltar el significado pedagógico de un recurso, se utilizan las recomendaciones de uso, la sugerencia de evaluación y la intención didáctica, que proveerán al docente de un mecanismo que facilite el proceso de enseñanza. Estos servirán de apoyo a la docencia, permitiendo que los pedagogos puedan impregnarle un carácter metodológico a los objetos de aprendizaje.

## **2.2. Proceso de desarrollo**

### **Methontology como metodología a utilizar**

Methontology es la metodología seleccionada para el proceso, su desarrollo es en espiral e iterativo incremental, simulando el de desarrollo de un software, aunque no tan igual ya que sus decisiones se basan en características estructurales. Como toda metodología guía el proceso de desarrollo, identifica las actividades a realizar pero no dice nada de cómo debe hacerse, como debe ser programado.

A continuación se detallan las actividades programadas por el ciclo de vida de Methontology.

Gestión de procesos: Las actividades de gestión de proceso responden a las actividades que son propias del proyecto.

- La **Planificación** es la primera actividad del ciclo de vida de la ontología. Su objetivo es realizar una programación de las tareas más importantes que deben ser realizadas, es decir, cómo se organizan los recursos que necesita.
- El **Control** se realiza a lo largo de todo el ciclo de vida de la ontología a fin de no tener desviaciones no deseadas en la programación inicial.
- La **Calidad** es la encargada de revisar cada salida de la metodología.

Proceso de desarrollo: Incluye todas las actividades de la fase de desarrollo y refinamiento del prototipo. El proceso comienza con la especificación, que produce una salida informal; luego aumenta su formalidad, hacia un modelo computable que puede ser entendido por las máquinas.

- La **Especificación** establece el alcance y el propósito de la ontología, se realiza en lenguaje formal, informal o utilizando una serie de preguntas de competencia.

- La **Conceptualización** organiza y estructura los conocimientos adquiridos mediante representaciones externas que son independientes. Estas representaciones (conceptos, atributos, axiomas y reglas) son valiosas ya que pueden ser entendidos por los expertos el dominio y desarrolladores de la ontología.
- El resultado de la **Formalización** es el Modelo conceptual de la ontología.
- En la **Implementación** se construye un modelo computable utilizando ontologías y el lenguaje seleccionado para implementarla.
- **Mantenimiento** se realiza con el fin de realizar actualizaciones a la ontología donde esta se modifica en caso de que sea necesario para su uso en otra ontología u otro sistema.

Soporte de procesos: Estas actividades de soporte se realizan a la par de las actividades de desarrollo.

- **Adquisición de conocimientos** utilizando técnicas de obtención de ellos, las fuentes deben ser capaces de mostrar especificación y descripción del conocimiento dado y para esto pueden utilizarse técnicas mediante análisis del lenguaje natural o aprendizaje automático.
- **Evaluación de las actividades** juzga el desarrollo de la ontología pues esta debe ser evaluada antes de su uso.

Desarrollar una ontología generalmente incluye definir las clases, organizarlas dándoles una estructura jerárquica, definir las propiedades de las clases y los valores permitidos para la misma. Existen varias alternativas para la creación de una ontología, a continuación se propone una vía aplicada a los estándares utilizados en los objetos de aprendizaje de la plataforma ZERA y otra para su estructura.

Para la primera ontología, se **identifican** los metadatos utilizados en ZERA, se **analizan** y se **determina** el dominio y ámbito, para este caso, es el modelo de datos de LOM, SCORM e IMS QTI para **definir** las relaciones semánticas entre los metadatos de un objeto de aprendizaje. Luego, se considera la **reutilización** de alguna ontología existente para partir de esta, pero en este caso no se utiliza ninguna, ya que no se adecuan a las necesidades de ZERA, pero si se **examinan** algunas relaciones que resultan relativamente importantes a la hora de **concretar** las asociaciones. Se definen los conceptos más importantes y se establece su estructura jerárquica. Para este caso se identifica **LearningObject** como concepto fundamental que está compuesto por LOM, y si es un ejercicio, tendrá QTI.

Para la segunda ontología es necesario **conocer** la estructura de la plataforma ZERA y como esta **distribuye** los contenidos a través de las **materias**. Se define como concepto inicial ZERA por ser el nombre de la plataforma, luego se le agregan los conceptos pertenecientes a este y sus relaciones.

## Fase Especificación

### Artefacto: Alcance

#### Estructura ZERA

El desarrollo de la ontología servirá de base para la extracción de información proveniente del repositorio de objetos de aprendizaje hacia una capa superior, donde el usuario pueda realizar búsquedas de los recursos disponibles en la red.

#### Estándares

Los metadatos sirven para estructurar contenido y una ontología les daría una semántica a la hora de construirlos. Permitirá definir términos y relaciones para la comprensión de un área de estudio que aplicada a los metadatos convertirá la información en conocimiento mediante una estructura formalizada (la ontología) que referencie a los datos mediante metadatos. El desarrollo de la ontología para los objetos de aprendizaje servirá de base para la extracción de información de la plataforma ZERA. Proporcionar semántica a los metadatos de la plataforma garantizará la interoperabilidad, y reutilización entre ellos.

En la revisión de diversas fuentes se consideraron algunas relaciones de las siguientes ontologías LOM2OWL y slor. En la búsqueda de otras fuentes no fue posible recuperar información a través de Swoogle<sup>4</sup> motor de búsqueda en la web, que incluye documentos OWL y RDF y el directorio ShemaWeb<sup>5</sup> que almacena esquema almacenados en RDF, DAML+OIL y OWL. Por lo que se concluye que para el desarrollo de la ontología no existen precedentes significativos que puedan ser utilizados como referencia en la evaluación.

## Objetivo de las ontologías

---

<sup>4</sup> <http://swoogle.umbc.edu/>

<sup>5</sup> <http://www.schemaweb.info/default.aspx>

El propósito de las ontologías es representar, organizar, formalizar, estandarizar y compartir el conocimiento del dominio de los metadatos de los objetos de aprendizaje de la plataforma ZERA para su representación hacia una capa superior, y conferirle a los objetos de aprendizaje un significado pedagógico.

### **Objetivos específicos**

- Definir modelo conceptual ontológico.
- Definir modelo interno de la ontología.
- Formalizar e implantar la ontología con Protégé.
- Realizar una validación a través de Ontometric.

### **Requerimientos**

- Se mantendrá la estructura LOM, SCORM y QTI de acuerdo a la jerarquía definida los estándares.
- Se mantendrá la estructura de la plataforma ZERA.
- Dado el dominio de la aplicación se define el desarrollo de una ontología que modele las relaciones entre los metadatos de los objetos de aprendizaje.
- La fiabilidad de la ontología dependerá de los componentes del sistema y podrá ser comprobada mediante razonadores y analizadores.
- El lenguaje de representación de la ontología será OWL.

### **Preguntas de competencia**

Las preguntas de competencia son solo un bosquejo de la ontología, no necesitan ser exhaustivas, son un conjunto de preguntas que la base de conocimientos deberá responder, las cuales servirán indicador del alcance y contenido del dominio que se representa y pueden presentarse como un conjunto de pruebas para validar los requerimientos.

- ¿Qué características deben considerarse importantes mantener de cada uno de los estándares?
- ¿Cómo saber si el objeto de aprendizaje es una evaluación?
- ¿Qué elementos facilitarían la reutilización de un objeto de aprendizaje?
- ¿Cómo LOM garantiza la interoperabilidad?
- ¿Para empaquetar un objeto de aprendizaje, qué elementos son de vital importancia?

¿Un objeto de aprendizaje incluye LOM?

### **Fase Conceptualización**

Una conceptualización organiza y estructura las ideas mediante representaciones de conocimiento. A fin de construir un modelo conceptual coherente se definen un conjunto de tareas que debe ejecutarse aumentando paso a paso la complejidad de las representaciones. Fue conveniente definir un marco común de trabajo donde la ontología **Estructura** representara cómo se organizan los recursos en la plataforma y **Estándares** organizara los metadatos de LOM, SCORM y QTI. Estos a partir de su complejidad proponen un conjunto de metadatos que presentan un estrecho vínculo los cuales pudieran relacionarse. Se comienza desde el concepto **LearningObject** donde a partir de él se definen relaciones importantes, un objeto de aprendizaje contiene metadatos LOM, QTI si es un ejercicio y SCORM para su empaquetamiento. Para brindarle el significado pedagógico que se desea que contengan se incluyen como metadatos del objeto de aprendizaje, las recomendaciones de uso, sugerencia de evaluación y la intención didáctica. Para la representación de la estructura de ZERA se mantiene la jerarquía definida.

### **Artefacto: Modelo de taxonomías**

Una taxonomía en su sentido más general es la ciencia de la clasificación. Ilustra de forma gráfica una clasificación de los elementos de los estándares y su jerarquía donde los datos se organizan en forma de árbol.

El módulo LOM a partir de su dificultad y el tamaño que presenta, es representado en otro diagrama, QTI al ser un módulo relativamente pequeño, se separa para un mejor entendimiento y porque en jerarquía se encuentra situado en el mismo nivel de LOM. SCORM se sitúa al nivel de un objeto de aprendizaje ya que este empaqueta al recurso en sí. Al separar SCORM se garantiza que pueda empaquetar recursos completos. Con el propósito de lograr simplicidad y eficiencia en la ontología se definen los siguientes modelos de relaciones taxonómicas mostrando una estructura de jerarquías.

Para la estructura de ZERA se presenta un diagrama que muestra cómo se define la jerarquía en la plataforma, ZERA se identifica como concepto principal y de este parte Materia, y así sucesivamente.

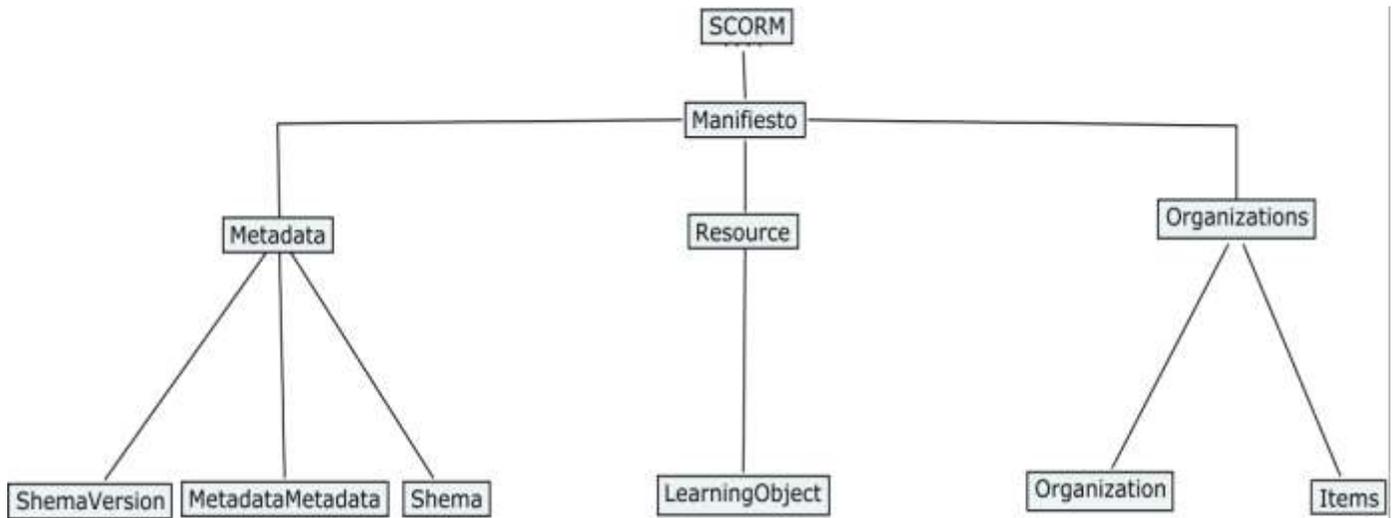


Figura 2. Taxonomía SCORM

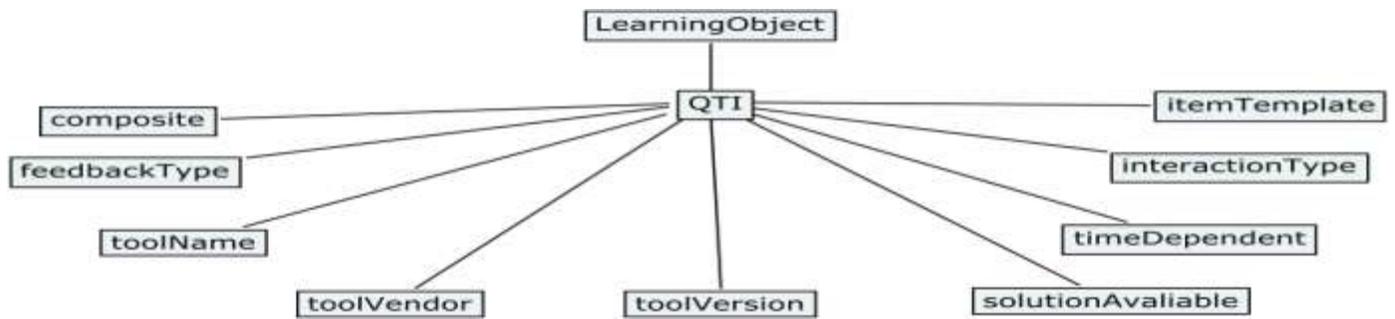


Figura 3. Taxonomía QTI

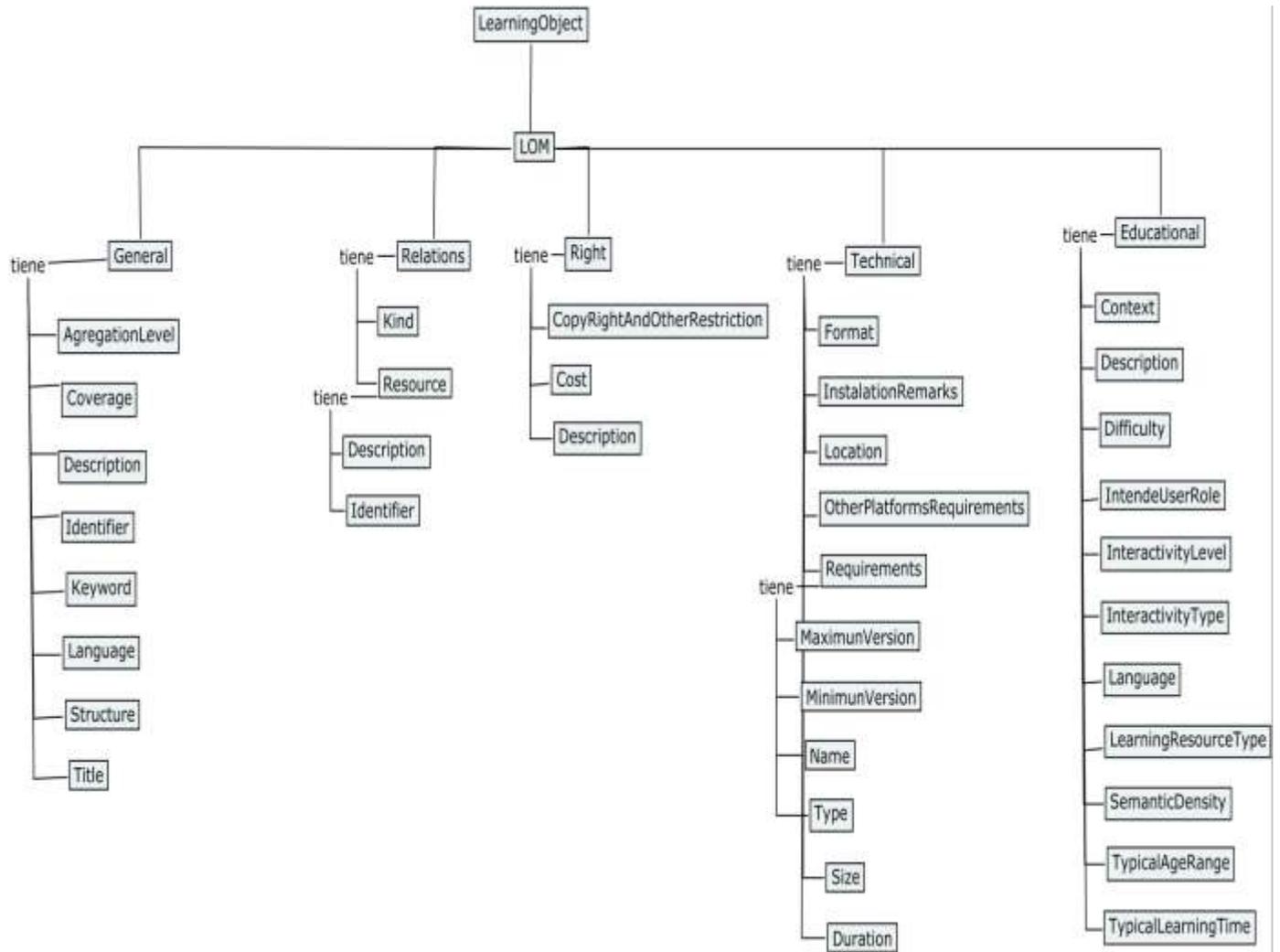


Figura 4. Taxonomía LOM

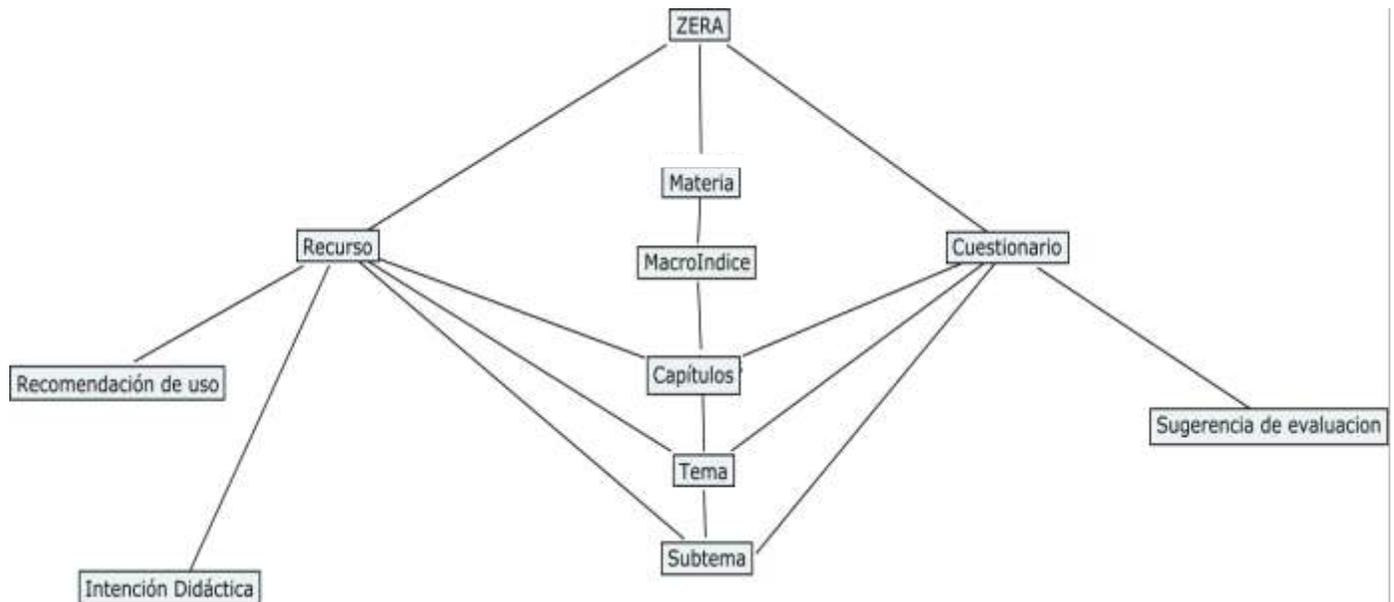


Figura 5. Taxonomía ZERA

### Artefacto: Glosario de términos

Se define en lenguaje natural y se guardan los sinónimos y acrónimos de los conceptos de la ontología. El objetivo de un glosario de términos, es facilitar el acceso a una definición, de los principales conceptos que se utilizan. Para el análisis de los metadatos se realiza una revisión bibliográfica en busca de concepciones fundamentales del dominio.

### Conceptos del Glosario

**Learning Object:** Objeto de aprendizaje Estructura fundamental de la ontología, de este concepto parte la estructuración de LOM y QTI.

Acrónimo: LearningObject.

**LOM:** Estándar LOM, concepto que define el comienzo de la jerarquía de LOM.

Acrónimo: LOM.

**General, General:** Concepto padre que abarca los elementos que describen al objeto de aprendizaje.

Acrónimo: General.

**Identificador, Identifier:** Etiqueta única que identificará al OA, se identifica como campo obligatorio, ya que se hace necesario tener una correcta catalogación. Tiene relación con ResourceIdentifier.

Acrónimo: GeneralIdentifier.

**Título, Title:** Nombre asignado al objeto educativo. Se identifica como campo obligatorio, ya que permite establecer una relación con otros objetos de aprendizaje a partir de su título.

Acrónimo: GeneralTitle.

**Idioma, Language:** Idioma del objeto educativo. Se define como campo opcional ya que la información que posee un recurso es independiente al idioma que tenga.

Acrónimo: GeneralLanguage.

**Descripción, Description:** Descripción textual del contenido del objeto educativo. Se define como campo opcional y no de mucha relevancia ya que las descripciones realizadas por los humanos de un contenido se hacen a su valoración y casi nunca poseen valor semántico.

Acrónimo: GeneralDescription.

**Palabra clave, Keyword:** Palabra clave o frase que describe el tema principal del objeto educativo. Destacar que este elemento no puede contener alguna característica que pueda ser descrita con otro elemento. Se considera de carácter obligatorio y de mucha importancia pues a través de ellas se establecen relaciones entre OA.

Acrónimo: GeneralKeyword.

**Ámbito, Coverage:** Época, cultura, zona a la que es aplicable el objeto educativo. Localización espacial, esta localización permite que se pueda encontrar similitudes entre OA que se refieran a la misma época. No es un elemento obligatorio.

Acrónimo: GeneralCoverage.

**Nivel de agregación, Aggregation level:** Granularidad funcional. (4 niveles). No es un elemento obligatorio.

Acrónimo: GeneralAggregationLevel.

**Técnica, Technical:** Requisitos y características técnicas del objeto educativo. Es un elemento padre, representa una de las categorías definidas por LOM.

Acrónimo: Technical.

**Tamaño, Size:** Tamaño del objeto educativo expresado en octetos. No es un dato obligatorio.

Acrónimo: TechnicalSize.

**Localización, Location:** Cadena que permite acceder al objeto, mecanismo que permite acceder a su localización. Localización física. Es un dato obligatorio par poder localizar un recurso en bases de datos globales.

Acrónimo: TechnicalLocation.

**Requisitos, Requirement:** Requisitos técnicos para usar el objeto educativo, navegador, sistema operativo. Es un dato obligatorio.

Acrónimo: TechnicalRequirement.

**Tipo, Typeoftechnology:** Tecnología requerida para usar este objeto. Pertenece a TechnicalRequirement.

Acrónimo: TechnicalRequirementType.

**Nombre, Nameoftechnology:** Nombre de la tecnología necesaria para este objeto educativo. Pertenece a TechnicalRequirement.

Acrónimo: TechnicalRequirementName.

**Versión Mínima, Minversion:** Versión mínima de la tecnología necesaria. Pertenece a TechnicalRequirement.

Acrónimo: TechnicalRequirementMinimunVersion.

**Versión máxima, Maxversion:** Versión máxima posible de la tecnología necesaria. Pertenece a TechnicalRequirement.

Acrónimo: TechnicalRequirementMaximunVersion.

**Duración, Duration:** Tiempo que dura cuando se reproduce a velocidad normal. Tiene relación con EducationalLearningTime.

Acrónimo: TecnicalDuration.

**Uso educativo, Educational:** Características educativas y pedagógicas del objeto educativo. Elemento padre, representa una de las categorías que propone LOM.

Acrónimo: Educational.

**Tipo de interactividad, Interactivitytype:** Tipo de aprendizaje predominante, elemento que distingue los tipos de interactividad que puede poseer un OA.

Acrónimo: EducationalInteractivityType.

**Tipo de recurso educativo, Learningresourcetype:** Tipo de recurso educativo. Elemento obligatorio pues garantiza que se mantenga el significado pedagógico de los OA.

Acrónimo: EducationalLearningResourceType.

**Nivel de interactividad, Interactivitylevel:** Grado de interactividad del objeto.

Acrónimo: EducationalInteractivityLevel.

**Densidad semántica, Semanticdensity:** Puede ser estimado en función de su tamaño, ámbito. Es independiente de su dificultad, se puede mostrar mejor en recursos pasivos. Elemento obligatorio pues garantiza que se mantenga el significado pedagógico de los OA.

Acrónimo: EducationalSemanticDensity.

**Destinatario, Intendeduserrole:** Usuario para al que ha sido diseñado el objeto educativo. Elemento obligatorio pues garantiza que se mantenga el significado pedagógico de los OA.

Acrónimo: EducationalIntendeUserRole.

**Contexto, Context:** Entorno donde se usará el objeto educativo. Garantiza que un OA no sea utilizado en otro tipo de escuela para el que fue diseñado. Elemento obligatorio.

Acrónimo: EducationalContext.

**Dificultad, Difficulty:** Grado de dificultad para el estudiante. Elemento obligatorio.

Acrónimo: EducationalDifficulty.

**Tiempo típico de aprendizaje, Typicallearningtime:** Tiempo aproximado que se necesita para asimilar el contenido. Elemento opcional.

**Acrónimo:** EducationalTypicalLearningTime.

**Descripción, Description:** Comentario pedagógico de cómo debe usarse el objeto.

**Acrónimo:** EducationalDescription.

**Idioma, Language:** Idioma del destinatario típico.

**Acrónimo:** EducationalLanguage.

**Derechos, Rights:** Derechos de propiedad intelectual. Elemento padre, representa una de las categorías del OA. Se considera un elemento obligatorio pues es necesario respetar el copyright de los autores de cada recurso.

**Acrónimo:** Right.

**Coste, Cost:** Indicación de que si requiere pago. Elemento obligatorio.

**Acrónimo:** RightCost.

**Descripción, Description:** Comentario sobre la utilización del recurso.

**Acrónimo:** RightDescription.

**Relación, Relation:** Relación que pudieran existir entre otros recursos educativos. Si son varios se usa para cada uno una instancia. Elemento obligatorio pues permite la reutilización del OA y su integración.

**Acrónimo:** Relations.

**Tipo, Kind:** Naturaleza de la relación que tenga con otro objeto. Elemento obligatorio pues permite la reutilización del OA y su integración.

**Acrónimo:** RelationKind.

**Recurso, Resource:** El OA al que se refiera la relación. Elemento obligatorio pues permite la reutilización del OA y su integración.

**Acrónimo:** RelationResource.

**Identificador, Identifier:** Etiqueta única que identifica al OA objetivo. Elemento obligatorio pues permite la reutilización del OA y su integración.

Acrónimo: ResourceIdentifier.

**Descripción, Description:** Descripción del recurso objetivo.

Acrónimo: ResourceDescription.

**QTI:** Estándar QTI, concepto que define el comienzo de la jerarquía de IMS QTI.

Acrónimo: QTI.

**Compuesto, Composite:** Si el elemento está compuesto por interacciones o no. Elemento obligatorio.

Acrónimo: composite.

**Tipo de feedBack, feedBackType:** El tipo de feedBack que presenta, si la pregunta es adaptativa, es decir, si la pregunta cambia en función de la interacción del usuario. Elemento obligatorio.

Acrónimo: feedBackType.

**Tipo de interacción, InteractionType:** Tipo de interacción que presenta. Elemento obligatorio.

Acrónimo: InteractionType.

**Platilla de elementos, itemTemplate:** Se utiliza como template o plantilla, donde existan preguntas con partes iguales. Elemento obligatorio.

Acrónimo: itemTemplate.

**Solución disponible, solutionAvailable:** Permite determinar si la solución correcta a la pregunta se encuentra en la definición de las posibles respuestas. Elemento obligatorio.

Acrónimo: solutionAvailable.

**Dependiente de tiempo, timeDependent:** Permite definir si una pregunta tiene un límite temporal desde que es presentado al alumno hasta la definición de su respuesta. Elemento obligatorio.

Acrónimo: timeDependent.

**Nombre de la herramienta, toolName:** Nombre de la herramienta (información sobre la herramienta de autor).

Elemento obligatorio.

Acrónimo: toolName.

**Versión de la herramienta, toolVersion:** Versión de la herramienta (información sobre la herramienta). Elemento obligatorio.

Acrónimo: toolVersion.

**Proveedor de la herramienta, toolVendor:** Proveedor (información sobre el proveedor). Elemento obligatorio.

Acrónimo: toolVendor.

**Manifiesto, manifest:** Etiqueta de SCORM que contiene organizaciones y referencia del recurso. Elemento obligatorio.

Acrónimo: EManifest.

**Metadatos, Metadata:** Contiene los metadatos que describen el manifiesto, que describen el paquete de contenido, es considerado la raíz de los metadatos del paquete de contenido. Elemento obligatorio.

Acrónimo: ManifestMetadata.

**Esquema, Schema:** Describe el esquema que define y describe el manifiesto. Elemento obligatorio.

Acrónimo: ManifestMetadataSchema.

**Versión del esquema, SchemaVersion:** Describe la versión del esquema de metadatos. Elemento obligatorio.

Acrónimo: ManifestMetadataSchemaVersion.

**Metadatos, Metadata:** Describen el paquete de contenido en su totalidad. Elemento obligatorio.

Acrónimo: ManifestMetadataMetadata.

**Organización, Organizations:** Describe estructuras u organizaciones del paquete de contenido. Elemento obligatorio.

Acrónimo: EManifestOrganizations.

**Organización, Organization:** Se describe la organización del manifiesto. Elemento obligatorio.

Acrónimo: EManifestOrganizationsOrganization.

**Artículos, Items:** Describe un nodo dentro de la estructura de la organización, puede ser jerarquizado y repetido dentro de otros elementos en cualquier número de niveles. Elemento obligatorio.

**Acrónimo:** ManifestOrnanizationItem.

**Recursos, Resources:** Colección de referencias a los recursos. Elemento obligatorio.

**Acrónimo:** EManifestResources.

**Recurso, Resource:** Recurso que se pretende empaquetar y su localización. Elemento obligatorio.

**Acrónimo:** EManifestResourcesResource.

**LangString:** Concepto que representa una o varias cadenas de caracteres.

**Acrónimo:** LangString

**ZERA:** Concepto padre que agrupa toda la estructura organizativa de la plataforma.

**Acrónimo:** ZERA

**Materia:** Materia o asignatura que compone la plataforma.

**Acrónimo:** Materia

**Macroíndice:** Índice de una materia, en el se agrupa capítulos, temas y subtemas.

**Acrónimo:** MacroIndice

**Capítulo:** Capítulo de un Macroíndice, contiene recursos, cuestionarios y páginas.

**Acrónimo:** Capitulo

**Tema:** Tema de un capítulo, contiene recursos, cuestionarios y páginas.

**Acrónimo:** Tema

**Subtema:** Subtema de un tema, contiene recursos, cuestionarios y páginas.

**Acrónimo:** Subtema

**Recurso:** Recurso de la plataforma, puede ser de varios tipos: imagen, sonido, video y material docente.

**Acrónimo:** Recurso.

**Cuestionario:** Cuestionario de la plataforma, hace referencia a una evaluación.

Acrónimo: Cuestionario.

**Intención didáctica:** Objetivo educativo que se persigue con el recurso, permite que el objeto de aprendizaje contenga un significado pedagógico para el docente.

Acrónimo: IntencionDidactica.

**Recomendación de uso:** Recomendaciones que puede hacer el docente para el uso del objeto de aprendizaje.

Acrónimo: RecomendacionUso

**Sugerencia de evaluación:** Sugerencia que el educador puede atribuirle a una evaluación o cuestionario.

Acrónimo: SugerenciaEvaluacion.

#### **Artefacto: Relaciones binarias**

Las relaciones binarias representan una asociación entre conceptos de un dominio. Las relaciones se establecen entre **Concepto-Dominio**, el cual es el objeto al cual se le aplica la relación y **Concepto-Rango**, que define los posibles valores que puede tomar esta.

Es importante destacar que cuando se modela un dominio, a menudo se necesita definir si modelar una distinción específica como un valor de una propiedad o como un conjunto de clases. La respuesta a esto se encuentra en el alcance de la ontología y lo que se pretende con ella.

Definir propiedades de las clases y sus características es el siguiente paso, entre dichas características las más importantes son las de rango y dominio, cardinalidad, valores permitidos para los enumerados, todas estas propiedades pueden ser del tipo *Object* que relacionan unas clases con otras o de tipo *Data* cuando la propiedad es de un valor simple.

#### **Object Properties**

Enlazan individuo con individuo, es decir, relacionan conceptos.

Concepto (Dominio)	Relación	Concepto (Rango)
--------------------	----------	------------------

General	hasCoverage	langString
LearningObject	hasDescription	Langstring
Date	hasDescriptionDate	langString
LearningObject	hasEducational	Educational
LearningObject	hasGeneral	General
LearningObject	hasKeyword	langString
LearningObject	hasLOM	LOM
LearningObject	hasQTI	QTI
LearningObject	hasRelation	Relations
LearningObject	hasRequirement	TechnicalRequirement
LearningObject	hasRight	Right
LearningObject	hasSourceEducational	langString
LearningObject	hasSourcerelation	langString
LearningObject	hasSourceRight	langString
LearningObject	hasTechnical	Technical
TechnicalRequirement	hastechanicalSource	langString
LearningObject	hasTitle	langString
QTI	hasToolQTI	langString

LearningObject	hasVersion	langString
EManifestOrganizationsOrganization	hasOrganizationTitle	langString
ManifestMetadataMetadata EManifestResourcesResource	hasLearningObject	LearningObject
Emanifest	hasAdlcpLocation	LearningObject
ManifestOrganizationItem	hasOrganizationItem	ManifestOrganizationItem
ManifestOrganizationItem	hasItemTitle	langString
EManifestResourcesResource	hasResourceFile	langString
ZERA	agrupa	Materia
Recurso	recomendacion	RecomendacionUso
Recurso	intención	IntencionDidactica
Cuestionario	sugerencia	SugerenciaEvaluacion
Recurso	pertenece	Tema Capitulo Subtema
Cuestionario	perteneceT	Tema Capitulo

		Subtema
--	--	---------

Tabla 4. Relaciones binarias Object

**Data Properties**

Enlazan individuos con valores. En OWL no se define una clase especial para los vocabularios porque cuando hay propiedades de este tipo se utilizan las Data Properties.

Concepto (Dominio)	Relación	Concepto (Rango)
LearningObject	hasAggregationLevel	{"1", "2", "3", "4"}
Identifier	hasCatalog	string
QTI	hasComposite	boolean
TechnicalRequeriment	hasDateTime	dateTime
Identifier	hasEntry	string
QTI	hasInteractionType	{"associateInteraction", "choiceInteraction", "customInteraction", "drawingInteraction", "extendedTextInteraction", "gapMatchInteraction", "graphicAssociateInteraction", "graphicGapMatchInteraction", "graphicOrderInteraction", "hotspotInteraction", "hottextInteraction",

		"inlineChoiceInteraction", "matchInteraction", "mediaInteraction", "orderInteraction", "positionObjectInteraction", ", "selectPointInteraction", "sliderInteraction", "textEntryInteraction", "uploadInteraction"}
QTI	hasItemTemplate	boolean
LearningObject	hasLanguage	{"en", "es", "fr", "none"}  string
LearningObject	hasLocation	string
TechnicalRequiremet	hasMaxVersion	string
TechnicalRequiremet	hasMiniVersion	string
LearningObject	hasSize	string
QTI	hasSolutionAvaliable	boolean
QTI	hasTimeDependent	boolean
EducationalContext	hasValueContext	{"higher education", "other", "school", "training"}

RightCost	hasValueCost	{"no", "yes"}
EducationalDifficulty	hasValueDifficulty	{"difficult", "easy", "medium", "very difficult", "very easy"}
EducationalIntendeUserRole	hasValueEducationalIntendeUserRole	{"author", "learner", "manager", "teacher"}
EduactionalInteractivityLevel	hasValueInteractivityLevel	{"high", "low", "medium", "very high", "very low"}
EducationalInteractivityType	hasValueInteractivityType	{"active", "expositive", "mised"}
EducationalLearningResorseType	hasValueLearningResorseType	{"diagram", "exam", "exercise", "experiment", "figure", "graph", "index", "narrative text", "problem statement", "questionnaire", "self assessment", "simulation", "slide", "table"}
RelationKind	hasValueRelationKind	{"hasFormat", "hasPart", "hasVersion", "isBasedOn", "isBasisFor", "isFormatOf", "isPartOf", "isReferencedBy",

		"isRequiredBy", "isVersionOf", "references", "requires"}
EducatioanalSemanticDensity	hasValueSemanticDensity	{"high", "low", "medium", "very high", "very low"}
Technicalrequirement	hasValueTechnicalRequirements	{"browser", "operating system"}
TechnicalRequirements	hasValueTechnicalRequirementsName	({"amaya", "any", "mozilla firefox", "ms internet explorer", "netscape communicator", "opera" or {"macos", "ms- windows", "multi-os", "none", "pc- dos", "unix"})
LearningObject QTI	hasfeedBackType	{"adaptative", "none", "noneadaptative"}
ManifestMetadataShemaVersion	hasManifestMetadataShemaVersion	{"2004 4th Edition"}
ManifestMetadataShema	hasManifestMetadataShema	{"ADL SCORM"}
CopyRightAndOtherRestrictions	hasValueCopyRightAndOtherRestriction s	{no, yes}

Tabla 5. Relaciones binarias Data

**Artefacto: Restricciones**

Las restricciones limitan a las instancias que pertenecen a una clase, haciendo uso de las propiedades de tipo *object* y *data*. En las ontologías se encuentran las de cardinalidad y las restricciones con cuantificadores.

### Cardinalidad

La cardinalidad indica el valor o la cantidad de elementos de un concepto. Dado un conjunto de relaciones en las que participan dos o más conceptos, la correspondencia de la cardinalidad muestra el número de individuos con las que puede estar relacionado.

Nombre de la relación	Concepto origen	Cardinalidad máxima	Concepto destino	Tipo de relación
hasCoverage	GeneralCoverage	N	Thing	No tiene
hasDate	Date	N	Thing	No tiene
hasDate	EducationalTypicalLearningTime	N	Thing	No tiene
hasDate	TechnicalDuration	N	Thing	No tiene
hasDescription	EducationalDescription	N	langString	No tiene
hasDescription	GeneralDescription	N	langString	No tiene
hasDescription	ResourceDescription	N	langString	No tiene
hasDescription	RightDescription	N	langString	No tiene
hasDescriptionDate	Date	N	langString	No tiene
hasDescriptionDate	EducationalTypicalLearningTime	N	langString	No tiene
hasDescriptionDate	TechnicalDuration	N	langString	No tiene

hasKeyword	GeneralKeyword	N	langString	No tiene
hasRequirement	TechnicalRequirement	N	Thing	No tiene
hasSourceEducational	EducationalContext	1	langString	No tiene
hasSourceEducational	EducationalDifficulty	N	langString	No tiene
hasSourceEducational	EducationalIntendeUserRole	N	langString	No tiene
hasSourceEducational	EducationalInteractivityLevel	N	langString	No tiene
hasSourceEducational	EducationalInteractivityType	N	langString	No tiene
hasSourceEducational	EducationalLearningResorseType	N	langString	No tiene
hasSourceEducational	EducationalSemanticDensity	N	langString	No tiene
hasSourceRelation	RelationKind	N	langString	No tiene
hasSourceRight	RightCost	N	langString	No tiene
hasSourceRight	RightCopyAndOtherRestrictions	N	Literal	No tiene
hasSourceStatus	LifeCycleStatus	N	langString	No tiene
hasStatus	LifeCycleStatus	N	langString	No tiene
hasTechnicalSource	TechnicalRequirementName	N	langString	No tiene
hasTechnicalSource	TechnicalRequirementType	N	langString	No tiene
hasTitle	GeneralTitle	N	langString	No tiene
hasToolQTI	toolName	N	langString	No tiene

hasToolQTI	toolVendor	N	langString	No tiene
hasToolQTI	toolVersion	N	langString	No tiene
hasVersion	LifeCycle	N	langString	No tiene
hasAggregationLevel	GeneralAggregationLevel	1	Literal	No tiene
hasCatalog	Identifier	1	Literal	Functional
hasCatalog	GeneralIdentifier	1	Literal	Functional
hasCatalog	ResorcelIdentifier	1	Literal	Functional
hasComposite	composite	1	boolean	No tiene
hasEntry	Identifier	1	Literal	Functional
hasEntry	GeneralIdentifier	1	Literal	Functional
hasEntry	Metadatos Identifier	1	Literal	Functional
hasEntry	ResorcelIdentifier	1	Literal	Functional
hasInteractionType	interactionType	N	Literal	No tiene
hasItemTemplate	itemTemplate	1	boolean	No tiene
hasLanguage	EducationalLanguage	N	Literal	No tiene
hasLanguage	GeneralLanguage	N	Literal	No tiene
hasLocation	TechnicalLocation	N	Literal	No tiene
hasMaxVersion	TechnicalRequirementMaximunV	1	Literal	No tiene

	ersion			
hasMiniVersion	TechnicalRequirementMinimunVersion	1	Literal	No tiene
hasSize	TechnicalSize	N	Literal	No tiene
hasSolutionAvaliable	solutionAvaliable	1	boolean	No tiene
hasTimeDependent	timeDependent	1	boolean	No tiene
hasValueContext	EducationalContext	1	Literal	No tiene
hasValueCost	RightCost	N	Literal	No tiene
hasValueDifficulty	EducationalDifficulty	1	Literal	No tiene
hasValueEducationalIntendeUserRole	EducationalIntendeUserRole	1	Literal	No tiene
hasValueInteractivityLevel	EducationalInteractivityLevel	1	Literal	No tiene
hasValueInteractivityType	EducationalInteractivityType	1	Literal	No tiene
hasValueLearningResorseType	EducationalLearningResorseType	1	Literal	No tiene
hasValueRelationKind	RelationKind	1	Literal	No tiene
hasValueSemanticDensity	EducationalSemanticDensity	1	Literal	No tiene
hasValueTechnicalRequirements	TechnicalRequirementType	1	Literal	No tiene
hasValueTechnicalRequirem	TechnicalRequirementName	1	Literal	No tiene

entsName				
hasValueCopyAndOtherRestrictions	RightCopyAndOtherRestrictions	N	Literal	No tiene
hasfeedBackType	feedBackType	1	Literal	No tiene
hasAdlcpLocation	ManifestMetadataMetadata	0	langString	No tiene
hasAdlcpLocation	EMnifestoOrganizations	0	langString	No tiene
hasAdlcpLocation	EMnifesResourcesResource	0	langString	No tiene
hasOrnagizationTitle	EManifestOrganizationsOrnanization	1	langString	No tiene
hasManifestMetadataSchemaVersion	ManifestMetadataSchemaVersion	N	Literal	No tiene
hasManifestMetadataSchema	ManifestMetadataSchema	N	Literal	No tiene
hasOrganizationItem	ManifestOrganizationItem	N	Manifest OrganizationItem	No tiene
hasItemTitle	ManifestOrnanizationItem	N	langString	No tiene
hasResourceFile	EManifestResourcesResource	N	langString	No tiene

Tabla 6. Relaciones Cardinalidad

**Artefacto: Cuantificadores**

Su estructura está compuesta por una propiedad, un cuantificador y una clase destino.

Restricciones	Conceptos
Equivalencia	Date EducationalTypicalLearningTime TechnicalDuration
Equivalencia	Identifier ResourceIdentifier GeneralIdentifier
Equivalencia	LOM Recurso
Equivalencia	Cuestionario QTI

Tabla 7. Equivalencias

Concepto Origen	Relación	Restricción	Concepto Destino
ZERA	agrupa	Some	Materia
Cuestionario	perteneceT	Some	Capitulos or Tema or Subtema
Recurso	pertenece	Some	Capitulos or Tema or Subtema

Tabla 8. Restricciones cuantificadoras

## Fase Formalización

### Artefacto: Modelo Conceptual

Un modelo conceptual, puede conocerse también como modelo de dominio, su objetivo es expresar el significado de los términos y conceptos utilizados para representar el problema y para encontrar las relaciones correctas entre conceptos. Intenta aclarar el significado de los términos ambiguos y asegurar que no existan interpretaciones incorrectas del problema. Una mala interpretación en los vocablos y relaciones de las clases podría ocasionar grandes daños, ya que los modelos conceptuales constituyen un artefacto clave en la comprensión del negocio y la claridad de sus relaciones.

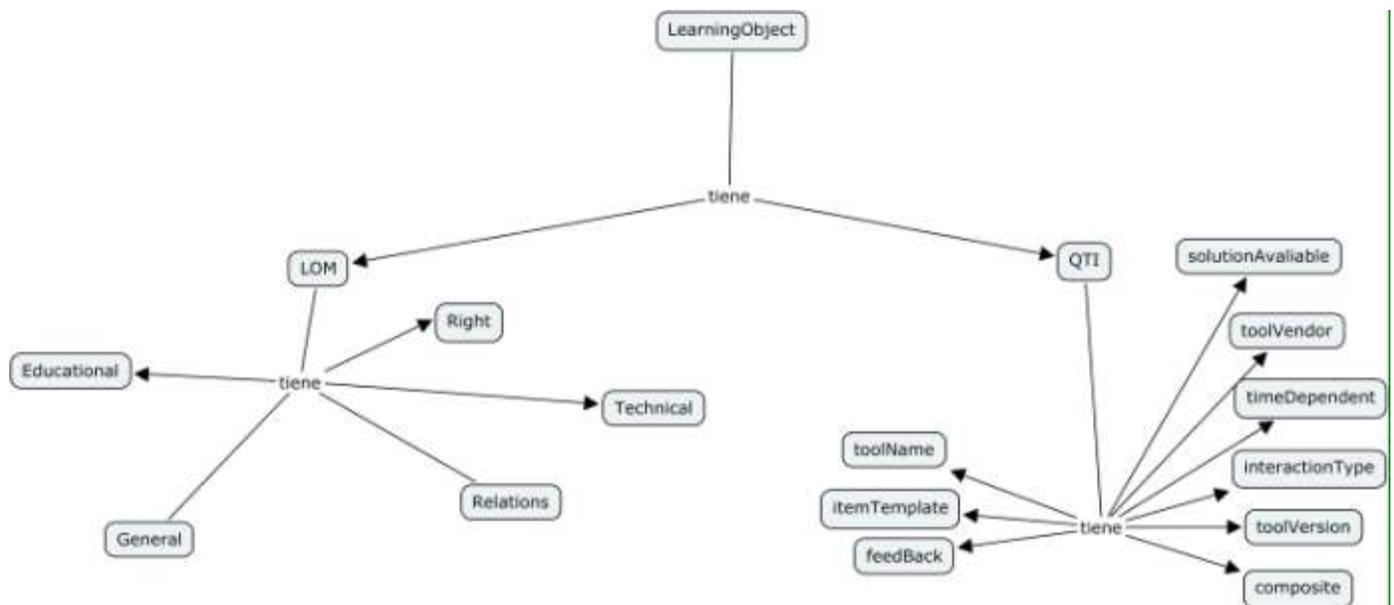


Figura 6. Modelo conceptual estructura del objeto de aprendizaje

Un objeto de aprendizaje está compuesto por una estructura LOM, para ZERA se definen solo cinco categorías fundamentales, **Educational** (uso educativo), **Relations** (relación con otros objetos de aprendizaje), **General** (descripción de las características del objeto), **Right** (derechos de autor) y **Technical** (requerimientos técnicos). También está compuesto por una estructura QTI (si el recurso es un ejercicio) que contiene **toolName**, **toolVersion** y **toolVendor** (descripción de los datos del autor), **itemTemplate** (plantilla para las preguntas que se repiten), **feedback** (preguntas adaptativas), **solutionAvailable** (solución de la pregunta en el ejercicio), **timeDependent** (dependiente de tiempo), **composite** (pregunta compuesta) e **interactionType** (tipos de interacciones).

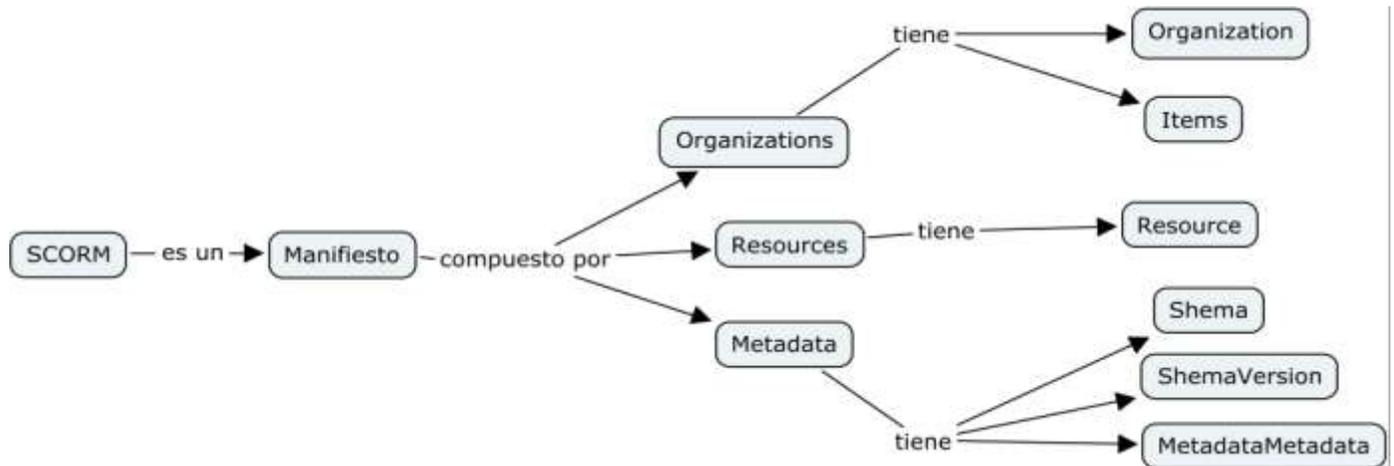


Figura 7. Modelo conceptual estructura SCORM

El concepto SCORM está compuesto por un manifiesto que permite el empaquetamiento del objeto de aprendizaje como unidad mínima de contenido, este a su vez cuenta con 3 componentes fundamentales, **Organizations** (describe toda la información de la empresa y autores), **Resources** (incluye una lista de recursos y su localización que estarán en el paquete) y **Metadata** (contiene toda la descripción de los metadatos, su esquema, versión, y la estructura de los metadatos asociados).

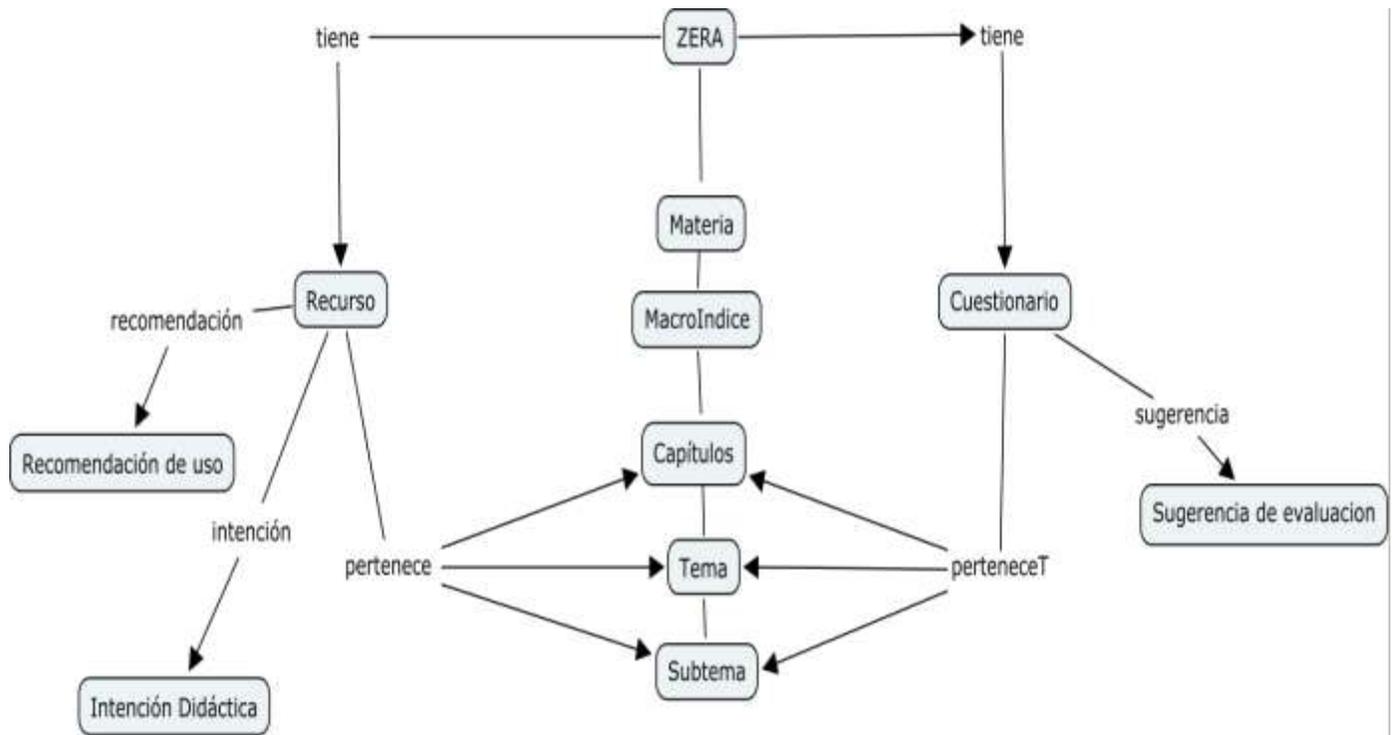


Figura 8. Modelo Conceptual ZERA

El concepto ZERA agrupa un **macroíndice** que contiene un conjunto de **capítulos**, este a su vez posee varios **temas**, y **subtemas**. Los **recursos** y **cuestionarios** pertenecen a los capítulos, temas y subtemas. Para resaltar la estructura pedagógica de los recursos y cuestionarios se incluyen las recomendaciones de uso, la sugerencia de evaluación y la intención didáctica, que le permitirá al docente poder impregnarle la metodología que debe seguir el aprendizaje de un estudiante.

### Fase Implementación

Una vez especificado el proceso de definición de las ontologías se pasa a describirlas para los diferentes estándares en OWL que es el objetivo principal de este trabajo. Estas ontologías se denominan Estructura y Estándares.

La fase de implementación de las ontologías implica la representación de un diseño lógico en lenguaje formal, para el caso de estas se decide utilizar OWL. El proceso se realiza a través de la herramienta

Protégé e involucra una definición previa de objetivos a cumplir, conceptos, relaciones y jerarquía entre conceptos. El primer paso es crear en la herramienta cada uno de los conceptos sin que estos pierdan su jerarquía, luego se crean las relaciones existentes y la cardinalidad entre conceptos y relaciones binarias para finalmente introducir las restricciones. Algunos problemas tales como instancias repetidas, errores en la taxonomía, se debieron a la incorrecta definición y representación del dominio del problema.

Un objeto de aprendizaje se caracteriza por un registro de metadatos integrado por un conjunto de propiedades que se utilizan para describir las instancias de la clase en términos ontológicos. Para crear una instancia de un objeto de aprendizaje es necesario el uso de un identificador que lo diferencie y un conjunto de valores asociados a cada una de las propiedades del objeto.

Un objeto de aprendizaje se describe a través de un conjunto de características que se agrupan en las categorías que propone LOM, Annotation, Clasification, General, LifeCycle, Metadatos, Technical, Educational, Right y Relation; una categoría contiene a su vez un conjunto de propiedades o subcategorías, por ejemplo General contiene Identifier, Title, Structure, Aggregation Level Coverage, Description y Language y a su vez estas también contienen otras subcategorías. Esta estructura jerárquica permite definir el modelo ontológico. Para la representación de LOM se definen clases para cada tipo de categoría y no se incluyen Annotation, Clasification, Meta- Metadata, y LifeCycle por no representar importancia para la solución.

### **2.3. Posibles aplicaciones**

Con la ontología ya realizada esta se pudiera utilizar en el proceso de recomendación y búsqueda semántica que la soporte, e implemente mecanismos de acuerdo con el significado de las palabras, que permitirán identificar los OA, a los que el usuario está haciendo referencia. Un buscador orientado al consumidor, con consultas en lenguaje natural más expresivas sobre la información proveniente de diversas fuentes, pero con un resultado más preciso debido a la estructuración y organización de la información. Con el propósito de proveer una estructura más comprensible se modela a continuación el proceso de búsqueda semántica.

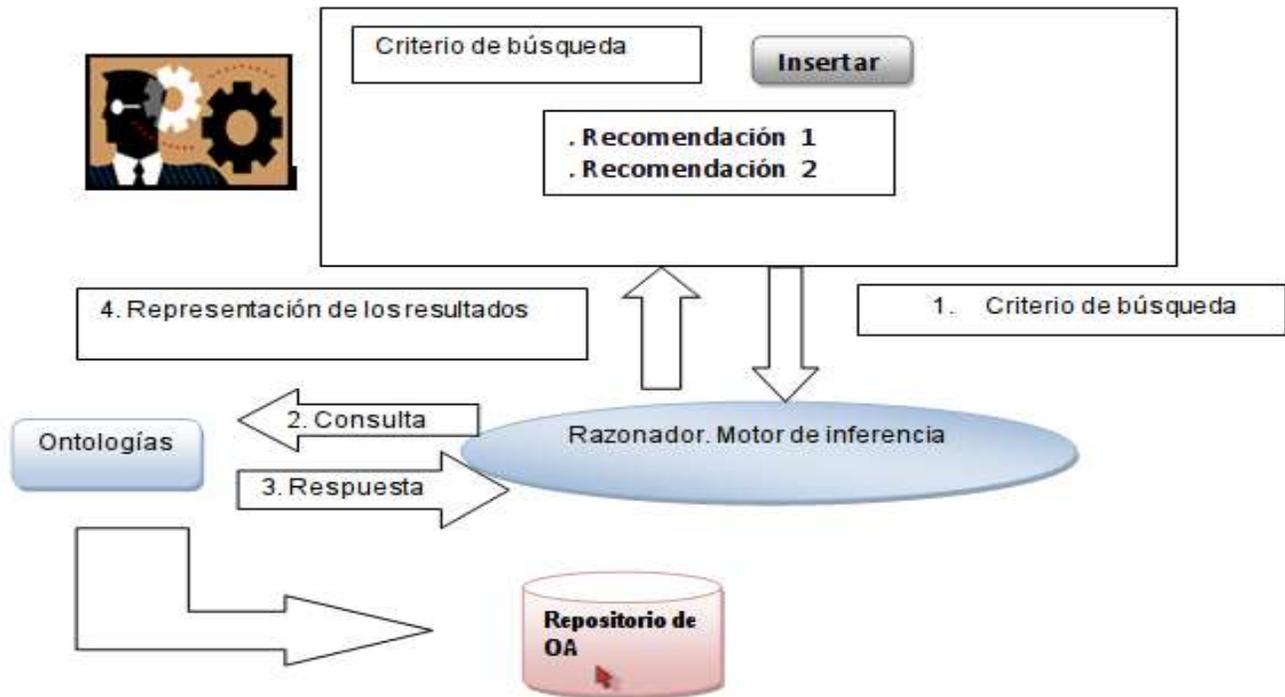


Figura 9. Proceso de búsqueda

El primer paso, es después de que el usuario proporcione el criterio de búsqueda, este es descompuesto con el propósito de identificar conceptos que inicialmente se encuentren definidos en la ontología, para inmediatamente asociarlos a otros que tienen relación con los primeros. Estos conceptos asociados se usan a través de un Servicio de Inferencia Ontológico (OIS) para obtener generalizaciones y especializaciones en la búsqueda del usuario.

La aplicación de la ontología a la plataforma ZERA permitirá obtener mejores resultados en la búsqueda y la localización de objetos de aprendizaje en bases de datos globales y locales. Proveerá al usuario un mecanismo de búsqueda, que pueda responder a las consultas generadas. Un buscador semántico obtiene el criterio de búsqueda expresado en lenguaje natural (Paso 1), luego esta expresión es enviada al razonador y motor de inferencia para la comunicación con la ontología de los objetos de aprendizaje y las ontologías de dominio (ontologías especializadas en los dominios de las asignaturas, que permitan

determinar asociaciones de equivalencia entre conceptos que se identifican de manera diferente pero significa lo mismo, estas ontologías son realizadas por especialistas en el tema con la ayuda del ingeniero ontológico) consultando en sus archivos (Paso 2), y permitiendo determinar OA relevantes para el usuario, así se infiere conocimiento (Paso 3) y por último los resultados obtenidos son mostrados (Paso 4). Para ello es necesario tener almacenadas las relaciones existentes entre conceptos.

El proceso de recomendación de objetos de aprendizaje debe ir acompañado de una definición del marco conceptual básico de los componentes de la ontología y la forma de comunicación de estos.

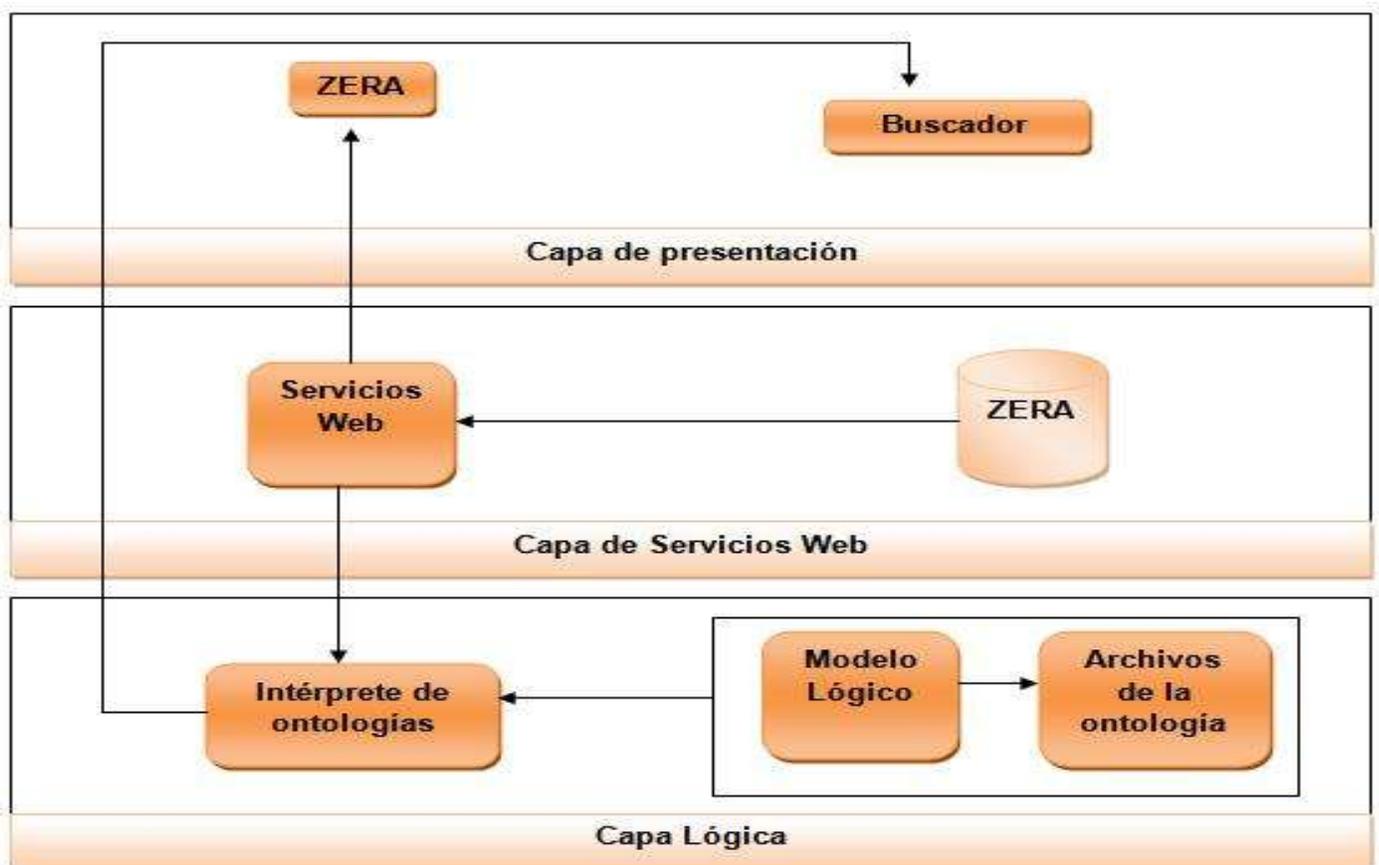


Figura 10. Arquitectura de la plataforma

La capa lógica permite realizar el razonamiento sobre los datos, procesa la información y las consultas enviadas a la ontología. Es la base del sistema, utiliza para su comunicación con la ontología un

framework semántico y es donde se crean las clases necesarias para consumirlas. La capa de servicios web permite las consultas y el consumo de las ontologías desde otro sistema, es la capa que se encarga de realizar las recomendaciones de objetos de aprendizaje de la plataforma, debe utilizar un protocolo para la comunicación cliente servidor. La capa de presentación es la encargada de brindar la información al usuario proveniente de la ontología, el buscador semántico debe presentar objetos de aprendizaje relacionados con los criterios de búsqueda proporcionados, los enlaces tienen vínculo con las palabras ingresadas y que forman parte de la definición de conceptos de la ontología.

Para ver como se anotan semánticamente los recursos en la web se considera el siguiente ejemplo: una búsqueda que contenga las siguientes palabras “ qué hizo el apóstol nacional en la guerra de 1868”: usando las tecnologías de la web semántica y las ontologías, las palabras apóstol nacional y la guerra del 68 pueden asociarse a las clases de las ontologías de dominio y estas a su vez asociarse a la ontología de los objetos de aprendizaje, sus metadatos y sus relaciones, para determinar los OA relevantes al usuario que le brinden la información que este necesita. Aunque los metadatos puedan aclarar el sentido de su uso, la utilidad de estos sería limitada, aquí entra la web semántica mostrando sus potencialidades, pues su razón no es la presencia de metadatos, sino la combinación de estos con la lógica y la confianza de la información. La lógica permite descubrir conocimiento y relaciones entre datos y conceptos. Un motor de inferencia (genera deducciones lógicas) que procese los datos anteriores deducirá automáticamente qué objetos de aprendizaje debe mostrarle como recomendaciones al estudiante.

```
Declaration(NamedIndividual(:1868))
ClassAssertion(:GeneralCoverage :1868)
Declaration(NamedIndividual(:1895))
ClassAssertion(:GeneralCoverage :1895)
Declaration(NamedIndividual(:El_apóstol_nacional))
ClassAssertion(:LOM :El_apóstol_nacional)
ClassAssertion(:LearningObject :El_apóstol_nacional)
SameIndividual(:El_apóstol_nacional :José_Martí)
ObjectPropertyAssertion(:hasCoverage :El_apóstol_nacional :1868)
ObjectPropertyAssertion(:hasCoverage :El_apóstol_nacional :1895)
Declaration(NamedIndividual(:Evaluación_de_José_Martí))
ClassAssertion(:LearningObject :Evaluación_de_José_Martí)
ClassAssertion(:QTI :Evaluación_de_José_Martí)
ObjectPropertyAssertion(:hasCoverage :Evaluación_de_José_Martí :1895)
```

ObjectPropertyAssertion(:hasCoverage :Evaluación\_de\_José\_Martí :1868)  
 ObjectPropertyAssertion(:hasToolQTI :Evaluación\_de\_José\_Martí :Liliana\_Castellanos)  
 Declaration(NamedIndividual(:Guerra\_de\_1868))  
 ClassAssertion(:LOM :Guerra\_de\_1868)  
 ClassAssertion(:LearningObject :Guerra\_de\_1868)  
 ObjectPropertyAssertion(:hasCoverage :Guerra\_de\_1868 :1868)  
 ObjectPropertyAssertion(:hasKeyword :Guerra\_de\_1868 :guerra)  
 Declaration(NamedIndividual(:Guerra\_de\_1895))  
 ClassAssertion(:LOM :Guerra\_de\_1895)  
 ClassAssertion(:LearningObject :Guerra\_de\_1895)  
 ObjectPropertyAssertion(:hasCoverage :Guerra\_de\_1895 :1895)  
 ObjectPropertyAssertion(:hasKeyword :Guerra\_de\_1895 :batalla)  
 Declaration(NamedIndividual(:José\_Martí))  
 ClassAssertion(:LOM :José\_Martí)  
 ClassAssertion(:LearningObject :José\_Martí)  
 SameIndividual(:José\_Martí :El\_apóstol\_nacional)  
 ObjectPropertyAssertion(:hasCoverage :José\_Martí :1895)  
 ObjectPropertyAssertion(:hasCoverage :José\_Martí :1868)  
 Declaration(NamedIndividual(:Liliana\_Castellanos))  
 ClassAssertion(:toolName :Liliana\_Castellanos)  
 Declaration(NamedIndividual(:batalla))  
 ClassAssertion(:GeneralKeyword :batalla)  
 SameIndividual(:batalla :guerra)  
 Declaration(NamedIndividual(:guerra))  
 ClassAssertion(:GeneralKeyword :guerra)  
 SameIndividual(:guerra :batalla)

Para la web semántica, la lógica proporciona explicación para las deducciones que utilizarán los agentes inteligentes para ejecutar acciones, tomar decisiones y colaborar entre ellos. Para esto, si un agente recibe reclamaciones de otro, se podrá verificar si la reclamación es válida y así aumentar la confianza de los usuarios en los agentes.

Determinar una equivalencia semántica entre conceptos de la ontología necesita conocimiento humano, aunque existen herramientas que proporcionan algún soporte. Siendo algunas etiquetas las mismas para identificar conceptos, no hay seguridad de que estos tengan el mismo significado.

#### **2.4. Análisis del capítulo**

Con el desarrollo de la ontología se garantiza la reusabilidad, localización e interoperabilidad de los objetos de aprendizaje de ZERA. Usar un esquema ontológico proporciona a los metadatos de la plataforma un contenido semántico. La utilización de la metodología seleccionada para el desarrollo de la solución permitió obtener una correcta documentación de todo el proceso de construcción de la ontología. La presentación de los modelos conceptuales y las taxonomías permitió que no se perdiera la estructura de los estándares ni su jerarquía garantizando el cumplimiento de los requisitos propuestos.

## Capítulo 3 Evaluación de la solución

La evaluación de una ontología resulta una actividad de suma importancia ya que proporciona un alto grado de confianza y seguridad del producto y de los resultados que se obtendrán luego que sea implantado; llega a ser un requisito que debe ser cumplido con todo rigor. Para lograr una correcta aprobación se hace necesaria una definición de requisitos para que sea posible chequear su cumplimiento. La evaluación de la ontología estuvo regida por un conjunto de métricas que propone Ontometric en cada una de sus fases.

### 3.1. Evaluación con Ontometric

En la actualidad existen varios criterios para evaluar y analizar una ontología, ya sea con la finalidad de integrarla a un nuevo proyecto o de medir la calidad y funcionalidad de la misma. El desarrollo de esta es una tarea que se realiza en paralelo al desarrollo de la ontología en cada una de sus fases, para poder medir las potencialidades de ella e ir detectando posibles errores en cuanto a prestaciones o funcionalidades, con la finalidad de documentar cada una de las fases de la metodología y continuar su ciclo de desarrollo.

Uno de los tipos fundamentales de evaluación de una ontología es por medio de métricas para llegar a determinar su reusabilidad. A lo largo de la conceptualización es fundamental asegurar que la ontología sea construida de forma correcta. El tema de reutilización se aborda mediante la aplicación de una métrica denominada **Ontometric**, que toma como base varios criterios, versión del lenguaje, madurez de la metodología, objetivos del proyecto.

**Ontometric** agrupa los aspectos fundamentales a tener en cuenta en la evaluación en cinco dimensiones, **contenido, lenguaje, metodología, herramientas, y costos**. Cada una de estas dimensiones esta organizada jerárquicamente. Cada dimensión está compuesta por factores y cada factor se desglosa en características. Esta estructura jerárquica puede ser modificada al momento de realizar la evaluación extendiéndole y agregándole nuevas características o eliminando aquellas que sean innecesarias.

Para la evaluación de la ontología la misma herramienta provee de un razonador que permite identificar las inconsistencias que esta pudiera poseer. En cada momento de la comprobación se chequea que no

existan clases que contengan instancias repetidas y se clasifican las clases, de esta manera, el razonador puede inferir más relaciones de herencia o de equivalencia entre clases.

Como otro paso las ontologías se chequean a través del Pellet<sup>6</sup> para corroborar el nivel de OWL utilizado. En las siguientes figuras se pueden ver los resultados tras evaluarla. Se concluye que no presenta incongruencias y cumple con todas las restricciones definidas. A partir de esto se realizan un conjunto de pruebas que permitan comprobar que es válida y que cumple los objetivos planteados. En la búsqueda de validadores se encuentra también el de la World Wide Web Consortium el cual arroja, resultados satisfactorios permitiendo comprobar la exactitud de las ontologías. Para revisar estos datos consultar los archivos de la validación.

## Results

**Input file:** Text area

**OWL Species:** Full

**DL Expressivity:** ALCHOF(D)

**Consistent:** Yes

**Time:** 3101 ms (Loading: 2106 Species Validation: 667 Consistency: 20 Classification: 304 )

Figura 11. Resultado del Pellet para Estándares

## Results

**Input file:** Text area

**OWL Species:** Full

**DL Expressivity:** ALCHOF(D)

**Consistent:** Yes

**Time:** 3110 ms (Loading: 2101 Species Validation: 666 Consistency: 21 Classification: 317 )

Figura 12. Resultado del Pellet para Estructura

<sup>6</sup> <http://www.mindswap.org/2003/pellet/demo.shtml>

### Uso correcto del lenguaje

Es recomendable que el uso del lenguaje sea sólido y completo de esta manera se pueden aplicar métodos de razonamiento sobre la ontología de manera satisfactoria. También es importante que la escritura esté sin errores ni defectos a fin de garantizar su posible reutilización de manera exitosa. Se evalúa en base a características y reglas de codificación.

**El lenguaje cumple con el estándar OWL (Ontology Web Language):** Para codificar las ontologías se seleccionó el lenguaje OWL estándar recomendado por la W3C el cual permite máxima expresividad sin perder completitud computacional.

**Evaluación sintáctica de la ontología que permita especificar el uso correcto del lenguaje:** En cada fase del ciclo de desarrollo se realizó un chequeo que provee el Protégé que permite corregir las inconsistencias sintácticas de las ontologías alcanzando un código libre de errores. Adicionalmente se utilizó el analizador sintáctico de archivos OWL de la Universidad de Manchester<sup>7</sup>.

## OWL Species Validation Report

### Conclusion

Full: **YES** [Why?](#)

Figura 14. Validación del analizador sintáctico para ambas ontologías

### Exactitud de la estructura taxonómica

La evaluación taxonómica permite considerar el chequeo de inconsistencias, completitud y redundancia de los términos. Los errores más comunes son clasificaciones semánticamente incorrectas, clases e instancias con diferentes nombres pero con definiciones similares, omisión de conocimiento, ausencia de conceptos, redundancia de relaciones. Para examinar con rigurosidad la estructura taxonómica que representan los conceptos es necesario el conocimiento de los expertos en el dominio el problema.

<sup>7</sup> <http://www.mygrid.org.uk/OWL/Validator>

Los elementos a considerar son identificación de inconsistencias, completitud de conceptos y existencia de redundancias en clases, instancias y relaciones.

**Observar la estructura jerárquica usada para representar el conocimiento:** Se mantuvo la estructura jerárquica establecida dada por cada estándar.

El chequeo de redundancias en clases y relaciones se verifica en las figuras de las ontologías sus clases equivalentes y sus relaciones con otros conceptos. La revisión de conceptos relevantes del dominio permitió que no existiera ausencia de estos a la hora de conformar las ontologías.

### **Validez del vocabulario**

En esta fase se evalúa el vocabulario utilizado para describir el conocimiento utilizando el corpus del dominio construido a partir de textos especializados. Evalúa el significado de los términos y conceptos a partir del conocimiento de expertos, recopilación de textos o cualquier fuente de conocimiento del dominio.

**Analizar el corpus del dominio:** Esta actividad permite identificar, extraer y organizar los términos significativos del dominio a partir de la documentación. (*Ver anexo 5. Corpus de dominio*)

**Calcular precisión:** Es un cálculo que permite conocer el porcentaje de los términos de las ontologías que aparecen el corpus en relación con la cantidad total de términos de la ontología.

$$\text{Precisión} = \text{CO} - \text{C} / \text{Conto}$$

$$= 0.95$$

Donde:

CO-C = Cantidad de términos que se solapan entre la ontología y el corpus.

$$\text{CO-C} = 78$$

COnto = Cantidad total de términos de la ontología.

$$\text{COnto} = 82$$

**Calcular Recall:** Es un cálculo que permite conocer el porcentaje de términos del corpus que aparecen en las ontología con relación al total de términos en el corpus.

$$\text{Recall} = \text{CO} - \text{C} / \text{C Corp}$$

$$= 0.72$$

Donde:

CCorp = Cantidad total de términos del corpus.

**CCorp= 107**

En función de los valores obtenidos se establece una valoración cuantitativa acerca del vocabulario. Para la precisión se indica un valor de 0.95 de los términos codificados en las ontologías que existen en el corpus; mientras que el resultado del Recall refiere que el 0.72 de los términos del corpus existen en las ontologías. Las razones que explican el valor del Recall se deben a que los términos del dominio están altamente especializados y son difíciles de identificar. Se sugiere incrementar el vocabulario extendiendo la revisión ortográfica de manera conjunta con los expertos.

### **Adecuación a requerimientos**

En esta fase se valida y verifica si las ontologías cumple los requerimientos establecidos y si responden a las preguntas de competencia.

**Verificar que las especificaciones del documento se cumplan:** Esta actividad se cumple durante cada fase del ciclo de desarrollo de la ontología, verificando que las especificaciones de documento se alcanzaran, haciendo especial énfasis en los objetivos, producto de las reuniones con los expertos del tema y revisión de fuentes disponibles se logró alcanzar el objetivo planteado que fue representar, organizar, formalizar y estandarizar el conocimiento del dominio de los metadatos de los objetos de aprendizaje para la plataforma ZERA.

**Tabla 9. Revisión de los requisitos establecidos por Methontology**

<b>Requisito</b>	<b>Cumplimiento</b>
Se mantendrá la estructura LOM, SCORM y QTI de acuerdo a la jerarquía definida los estándares.	La ontología utiliza como dominio los estándares LOM, IMS, y SCORM
Se mantendrá la estructura de la plataforma ZERA.	Se mantiene la estructura de la plataforma
Dado el dominio de la aplicación se define el desarrollo de una ontología que modele las	Se establecen relaciones semánticas entre los elementos de la ontología

relaciones entre los metadatos de los objetos de aprendizaje.	
El lenguaje de representación de la ontología será OWL	Sí
La fiabilidad de la ontología dependerá de los componentes del sistema y podrá ser comprobada mediante razonadores y analizadores.	Para verificar la fiabilidad de la ontología se utilizó el pellet y un analizador sintáctico. <sup>8</sup>

**Verificar que las respuestas proporcionadas por las ontologías a las preguntas de competencia sean las correctas y pertinentes:** Se realizan recorridos por la ontología con los expertos que permitan verificar que el conocimiento representado permite responder las preguntas de competencia. Los recorridos sobre las rutas taxonómicas permiten verificar cada una de las preguntas de competencia.

Tabla 10. Verificación de las preguntas de competencia establecidas por Methontology

Pregunta	Verificación
¿Qué características deben considerarse importantes mantener de cada estándar?	Los conceptos y relaciones la ontología
¿Cómo saber si el objeto de aprendizaje es una evaluación?	Por el elemento QTI, y su tipo de interacción
¿Qué elementos facilitarían la reutilización de un objeto de aprendizaje?	Los elementos de Relations de LOM
¿Cómo LOM garantiza la interoperabilidad?	Con las relaciones semánticas que se establecen al

<sup>8</sup> <http://www.mygrid.org.uk/OWL/Validator> y <http://www.minds.wap.org/2003/pellet/demo.shtml>

<http://pellet.owdl.com/owlsight/>

	estándar LOM
¿Para empaquetar un objeto de aprendizaje qué elementos son de vital importancia?	Los de SCORM
¿Un objeto de aprendizaje incluye LOM?	Sí

### 3.2. *Análisis del capítulo*

La evaluación de las ontologías de dominio de los metadatos de los objetos de aprendizaje para la plataforma ZERA y de la estructura de esta plataforma, fueron posibles gracias al esquema propuesto anteriormente; los resultados obtenidos fueron satisfactorios. La aplicación del esquema propuesto en cada fase del ciclo de desarrollo de las ontologías permitió identificar errores e inconsistencias sintácticas en el archivo OWL, redundancias y ambigüedad en las clases, así como omisiones en el vocabulario utilizado para representar el dominio de conocimiento. Es recomendable utilizar otros criterios que permitan incrementar la fiabilidad de la evaluación realizada.

## Conclusiones

El estudio del estado del arte de las plataformas online, las ontologías, y los metadatos de los objetos de aprendizaje, contribuyó de manera importante en la creación de la solución de este trabajo de diploma. Se definieron del conjunto de los metadatos propuestos por los estándares estudiados, cuáles de estos permitirán a la plataforma ZERA mantener objetos de aprendizajes reutilizables, portables y que contribuyan a su interoperabilidad. Se adicionaron metadatos que permiten lograr una relación semántica entre los objetos de aprendizaje y que permiten el aprovechamiento de esta relación desde el punto de vista pedagógico. La utilización de la metodología seleccionada Methontology facilitó el seguimiento y monitoreo del proceso de desarrollo que permitió mantener la calidad en las dos ontologías que componen la propuesta de solución. Las herramientas puestas en práctica permitieron un desarrollo claro, fluido y definido bajo bases sólidas de conocimiento. La validación de las ontologías constituyó un requisito de obligatorio cumplimiento en el proceso de desarrollo de la solución propuesta, garantiza la integridad conceptual y la facilidad de operación sobre las ontologías creadas.

Con el desarrollo de la solución se garantizará la reutilización, portabilidad y durabilidad de los objetos de aprendizaje a través de una mejor descripción de los metadatos y las relaciones semánticas que estos poseen. Como novedad se introduce la posibilidad de integrar tres estándares en una ontología que permita una fácil localización, y reutilización de los objetos de aprendizaje de ZERA y la posibilidad de que estos posean significado pedagógico a través de la incorporación de conceptos clave para un pedagogo.

## Recomendaciones

Como recomendaciones, una vez concluido el desarrollo de la investigación se tiene:

- Realizar un proceso de refactorización con el fin de limar cualquier aspereza detectada tras la validación de la ontología.
- Integrar la ontología a la aplicación.
- Confeccionar un informe que resuma las experiencias técnicas obtenidas durante el desarrollo de la ontología así como los resultados obtenidos en las pruebas, que sirva de material de consulta para futuros proyectos con características similares.
- Promover la utilización de la web semántica, ya que esta permite que la información se encuentre bien estructurada y enlazada.
- Contemplar dentro de las líneas futuras de la investigación la posibilidad de ampliar la ontología con términos genéricos ya existentes sirviendo como base, (por ejemplo, **Dublín Core**) que permitan ampliar la universalidad y la semántica de la solución propuesta.
- Implementar un buscador semántico que utilice las ontologías a través de un motor de inferencia para la recomendación y búsqueda de objetos de aprendizaje.

## Glosario

**API:** Application Program Interface. Interfaz para programas de aplicación. Conjunto de convenciones de programación que definen cómo se invoca un servicio desde un programa.

**Recurso – Asset:** El contenido en su forma más básica está compuesto de recursos (assets) que son representaciones electrónicas de medios de comunicación, texto, imágenes, sonidos, páginas webs, evaluaciones u otros fragmentos de datos que pueden entregarse a un cliente Web.

**Granularidad:** Se refiere al nivel de divisibilidad y accesibilidad de contenido de aprendizaje dentro de un sistema.

**LCMS (Learning Content Management System):** Es un sistema utilizado para crear, almacenar, ensamblar y entregar contenidos de e-learning personalizados en forma de objetos de aprendizaje (definición de IDC). Aplicación de software que combina las capacidades de gestión de cursos de un LMS con las capacidades de almacenamiento y creación de contenidos de un CMS.

**LMS (Learning Management System):** Software que automatiza la administración de acciones de formación. Un LMS registra usuarios, organiza los diferentes cursos en un catálogo, almacena datos sobre los usuarios, también provee informes para la gestión. Un LMS es diseñado generalmente para ser utilizado por diferentes editores y proveedores. Generalmente no incluye posibilidades de autoría (creación de cursos propios), en su lugar, se centra en gestionar cursos creados por gran variedad de fuentes diferentes. Generalmente también se le conoce como plataforma.

**CMS (Content Management System):** Sistema de gestión de contenidos. Aplicación de software que simplifica la creación y administración de contenidos por medio de páginas web.

**Metadatos:** Información que describe otra información y le permite ser guardado, puesto en un índice, investigado, y recuperado de un banco de datos o almacén.

**Taxonomía:** Esquema de clasificación por niveles jerárquicos que pueden aplicarse a los contenidos.

**XML (Extensible Markup Language):** La próxima generación del HTML. Lenguaje informático que permite la separación del estilo del contenido. XML les permite a diseñadores que creen sus propios comandos y permite la interoperabilidad de datos entre las aplicaciones.

**META:** Etiquetas de migración automática entre IEEE LOM y la IMS a fin de que no existan diferencias entre el estándar y la especificación IMS LRM.

**RDF (Resource Description Framework):** Marco de Descripción de Recursos Lenguaje de descripción del W3C.

**URI (Uniform Resource Identifier):** identificador uniforme de recurso es una cadena corta de caracteres que identifica inequívocamente un recurso (servicio, página, documento, dirección de correo electrónico, enciclopedia, etc.). Normalmente estos recursos son accesibles en una red o sistema.

**Dominio:** Área temática específica o área de conocimiento, tales como ciencias básicas gestión de proyectos, etc.

**Indexar:** Ejecutar la elaboración de un índice que contenga de forma ordenada la información, esto con la finalidad de obtener resultados de forma sustancialmente más rápida y relevante al momento de realizar una búsqueda. Es por ello que la indexación es un elemento fundamental de elementos como los motores de búsqueda y las bases de datos.

**Índice:** Es una estructura de datos que mejora la velocidad de las operaciones en las tablas de la misma.

**Búsqueda semántica (búsqueda con significado):** Proceso utilizado para mejorar la búsqueda en internet mediante el uso de datos de las redes semánticas para desambiguar las consultas y el texto en la web con la finalidad de encontrar resultados más relevantes en relación a lo que demanda el usuario.

**Corpus:** Conjunto lo más extenso y ordenado posible de datos, textos científicos, literarios, etc., que pueden servir de base para una información.

**OIS:** Proporciona capacidades de consulta sobre una ontología.

**Razonador:** Son aplicaciones informáticas que permiten generar conocimiento y hacer inferencias a partir de un conjunto de axiomas y hechos. Utilizan un motor de inferencia y un conjunto de reglas expresadas en lenguaje semántico que pudiera ser OWL.

**Motor de inferencia:** Es un tipo de programa de control que selecciona las reglas posibles a satisfacer el problema, valiéndose de ciertas estrategias de control o heurísticas.

**Intérprete de ontologías:** Realiza consultas sobre las deducciones que haya realizado el razonador sobre la ontología, en base al resultado de las consultas envía órdenes al configurador para que este efectúe la acción que se debe.

**e-learning:** Educación a distancia completamente virtualizada a través de los nuevos canales electrónicos utilizando herramientas como correo electrónico, páginas web, foros de discusión, mensajería instantánea, plataformas de formación, como soporte de los procesos de enseñanza-aprendizaje.

---

**Framework:** Es una estructura conceptual y tecnológica de soporte definida, normalmente con artefactos o módulos de software concretos, con base en la cual otro proyecto de software puede ser organizado y desarrollado. Típicamente, puede incluir soporte de programas, bibliotecas y un lenguaje interpretado entre otros programas para ayudar a desarrollar y unir los diferentes componentes de un proyecto.