PROTOTIPO ONTOLÓGICO PARA REPRESENTACIÓN DE OBJETOS DE SIMULACIÓN INTERACTIVA APLICADO A ENTORNOS DIGITALES DE APRENDIZAJE

Presentado por:

Jonathan Enrique Cuspoca Ruiz

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROYECTO CURRICULAR DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
BOGOTÁ D.C.
2015

PROTOTIPO ONTOLÓGICO PARA REPRESENTACIÓN DE OBJETOS DE SIMULACIÓN INTERACTIVA APLICADO A ENTORNOS DIGITALES DE APRENDIZAJE

Presentado Por:

Jonathan Enrique Cuspoca Ruiz Cód. 20092020021

Proyecto de Investigación

Trabajo para optar por el título de:

Ingeniero de Sistemas

Director:

Julio Barón Velandia
Profesor Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROYECTO CURRICULAR DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
BOGOTÁ D.C.
2015

Nota de aceptación

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Director

_____

Jurado

Bogotá, 26 de Octubre de 2015

Agradezco a Dios por darme la oportunidad de estudiar esta carrera y por llenar de bendiciones mi vida y la de mi familia.

A mis padres Isabel Ruiz y Luis Enrique Cuspoca Fonseca por darme la vida y todo su apoyo incondicional en los momentos de alegría y tristeza.

A mi hermano Johan Sebastián Cuspoca Ruiz por brindarme todo su apoyo y por ser mi orgullo y un motivo para luchar cada día de mi vida.

A Daniela Amaya Aldana, la mujer que se convirtió en mi más grande apoyo durante todo este proceso y que con todo su amor me ayudó a cumplir mi objetivo.

Un agradecimiento muy especial a mi amigo y colega Daniel Franco Beltrán, por su amistad y toda su ayuda a lo largo de este duro camino, ya que me ha dejado grandes enseñanzas.

A toda mi familia, amigos y conocidos por creer en mí desde el primer momento y brindarme una sonrisa en los momentos más duros.

Dedicado a mi amigo Esteban Zapata, un amigo fiel que nos cuida desde el cielo y al que un día prometimos que lograríamos todos juntos nuestra meta…
Por ti amigo.

Jonathan Enrique Cuspoca Ruiz

AGRADECIMIENTOS

A directivos, docentes y demás funcionarios de la UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS, por brindar todas las herramientas necesarias para el desarrollo este proyecto de grado.

Al Doctor JULIO BARON VELANDIA, director del presente trabajo de grado, por brindar todos sus conocimientos, tiempo y por su guía con la mejor disposición siempre, para el desarrollo, estructuración y corrección de este proyecto.

Al Magister JHON FRANCINED HERRERA CUBIDES, por todo su apoyo, guía y colaboración en la corrección y desarrollo del presente trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCIÓN 11

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 12

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA 12

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA: 13

2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN 14

2.1 OBJETIVO GENERAL 14

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 14

3. JUSTIFICACIÓN 15

4. MARCO TEÓRICO 17

4.1 MARCO REFERENCIAL 23

4.1.1 Reseña Histórica. 24

4.1.2 Reseña Actual. 27

4.2 MARCO CONCEPTUAL 29

5. MODELO DE NEGOCIO 41

5.1 MODELO ONTOLÓGICO 41

5.1.1 Especificación 41

5.1.1.1 Propósito de la Ontología. 41

5.1.1.2 Alcance de la Ontología. 41

5.1.1.3 Especificación de Requerimientos. 42

5.1.2 Conceptualización 43

5.1.2.1 Glosario de Términos. 43

5.1.2.2 Taxonomía de Conceptos. 46
5.1.2.3 Diagrama de Relaciones Binarias. 48
5.1.2.4 Diccionario de Conceptos. 51
5.1.2.5 Descripción de Relaciones Binarias en Detalle. 52
5.1.2.6 Descripción de Atributos de Instancia en Detalle. 54
5.1.2.7 Descripción de Atributos de Clase en Detalle. 54
5.1.2.8 Descripción en Detalle de las Constantes. 56
5.1.2.9 Definición de Axiomas Formales. 56
5.1.2.10 Descripción de Instancias. 56

5.2 ANÁLISIS Y DISEÑO DE SOFTWARE 58

5.2.1 Definición de Actores 58

5.2.2 Análisis de Requerimientos 59
5.2.2.1 Requerimientos Funcionales. 59
5.2.2.2 Descripción de Requerimientos Funcionales. 60
5.2.2.3 Requerimientos No Funcionales. 63

5.2.3 Análisis de Casos de Uso 65
5.2.3.1 Casos de Uso 65
5.2.3.2 Descripción de Casos de Uso. 66
5.2.3.3 Diagrama de Casos de Uso. 74
5.2.3.4 Diagramas de Actividades 76

5.2.4 Diagrama de Clases 79

5.2.5 Diagramas de Secuencia 81

5.2.6 Diagrama de Estado 87

5.2.7 Diagrama de Componentes 88

5.2.8 Diagrama de Despliegue 90

5.2.9 Interfaz de Usuario 92

5.2.10 Comparación entre OWL y UML 101

6. CONCLUSIONES 104

7. TRABAJOS FUTUROS 106

ANEXO 1: GLOSARIO DE TÉRMINOS 107

ANEXO 2: ATRIBUTOS DE CLASE EN DETALLE 110

ANEXO 3: MODELO ONTOLÓGICO 111

ANEXO 4: PRIORIDAD Y DEPENDENCIA DE CASOS DE USO 112

ANEXO 5: DESCRIPCIÓN DETALLADA DE CASOS DE USO CON PRIORIDAD MEDIA 113

ANEXO 6: DIAGRAMAS DE ACTIVIDADES 116

BIBLIOGRAFÍA 118

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Estándar de Metadatos IEEE LOM 19
Tabla 2. Metadatos obligatorios en SCORM.....20
Tabla 3. Intersección de SCORM y LOM. 21
Tabla 4. Clasificación de Objetos de Aprendizaje según ASTD & SmartForce.....32
Tabla 5. Especificación de Requerimientos. 42
Tabla 6. Glosario de Términos. 43
Tabla 7. Definición de Taxonomía entre Conceptos. 46
Tabla 8. Definición de Relaciones Binarias entre Conceptos. 49
Tabla 9. Diccionario de Conceptos. 51
Tabla 10. Relaciones Binarias Descritas en Detalle. 53
Tabla 11. Atributos de Clase Descritos en Detalle. 55
Tabla 12. Descripción de Instancias. 56
Tabla 13. Definición de Actores del Módulo. 58
Tabla 14. Requerimientos Funcionales. 59
Tabla 15. Descripción de Requerimientos Funcionales. 60
Tabla 16. Matriz de Requerimiento vs Requerimiento. 62
Tabla 17. Requerimientos No Funcionales. 64
Tabla 18. Casos de Uso. 65
Tabla 19. Descripción de Casos de Uso. 66
Tabla 20. Matriz de Requerimiento vs Caso de Uso. 68
Tabla 21. Matriz de Caso de Uso vs Caso de Uso. 69
Tabla 22. Caso de Uso Crear Objeto de Aprendizaje. 71
Tabla 23. Caso de Uso Validar Objeto de Aprendizaje. 72
Tabla 24. Caso de Uso Consultar Objeto de Aprendizaje. 73

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estructura de LOM. 18
Figura 2. Cono de Aprendizaje de Dale y recursos tecnológicos actuales. 24
Figura 3. Taxonomía de Conceptos. 47
Figura 4. Diagrama de Relaciones Binarias. 50
Figura 5. Fragmento del Modelo Ontológico. 57
Figura 6. Prioridad de Requerimientos. 61
Figura 7. Dependencia entre Requerimientos. 63
Figura 8. Diagrama General de Casos de Uso. 75
Figura 9. Diagrama de Actividad CU03 Crear Objeto de Aprendizaje. 76
Figura 10. Diagrama de Actividad CU04 Validar Objeto de Aprendizaje. 77
Figura 11. Diagrama de Actividad CU09 Consultar Objeto de Aprendizaje. 78
Figura 12. Diagrama de Clases. 80
Figura 13. Diagrama de Secuencia CU03 Crear Objeto de Aprendizaje. 84
Figura 14. Diagrama de Secuencia CU04 Validar Objeto de Aprendizaje. 85
Figura 15. Diagrama de Secuencia CU09 Consultar Objeto de Aprendizaje. 86
Figura 16. Diagrama de Estado Objeto de Aprendizaje. 87
Figura 17. Diagrama de Componentes. 89
Figura 18. Diagrama de Despliegue. 91
Figura 19. Diseño de Interfaz de Usuario. 93
Figura 20. Interfaz de Usuario para un Estudiante. 94
Figura 21. Consulta de un Objeto de Aprendizaje por un Estudiante. 95
Figura 22. Contenido de un Objeto de Aprendizaje. 95
Figura 23. Consulta de Objetos de Aprendizaje con Palabra Clave. 96
Figura 24. Agregar un Objeto de Aprendizaje al Módulo. 97
Figura 25. Resultado de la creación de un Objeto Nuevo. 98
Figura 26. Interfaz de Usuario para un Moderador. 98
Figura 27. Objetos de Aprendizaje En Revisión. 99
Figura 28. Objetos de Aprendizaje por Revisar. 99
Figura 29. Validación de Objeto de Aprendizaje. 100
Figura 30. Objeto de Aprendizaje Validado Satisfactoriamente. 101
Figura 31. Fragmento del Modelo Ontológico expresado en OWL. 102
Figura 32. Modelo Ontológico expresado en un Diagrama de Clase UML. 103

INTRODUCCIÓN

La información que se puede obtener por Internet se ha incrementado considerablemente, a tal punto que la cantidad de resultados que se pueden encontrar al realizar una simple consulta, sobre un motor de búsqueda puede generar millones de resultados. Además, se crea la necesidad de utilizar y aprovechar cada uno de los recursos encontrados y que están disponibles a todos los usuarios. Estás dos razones, han impulsado la generación de nuevos proyectos de investigación como la Web Semántica. Básicamente, la idea central se concentra en que la máquina extienda sus capacidades, logrando almacenar la información y representarla como conocimiento, simulando un proceso de pensamiento. Para lograr este objetivo, la web semántica se apoya en la utilización de representaciones del conocimiento como las ontologías (Gruber, 1993).

En el campo educativo, los objetos de aprendizaje representan una herramienta valiosa que complementa el proceso de aprendizaje de los estudiantes. A través de recursos de aprendizaje de tipo simulación, se logra captar mayor atención de los estudiantes sobre temas difíciles de entender. “El alumno retiene hasta un 90% de lo que hace” (Madrigal Alfaro, 2010). Hoy en día, muchas organizaciones educativas han generado un gran número de recursos de aprendizaje disponibles para cualquier usuario. Sin embargo, se presentan muchas falencias a la hora de encontrar cada uno de estos objetos de aprendizaje y las relaciones que se pueden dar entre ellos.

En este informe se presenta el resultado obtenido del diseño y desarrollo de un modelo que describe a nivel semántico, recursos de aprendizaje de simulación interactiva, para ser aplicado a diferentes campos del conocimiento, permitiendo que las colecciones de recursos generados por cada una de las instituciones involucradas en los procesos de aprendizaje, puedan ser consultadas con un grado de pertinencia mayor que el obtenido al utilizar métodos convencionales de búsqueda. En primer lugar se presenta la representación ontológica en el dominio de los objetos de aprendizaje a nivel de simulación, el diseño del prototipo y por último una aplicación Web que permite verificar el adecuado diseño de la ontología y el diseño del modelo de software.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente, los objetos de aprendizaje se han convertido en un elemento esencial para el e-Learning. Sin embargo, la cantidad de información manejada en la Web crea problemas en la obtención de información útil para el usuario a la hora de realizar búsquedas. Diferentes repositorios almacenan objetos de aprendizaje y los mantienen. El problema radica en recuperar objetos de aprendizaje, que se encuentran en distintos repositorios y que realmente cumplan con los criterios de búsqueda proporcionados.

Cuando un profesor realiza una búsqueda de videos sobre un determinado tema para apoyar una sesión de clase, a través de los distintos repositorios accesibles en la Web, obtiene un número alto de resultados, aunque no necesariamente estos correspondan con su expectativa. Por lo tanto, debe realizar una revisión de los resultados que arroja la búsqueda. En el caso de las animaciones, se presenta una situación similar a la anterior y a través de búsqueda sintáctica se obtiene un conjunto de páginas con recursos de animación.

Cuando se realizan búsquedas de objetos de aprendizaje de tipo simulación, el número de resultados obtenidos es muy bajo o nulo, por las siguientes razones: el número de objetos de tipo simulación disponibles en la Web es muy pequeño en comparación con otro tipo de objetos de aprendizaje, además, los objetos carecen de una descripción adecuada que facilite su ubicación.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA:

¿Cómo facilitar la descripción semántica de objetos de aprendizaje de tipo simulación, para que puedan ser ubicados y accedidos desde los repositorios donde se encuentran almacenados, de manera que los resultados obtenidos presenten un alto grado de pertinencia con los requerimientos definidos en la búsqueda?

2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un metamodelo de representación de objetos de aprendizaje de tipo simulación mediante técnicas de modelamiento ontológico, permitiendo que las entidades que generan y almacenan estos recursos, puedan mejorar su visibilidad y accesibilidad a través de herramientas de búsqueda en Internet.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir la taxonomía y los metadatos de los objetos de simulación realizando una revisión conceptual de especificaciones, estándares y documentos que permitan la obtención de los conceptos y sus correspondientes relaciones a un alto nivel de abstracción.

- Proponer un diseño mediante modelamiento ontológico, para describir semánticamente recursos de aprendizaje aplicados a objetos de simulación, obtenidos desde diferentes repositorios.

- Desarrollar un módulo basado en el modelo ontológico definido, que permita describir los objetos de aprendizaje de tipo simulación y mostrar sus metadatos asociados así como su localización para que puedan ser accedidos a través de Internet.

3. JUSTIFICACIÓN

Hoy en día, obtener recursos de simulación se ha convertido en una necesidad, debido a que la inclusión de las TIC en la educación proporciona un gran número de ventajas para el mejoramiento del aprendizaje del alumno. Temas relacionados con asignaturas como Física y Química pueden ser mejor entendidos, a través de las experiencias utilizando herramientas de simulación. Por lo tanto, si estos recursos son fácilmente ubicables, ofrecerían tanto a profesores como estudiantes nuevas formas de conocer procesos y propiedades de las ciencias.

Las pruebas PISA (Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes) en el año 2012, dan evidencia del desempeño de los estudiantes de países latinoamericanos como: Brasil, Argentina, Colombia, Chile, Costa Rica, México, Perú y Uruguay. Las pruebas evaluaron las áreas de lectura, matemáticas y ciencias. Los resultados de Colombia fueron: “En matemáticas, el puntaje de Colombia (376) es inferior a los obtenidos por 61 países y no es estadísticamente diferente de los observados en los países que obtuvieron los tres puntajes más bajos: Catar, Indonesia y Perú. En ciencias, el puntaje de Colombia (399) es superior al de estos tres países, inferior a los observados en 57 países y sin diferencias estadísticas con los de Argentina, Brasil, Túnez y Albania” (ICFES, 2013). En las áreas de matemáticas y ciencias, Colombia ocupo el penúltimo lugar en la lista de los países latinoamericanos que realizaron la prueba. Los resultados anteriores abren la posibilidad para que Colombia incorpore nuevas estrategias de aprendizaje, que permitan mejorar el desempeño de los estudiantes, en este tipo de pruebas. La simulación interactiva constituye una forma alternativa para aprender temas que generalmente, son considerados de poco interés.

Muy pocas entidades cuentan con el interés, conocimientos y recursos necesarios para desarrollar objetos de aprendizaje de tipo simulación. Sin embargo, muchos de ellos aunque están disponibles en los sitios Web de las entidades que los generan, son utilizados únicamente por las comunidades que los producen, dadas las falencias que presentan las herramientas que se aplican para su ubicación y visibilidad.

Una adecuada visibilidad en Internet de los objetos de aprendizaje de tipo simulación, es fundamental para que puedan ser utilizados por profesores, estudiantes y demás actores de la comunidad educativa. Para lograrla, es necesario generar una representación explicita que describa semánticamente este tipo de objetos, incluyendo las relaciones entre los conceptos que definen el recurso, condiciones necesarias para la ejecución de proyectos de descripción semántica por parte de las instituciones que generan este tipo de recursos y el desarrollo de herramientas que permitan hacer búsqueda en repositorios que cuentan con descripción semántica de objetos de aprendizaje de tipo simulación.

Una descripción eficiente de objetos de aprendizaje de tipo simulación, mejora el número y pertinencia de recursos obtenidos mediante las herramientas de búsqueda en Internet, reduciendo los tiempos dedicados a la identificación de recursos y generando nuevos tipos de actividades complementarias en el aula con este tipo de material. Dado que la utilización del recurso se hace independiente de la ubicación geográfica del repositorio, los profesores y estudiantes de las instituciones públicas pueden acceder y utilizar dichas simulaciones. De esta manera, el estudiante puede practicar el número de veces requeridas sin restricciones de horario y ubicación. Además, se podría implementar en diferentes países de América Latina, como complemento de las estrategias educativas que define cada país en su modelo de educación.

4. MARCO TEÓRICO

Los objetos de aprendizaje, conocidos también como OA u OVA (Objeto Virtual de Aprendizaje), han sido estudiados y aplicados por diversos autores. James L'Allier, considera que un objeto de aprendizaje es una pequeña estructura independiente, que está compuesta por un objetivo, actividades de aprendizaje y evaluación. Otros autores como Hernández, Pacheco y Guillén, consideran que un OA es un "material digital que tiene un diseño educativo y desarrolla actividad interactiva, por lo que facilita el aprendizaje" (Hernández Gallardo, Pacheco Cortés, & Guillén, 2005). Los objetos de aprendizaje son herramientas que contribuyen al desarrollo del aprendizaje en línea y hacen parte de una serie de propuestas alternativas de enseñanza, que fomentan el uso del contenido educativo de la Web.

En lo que respecta a las simulaciones, el Ministerio de Educación Nacional (MEN) de Colombia indica que son objetos de aprendizaje, que intentan modelar fenómenos de la realidad y que su propósito es que el estudiante construya conocimiento a través de: trabajo exploratorio, inferencia y aprendizaje por descubrimiento. Los objetos de aprendizaje de tipo simulación, constituyen una herramienta alternativa e interactiva en el proceso de enseñanza-aprendizaje y pueden ser de gran ayuda para el estudiante, si se combinan apropiadamente con el trabajo realizado por el profesor. En el año 2005, Miguel Cañizares afirma que los objetos de aprendizaje de tipo simulación en el aula, pueden aportar al conocimiento de los estudiantes, si se analiza previamente su contenido y estructura (Cañizares Millan, 2005). En el año 2013, Claudia López y Zulema Beatriz señalaron que al incluir las simulaciones en la educación, el estudiante puede manipular variables de un sistema real y observar su comportamiento y las consecuencias de los cambios realizados (López de Munain & Rosanigo, 2013).

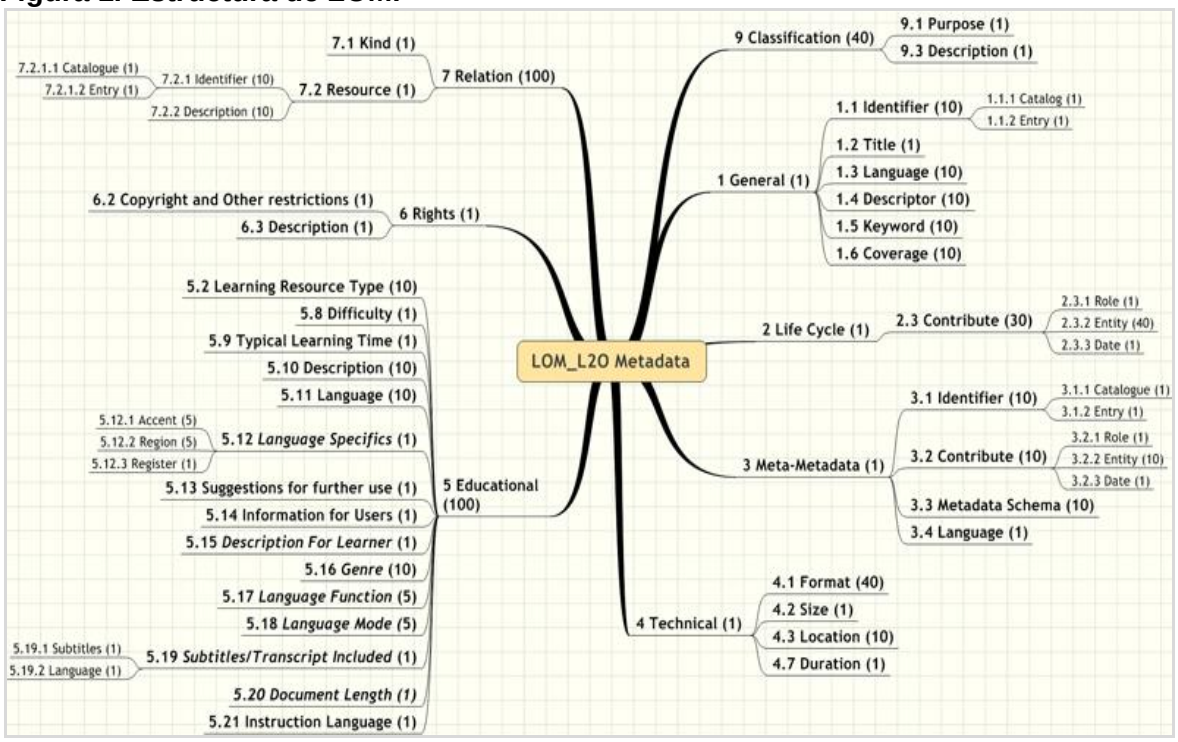
Para que los objetos de aprendizaje puedan ser encontrados fácilmente, se necesita una descripción de su contenido, elaborada a través de metadatos, que permiten acceder directamente al contenido de los objetos. Existen varias especificaciones y estándares que permiten definir la gestión de los objetos de aprendizaje en la Web, la estructura de metadatos y la forma en que se regulan los procesos de enseñanza, para que los recursos sean reutilizables, interoperables e intercambiables en diferentes plataformas de aprendizaje. Entre las iniciativas, organismos e instituciones más conocidas en el proceso de

estandarización del e-Learning se encuentran: IMS, IEEE, ADL/SCORM, AICC, MIT/OCW/OKI. A continuación se describen varias de las propuestas:

1. IMS (Global Learning Consortium, Inc), es uno de los principales desarrolladores de especificaciones para el aprendizaje electrónico. Cuenta con 16 especificaciones en las cuales cada una cubre un dominio educativo en particular.

2. LOM (IEEE Learning Object Metadata), es un estándar formalmente aprobado y aceptado para la descripción de recursos educativos que ha sido adoptado por la especificación IMS Learning Resource Metadata. LOM es producto del esfuerzo realizado por los proyectos IMS, ARIADNE y Dublín Core. A continuación en la Figura 1 se muestra la estructura general de LOM:

Figura 1. Estructura de LOM.



Fuente: (Godwin-Jones, 2008).

El estándar LOM cuenta con nueve categorías principales que agrupan los metadatos y se describen en la Tabla 1. Cabe resaltar que según LOM, los 76 campos a diligenciar son todos opcionales, por lo tanto, se puede escoger sin

restricciones, un subconjunto de elementos que brinden la información necesaria para un dominio en particular. Algunos países cuentan con su propio proceso de catalogación como España (LOM-ES), Colombia (LOM-CO), entre otros. LOM-ES se ha utilizado en el proyecto Agrega[1] y en nuestro país LOM CO ha sido implementado en el Banco Nacional de Objetos de Aprendizaje.

Tabla 1. Estándar de Metadatos IEEE LOM

Categoría		Descripción
1.	**General**	Agrupa la información del objeto de aprendizaje como un todo.
2.	**Lifecycle**	Características relacionadas con la historia y el estado actual del objeto.
3.	**Meta-metadata**	Agrupa información sobre los mismos metadatos que describen el objeto.
4.	**Technical**	Características técnicas y requerimientos del objeto de aprendizaje.
5.	**Educational**	Agrupa la características educativas y pedagógicas del recurso
6.	**Rights**	Derechos de propiedad y condiciones de uso del objeto.
7.	**Relation**	Define la relación del objeto de aprendizaje con otros.
8.	**Annotation**	Comentarios sobre el uso educativo del objeto.
9.	**Classification**	Describe el objeto de aprendizaje en relación a un sistema de clasificación particular.

Fuente: (IEEE, 2002).

3. La especificación SCORM, es un marco de referencia que combina un conjunto de especificaciones (IMS, AICC, IEEE). Es el modelo más utilizado en la industria y define su propio entorno de ejecución, modelo de metadatos y modelo de estructura de los cursos. SCORM trabaja con varios elementos de aprendizaje, los cuales pueden tener un distinto grado de complejidad y se dividen en los siguientes niveles:

- Elemento Básico (Asset): representa recursos de aprendizaje básicos como: texto, imagen, sonido, página web, simulación, entre otros.

[1] "El proyecto Agrega tiene como objetivo crear una federación de repositorios digitales con nodos instalados en cada una de las comunidades autónomas de España" (Sarasa Cabezuelo, 2011). Los objetos de aprendizaje están en formato SCORM 2004 y etiquetados con metadatos LOM-ES. En la actualidad, existe la segunda versión del proyecto llamado Agrega 2. Para mayor información: Enlace: http://agrega.juntadeandalucia.es/visualizadorcontenidos2/Portada/Portada.do

- SCO (Sharable Content Object): es un elemento básico o un conjunto de ellos, que poseen la información requerida para ser gestionados por un sistema de gestión de aprendizaje (LMS).

- Actividad (Activity): es una instrucción o acción a realizar sobre un SCO o sobre un recurso básico.

- Organización de Contenido (Content Organization): representa el árbol de actividades, es decir, la secuencia de ejecución.

- Agregación de Contenido (Content Aggregation): es el conjunto completo de todos los elementos nombrados anteriormente.

Para el manejo de metadatos, SCORM recomienda seguir el estándar LOM con sus nueve categorías pero en una versión reducida, definiendo para cada nivel (asset, SCO, Activity, etc.) un subconjunto de elementos obligatorios. En la Tabla 2 se pueden observar los subconjuntos de metadatos obligatorios definidos por SCORM.

Tabla 2. Metadatos obligatorios en SCORM

Categoría	Metadato	Nivel	
		SCO, Actividad, Organización de Contenido	Elemento Básico (Asset)
1. General	1.1 Identifier	✓	✓
	1.1.2 Entry	✓	✓
	1.2 Title	✓	✓
	1.4 Description	✓	✓
	1.5 Keyword	✓	
2. Life Cycle	2.1 Version	✓	
	2.2 Status	✓	
3. Meta-metadata	3.1 Identifier	✓	✓
	3.1.2 Entry	✓	✓
	3.3 Metadata Scheme	✓	✓
4. Technical	4.1 Format	✓	✓
6. Rights	6.1 Cost	✓	✓
	6.2 Copyright and other Restrictions	✓	✓

Fuente: El autor (Basado en la Tabla 1 de (Rouyet & Martín, 2004)).

Para el desarrollo de este proyecto se escoge el modelo de referencia SCORM, ya que "es el modelo más utilizado en la creación de objetos de aprendizaje, debido a su facilidad de intercambio entre plataformas o ambientes de enseñanza" (Callejas Cuervo, Hernández Niño, & Pinzón Villamil, 2011). Sin embargo, dado que el conjunto de metadatos obligatorios que propone SCORM, es muy reducido para los elementos de aprendizaje básicos, se plantea tener en cuenta en el desarrollo de este trabajo, algunos de los elementos del estándar LOM como complemento para describir los objetos de aprendizaje. En la Tabla 3 se presenta la intersección realizada entre los metadatos de SCORM y LOM; en el campo "Intersección de Metadatos" se observan los elementos que se han escogido para el desarrollo del modelo ontológico.

Tabla 3. Intersección de SCORM y LOM.

Categoría	Metadatos	Especificación y Estándar		Intersección de Metadatos
		SCORM (Asset y SCO)	LOM	
1. General	1.1 Identifier			
	1.1.2 Entry			
	1.2 Title			✓
	1.3 Language			✓
	1.4 Description			✓
	1.5 Keyword			✓
2. Life Cycle	2.1 Version			
	2.2 Status			
	2.3.2 Entity			✓
3. Meta-metadata	3.1 Identifier			
	3.1.2 Entry			
	3.3 Metadata Scheme			
4. Technical	4.1 Format			✓
	4.3 Location			✓
5. Educational	5.3 Interactivity Level			✓
	5.6 Context			✓
	5.8 Difficulty			✓
6. Rights	6.1 Cost			✓
	6.2 Copyright and other Restrictions			
7. Relation				✓
8. Annotation	8.2 Date			✓
	8.3 Description			✓
9. Classification				

Fuente: El autor (Basado en la especificación SCORM y estándar LOM).

En relación a las ontologías, muchos autores han propuesto múltiples definiciones, sin embargo, la gran mayoría afirma que las ontologías definen un vocabulario que representa un área de conocimiento. Las ontologías permiten definir entidades, clases, propiedades y las relaciones entre estos componentes. Existen varias propuestas basadas en modelamiento ontológico, realizadas por la Universidad Nacional de Taiwán y la Escuela Superior de Electricidad en Francia, que definen la estructura de metadatos propuesta por SCORM y LOM respectivamente. Dado que se pueden representar los metadatos de un objeto de aprendizaje, se pueden definir las relaciones que se pueden presentar entre ellos.

Existen diferentes metodologías que permiten diseñar, desarrollar y gestionar ontologías. A continuación, se describen algunas de las propuestas existentes:

1. Knowledge Engineering Methodology, es una metodología propuesta por Uschold y King en el año 1995 y que surgió a través del desarrollo de una ontología sobre empresa (Enterprise Ontology). La metodología propone que la ontología debe ser documentada y evaluada, y que se pueden utilizar otras ontologías como base para crear la nueva.

2. En el mismo año se propone la metodología de Grüninger y Fox, la cual fue usada en el proyecto TOVE (Toronto Virtual Enterprise) de la Universidad de Toronto, para desarrollar ontologías para empresas, usando lógica de primer orden.

3. Kactus es una metodología producto del trabajo realizado en el proyecto Esprit KACTUS, en el cual se construyó una ontología sobre redes eléctricas. En esta metodología se investigó la posibilidad de rehúso de conocimiento en procesos técnicos complejos.

4. La metodología Methontology fue desarrollada por la Universidad Politécnica de Madrid y es una de las metodologías ontológicas más completas, debido a que crea las ontologías como un proyecto informático. Es una metodología que permite crear ontologías nuevas o reutilizar otras. Methontology está compuesta por actividades de gestión, desarrollo y soporte, y especifica cada una de las tareas y herramientas que se pueden utilizar en el proceso de

desarrollo de la ontología. Además fue recomendada por la Foundation for Intelligent Physical Agents (FIPA[2]).

5. La metodología On To Knowledge (OTK), aplica ontologías a la información electrónica disponible, para mejorar la calidad de la gestión del conocimiento en grandes organizaciones. OTK es resultado del proyecto desarrollado por la IST (Tecnologías de la Sociedad de la Información) y que lleva el mismo nombre. Es una metodología que se destaca por la contribución al desarrollo de herramientas y métodos que soporten la administración del conocimiento, basado en una ontología.

6. Terminae es una metodología que permite construir ontologías a partir de textos, y que está basada en un análisis lingüístico que se realiza a través de la aplicación de herramientas para el procesamiento del lenguaje natural.

Para el desarrollo de este proyecto se escoge la metodología Methontology, ya que aporta un conjunto de técnicas y métodos detallados, para la creación de una ontología nueva. Además, es una metodología que se relaciona con el proceso en cascada para el desarrollo de software y permite incluir modelado UML.

4.1 MARCO REFERENCIAL

El marco referencial se ha construido con base en las diferentes propuestas que se han presentado a lo largo de la historia sobre el e-Learning y la implementación de simulaciones educativas en el aprendizaje. Además, se describen algunas ontologías educativas que pueden ser tomadas como punto de referencia para la construcción de la propuesta. A continuación, se muestran los acontecimientos y propuestas más importantes relacionados con el proyecto.

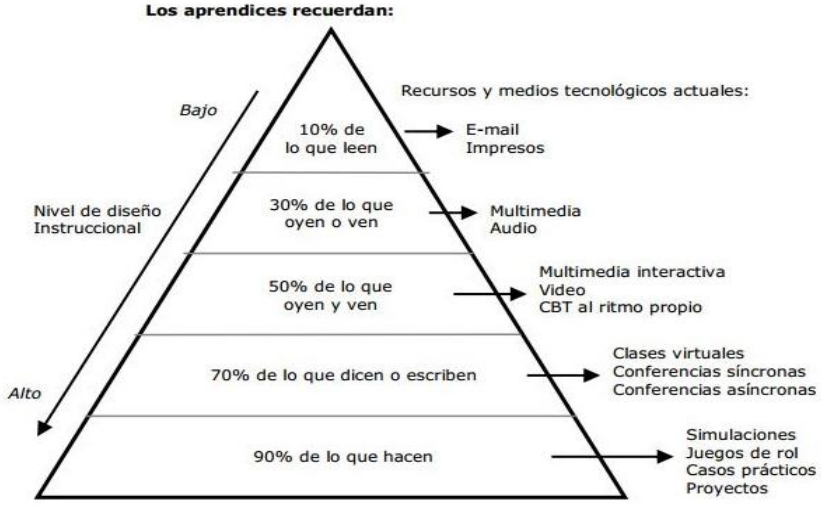
[2] Organización de estándares IEEE Computer Society, que promueve la tecnología basada en agentes y la interoperabilidad de sus normas con otras tecnologías.

4.1.1 Reseña Histórica.

A lo largo de la historia, diversos autores como Piaget, Vigotsky, Bruner, entre otros, coinciden en que debe existir un medio que genere interés en los estudiantes por descubrir, construir y crear conocimiento a través de problemas de la vida real. Por medio de la modalidad “learning by doing”, es decir, “aprender haciendo”, se logra captar la atención de los estudiantes, convirtiéndolos en “agentes activos que se involucran más en el proceso de aprendizaje gracias a un material que es reactivo a sus acciones” (Thomas, 2001).

En los años sesenta, Edgar Dale propuso un Cono de Aprendizaje, en donde se muestra la relación entre la utilización de recursos audiovisuales e interactivos y el grado de aprendizaje logrado (Dale, 1969). En la Figura 2, se presenta el Cono de Aprendizaje de Edgar Dale y la equivalencia de cada nivel con los recursos tecnológicos de la actualidad. El cono muestra el porcentaje de aprendizaje que se puede lograr, al utilizar diferentes recursos de aprendizaje. En la base del cono de aprendizaje de Dale, se puede observar que los recursos de simulación, pueden proporcionar el mayor grado de aprendizaje en los estudiantes, debido a que son sistemas interactivos que aplican la modalidad “aprender haciendo”. Cabe resaltar, que la utilización de simulaciones interactivas en el proceso de aprendizaje de los estudiantes, es una herramienta o complemento para el profesor y no un reemplazo del mismo.

Figura 2. Cono de Aprendizaje de Dale y recursos tecnológicos actuales.



Fuente: (Madrigal Alfaro, 2010).

Por lo general, los autores convergen en que el primero en definir el concepto de objeto de aprendizaje fue Wayne Hodgins en 1992, “cuando trabajaba en el desarrollo de algunas estrategias de aprendizaje. Estando en su casa, observó a su hijo jugar con bloques de plástico interconectables LEGO y dedujo que este juego podría servir de metáfora para explicar la formación de materiales educativos en pequeñas unidades, que permitieran el aprendizaje de una forma sencilla y que pudieran conectarse entre sí, es decir desarrollar piezas de aprendizaje fácilmente interoperables” (Serrano Islas, 2010).

En el año 1994, propusieron una de las primeras simulaciones educativas para estudiantes de un curso universitario, con el objetivo de enseñar ciencias, específicamente sobre tiro parabólico con rozamiento (Martínez Jimenez, León Álvarez, & Pontes Pedrajas, 1994).

En el año 2000, el Departamento de Ciencias de la Universidad de Linköping, Suecia, desarrollo un simulador de una planta de energía nuclear, llamado Chernobyl e implementado mediante un applet. Básicamente, fue desarrollado para enseñar las operaciones básicas de la planta y para que los estudiantes puedan resolver los fallos que se pueden presentar en la misma y devolver el reactor a su estado estable.

En el año 2001, se desarrolla un programa informático que permite observar y modificar modelos moleculares tridimensionales en la Web (Garrido, Castelló, & Furió, 2001). A través de una página Web y el plug-in Chime, se muestran las simulaciones, animaciones y tutoriales que describen los modelos moleculares tridimensionales.

En el año 2003, se propone un curso interactivo llamado “Física con ordenador[3]”, en el cual expone las ventajas que proporciona el uso de simulaciones en la enseñanza de la Física (Franco García, 2003).

En una propuesta realizada en el año 2004, se utilizaron ontologías para representar la forma en que el contenido de los objetos de aprendizaje queda

[3] Para tener acceso al curso interactivo formulado por (Franco García, 2003) se puede ingresar en el siguiente enlace.
Enlace: http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/default.htm

clasificado a través de diversos aspectos. Las ontologías se desarrollaron a través de RDF(S) (Zarraonandía, Dodero, Díaz, & Sarasa, 2004).

Realizando una revisión de la literatura actual y los diferentes experimentos y propuestas realizadas, sobre el uso de las simulaciones interactivas en la educación de los estudiantes, una de las más completas es el estudio realizado por Miguel Cañizares en el año 2005. En este trabajo, se formuló una propuesta metodológica que usa simulaciones para enseñar "Ondas, luz y sonido" en un curso de secundaria, mostrando todo el proceso de desarrollo de los recursos de aprendizaje. Los resultados del estudio fueron favorables, logrando una mejoría considerable en todos los estudiantes, que demostraron un mayor dominio en los conceptos aprendidos y en su desempeño a la hora de realizar una pequeña prueba. Finalmente, se llegó a la conclusión de que el uso de las simulaciones en la enseñanza de materias como la Física, ayuda notablemente a los estudiantes, logrando mayor interés en este tipo de temas y capturando mejor los conocimientos estudiados, convirtiéndose en un complemento y herramienta útil para el profesor (Cañizares Millan, 2005).

En el año 2008, se desarrolla una ontología llamada LOM2OWL[4] en donde se realizan correspondencias entre lenguajes, mejorando la expresividad semántica. Además, este tipo de ontologías proporcionan la base para la construcción de nuevas representaciones semánticas (Garcia, Sánchez Alonso, & Sicilia, 2008).

En el año 2009, los resultados de una encuesta realizada a más de 1600 profesores en el Reino Unido, mostró que un 35% ya usa juegos en sus clases y que un 60% considera usarlos en el futuro (Williamson, 2009).

En el mismo año se realiza un análisis de las características de los applets en la enseñanza de la Física. Una de las conclusiones más importantes de este análisis, es que para usar simulaciones y applets en la enseñanza se deben seleccionar aquellos recursos que verdaderamente proporcionen conocimiento didáctico y consideren aspectos pedagógicos, teniendo en cuenta el agente principal, es decir, los estudiantes (Bouciguez & Santos, 2009).

[4] Para mayor información:
Enlace: http://www.cc.uah.es/ie/ontologies.html

4.1.2 Reseña Actual.

Actualmente, existen varios repositorios como MERLOT[5], ARIADNE[6], DLESE[7], CAREO[8], entre otros, los cuales permiten “garantizar la preservación, diseminación y organización de los objetos de aprendizaje y sus metadatos” (Rodríguez González, 2012). Estos repositorios garantizan mejores búsquedas que las que se realizan a través de la Web, gracias a los metadatos que describen los objetos de aprendizaje. Además, se asegura la calidad de la información a través de las revisiones y opiniones de los mismos usuarios. Sin embargo, la mayor desventaja de los repositorios es que carecen “de un modelo conceptual que establezca qué es un objeto de aprendizaje y qué descriptores de metadatos hay asociados a cada una de las diferentes conceptualizaciones” (Soto Carrión, Garcia Gordo, & Sanchez, 2006).

En el año 2010, se propone uno de los trabajos más desarrollados que combinan ontologías y el estándar LOM. En este trabajo, se desarrolla una ontología OWL de LOM, llamada LOMOnto[9], en la cual se describen todos los elementos que hacen parte del estándar (Ghebghoub, Abel, Moulin, & Leblanc, 2010).

En el año 2012, se expone la visión y el alcance de las ontologías, en el cual se afirma que: “Las ontologías, en el contexto de la Web Semántica, son el elemento esencial para expresar semántica, de manera que permiten realizar búsquedas más exactas (en consecuencia, búsquedas de más calidad) en la Web, a la vez que habilitan la interoperabilidad entre sistemas” (Rodríguez González, 2012). Sin embargo, los conceptos de la ontología y la información en la Web deben estar relacionados para asegurar que se pueda utilizar e inferir nuevo conocimiento.

---

[5] MERLOT (Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching).
Enlace: http://www.merlot.org/merlot/index.htm
[6] ARIADNE Knowledge Pool System (KPS).
Enlace: http://www.ariadne-eu.org/
[7] DLESE (The Digital Library for Earth System Education)
Enlace: http://www.ariadne-eu.org/
[8] CAREO (Campus Alberta Repository of Educational Objects)
Enlace: http://www.careo.org/
[9] Para mayor información:
Enlace: https://www.hds.utc.fr/?lang=fr

Para demostrar todo lo que una ontología puede llegar a realizar en la educación, se necesita que se desarrollen más proyectos que combinen el uso del e-Learning y la Web Semántica. Algunos autores afirman que: "Los objetivos perseguidos por la Web Semántica y el e-Learning son, en esencia, idénticos. De hecho, el e-Learning se puede considerar un dominio particular de aplicación de la Web Semántica, centrado en el caso de entornos de enseñanza – aprendizaje" (Rodríguez González, 2012). Actualmente, se conoce como "Web Semántica Educativa"[10], al desarrollo de un nuevo enfoque de una Web destinada a la educación. Además, surgen nuevas estrategias educativas para aplicar simulaciones y juegos en el aprendizaje.

En 2013 se destaca que los "videojuegos educativos"[11] hacen parte del conjunto de recursos educativos, tales como las simulaciones, que pueden jugar un papel importante en el mejoramiento del proceso de aprendizaje en las aulas (Marchiori, 2013). Básicamente, se da un cambio total a la idea de que los juegos y videojuegos solo sirven para perder el tiempo y divertirse. Sin embargo, se puede aprovechar el grado de atención que logran capturar este tipo de recursos en la población joven, incentivando el aprendizaje y la educación. "El potencial de los videojuegos educativos como complemento a los métodos tradicionales de enseñanza goza de una considerable consolidación y aceptación, aun sin que haya mecanismos para poder predecir el efecto de los videojuegos con precisión ni técnicas para reproducir resultados satisfactorios anteriores" (Marchiori, 2013). Por lo tanto los videojuegos educativos constituyen una estrategia educativa para analizar en el futuro.

[10] (Aroyo & Dicheva, 2004).

[11] "…se utiliza la palabra videojuego (y en muchas ocasiones simplemente "juego") en un sentido amplio, que abarca todo el campo de los juegos por ordenador/consola/móvil u otros dispositivos electrónicos. Esta definición incluye también simulaciones interactivas y no hace distinciones específicas en el tipo de software o hardware necesario para su ejecución" (Marchiori, 2013).

4.2 MARCO CONCEPTUAL

E-Learning

Actualmente, el e-Learning se ha convertido en uno de los conceptos más utilizados en el ámbito de la educación. Muchas instituciones educativas, empresas y organizaciones han incluido la tecnología en la enseñanza debido a las facilidades, ventajas y soluciones que puede brindar su utilización. La definición que se ha optado para el desarrollo del proyecto es la siguiente:

- "e-Learning es una modalidad de enseñanza-aprendizaje que consiste en el diseño, puesta en práctica y evaluación de un curso o plan formativo desarrollado a través de redes de ordenadores y puede definirse como una educación o formación ofrecida a individuos que están geográficamente dispersos o separados o que interactúan en tiempos diferidos del docente empleando los recursos informáticos y de telecomunicaciones" (Moreira & Segura, 2009).

El e-Learning se desarrolla a través de un aula o entorno virtual en el cual se permite: interacción entre profesores y estudiantes, desarrollo de actividades, evaluaciones y aprendizaje a través de objetos o recursos de aprendizaje. El e-Learning se ha convertido en una modalidad educativa que puede complementar el aprendizaje de los estudiantes, debido a la posibilidad de aprender a través de un computador o dispositivos móviles que cuenten con una conexión de Internet. Para el desarrollo del proyecto, el e-Learning se considera como la modalidad educativa base, que combina un conjunto de herramientas como los objetos de aprendizaje, que facilitan el aprendizaje a través de Internet.

Objeto de Aprendizaje

Existen varias definiciones sobre objeto de aprendizaje propuestas por organizaciones y autores cómo: IEEE y Mohan y Brooks, entre otros, a lo largo de la historia. La mayoría converge en que un objeto de aprendizaje puede ser un documento, una imagen, un sonido, una animación, una simulación, entre otros, que se utiliza con un propósito educativo para el aprendizaje. Para este trabajo se

ha optado por la definición propuesta por McGreal en el año 2004 y que se puede observar a continuación:

- "Un objeto de aprendizaje se puede definir como cualquier recurso digital reutilizable que está encapsulado junto con otros objetos de aprendizaje en una lección, la cual puede estar compuesta de unidades, módulos, cursos o incluso programas, dependiendo de los objetivos de aprendizaje que se pretendan abarcar" (McGreal, 2004).

Cabe resaltar que un objeto de aprendizaje es un conjunto de recursos digitales que sirve como apoyo al proceso educativo y puede considerarse como una herramienta para el profesor. Además, un objeto de aprendizaje contiene una estructura de información construida a través de metadatos, que permiten su identificación, almacenamiento y recuperación.

Características de los Objetos de Aprendizaje

Un objeto de aprendizaje debe tener ciertas características, que le permiten cumplir su función de forma aislada, siendo independiente del curso en el que haga parte. A continuación, se presentan las características que tiene un Objeto de Aprendizaje:

- **Autocontenido:** "Un objeto de aprendizaje a fin de ser independiente debe tener una estructura adecuada, incluyendo presentación y objetivos, el contenido formativo propiamente dicho y finalmente un sistema de evaluación y conclusiones" (Madrigal Alfaro, 2010).

- **Breve:** "Por su propia naturaleza, un objeto de aprendizaje tenderá a ser breve. Teniendo en cuenta las limitaciones del medio on-line, así como la sesión media de auto-estudio de un usuario" (Madrigal Alfaro, 2010).

- **Independiente del contexto:** "Un objeto de aprendizaje no debe precisar de otro contexto que él mismo. Por ello, no puede hacer referencia a otros objetos o incluir referencias ambiguas. De este modo, el objeto de aprendizaje desarrolla su propio contexto, cuando se combina con otros objetos de aprendizaje" (Madrigal Alfaro, 2010).

- **Etiquetado (metadato):** “A fin de facilitar su identificación y búsqueda, un objeto de aprendizaje debe estar adecuadamente definido en sus etiquetas descriptoras. De este modo, se hace posible su gestión, así como su contextualización automática al juntarse con otros objetos de aprendizaje con los que comparte conceptos” (Madrigal Alfaro, 2010).

- **Interoperable (estándar):** “Los objetos de aprendizaje deben diseñarse de acuerdo con un estándar que permita su independencia de la plataforma LMS[12], a fin de que puedan ser cargados o lanzados por cualquier plataforma de cualquier fabricante que siga el estándar” (Madrigal Alfaro, 2010).

En este proyecto se utilizarán aquellos objetos de aprendizaje que tengan en su contenido recursos de simulación y que además cumplan con algunas de las características establecidas anteriormente, ya que en ocasiones, los recursos de aprendizaje encontrados en la Web, no han sido desarrollados para cumplir con todos los elementos que pueden hacer parte de un objeto de aprendizaje.

Clasificación de los Objetos de Aprendizaje

Existen varias clasificaciones realizadas sobre los objetos de aprendizaje, basadas en diferentes aspectos. Según Wiley, los objetos de aprendizaje se pueden clasificar por la reutilización y granularidad y propone la siguiente taxonomía de los tipos de objetos de aprendizaje: fundamentales, combinados-cerrados, combinados-abiertos, generación de presentación, generación instruccional (Wiley, 2001). Por otro lado, existe una clasificación basada en el uso pedagógico del objeto de aprendizaje (ASTD & SmartForce, 2002). La clasificación se describe a continuación:

[12] “Es un software instalado en un servidor que se utiliza para la gestión y distribución de cursos a través de Internet. El objetivo principal del Sistema de Gestión de Aprendizaje (Learning Management System - LMS) es servir de contenedor de cursos, pero también puede incorporar otras herramientas para facilitar la comunicación y el trabajo colaborativo entre profesores y estudiantes, herramientas de seguimiento y evaluación del alumno, etc.” (Madrigal Alfaro, 2010).

- **Objetos de instrucción:** Son objetos de aprendizaje que tienen como objetivo, apoyar el aprendizaje. En este tipo de objetos el estudiante tiene un rol pasivo.

- **Objetos de colaboración:** Son objetos que tienen como objetivo, permitir la comunicación en ambientes de aprendizaje colaborativos.

- **Objetos de práctica:** Son objetos que están basados en el autoaprendizaje y que permiten que el estudiante tenga un nivel de interacción alto.

- **Objetos de evaluación:** Son objetos que tienen como objetivo encontrar el nivel de conocimiento que adquirió el estudiante.

En la Tabla 4, se describen los tipos de recursos de aprendizaje específicos, que hacen parte de las categorías descritas en la clasificación anterior.

Tabla 4. Clasificación de Objetos de Aprendizaje según ASTD & SmartForce.

Clasificación de OA	Clases de Objetos
Objetos de Instrucción	Artículos Seminarios Lecciones Documentos Casos de Estudio
Objetos de Colaboración	Chats Foros Reuniones on-line Monitores de ejercicios
Objetos de Práctica	Simulación de software Simulación de Hardware Simulaciones-Juegos de Roles Laboratorios on-line Proyectos de Investigación
Objetos de Evaluación	Evaluaciones Test de rendimiento Test de certificación

Fuente: El autor (Basado en la Tabla 3 de (Callejas Cuervo, Hernández Niño, & Pinzón Villamil, 2011)).

Para el desarrollo de este trabajo, la taxonomía de los objetos de aprendizaje que se adoptará es la propuesta por ASTD & SmartForce, debido a que se basa en el uso pedagógico del objeto. El trabajo se realizará a través de objetos de aprendizaje de tipo práctica, en los cuales se encuentran incluidas las simulaciones interactivas.

Simulación

Las simulaciones son programas en los cuales se modela algún fenómeno, proceso o actividad. Las simulaciones son objetos de aprendizaje, con un nivel de interactividad alto y que por lo general, permiten la participación del usuario. A continuación, se presenta la definición que se considera en este proyecto:

- "Con este tipo programas, denominados genéricamente simulaciones informáticas, el usuario puede modificar variables, predecir resultados, realizar medidas, etc., permitiendo una auténtica experimentación simulada con aspectos que serían difíciles de reproducir realmente en los laboratorios escolares" (Cañizares Millan, 2005).

A través de las simulaciones, el profesor puede explicar de una manera didáctica, ciertos temas (relacionados con Física o Química), que son complicados de enseñar por medio de un tablero. Un estudiante puede experimentar sin restricciones en una simulación, sin depender de los materiales físicos que se necesitarían para realizar un montaje en la vida real. "Una simulación educativa tiene como finalidad favorecer el aprendizaje por descubrimiento y desarrollar las habilidades implicadas en la investigación de un fenómeno de naturaleza física o social" (Valverde Berrocoso, 2010).

Para este trabajo, un applet se considera una simulación educativa, realizado en lenguaje Java y que representa uno de los mayores recursos de aprendizaje de tipo simulación que se encuentran en la Web. Para el desarrollo del proyecto, se buscarán objetos de aprendizaje con recursos de simulación sobre repositorios de objetos de aprendizaje en Colombia y en otros países como: MERLOT, DLESE Y ARIADNE.

Clasificación de las Simulaciones

Entre las diferentes propuestas de clasificación que existen sobre las simulaciones, en este trabajo se ha decidido tener en cuenta la que propone (Alessi & Trollip, 1984), en la cual, se identifican cuatro tipos de simulaciones de acuerdo al objetivo o enfoque para el cual se han desarrollado. A continuación, se muestra una definición de los cuatro tipos de simulaciones:

- **Simulaciones Físicas:** "Son simulaciones que enseñan acerca de un objeto o fenómeno físico. En una simulación física el objeto físico o fenómeno es representado en la pantalla, ofreciendo al estudiante la oportunidad de aprender sobre él. Mediante este tipo de simulación, el estudiante aprende sobre los cambios que ocurren en un fenómeno al manipular algún aspecto del mundo que lo rodea" (Madrigal Alfaro, 2010).

- **Simulaciones de Procedimientos:** "El propósito principal de las simulaciones de procedimientos es que el estudiante aprenda una secuencia de acciones que constituyen un procedimiento. Ejemplos típicos de este tipo de simulaciones pueden ser enseñar a: utilizar un aparato electrónico…" (Madrigal Alfaro, 2010).

- **Simulaciones Situacionales:** "Las simulaciones situacionales tratan con las actitudes y el comportamiento que deben asumir las personas ante una situación o problemática. En todas las simulaciones situacionales el estudiante es la parte integral más importante de la simulación, ya que asume el rol principal. Los otros roles podrían ser asumidos por otros estudiantes que interactúan en el mismo programa, o por la computadora que también podría asumir el rol de una persona, etc." (Madrigal Alfaro, 2010).

- **Simulaciones de Procesos:** "Las simulaciones de procesos se utilizan generalmente para formar al estudiante acerca de un proceso o concepto que no se manifiesta visiblemente, por ejemplo el proceso de la evolución del ser humano o conceptos de la economía" (Madrigal Alfaro, 2010).

Para este proyecto, la idea se centrará en caracterizar al menos uno de los tipos de simulación expuestos anteriormente (principalmente, las simulaciones físicas) y comprobar si cada una tiene características propias que difieran en su estructura de metadatos o en su ejecución, para que se concluya si es necesario tener en cuenta otro tipo de proceso en base al tipo de simulación.

Especificaciones y Estándares para Objetos de Aprendizaje

SCORM (Sharable Content Object Reference Model)

Es un modelo de referencia, compuesto por un conjunto de especificaciones técnicas y estándares (IMS, AICC, IEEE) desarrollados para el aprendizaje a través de Internet (e-Learning). SCORM empaqueta y pública los objetos de aprendizaje, facilitando su integración a estructuras y plataformas diferentes. SCORM adapta un conjunto de especificaciones. A continuación se presenta una definición de SCORM:

- "SCORM es una serie de guías, especificaciones y normas que se deben seguir para crear Objetos Educativos para su distribución en la Web. SCORM no trata de diseño instructivo o de consideraciones pedagógicas, sino que es un conjunto de estándares técnicos que permite crear, empaquetar y lanzar Objetos Educativos que se comporten de la misma forma en cualquier Plataforma de Aprendizaje que también sea conforme a esa norma" (Laguna Lozano, 2004).

En este trabajo, se tendrá en cuenta el modelo de referencia SCORM y el estándar LOM, para la construcción de un metamodelo sobre objetos de aprendizaje con recursos de simulación, expresado a través de una ontología.

Estándar LOM (Learning Object Metadata)

Para la definición de la estructura de información que hace parte de un objeto de aprendizaje, existe el estándar LOM, el cual permite describir un recurso de aprendizaje a través de un modelo de datos, compuesto por un conjunto de metadatos estructurado de manera jerárquica. Para este trabajo, la definición que se considerará es la siguiente:

- “Esta norma es un estándar multi-parte que especifica los metadatos para objetos de aprendizaje. En este se especifica un esquema conceptual de datos que define la estructura de una instancia de metadatos para un objeto de aprendizaje” (IEEE, 2002).

El estándar LOM será una guía para la construcción de algunas clases, propiedades y atributos que harán parte de la ontología, las cuales permitirán asociar información valiosa acerca del objeto de aprendizaje de tipo simulación.

Web Semántica

Es una extensión de la Web actual, en la cual se busca que el contenido pueda ser consumido por la máquina y no solo por los seres humanos. A continuación, se presenta la definición que se tendrá en cuenta en el proyecto:

- “La web semántica no es una web independiente, sino una extensión de la actual, en la que se da un significado bien definido, lo que permite un mejor trabajo de ordenadores y personas en cooperación” (Berners-Lee, Hendler, & Lassila, 2001).

La W3C es la organización que más se ha enfocado en el desarrollo de una Web Semántica, definiéndola como: “El término "Web Semántica" se refiere a la visión del W3C de la Web de los datos enlazados” (W3C World Wide Web Consortium, Semantic Web, 2015). La Web Semántica es un concepto fundamental para el proyecto, debido a que una forma de representar el conocimiento y darle significado, se logra a través del uso de ontologías.

Ontología

Se utilizan para representar conocimiento sobre un dominio, definiendo las relaciones que pueden existir entre los elementos que hacen parte del dominio. La definición más usada para entender una ontología es la siguiente:

- “Es una especificación formal, explícita de una conceptualización compartida” (Gruber, 1993). En la definición, conceptualización se refiere a una visión simple y abstracta del mundo que se desea representar, a través de objetos, conceptos y entidades y las relaciones entre ellos. Es formal si una máquina puede comprenderla. Es explícita debido a que los conceptos y restricciones están explícitamente definidos. Además, es compartida si el conocimiento que maneja tiene el consenso de la comunidad.

En el campo de la educación, también se pueden encontrar ontologías educacionales. “Se considera una ontología educacional a cualquiera que pueda ser utilizada en la enseñanza basada en tecnologías Web” (Hernández Ramírez & Saiz Noeda, 2007). En este trabajo, se realizará una ontología que describa la taxonomía de los objetos de aprendizaje de tipo simulación, para obtener dichos recursos sin importar el repositorio en el que se encuentren.

Clasificación de las Ontologías

Existen diferentes clasificaciones sobre las ontologías, basadas en: el ámbito del conocimiento al que se aplican, tipo de agente al que van destinadas, nivel de abstracción, educación, entre otras. A continuación, se muestra una clasificación de las ontologías basada en el campo de la educación:

- **Ontología de dominio:** “Describe los conceptos esenciales, relaciones y teorías de los diferentes dominios de interés” (Devedžić, 2006).

- **Ontología de tareas:** “Los conceptos y relaciones que se incluyen en este tipo de ontología pertenecen a los tipos de problemas, estructuras, partes, actividades y pasos a seguir en el proceso de solución de problemas” (Devedžić, 2006).

- **Ontología para la estrategia de la enseñanza:** “Provee instructores y actores con la facilidad de modelar experiencias en la enseñanza, especificando el conocimiento y los principios de las diferentes acciones pedagógicas y comportamientos” (Devedžić, 2006).

- **Ontología de modelo de aprendizaje:** “Se utiliza para construir modelos y es esencial para los sistemas que representan escenarios de aprendizaje adaptativo” (Devedžić, 2006).

- **Ontología de interfaz:** “Especifica el comportamiento adaptativo y las técnicas en el nivel de interfaz de usuario” (Devedžić, 2006).

- **Ontología de comunicación:** “Se utiliza en el intercambio de mensajes entre las diferentes plataformas, repositorios y servicios educativos. Define la semántica en que se basarán los mensajes, por ejemplo, el vocabulario de términos que se utilizarán en la comunicación” (Devedžić, 2006).

- **Ontología de servicios educacionales:** “Estrechamente relacionada con la ontología de comunicación, está basada en OWL-S y proporciona medios para crear descripciones, procesables por los ordenadores, de los servicios educacionales, de las consecuencias de la utilización de estos servicios y una representación explícita de su lógica” (Devedžić, 2006).

Para este trabajo, se propone la realización de una ontología de dominio, que permita describir la estructura de información de un objeto de aprendizaje que contiene recursos de simulación y sus componentes.

Componentes de una Ontología

En el año 1993, Gruber propuso cinco tipos de componentes que conforman una ontología: clases, relaciones, funciones, axiomas formales e instancias (Gruber, 1993). Sin embargo, en este trabajo no se tendrán en cuenta las funciones, debido a que son un caso especial de relaciones y no aplica al trabajo propuesto.

- **Clases:** “Las clases representan conceptos, tomados en su sentido más amplio… En la ontología, las clases están normalmente organizadas en taxonomías a las que se les puede aplicar mecanismos de herencia” (Carrión Delgado, 2012).

- **Relaciones**: “Las relaciones representan un tipo de asociación entre los conceptos del dominio… Las ontologías normalmente contienen relaciones binarias, cuyo primer argumento es el dominio de la relación, y el segundo es el rango… Las relaciones binarias se pueden utilizar para expresar atributos de conceptos conocidos como ranuras (slots), que se distinguen de las relaciones porque su rango es un tipo de datos como por ejemplo cadena de caracteres, número, etc., mientras que el rango de relaciones es un concepto” (Carrión Delgado, 2012).

- **Axiomas Formales**: “Los axiomas formales sirven para modelar afirmaciones que son siempre ciertas. Normalmente se utilizan para representar conocimiento que no puede ser formalmente definido por otros componentes. Además, los axiomas formales se utilizan para comprobar la consistencia de la ontología misma o del conocimiento almacenado en una base de conocimiento. Los axiomas formales son muy útiles para inferir conocimiento nuevo” (Carrión Delgado, 2012).

- **Instancias**: “Las instancias se utilizan para representar elementos o individuos en una ontología” (Gruber, 1993).

Para este trabajo, se propone realizar una ontología a través del Framework Protégé, debido a que proporciona las herramientas necesarias para la creación de clases o entidades, relaciones (Object Properties), atributos (Data Properties), instancias (Individuals), propiedades y restricciones. La ontología estará compuesta por cada uno de los elementos nombrados anteriormente, los cuales permitirán modelar el dominio del proyecto.

RDF (Framework de Descripción de Recursos)

La Word Wide Web (W3C), desarrollo un modelo de datos llamado RDF, el cual permite representar la información que se implementa en los recursos Web. A continuación, se muestra la definición de RDF:

- “Framework de Descripción de Recursos (RDF), es un marco para la representación de la información en la Web” (W3C World Wide Web Consortium, 2014).

Para este trabajo, se propone la utilización del modelo de datos que define RDF, para la representación de la ontología (formato). Sin embargo, el proyecto se complementará a través del Lenguaje de Ontologías Web (OWL), debido a que RDF no permite modelar las propiedades y restricciones que se pueden dar entre clases.

OWL (Lenguaje de Ontologías Web)

OWL es un lenguaje que se diseñó para que las aplicaciones puedan procesar e integrar el contenido de la información en la Web, de manera automática. La definición que se ha tenido en cuenta para este trabajo es la siguiente:

- "OWL está diseñado para ser utilizado cuando la información contenida en los documentos necesita ser procesada por las aplicaciones, en comparación con situaciones en las que el contenido sólo necesita ser presentado a los seres humanos. OWL se puede utilizar para representar explícitamente el significado de los términos en vocabularios y las relaciones entre esos términos. Esta representación de términos y sus interrelaciones se denomina una ontología" (W3C, OWL Web Ontology Language Overview, 2004).

En este proyecto, se utilizará el lenguaje OWL para representar los componentes que hacen parte de la ontología. Se escoge OWL ya que "OWL toma como base lenguajes ya existentes tales como XML, XML Schema, RDF y RDF Schema, pero incluye nuevas características para permitir crear ontologías: vocabulario para describir clases y propiedades, relaciones, restricciones, cardinalidad, características de las propiedades, propiedades enumeradas, y otras" (Garcia, Sánchez Alonso, & Sicilia, 2008).

5. MODELO DE NEGOCIO

5.1 MODELO ONTOLÓGICO

A continuación se presenta el proceso realizado para construir el modelo ontológico del proyecto, a través de las etapas definidas por la metodología Methontology.

5.1.1 Especificación

En esta sección se construye un documento de especificación para la ontología, donde se muestran aspectos como: visión general, propósito, alcance y requerimientos por cumplir.

5.1.1.1 Propósito de la Ontología.

Actualmente, el número de objetos de aprendizaje de tipo simulación que se encuentra en la Web es bajo y es complicado ubicar este tipo de recursos. A pesar de que existen varios repositorios de objetos de aprendizaje, los recursos de simulación son pocos y su descripción carece de semántica. En este proyecto, se propone la construcción de una ontología que describe objetos de aprendizaje de tipo simulación, basado en la especificación SCORM, el estándar LOM y en las componentes que caracterizan a una simulación interactiva, para mejorar el acceso a este tipo de recursos y utilizarlos como una herramienta para estudiantes, docentes y la comunidad educativa.

5.1.1.2 Alcance de la Ontología.

La ontología permitirá representar un objeto de aprendizaje de tipo simulación, a través de los metadatos asociados al recurso y las relaciones que se pueden presentar en su estructura de metadatos y con los otros recursos de aprendizaje. La ontología constituye el modelo ontológico de un módulo, construido para realizar la descripción semántica de simulaciones interactivas y proporcionar acceso a las mismas a todos los usuarios.

5.1.1.3 Especificación de Requerimientos.

En la Tabla 5 se proporciona una visión general de la ontología y se identifican los aspectos fundamentales que caracterizan a la misma, los cuales son: dominio, desarrollador, fecha de inicio, propósito y alcance.

Tabla 5. Especificación de Requerimientos.

Documento Especificación de Requerimientos	
Dominio	Simulación Interactiva en Educación
Responsable	Jonathan Enrique Cuspoca Ruiz
Fecha de inicio	17/11/2014
Propósito	Crear una ontología que describa objetos de aprendizaje de tipo simulación y su catalogación, para acceder a recursos de aprendizaje dirigidos a profesores y estudiantes.
Alcance	Definir los componentes que hacen parte de una simulación interactiva.
	Definir los metadatos más relevantes de un objeto de aprendizaje de tipo simulación, de acuerdo a la especificación SCORM y el estándar LOM.
	Definir las relaciones que existen entre una simulación y sus metadatos.
	Establecer las relaciones que permiten asociar dos o más recursos de aprendizaje.
Estado del Documento	Aceptado.

Fuente: El autor.

5.1.2 Conceptualización

En esta sección se presentan un conjunto de representaciones que constituyen una especificación semi-formal del modelo ontológico. Cabe destacar que la actividad de conceptualización constituye la base para la creación del modelo.

5.1.2.1 Glosario de Términos.

Para realizar el glosario de términos se ha construido la Tabla 6, donde se muestra un fragmento del glosario, en el cual se especifica el nombre del término, referencia, significado del término y que tipo de componente representa dentro de la ontología.

Tabla 6. Glosario de Términos.

Glosario de Términos				Especificaciones y Estándares de Referencia	
Nombre	**Referencia (Tomado de)**	**Descripción**	**Tipo**	**SCORM**	**LOM**
LearningObject	Propuesto por el autor.	Representa cualquier recurso digital reutilizable en un entorno e-Learning y que se utiliza como herramienta para el aprendizaje. Para este proyecto, representa a cualquier Objeto de Aprendizaje de tipo simulación.	Concepto		
Metadata	Propuesto por el autor.	Representa la clase que contiene a los metadatos utilizados en la ontología.	Concepto		
hasTitle	LOM 1.2 Title	Representa el nombre asignado al objeto de aprendizaje.	Relación	✓	✓
hasLanguage	LOM 1.3 Language	Representa el lenguaje o los lenguajes utilizados dentro del objeto de aprendizaje.	Atributo	✓	✓

hasDescription	LOM 1.4 Description	Representa una descripción del objeto de aprendizaje.	Relación	✓	✓
hasKeyword	LOM 1.5 Keyword	Representa una palabra clave o frase que describe el tema del objeto de aprendizaje.	Relación	✓	✓
hasEntity	LOM 2.3.2 Entity	Representa el autor o creador del objeto de aprendizaje.	Atributo	✓	✓
hasFormat	LOM 4.1 Format	Representa el formato o el tipo de dato de todos los componentes que hacen parte del objeto de aprendizaje.	Atributo	✓	✓
hasLocation	LOM 4.3 Location	Representa la ubicación donde se encuentra el objeto de aprendizaje y se puede acceder físicamente al recurso.	Atributo	✓	✓
EducationalInformation	LOM 5 Educational	Representa las características educativas o pedagógicas fundamentales del objeto de aprendizaje.	Concepto	✓	✓
hasInformationEducational	Propuesto por el autor.	Representa toda la información educativa o pedagógica del objeto de aprendizaje.	Relación		
hasInteractivityLevel	LOM 5.3 Interactivity Level	Representa el grado de interactividad que caracteriza al objeto de aprendizaje. El término "interactividad", se refiere al grado de participación que puede tener el estudiante con el objeto de aprendizaje.	Atributo	✓	✓
hasContext	LOM 5.6 Context	Representa el ambiente principal para el cual se ha desarrollado el objeto de aprendizaje y donde puede servir realmente.	Atributo	✓	✓
hasDifficulty	LOM 5.8 Difficulty	Representa el nivel de dificultad del objeto de aprendizaje, en relación al público para el que ha sido realizado.	Atributo	✓	✓

Fuente: El autor.

En el glosario de términos, se especifica cada uno de los elementos que conforman la ontología y se convierte en un punto de referencia para la construcción de la misma. Los elementos de la ontología siguen el formato propuesto por el estándar LOM, es decir, su nombre y lenguaje son una adaptación basada en los metadatos y la descripción que propone el estándar. Además, algunos de los elementos también corresponden a la estructura de metadatos que propone la especificación SCORM y describen de igual forma, la información asociada a un objeto de aprendizaje. A través del campo “Referencia”, se especifica de donde se ha tomado cada elemento; algunos de los elementos han sido propuestos por el autor.

En el caso del elemento “EducationalInformation”, se especifica que corresponde al campo “5 Educational” del estándar LOM y que la especificación SCORM (aunque no es un elemento obligatorio en su estructura) también lo utiliza. Además, se puede observar una breve descripción del elemento y que representa en la ontología. En este caso “EducationalInformation” representa un concepto o entidad, que describe la información educativa de un objeto de aprendizaje.

Los elementos que son de tipo Relación, tienen como función enlazar dos o más conceptos. La relación “hasInformationEducational” permite la interacción entre los conceptos “LearningObject” y “EducationalInformation”, es decir, conecta la información educativa con el objeto de aprendizaje al que va dirigido.

Los elementos que son de tipo Atributo, representan características de los conceptos o clases de la ontología. El atributo “hasFormat”, pertenece al concepto “LearningObject” y representa el tipo de formato de los componentes que hacen parte de un objeto de aprendizaje.

En el ANEXO 1 se puede observar el glosario de términos completo, con todos los elementos que se utilizaron para construir la ontología.

5.1.2.2 Taxonomía de Conceptos.

En esta tarea se propone y construye una taxonomía que permita representar la jerarquía entre conceptos. Para empezar, se listan cada uno de los conceptos identificados en el glosario de términos.

- LearningObject (Objeto de Aprendizaje)
- Metadata (Metadatos)
- Annotation (Anotación)
- EducationalInformation (Información Educativa)
- LangString (String)

Para continuar, se construye la jerarquía entre conceptos, definiendo las clases padre e hijo respectivamente y se muestran los conceptos que hacen referencia a los elementos de SCORM y LOM o que son propuestos por el autor. La clasificación se muestra en la Tabla 7. Cabe resaltar que en la definición de la taxonomía aparecen aquellos conceptos con los cuales se puede dar una jerarquía. Además, se muestran las clases que son hijas o subclase de la clase principal llamada "Thing[13]".

Tabla 7. Definición de Taxonomía entre Conceptos.

Definición de Taxonomía		Referencia		
Clase Padre	**Clase Hijo**	**SCORM**	**LOM**	**Autor**
Thing	LearningObject			✓
Thing	Metadata			✓
Metadata	Annotation	✓	✓	
Metadata	EducationalInformation	✓	✓	
Metadata	LangString	✓	✓	

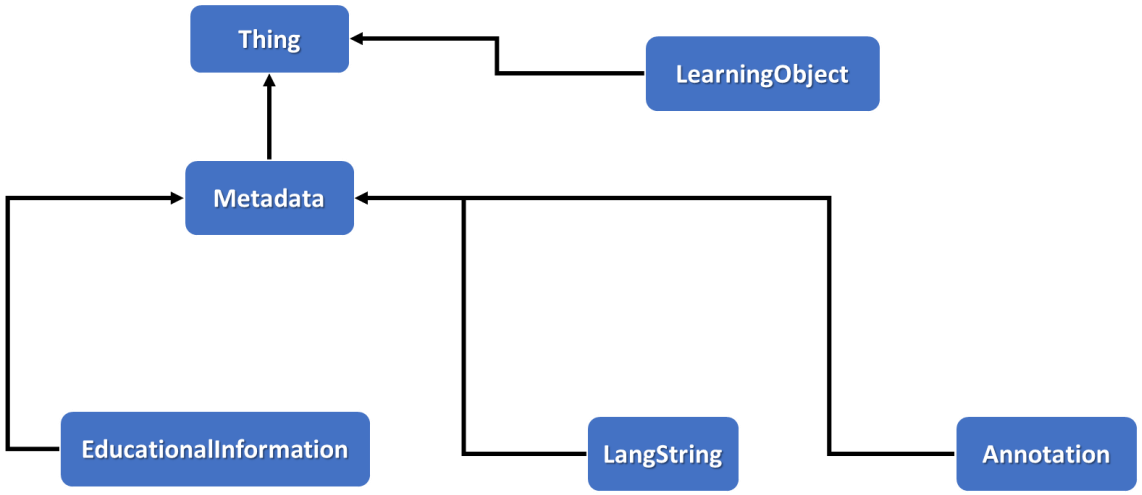
Fuente: El autor.

[13] En Protégé la clase "Thing" representa el padre de todos los conceptos que hacen parte de una ontología. Para mayor información:
http://protege.cim3.net/cgi-bin/wiki.pl?Getting_Started_With_Protege

Los conceptos que se muestran en la taxonomía se han escogido ya que permiten representar la información básica que necesita un objeto de aprendizaje para su descripción. Por lo tanto, para este proyecto se han tenido en cuenta algunos metadatos que son obligatorios en SCORM y opcionales en LOM, con el fin de obtener un modelo ontológico poco robusto y entendible.

Finalmente, se propone la siguiente taxonomía que relaciona cada uno de los conceptos propuestos en la ontología y se muestra en la Figura 3. Cabe resaltar que en la taxonomía de conceptos, se identifican solo las relaciones básicas que representan la jerarquía entre conceptos.

Figura 3. Taxonomía de Conceptos.



Fuente: El autor.

En la taxonomía de conceptos, las conexiones apuntan hacia la clase padre, es decir, los elementos que apuntan hacia la clase “Thing”, son hijas o subclases de la raíz de la ontología. El concepto “Metadata” representa el contenedor de los metadatos que se utilizan para describir la información de un objeto de aprendizaje. En este caso, los metadatos que se han modelado como clases son “EducationalInformation”, “LangString” y “Annotation”, debido a que son elementos que necesitan de una estructura definida (relaciones y atributos propios), para que puedan ser enlazados con un objeto. Además, al incluir la clase “Metadata”, se pueden agregar diferentes tipos de metadatos (de diferentes estándares o especificaciones) que proporcionen mayor significado a cada simulación.

5.1.2.3 Diagrama de Relaciones Binarias.

En esta tarea se propone y construye un diagrama con todas las relaciones binarias entre conceptos, también conocidas como “Object Properties”. Para empezar, se listan todas las relaciones que hacen parte de la ontología y que permiten relacionar los conceptos mostrados en la taxonomía de conceptos.

- hasAnnotation (tiene anotación)
- isAnnotationOf (es anotación de)
- hasAnnotationDescription (tiene descripción sobre la anotación)
- isAnnotationDescriptionOf (es descripción sobre la anotación de)
- hasDescription (tiene descripción)
- isDescriptionOf (es descripción de)
- hasEducationalInformation (tiene información educativa)
- isEducationalInformationOf (es información educativa de)
- hasKeyword (tiene palabra clave)
- isKeywordOf (es palabra clave de)
- hasRelation (tiene relación)
- hasTitle (tiene título)
- isTitleOf (es título de)

En la Tabla 8 se definen las relaciones binarias entre los conceptos de la ontología, especificando el dominio y el rango de cada relación. A manera de ejemplo, la relación “hasDescription” tiene como dominio la clase “LearningObject” y como rango “LangString”, es decir, un objeto de aprendizaje tiene una descripción que se almacena en una instancia de la clase “LangString”, lo que da la posibilidad de guardar el lenguaje en el que se escribe la descripción. A su vez, “hasDescription” tiene una relación inversa llamada “isDescriptionOf”, que relaciona una instancia de “LangString” con un objeto de aprendizaje de la clase “LearningObject”, de tal forma que las dos clases se pueden relacionar en ambos sentidos.

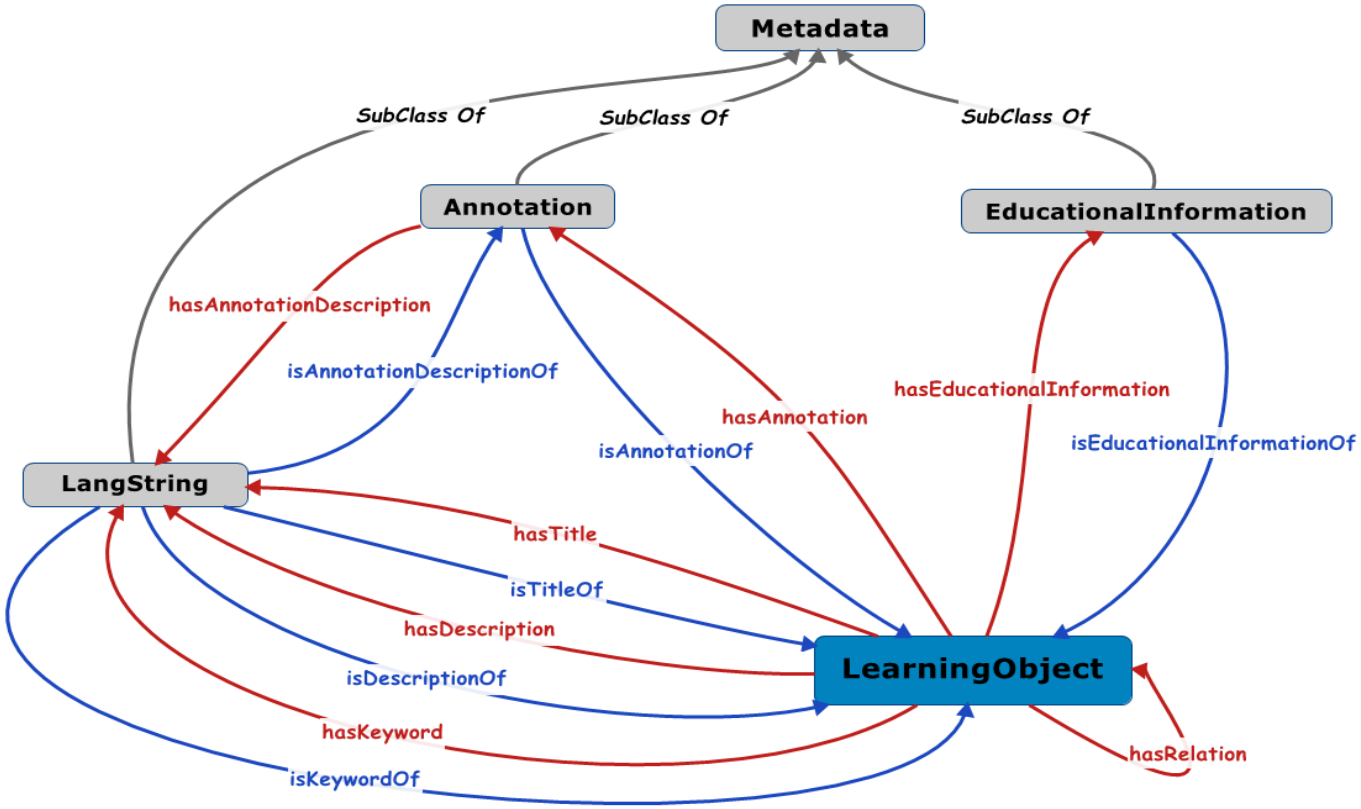
Tabla 8. Definición de Relaciones Binarias entre Conceptos.

Clase Origen (Dominio)	Relación	Clase Destino (Rango)
LearningObject	hasAnnotation	Annotation
Annotation	isAnnotationOf	LearningObject
Annotation	hasAnnotationDescription	LangString
LangString	isAnnotationDescriptionOf	Annotation
LearningObject	hasDescription	LangString
LangString	isDescriptionOf	LearningObject
LearningObject	hasEducationalInformation	Educational
Educational	isEducationalInformationOf	LearningObject
LearningObject	hasKeyword	LangString
LangString	isKeywordOf	LearningObject
LearningObject	hasRelation	LearningObject
LearningObject	hasTitle	LangString
LangString	isTitleOf	LearningObject

Fuente: El autor.

A continuación, se presenta la Figura 4, que muestra todas las relaciones binarias de la ontología y las diferentes conexiones que forman entre los conceptos. Los rectángulos grises representan los metadatos que describen un objeto de aprendizaje y se conectan con la clase “Metadata” a través de la relación “subClass Of”, definiendo de esta forma la jerarquía entre conceptos. Las conexiones de color rojo representan las relaciones directas que hay entre los conceptos y las azules son las relaciones inversas. Por ejemplo, la clase “LearningObject” puede tener una descripción, a través de la relación “hasDescription” y su contenido se guarda en un “LangString”. Cabe resaltar que las clases “LearningObject” y “LangString”, presentan el mayor número de relaciones, dado que gran parte de la información que describe a un objeto de aprendizaje se almacena en formato “LangString”.

Figura 4. Diagrama de Relaciones Binarias.



Fuente: El autor.

5.1.2.4 Diccionario de Conceptos.

En esta tarea se construye un diccionario de conceptos, compuesto por los conceptos, relaciones y atributos de clase y de instancia, que hacen parte de la ontología. Se ha utilizado el glosario de términos como referencia, para definir cuáles son los elementos que hacen parte de cada concepto. A continuación se presenta el diccionario de conceptos en la Tabla 9.

Tabla 9. Diccionario de Conceptos.

Clase	Atributos de Clase	Relaciones
LearningObject	hasCost hasFormat hasLanguage hasLocation hasState hasEntity hasTopic	hasAnnotation hasDescription hasEducationalInformation hasKeyword hasRelation hasTitle
Metadata		
Annotation		hasAnnotationDate hasAnnotationDescription isAnnotationOf
EducationalInformation	hasContext hasDifficulty hasInteractivityLevel	isEducationalInformationOf
LangString	hasLangStringLanguage hasLangStringValue	isAnnotationDescriptionOf isDescriptionOf isKeywordOf isTitleOf

Fuente: El autor.

En el diccionario de conceptos se muestran los elementos que hacen parte de cada concepto (dominio). La clase “LearningObject” que hace referencia a un objeto de aprendizaje, tiene una relación llamada “hasTitle” que representa el nombre del recurso y un atributo “hasLocation” que almacena la ubicación del mismo y permite acceder a su contenido. Para este proyecto, no se han encontrado atributos de instancia y no se han incluido en el desarrollo de esta tarea.

5.1.2.5 Descripción de Relaciones Binarias en Detalle.

En esta tarea se busca describir detalladamente todas las relaciones binarias identificadas en el glosario de términos y el diccionario de conceptos. En la Tabla 10 se especifica para cada relación, el nombre, el concepto o entidad de origen y destino, cardinalidad, relación inversa, tipo de propiedad y restricción de cuantificación.

La relación “hasKeyword” que tiene como dominio el concepto “LearningObject” y rango “LangString” y su relación inversa es “isKeywordOf”. Además, tiene una cardinalidad máxima igual a 10, lo que significa que un objeto de aprendizaje tiene la posibilidad de tener asociadas como máximo 10 palabras clave. Sin embargo, al tener una restricción de máxima cardinalidad, no puede tener una propiedad funcional, ya que se enlaza con varios objetos a través de la relación “hasKeyword”. Para asegurar la visibilidad del objeto de aprendizaje, se utiliza una restricción existencial (some), debido a que un objeto de aprendizaje debe tener al menos una palabra clave (“hasKeyword”), para que pueda ser consultado por un usuario.

Cabe resaltar que la relación “hasRelation”, permite relacionar un objeto de aprendizaje con otros, con el fin de obtener los objetos relacionados a un recurso. Es una relación que tiene una propiedad transitiva y una restricción de cuantificación universal “only”, que permite obtener inferencias a través del uso de un razonador, en decir, si un objeto de aprendizaje A tiene una relación “hasRelation” con un objeto B y a su vez, el objeto B se relaciona con C por esta misma relación, el razonador puede inferir que el objeto de aprendizaje A se relaciona también con el objeto C, evidenciando una relación de transitividad. De esta forma, se establece la posibilidad de que el módulo deduzca las relaciones que pueden existir entre los objetos de aprendizaje.

En la descripción de las relaciones binarias se observa que la relación “hasAnnotation” tiene una propiedad funcional inversa, es decir, que su relación inversa “isAnnotationOf” tiene una propiedad funcional. Sin embargo, se puede observar que la relación “hasDescription” y su inversa “isDescriptionOf”, tienen propiedades funcionales, de esta forma también se puede establecer que una relación inversa tenga una propiedad funcional.

Tabla 10. Relaciones Binarias Descritas en Detalle.

Nombre de la Relación	Concepto Origen	Cardinalidad Máxima	Concepto Destino	Relación Inversa	Tipo de Propiedad			Restricción de Cuantificación
					Funcional	Funcional Inversa	Transitiva	
hasAnnotation	LearningObject	30	Annotation	isAnnotationOf		✓		some
isAnnotationOf	Annotation	1	LearningObject	hasAnnotation				some
hasAnnotationDescription	Annotation	1	LangString	isAnnotationDescriptionOf	✓			some
isAnnotationDescriptionOf	LangString	1	Annotation	hasAnnotationDescription	✓			some
hasDescription	LearningObject	1	LangString	isDescriptionOf	✓			some
isDescriptionOf	LangString	1	LearningObject	hasDescription	✓			some
hasEducationalInformation	LearningObject	1	Educational Information	isEducationalInformationOf	✓			some
isEducationalInformationOf	Educational Information	1	LearningObject	hasEducationalInformation	✓			some
hasKeyword	LearningObject	10	LangString	isKeywordOf				some
isKeywordOf	LangString	n	LearningObject	hasKeyword				some
hasRelation	LearningObject	n	LearningObject				✓	only
hasTitle	LearningObject	1	LangString	isTitleOf	✓			some
isTitleOf	LangString	1	LearningObject	hasTitle	✓			some

Fuente: El autor.

5.1.2.6 Descripción de Atributos de Instancia en Detalle.

En esta tarea se describen en detalle los atributos de instancia, sin embargo, no se han encontrado elementos de este tipo que puedan hacer parte de la ontología, por lo tanto no se tendrán en cuenta para la construcción del modelo.

5.1.2.7 Descripción de Atributos de Clase en Detalle.

Para desarrollar esta tarea se describen los atributos de clase que se definieron en el diccionario de conceptos. En la Tabla 11 se muestra cada atributo de clase con: nombre, concepto donde se ha definido el atributo, tipo de valor, vocabulario, cardinalidad máxima y restricción de cuantificación. El atributo "hasState" hace referencia al estado de un objeto de aprendizaje, su tipo de valor es igual a "String (Vocabulario)", es decir, puede tener únicamente un valor de un vocabulario o arreglo definido en el mismo atributo; por lo tanto, el estado de un objeto de aprendizaje solamente puede tener una de las posibilidades que se describen en el campo "Vocabulario": Disponible, En revisión, Inhabilitado e Invalidado.

La restricción de cuantificación existencial "some" significa que un concepto tendrá al menos un atributo en específico, es decir, se asegura que un objeto de aprendizaje siempre tenga asociado un atributo en particular. En el caso del atributo "hasState", un objeto debe tener al menos un atributo que describa su estado actual. Por otro lado, la restricción de cuantificación universal "only" se utiliza para indicar que un concepto tendrá un atributo en particular, que será de un único tipo de valor. El atributo "hasCost" indica que un objeto puede tener un atributo que describe si el recurso es gratuito o de pago y siempre su valor será un verdadero o falso, según corresponda.

La cardinalidad de cada atributo de clase se utiliza para crear las restricciones de cardinalidad sobre cada concepto. Por ejemplo, el atributo "hasLocation" tiene una cardinalidad igual a 1, es decir, un objeto de aprendizaje puede tener máximo un solo atributo que describa su ubicación. En el ANEXO 2 se pueden observar todos los atributos de clase descritos en detalle, que se utilizaron para construir la ontología.

Tabla 11. Atributos de Clase Descritos en Detalle.

Nombre del Atributo de Clase	Concepto	Tipo de Valor	Vocabulario	Cardinalidad Máxima	Restricción de Cuantificación
hasAnnotationDate	Annotation	dateTime		1	some
hasContext	EducationalInformation	String(Vocabulario)	{higher education, other, school, training}	1	some
hasCost	LearningObject	Boolean	True, False	1	only
hasDifficulty	EducationalInformation	String(Vocabulario)	{difficult, easy, medium, very difficult, very easy}	1	some
hasEntity	LearningObject	String		1	some
hasFormat	LearningObject	String		1	some
hasInteractivityLevel	EducationalInformation	String(Vocabulario)	{high, low, medium, very high, very low}	1	some
hasLangStringLanguage	LangString	String		1	some
hasLangStringValue	LangString	String		1	some
hasLanguage	LearningObject	String		1	some
hasLocation	LearningObject	String		1	some
hasState	LearningObject	String(Vocabulario)	{Disponible, En revisión, Inhabilitado, Invalidado}	1	some
hasTopic	LearningObject	String		n	some

Fuente: El autor.

5.1.2.8 Descripción en Detalle de las Constantes.

En esta tarea, se describen detalladamente las constantes que hacen parte de la ontología. Sin embargo, para el desarrollo de este proyecto no se han definido constantes para la ontología, por lo tanto esta tarea no se tendrá en cuenta.

5.1.2.9 Definición de Axiomas Formales.

En esta tarea, se definen los axiomas formales que hacen parte de la ontología. Para el desarrollo de este proyecto, no se ha definido ningún axioma formal y no se tendrá en cuenta para la construcción del modelo.

5.1.2.10 Descripción de Instancias.

Finalmente en esta tarea, se describen las instancias que hacen parte de la ontología. En la Tabla 12 se muestra cada instancia con: nombre, concepto al que pertenece, atributo y valor. Dado que el número de instancias en el proyecto puede crecer radicalmente, se describen las instancias correspondientes a la representación de un objeto de aprendizaje de prueba.

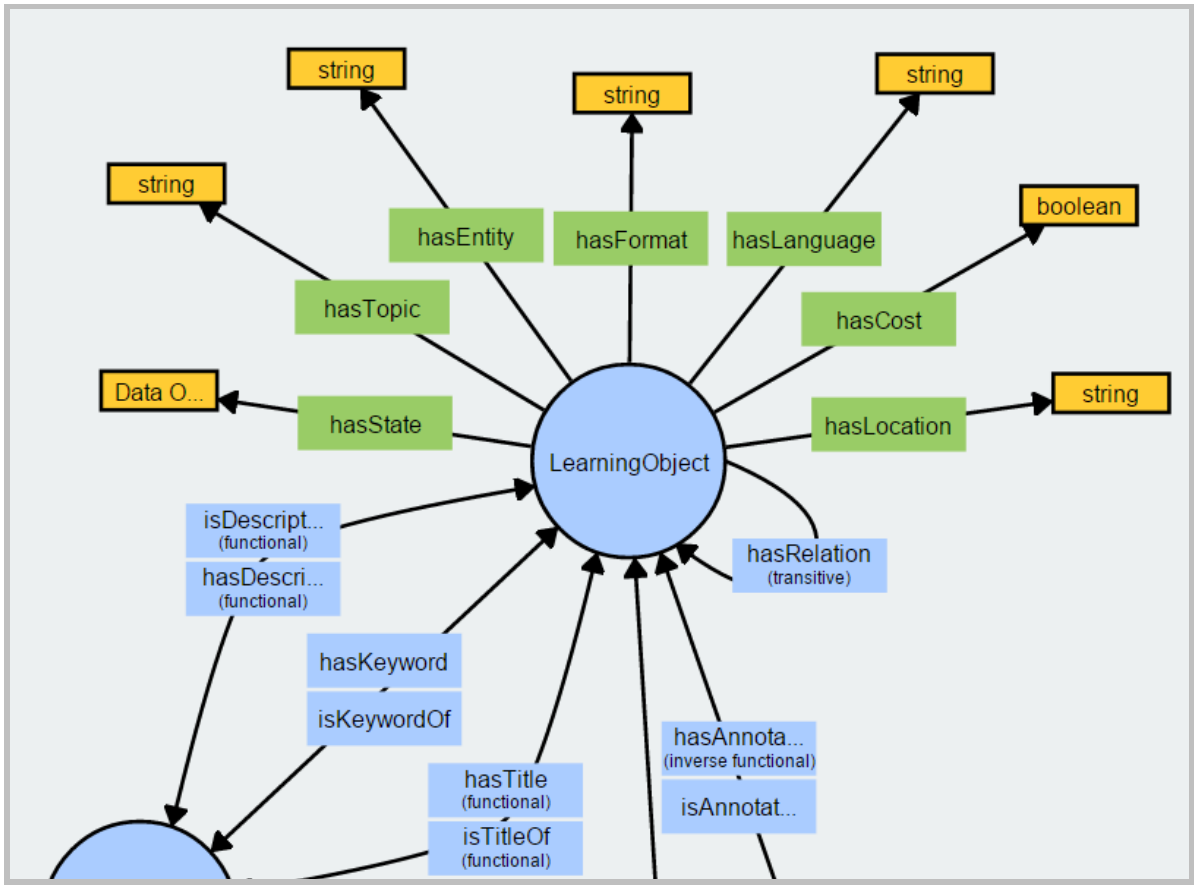
Tabla 12. Descripción de Instancias.

Nombre de la Instancia	Concepto	Atributo	Valor
Fuerza y Movimiento	LearningObject	hasTitle	Fuerza y Movimiento
		hasLanguage	en (Ingles)
		hasLocation	http://phet.colorado.edu/
		hasState	En revisión
		hasDescription	LangStringDescription
LangStringDescription	LangString	hasLangStringLanguage	es (Español)
		hasLangStringValue	El Objeto de Aprendizaje permite visualizar el comportamiento de la fuerza en diferentes escenarios con movimiento.

Fuente: El autor.

A través del proceso realizado en las etapas de especificación y conceptualización de la metodología Methontology, se obtiene la información necesaria para escribir el modelo ontológico en un lenguaje formal como OWL. A través de la herramienta “Protégé Desktop 5.0 beta”, se construye la ontología, con todos los componentes que se describieron en la sección anterior. En la Figura 5 se muestra un fragmento de la ontología creada, realizando un enfoque en los elementos que hacen parte de un objeto de aprendizaje o “LearningObject”. Los cuadros en color verde representan los atributos o “Data Properties” de un recurso de aprendizaje y en color amarillo aparece el rango o el tipo de dato de cada uno. Por otro lado, los cuadros azules representan las relaciones que tiene un objeto con otras clases, es el caso de “hasKeyword”, “hasDescription”, “hasRelation”, entre otros. En el ANEXO 3 se puede observar el modelo ontológico obtenido y que constituye la base para el desarrollo del módulo propuesto.

Figura 5. Fragmento del Modelo Ontológico.



Fuente: El autor.

5.2 ANÁLISIS Y DISEÑO DE SOFTWARE

A continuación se presenta todo el proceso de análisis, diseño y desarrollo de software realizado para la construcción del módulo del proyecto, basado en las etapas definidas por la metodología RUP (Proceso Unificado de Racional). A través de diferentes tipos de representaciones como el Lenguaje de Modelo Unificado (UML), se muestra una visión general de todo el proyecto.

5.2.1 Definición de Actores

Dadas las características del proyecto, se han identificado en la Tabla 13 los siguientes actores o roles en el Módulo Descriptor Semántico de Objetos de Simulación:

Tabla 13. Definición de Actores del Módulo.

Actor	Descripción
Profesor	Representa a los profesores que pueden ingresar al módulo, acceder a los Objetos de Aprendizaje que se encuentren disponibles y contribuir al ingreso de nuevas simulaciones.
Estudiante	Representa a los estudiantes que pueden ingresar directamente al módulo y acceder a todos los Objetos de Aprendizaje que se encuentren disponibles.
Moderador de Objetos de Aprendizaje	Representa al administrador del modelo ontológico, el cual se encarga de verificar la consistencia de la información almacenada en la ontología, autorizar el ingreso de nuevos Objetos de Aprendizaje e inhabilitar recursos.

Fuente: El autor.

Cabe destacar que la diferencia entre un Estudiante y un Profesor radica en que el segundo actor, puede crear nuevos objetos de aprendizaje de tipo simulación en el módulo, mientras que el primero solo puede consultarlos. Por otro lado, el Moderador de Objetos de Aprendizaje se encarga de verificar y validar toda la información almacenada sobre los objetos de aprendizaje y asegura la veracidad del modelo ontológico.

5.2.2 Análisis de Requerimientos

A continuación se detalla el proceso realizado para el levantamiento de los requerimientos funcionales y no funcionales del módulo. El análisis de los requerimientos especifica las características operativas del software y establece las restricciones que lo limitan.

5.2.2.1 Requerimientos Funcionales.

En esta sección se presenta un análisis de requerimientos funcionales identificados para el módulo y a cada uno se le ha asignado un número o código de referencia para su identificación. En la Tabla 14 se presenta el listado de requerimientos funcionales.

Tabla 14. Requerimientos Funcionales.

Cód.	Requerimiento	Prioridad	Dependencia
R01	Identificar a un usuario dentro del módulo.	Alta	Media
R02	Agregar una nueva simulación en el módulo.	Alta	Alta
R03	Comprobar la veracidad de la información de una simulación nueva.	Alta	Alta
R04	Cambiar la información asociada a una simulación.	Media	Alta
R05	Cambiar el estado de una simulación.	Media	Alta
R06	Inhabilitar una simulación del módulo.	Media	Media
R07	Acceder a todas las simulaciones disponibles en el módulo.	Baja	Baja
R08	Usar una simulación disponible en el módulo.	Alta	Alta
R09	Acceder a los componentes definidos en el modelo ontológico.	Baja	Baja
R10	Observar la información de una simulación.	Media	Baja
R11	Agregar información a una simulación.	Baja	Alta
R12	Guardar los cambios realizados en las simulaciones.	Alta	Alta

Fuente: El autor.

Del listado de requerimientos se puede observar que representan las características principales que los profesores y estudiantes necesitan para acceder a los objetos de aprendizaje de tipo simulación. Además, se puede observar la prioridad y la dependencia de cada requerimiento, los cuales serán explicados más adelante.

5.2.2.2 Descripción de Requerimientos Funcionales.

A continuación se describen los requerimientos funcionales identificados en el proyecto, a través de la Tabla 15:

Tabla 15. Descripción de Requerimientos Funcionales.

	Requerimiento	Descripción	Actor
R01	Identificar a un usuario dentro del módulo	Permite el ingreso al módulo de un moderador o profesor, por medio de un usuario y contraseña.	Moderador de Objetos de Aprendizaje, Profesor.
R02	Agregar una nueva simulación en el módulo	Permite crear una nueva simulación en el módulo.	Moderador de Objetos de Aprendizaje, Profesor.
R03	Comprobar la veracidad de la información de una simulación nueva.	Permite verificar la información de las simulaciones ingresadas por los usuarios al módulo.	Moderador de Objetos de Aprendizaje.
R04	Cambiar la información asociada a una simulación	Permite modificar la información de una simulación.	Moderador de Objetos de Aprendizaje.
R05	Cambiar el estado de una simulación	Permite cambiar el estado de una simulación, para pasar de disponible a inactivo.	Moderador de Objetos de Aprendizaje.
R06	Inhabilitar una simulación del módulo	Permite sacar del módulo una simulación que se encuentre con estado inactivo o se requiera quitar del módulo.	Moderador de Objetos de Aprendizaje.
R07	Acceder a todas las simulaciones disponibles en el módulo	Permite consultar las simulaciones que están disponibles en el módulo.	Moderador de Objetos de Aprendizaje, Profesor, Estudiante.
R08	Usar una simulación disponible en el módulo	Permite consultar una simulación a través de una palabra clave.	Moderador de Objetos de Aprendizaje, Profesor, Estudiante.
R09	Acceder a los componentes definidos en el modelo ontológico	Permite consultar todos los componentes que hacen parte de la ontología.	Moderador de Objetos de Aprendizaje.
R10	Observar la información de una simulación	Permite consultar la información de una simulación en específico.	Moderador de Objetos de Aprendizaje, Profesor, Estudiante.
R11	Agregar información a una simulación	Permite aumentar la información asociada a una simulación.	Moderador de Objetos de Aprendizaje.
R12	Guardar los cambios realizados en las simulaciones	Permite guardar la información que haya sido modificada o agregada en el módulo, en relación a las simulaciones.	Moderador de Objetos de Aprendizaje.

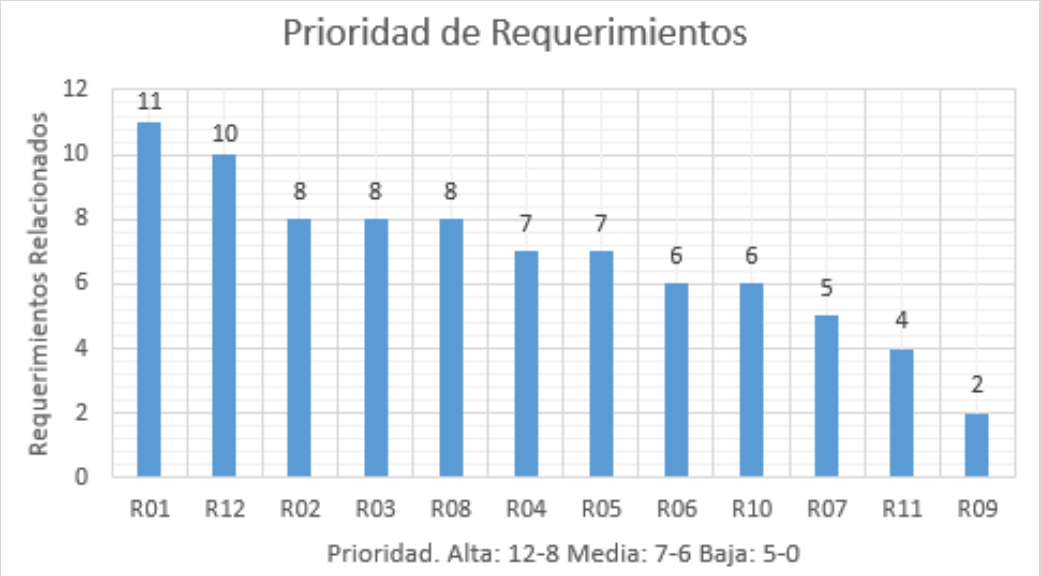
Fuente: El autor.

Para cada requerimiento se proporciona una breve descripción y se menciona a los actores que están directamente relacionados. A manera de ejemplo, el requerimiento R08 que representa la posibilidad de buscar, acceder y usar una simulación, puede ser realizado por todos los usuarios definidos en la Tabla 13.

A partir de los requerimientos funcionales identificados en la Tabla 14, se construye la matriz de cruce de requerimientos, con el fin de identificar la prioridad y dependencia de cada uno. Como resultado se construye la Tabla 16.

Para identificar la prioridad de cada requerimiento, se realiza un análisis sobre las columnas de la Matriz de Requerimiento vs Requerimiento, contando de manera vertical, el número de requerimientos con los que se encuentra relacionado. Los resultados se pueden observar en la Figura 6, donde se muestra que los requerimientos con mayor prioridad son R01, R12, R02, R03 Y R08, los cuales corresponden a la identificación de usuarios y creación, validación, búsqueda y almacenamiento de simulaciones.

Figura 6. Prioridad de Requerimientos.



Fuente: El autor.

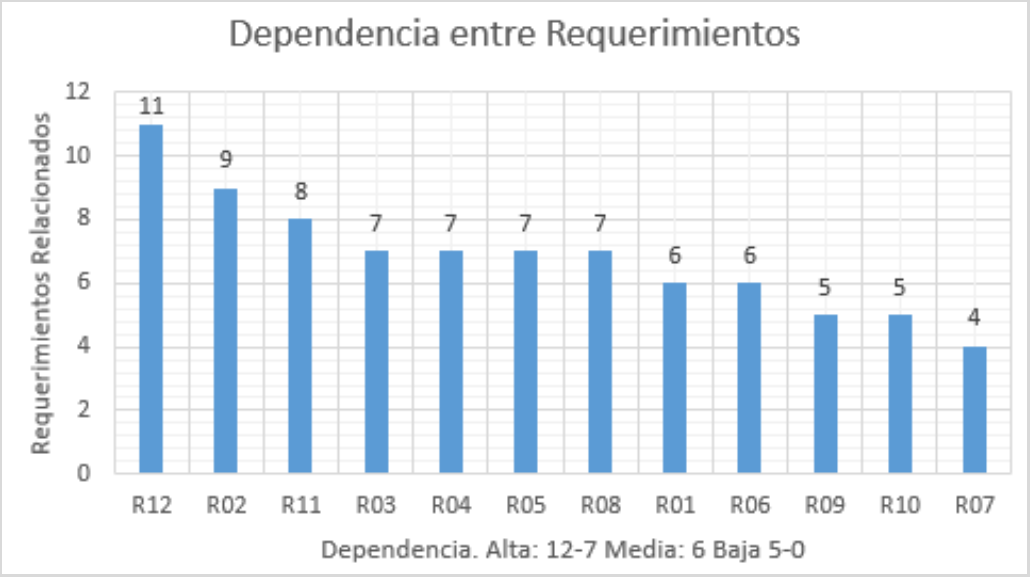
Tabla 16. Matriz de Requerimiento vs Requerimiento.

Requerimiento vs Requerimiento		R01	R02	R03	R04	R05	R06	R07	R08	R09	R10	R11	R12
		Identificar a un usuario dentro del módulo	Agregar una nueva simulación en el módulo	Comprobar la veracidad de la información de una simulación nueva.	Cambiar la información asociada a una simulación.	Cambiar el estado de una simulación	Inhabilitar una simulación del módulo	Acceder a todas las simulaciones disponibles en el módulo	Usar una simulación disponible en el módulo	Acceder a los componentes definidos en el modelo ontológico	Observar la información de una simulación	Agregar información a una simulación	Guardar los cambios realizados en las simulaciones
R01	Identificar a un usuario dentro del módulo			✓	✓	✓	✓			✓		✓	
R02	Agregar una nueva simulación en el módulo	✓		✓	✓	✓	✓		✓		✓	✓	✓
R03	Comprobar la veracidad de la información de una simulación nueva.	✓	✓		✓	✓	✓		✓				✓
R04	Cambiar la información asociada a una simulación.	✓	✓	✓		✓	✓					✓	✓
R05	Cambiar el estado de una simulación	✓	✓	✓	✓		✓		✓				✓
R06	Inhabilitar una simulación del módulo	✓	✓	✓	✓	✓							✓
R07	Acceder a todas las simulaciones disponibles en el módulo	✓							✓		✓		✓
R08	Usar una simulación disponible en el módulo	✓	✓	✓		✓		✓			✓		✓
R09	Acceder a los componentes definidos en el modelo ontológico	✓						✓	✓		✓		✓
R10	Observar la información de una simulación	✓	✓					✓	✓				✓
R11	Agregar información a una simulación	✓	✓	✓	✓			✓	✓		✓		✓
R12	Guardar los cambios realizados en las simulaciones	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	

Fuente: El autor.

Para identificar la dependencia entre requerimientos, se realiza un análisis sobre las filas de la Matriz de Requerimiento vs Requerimiento, contando de manera horizontal, el número de requerimientos que se involucran en el desarrollo de cada uno. Los resultados se pueden observar en la Figura 7, donde se muestra que los requerimientos más complejos son R12, R02, R11, R03, R04, R05 y R08, los cuales corresponden a las acciones de creación, validación, búsqueda, modificación y almacenamiento sobre los objetos de aprendizaje de tipo simulación.

Figura 7. Dependencia entre Requerimientos.



Fuente: El autor.

5.2.2.3 Requerimientos No Funcionales.

Para identificar los requerimientos no funcionales del módulo, se establecen algunas características que debe tener el prototipo para ofrecer una experiencia agradable a los usuarios y garantizar la calidad del ejecutable Web. A continuación se describen las características consideradas para el desarrollo del proyecto:

- **Funcionalidad**
  - Características de conexión y navegación.
  - Seguridad del módulo.

- **Usabilidad**
  - Accesibilidad.
  - Consistencia.
  - Estética de la interfaz de usuario.
  - Documentación.

- **Confiabilidad**
  - Precisión en respuestas.

- **Desempeño**
  - Rendimiento.
  - Eficiencia en el tiempo de respuesta.
  - Velocidad de procesamiento (consulta de objetos de aprendizaje).

- **Soportabilidad**
  - Adaptabilidad.
  - Compatibilidad.
  - Extensibilidad.

- **Portabilidad**
  - Reutilización en diferentes plataformas.

A continuación se describen en la Tabla 17 los requerimientos no funcionales planteados para el desarrollo del proyecto:

Tabla 17. Requerimientos No Funcionales.

Cód.	Requerimiento
RNF01	Mantener la compatibilidad en diferentes dispositivos.
RNF02	Realizar modificaciones en tiempo de ejecución.
RNF03	Garantizar que la ejecución de los objetos no dependa de software externo.
RNF04	Asegurar la actualización de la información en tiempo real.
RNF05	Interfaz amigable con el usuario.
RNF06	Asegurar la seguridad en el módulo a través de mecanismos de sesión.

Fuente: El autor.

5.2.3 Análisis de Casos de Uso

A partir de los requerimientos funcionales y no funcionales, se construyen los casos de uso, que muestran el comportamiento del módulo en los diferentes escenarios y la interacción con el usuario.

5.2.3.1 Casos de Uso.

En esta sección se presenta un análisis de los casos de uso identificados para el módulo, a partir de los requerimientos funcionales definidos en la Tabla 14; a cada uno se le ha asignado un número o código de referencia para su identificación. En la Tabla 18 se presenta el listado de casos de uso.

Tabla 18. Casos de Uso.

Cód.	Casos de Uso	Prioridad	Dependencia
CU01	Autenticar Usuario.		
CU02	Cerrar Sesión.		
CU03	Crear Objeto de Aprendizaje.	Alta	Media
CU04	Validar Objeto de Aprendizaje.	Alta	Media
CU05	Modificar Objeto de Aprendizaje.	Media	Media
CU06	Inhabilitar Objeto de Aprendizaje.	Media	Media
CU07	Invalidar Objeto de Aprendizaje.	Baja	Media
CU08	Listar Objetos de Aprendizaje.	Baja	Baja
CU09	Consultar Objeto de Aprendizaje.	Alta	Alta
CU10	Consultar Modelo Ontológico.	Baja	Baja
CU11	Consultar información de Objeto de Aprendizaje.	Media	Baja
CU12	Agregar información a Objeto de Aprendizaje.	Baja	Baja

Fuente: El autor.

Del listado de casos de uso se puede observar que representan las características principales definidas en los requerimientos funcionales y se convierten en las acciones que puede realizar un usuario en el módulo. Además, se presenta la prioridad y la dependencia para cada caso de uso (excepto para los relacionados con el inicio de sesión), los cuales serán explicados más adelante.

5.2.3.2 Descripción de Casos de Uso.

A continuación se describen los casos de uso identificados en el proyecto, a través de la Tabla 19:

Tabla 19. Descripción de Casos de Uso.

	Caso de Uso	Descripción	Actor
CU01	Autenticar Usuario	Ingresar al módulo a través de un usuario y contraseña.	Moderador de Objetos de Aprendizaje, Profesor.
CU02	Cerrar Sesión	Finalizar la sesión iniciada en el módulo.	Moderador de Objetos de Aprendizaje, Profesor.
CU03	Crear Objeto de Aprendizaje	Creación de un nuevo objeto de aprendizaje de tipo simulación en el módulo.	Moderador de Objetos de Aprendizaje, Profesor.
CU04	Validar Objeto de Aprendizaje	Validación de un objeto de aprendizaje de tipo simulación con estado por revisar.	Moderador de Objetos de Aprendizaje.
CU05	Modificar Objeto de Aprendizaje	Cambiar la información asociada a un objeto de aprendizaje.	Moderador de Objetos de Aprendizaje.
CU06	Inhabilitar Objeto de Aprendizaje.	Cambiar el estado de un objeto de aprendizaje para que no sea mostrado en el módulo o sea necesario modificar su información.	Moderador de Objetos de Aprendizaje.
CU07	Invalidar Objeto de Aprendizaje.	Invalidar un objeto de aprendizaje que ya no quiera tenerse en cuenta en el módulo.	Moderador de Objetos de Aprendizaje.
CU08	Listar Objetos de Aprendizaje.	Obtener una lista con todos los objetos de aprendizaje de tipo simulación, disponibles en el módulo.	Moderador de Objetos de Aprendizaje, Profesor, Estudiante.
CU09	Consultar Objeto de Aprendizaje.	Buscar un objeto de aprendizaje de tipo simulación, con base a una palabra ingresada.	Moderador de Objetos de Aprendizaje, Profesor, Estudiante.
CU10	Consultar Modelo Ontológico.	Consultar la estructura y los componentes del modelo ontológico.	Moderador de Objetos de Aprendizaje.
CU11	Consultar información de Objeto de Aprendizaje.	Obtener la información completa de un objeto de aprendizaje de tipo simulación.	Moderador de Objetos de Aprendizaje, Profesor, Estudiante.
CU12	Agregar información a Objeto de Aprendizaje.	Proporcionar más información a un objeto de aprendizaje de tipo simulación, que se encuentre en el módulo.	Moderador de Objetos de Aprendizaje.

Fuente: El autor.

Para cada caso de uso se proporciona una breve descripción y se menciona a los actores que están directamente relacionados. A manera de ejemplo, el caso de uso CU03 que representa la posibilidad de crear un objeto de aprendizaje de tipo simulación, lo pueden realizar los usuarios de Tipo Profesor y Moderador de Objetos de Aprendizaje.

A partir de los requerimientos funcionales y los casos de uso identificados en el proyecto, se construye la Tabla 20, para identificar la correspondencia entre ellos. Cabe destacar que no se han tenido en cuenta los requerimientos y casos de uso que corresponden al inicio y cierre de sesión (R01, CU01 y CU02), debido a que se representan como un requerimiento no funcional de seguridad en el módulo y no se ha considerado necesario incluirlos.

En la Matriz de Requerimiento vs Caso de Uso se puede identificar que los casos de uso han sido obtenidos a través de los requerimientos funcionales. Por ejemplo, el caso de uso CU04 (Verificar Objeto de Aprendizaje) se ha creado a partir del requerimiento R03 (Comprobar la veracidad de la información de una simulación nueva).

A través de los casos de uso definidos se construye la Tabla 21, con el fin de identificar la prioridad y dependencia de cada uno. Para este caso, también se han omitido los casos de uso que representan el inicio y cierre de sesión, bajo la misma consideración que se realizó anteriormente. Para identificar la prioridad, se realiza un análisis sobre las columnas de la Matriz de Caso de Uso vs Caso de Uso, contando de manera vertical, el número de casos de uso con los que se encuentra relacionado cada uno. En el caso de la dependencia se analizan las filas, contando de manera horizontal, el número de casos de uso que se involucran en el desarrollo de cada uno.

En el ANEXO 4 se pueden observar los diagramas construidos para definir la prioridad y la dependencia de cada caso de uso.

Tabla 20. Matriz de Requerimiento vs Caso de Uso.

Requerimiento vs Caso de Uso		CU03	CU04	CU05	CU06	CU07	CU08	CU09	CU10	CU11	CU12
		Crear Objeto de Aprendizaje	Validar Objeto de Aprendizaje	Modificar Objeto de Aprendizaje	Inhabilitar Objeto de Aprendizaje	Invalidar Objeto de Aprendizaje	Listar Objetos de Aprendizaje	Consultar Objeto de Aprendizaje	Consultar Modelo Ontológico	Consultar información de Objeto de Aprendizaje	Agregar información a Objeto de Aprendizaje
R02	Agregar una nueva simulación en el módulo	✓									
R03	Comprobar la veracidad de la información de una simulación nueva.		✓								
R04	Cambiar la información asociada a una simulación.			✓							
R05	Cambiar el estado de una simulación			✓	✓	✓					
R06	Inhabilitar una simulación del módulo					✓					
R07	Acceder a todas las simulaciones disponibles en el módulo						✓	✓			
R08	Usar una simulación disponible en el módulo						✓	✓		✓	✓
R09	Acceder a los componentes definidos en el modelo ontológico								✓		
R10	Observar la información de una simulación							✓		✓	✓
R11	Agregar información a una simulación							✓		✓	✓
R12	Guardar los cambios realizados en las simulaciones	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Fuente: El autor.

Tabla 21. Matriz de Caso de Uso vs Caso de Uso.

Caso de Uso vs Caso de Uso		CU03	CU04	CU05	CU06	CU07	CU08	CU09	CU10	CU11	CU12
		Crear Objeto de Aprendizaje	Validar Objeto de Aprendizaje	Modificar Objeto de Aprendizaje	Inhabilitar Objeto de Aprendizaje	Invalidar Objeto de Aprendizaje	Listar Objetos de Aprendizaje	Consultar Objeto de Aprendizaje	Consultar Modelo Ontológico	Consultar información de Objeto de Aprendizaje	Agregar información a Objeto de Aprendizaje
CU03	Crear Objeto de Aprendizaje		✓	✓	✓	✓					
CU04	Validar Objeto de Aprendizaje	✓		✓	✓			✓			
CU05	Modificar Objeto de Aprendizaje		✓		✓	✓		✓			
CU06	Inhabilitar Objeto de Aprendizaje	✓	✓	✓				✓			
CU07	Invalidar Objeto de Aprendizaje	✓	✓		✓			✓			
CU08	Listar Objetos de Aprendizaje	✓								✓	✓
CU09	Consultar Objeto de Aprendizaje	✓	✓				✓			✓	✓
CU10	Consultar Modelo Ontológico										
CU11	Consultar información de Objeto de Aprendizaje	✓						✓			
CU12	Agregar información a Objeto de Aprendizaje	✓						✓		✓	

Fuente: El autor.

Los casos de uso que se han identificado con prioridad y dependencia alta-media son: CU03. Crear Objeto de Aprendizaje, CU04. Validar Objeto de Aprendizaje y CU09. Consultar Objeto de Aprendizaje; los resultados obtenidos, concuerdan con lo esperado, debido a que las acciones de creación, validación y consulta, son vitales para el módulo.

En la descripción detallada se muestran los actores que pueden realizar la acción que representa el caso de uso y los requerimientos o casos de uso que se relacionan directa o indirectamente con él (este campo se obtiene a partir de las matrices de la Tabla 20 y Tabla 21). Además, se muestran las condiciones para la realización del caso de uso, propósito, resumen y datos complementarios. Por último, se muestra el curso básico de eventos, en donde se evidencia la interacción entre un usuario y el módulo, basado en la acción que se desea realizar.

El caso de uso CU03 representa la creación de un objeto de aprendizaje de tipo simulación y se puede observar en la Tabla 22. Cabe destacar que se solicita la información básica que se ha considerado debe hacer parte de una simulación, para crear un nuevo recurso en el módulo. Los Profesores y Moderadores son los usuarios que pueden realizar esta acción, ya que se consideran personas con el criterio necesario, para ingresar recursos de aprendizaje verdaderos y que contribuyan a la colección de simulaciones que tiene el módulo.

En la Tabla 23 se describe el caso de uso CU04, que representa la validación de un objeto de aprendizaje de tipo simulación y se utiliza para revisar la información de los recursos que han sido ingresados por parte de Profesores y Moderadores. Dado que existe la posibilidad de ingresar información basura, que no corresponda a una simulación verdadera en la Web, se crea un mecanismo para que un Moderador, pueda revisar y validar los datos, comprobando si la información ingresada, realmente hace parte de la simulación agregada o puede ser modificada. Si se trata de información basura, el Moderador puede inhabilitar el objeto de aprendizaje y luego invalidarlo, para no ser tenido en cuenta.

En la descripción detallada del caso de uso CU09, que representa la búsqueda de un objeto de aprendizaje de tipo simulación en el módulo, cabe aclarar que la palabra ingresada por el usuario debe estar conformada por al menos tres letras, para realizar búsquedas específicas. La búsqueda de un objeto

se realiza a través de su nombre y de las palabras clave asignadas al mismo. La descripción de este caso de uso se puede observar en la Tabla 24.

Tabla 22. Caso de Uso Crear Objeto de Aprendizaje.

Caso de Uso	Crear Objeto de Aprendizaje			**CU03**	
Actores	Moderador de Objetos de Aprendizaje, Profesor.				
Referencias	R01, R02, R12, CU01, CU04, CU05, CU06, CU07.				
Precondición	El usuario debe estar registrado en el módulo para crear un Objeto de Aprendizaje.				
Postcondición	El módulo crea y guarda el nuevo Objeto de Aprendizaje.				
Autor	Jonathan Cuspoca	**Versión**	3	**Fecha**	21/10/2015
Propósito	Crear nuevos Objetos de Aprendizaje en el módulo, para contribuir con el aumento de los recursos de aprendizaje de tipo simulación, encontrados en Internet.				
Resumen	Los usuarios pueden ingresar nuevos Objetos de Aprendizaje en el módulo, para contribuir con el acceso a un mayor número de recursos de aprendizaje para estudiantes, profesores y comunidad educativa. La información ingresada para crear nuevos Objetos de Aprendizaje, será validada por el usuario de tipo Moderador, para comprobar que los datos sean reales y correctos.				

Curso Básico de Eventos			
Usuario		**Módulo**	
		1.	Solicita el ingreso de la información básica para la creación de un Objeto de Aprendizaje: *Nombre, Lenguaje, Ubicación, Descripción, Temas Relacionados y Palabra(s) Clave.*
1.1	Proporciona los datos solicitados y crea el Objeto de Aprendizaje.	**1.2**	Recibe los datos, comprueba que todos los campos han sido suministrados y verifica que el Objeto de Aprendizaje no se ha registrado anteriormente (a través del campo Ubicación). Si ya se ha sido registrado, se informa al usuario que el recurso ya existe.
		1.3	Si el recurso no existe, se guarda la información en el modelo ontológico y se crea el nuevo Objeto de Aprendizaje con un estado *"En revisión".*
		1.4	Se informa al usuario que el Objeto de Aprendizaje se ha creado satisfactoriamente y que en los próximos días será verificado.

Fuente: El autor.

Tabla 23. Caso de Uso Validar Objeto de Aprendizaje.

<table>
<tr><td>Caso de Uso</td><td colspan="3">Validar Objeto de Aprendizaje</td><td colspan="2">CU04</td></tr>
<tr><td>Actores</td><td colspan="5">Moderador de Objetos de Aprendizaje.</td></tr>
<tr><td>Referencias</td><td colspan="5">R01, R03, R12, CU01, CU03, CU05, CU06, CU09.</td></tr>
<tr><td>Precondición</td><td colspan="5">El usuario debe tener una sesión abierta en el módulo.</td></tr>
<tr><td>Postcondición</td><td colspan="5">Los Objetos de Aprendizaje con estado "En Revisión", se verifican y se aceptan o se invalidan.</td></tr>
<tr><td>Autor</td><td>Jonathan Cuspoca</td><td>Versión</td><td>3</td><td>Fecha</td><td>21/10/2015</td></tr>
<tr><td>Propósito</td><td colspan="5">Comprobar que la información de los Objetos de Aprendizaje creados por los usuarios, es correcta, modificable o incorrecta.</td></tr>
<tr><td>Resumen</td><td colspan="5">Para asegurar la veracidad de la información almacenada en el modelo ontológico, un usuario de tipo Moderador, revisa la información de los Objetos de Aprendizaje creados por los usuarios y verifica que todos los datos sean correctos, para que el Objeto de Aprendizaje sea aceptado en el módulo.</td></tr>
<tr><td colspan="6">Curso Básico de Eventos</td></tr>
<tr><td colspan="2">Usuario</td><td colspan="4">Módulo</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>1.</td><td colspan="3">Muestra los Objetos de Aprendizaje que tienen estado "En revisión".</td></tr>
<tr><td>1.1</td><td>Selecciona el Objeto de Aprendizaje que desea validar.</td><td>1.2</td><td colspan="3">Despliega toda la información correspondiente al Objeto de Aprendizaje seleccionado.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">1.3</td><td>Revisa toda la información del Objeto de Aprendizaje. Si algún dato necesita ser modificado, selecciona la opción "Validar Objeto de Aprendizaje" y realiza los cambios necesarios.</td><td rowspan="3">1.4</td><td colspan="3">Muestra la opción para modificar el objeto de aprendizaje y guarda los cambios realizados.</td></tr>
<tr><td>Si la información es incorrecta e imposible de modificar, selecciona el estado “Inhabilitado”.</td><td colspan="3">Asigna al Objeto de Aprendizaje el estado "Inhabilitado" y guarda la información en el modelo ontológico.</td></tr>
<tr><td>Cuando la información es correcta, selecciona el estado "Disponible" para que el Objeto de Aprendizaje sea utilizado por todos los usuarios.</td><td colspan="3">Asigna al Objeto de Aprendizaje el estado "Disponible" y guarda toda la información en el modelo ontológico.</td></tr>
</table>

Fuente: El autor.

Tabla 24. Caso de Uso Consultar Objeto de Aprendizaje.

<table>
<tr><td>Caso de Uso</td><td colspan="3">Consultar Objeto de Aprendizaje</td><td colspan="2">CU09</td></tr>
<tr><td>Actores</td><td colspan="5">Moderador de Objetos de Aprendizaje, Profesor, Estudiante.</td></tr>
<tr><td>Referencias</td><td colspan="5">R07, R08, R10, R11, R12, CU03, CU04, CU08, CU11, CU12.</td></tr>
<tr><td>Precondición</td><td colspan="5">El usuario debe ingresar una palabra clave para realizar la búsqueda y el modelo ontológico debe estar cargado previamente en el módulo.</td></tr>
<tr><td>Postcondición</td><td colspan="5">El módulo muestra el Objeto de Aprendizaje que cumple con el criterio de búsqueda realizado.</td></tr>
<tr><td>Autor</td><td>Jonathan Cuspoca</td><td>Versión</td><td>3</td><td>Fecha</td><td>21/10/2015</td></tr>
<tr><td>Propósito</td><td colspan="5">Permite buscar un Objeto de Aprendizaje en el módulo.</td></tr>
<tr><td>Resumen</td><td colspan="5">Si un usuario desea consultar un Objeto de Aprendizaje en específico, el módulo muestra los recursos que cumplen con la palabra clave ingresada en el buscador.</td></tr>
<tr><td colspan="6">Curso Básico de Eventos</td></tr>
<tr><td colspan="2">Usuario</td><td colspan="4">Módulo</td></tr>
<tr><td rowspan="2">1.</td><td>Ingresa una palabra en el buscador.</td><td rowspan="2">1.1</td><td colspan="3">Revisa si las palabras clave y los nombres de cada objeto tienen similitudes con la palabra ingresada. Si se generan resultados, muestra los Objetos de Aprendizaje obtenidos en una lista.</td></tr>
<tr><td>Ingresa una nueva palabra en el buscador.</td><td colspan="3">Si la palabra no arroja ningún Objeto de Aprendizaje, se informa al usuario que no se han encontrado resultados y que intente con una nueva búsqueda.</td></tr>
<tr><td>1.2</td><td>Busca entre los resultados obtenidos, el Objeto de Aprendizaje que se ajuste a su búsqueda y selecciona la opción "Acceder al Recurso".</td><td>1.3</td><td colspan="3">Despliega la URL (atributo “hasLocation” del modelo ontológico) del Objeto de Aprendizaje seleccionado en una nueva pestaña del navegador.</td></tr>
<tr><td>1.4</td><td>Accede al Objeto de Aprendizaje.</td><td></td><td colspan="3"></td></tr>
</table>

Fuente: El autor.

Los casos de uso con prioridad media también han sido detallados dada la importancia que tienen en el módulo y se pueden observar en el ANEXO 5.

5.2.3.3 Diagrama de Casos de Uso.

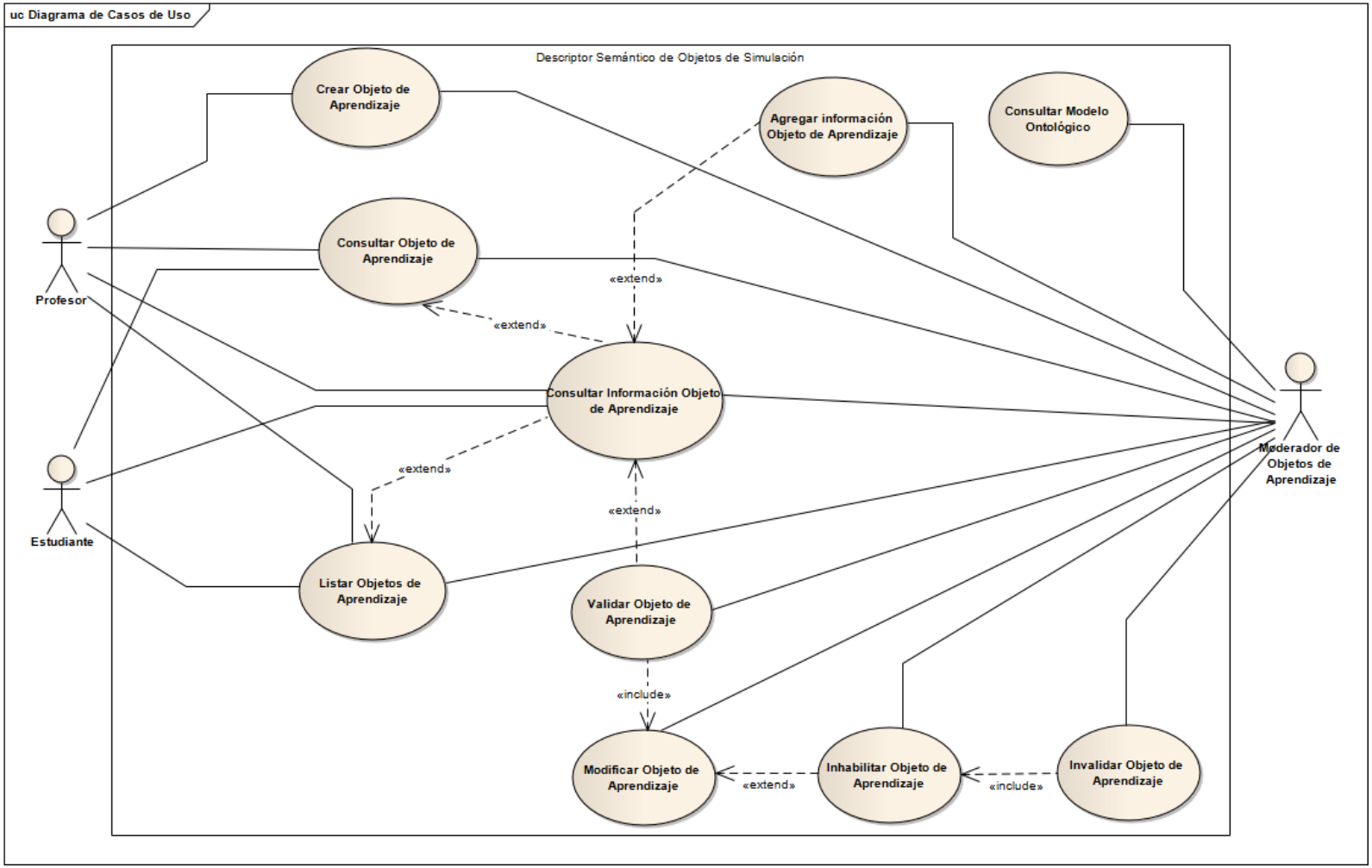
Un caso de uso “cuenta una historia estilizada de la manera en que un usuario final (el cual desempeña uno de varios papeles posibles) interactúa con el sistema en un conjunto específico de circunstancias” (Pressman, 2005). Para observar la interacción de los actores con el módulo, se construye un diagrama de casos de uso general, donde se incluyen los casos que pueden ocurrir dentro de la aplicación y los actores que pueden ejecutar determinadas acciones. Cabe destacar que los casos de uso representan un cubrimiento completo de los requerimientos planteados.

En la Figura 8, se muestra el diagrama general de casos de uso construido a partir de los actores definidos en la Tabla 13 y los casos de uso definidos en la Tabla 18. Básicamente, el diagrama muestra la interacción de los actores con el módulo, a través de los casos de uso que puede realizar cada uno. A manera de ejemplo, se puede observar que un usuario de tipo Moderador de Objetos de Aprendizaje, puede realizar todas las acciones que se proporcionan en el módulo.

Entre los casos de uso se pueden observar dos tipos de relaciones, las cuales son: include y extend. Una relación include entre dos casos de uso, representa que el primero (caso de uso base) incluye al segundo (caso de uso incluido), es decir, el segundo es parte esencial del primero, ya que sin el segundo, el caso de uso base no puede ser realizado. Por ejemplo, la relación entre los casos de uso CU07 Invalidar Objeto de Aprendizaje y CU06 Inhabilitar Objeto de Aprendizaje, se realiza a través de un include, debido a que CU07 no se puede realizar sin que se haya ejecutado CU06, en otras palabras, un objeto de aprendizaje no se puede invalidar si no ha sido inhabilitado previamente.

Una relación extend entre dos casos de uso, representa que el segundo (caso de uso de extensión) no es necesario que se efectúe, para que el primero (caso de uso base) se realice; al contrario, cuando se ejecuta la extensión se ofrece un valor extra o agregado al objetivo original del caso de uso base. Por ejemplo, la relación entre los casos de uso CU11 Consultar información de Objeto de Aprendizaje y CU04 Validar Objeto de Aprendizaje, se realiza a través de un extend, debido a que cuando se consulta la información de un recurso, se da la posibilidad de que se valide (extensión), sin embargo no es necesario que se realice la validación para ejecutar la búsqueda.

Figura 8. Diagrama General de Casos de Uso.



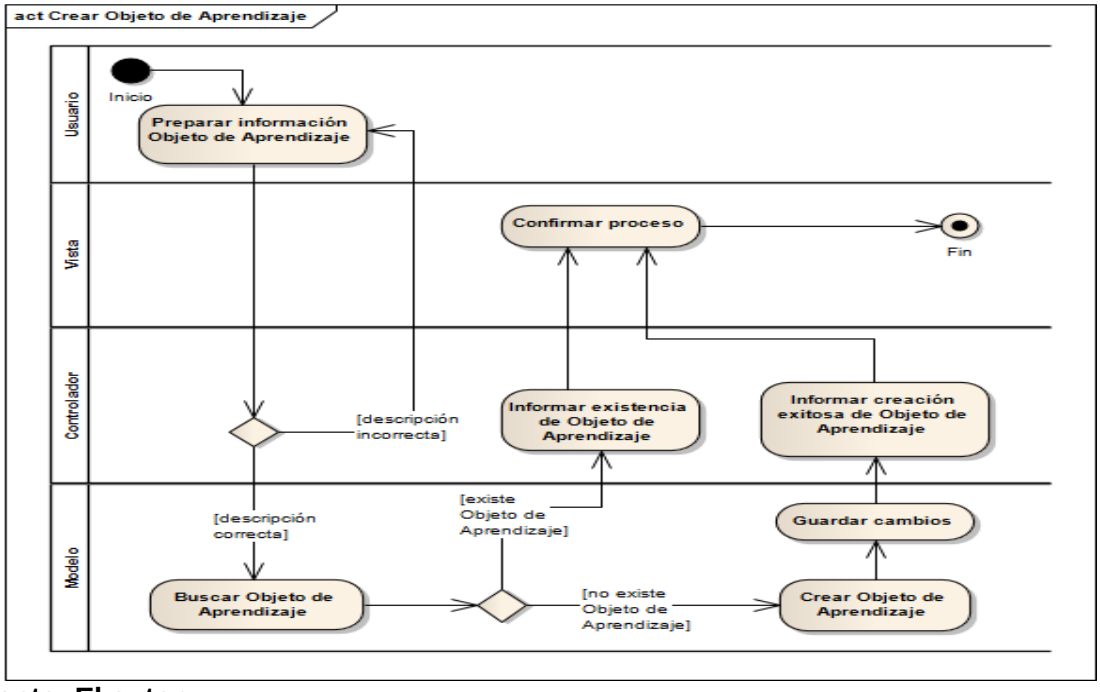
Fuente: El autor.

5.2.3.4 Diagramas de Actividades

En esta sección se realiza una descripción de los casos de uso, a través de actividades que permiten detallar la funcionalidad de cada uno. A continuación se muestran los diagramas de actividades para los casos de uso más relevantes, basado en el análisis realizado en la sección Descripción de Casos de Uso. Dado que el proyecto se construye bajo el Modelo Vista Controlador (MVC), se han desarrollado los diagramas de actividades con carriles, de tal manera que se puedan identificar los responsables de las actividades que se desarrollan entre el usuario y el modelo propuesto para el desarrollo del módulo.

En el diagrama de actividad correspondiente al caso de uso CU03 Crear Objeto de Aprendizaje, se muestran las actividades que intervienen en la creación de un objeto de aprendizaje y el responsable de cada acción. En la Figura 9 se observa que el usuario proporciona la información básica para crear un objeto de aprendizaje de tipo simulación, el controlador la verifica y se encarga de la comunicación entre el modelo y la vista, para crear y confirmar el proceso realizado.

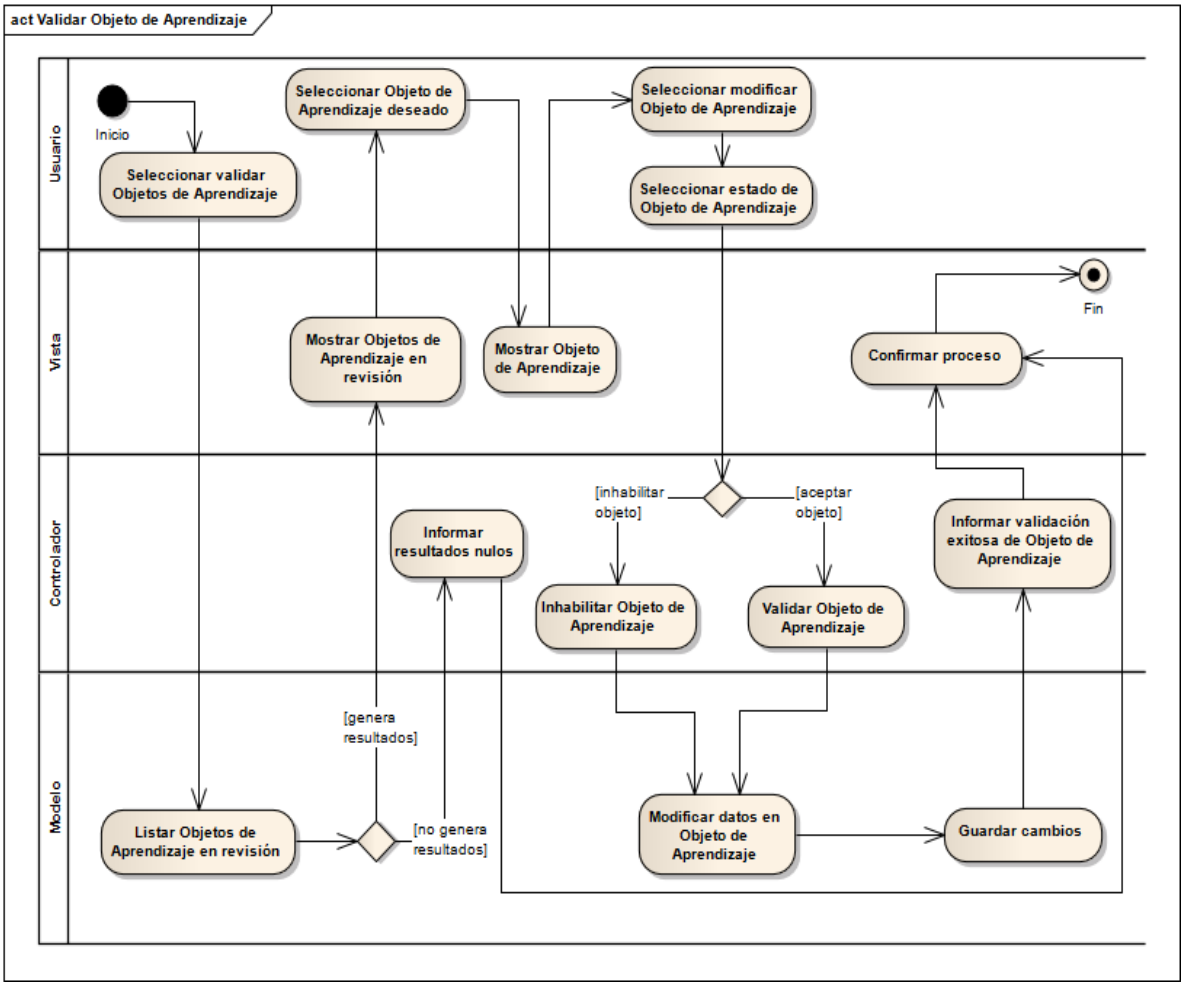
Figura 9. Diagrama de Actividad CU03 Crear Objeto de Aprendizaje.



Fuente: El autor.

En el diagrama de actividad correspondiente al caso de uso CU04 Validar Objeto de Aprendizaje, se muestran las actividades que se realizan para validar un OA. Cabe destacar que la validación se realiza a través del cambio de estado de un objeto, es decir, en este punto se puede inhabilitar o aprobar (cambiar estado a disponible) la simulación, dependiendo del criterio del Moderador que realice la validación. A continuación se muestra todo el proceso del diagrama de actividad en la Figura 10.

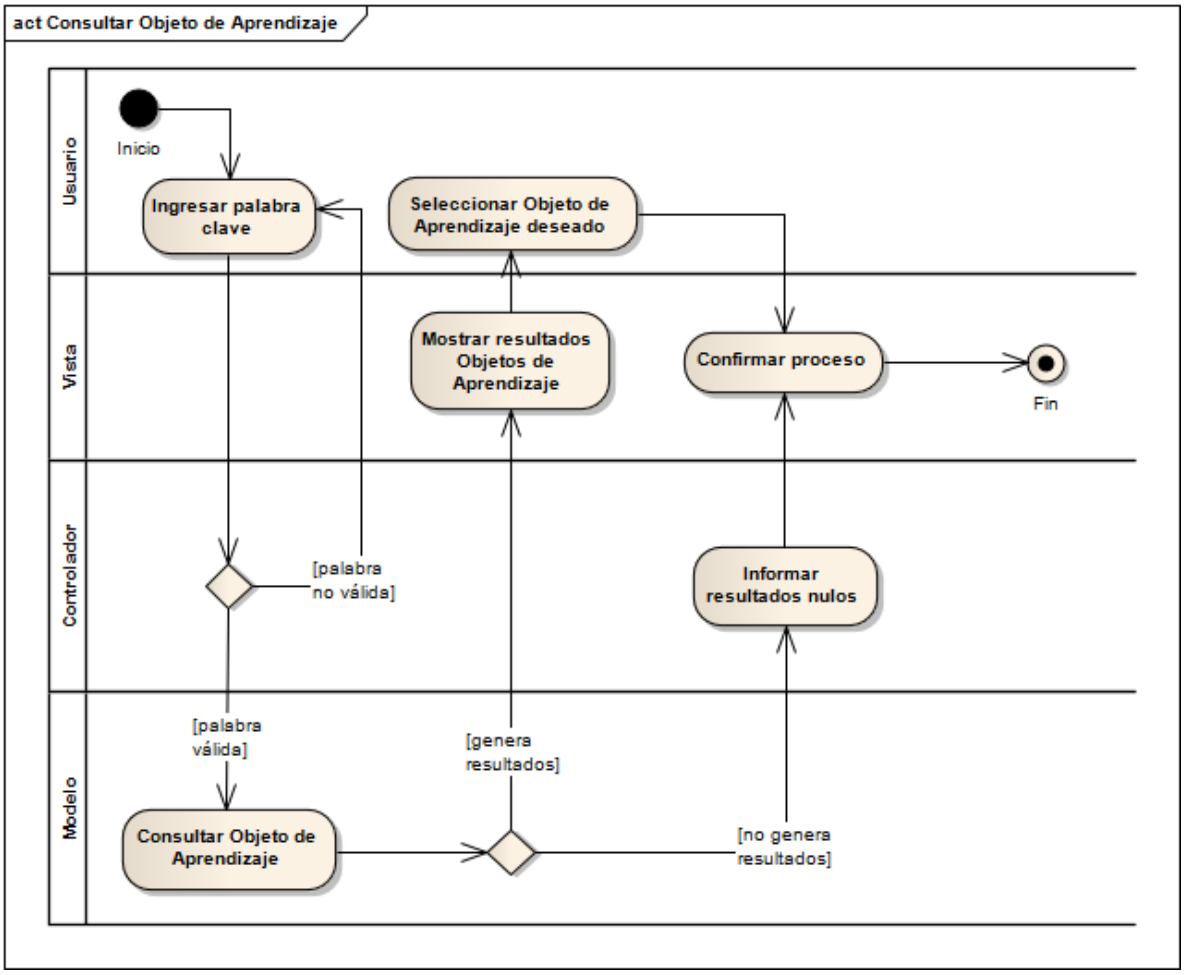
Figura 10. Diagrama de Actividad CU04 Validar Objeto de Aprendizaje.



Fuente: El autor.

En el diagrama de actividad correspondiente al caso de uso CU09 Consultar Objeto de Aprendizaje, se muestran las actividades que se realizan para buscar una simulación. Como se puede observar en la Figura 11, el proceso es relativamente simple, debido a que el usuario ingresa la palabra con la cual desea buscar objetos de aprendizaje, el controlador envía la solicitud al modelo y si se genera al menos un resultado, se muestra al usuario para que pueda seleccionar y acceder al recurso que cumpla con sus criterios de búsqueda.

Figura 11. Diagrama de Actividad CU09 Consultar Objeto de Aprendizaje.



Fuente: El autor.

En el ANEXO 6, se pueden observar los diagramas de actividades correspondientes a los casos de uso más relevantes en el proyecto, de acuerdo al análisis realizado anteriormente en términos de prioridad y dependencia.

5.2.4 Diagrama de Clases

En esta sección se presentan las clases que hacen parte del proyecto, a través de la Figura 12, donde se muestra el diagrama de clases propuesto para el desarrollo del módulo. Las clases se distribuyen en paquetes MVC (Modelo Vista Controlador); en el Modelo se define una clase principal llamada “Modelo Ontológico”, que tiene una relación de composición con la clase que define la ontología, a través de las librerías de Jena.

Al usar ontologías para el desarrollo del proyecto, la mayoría de las clases definidas en el diagrama, representan a los elementos que constituyen la ontología, por lo tanto, las clases del Modelo “Clase”, “Propiedad”, “Atributo”, e “Instancia”, son elementos que conforman la ontología. Estas clases se relacionan a través de agregaciones con la clase “Ontología”, conformando así todos los elementos que pueden hacer parte de la ontología.

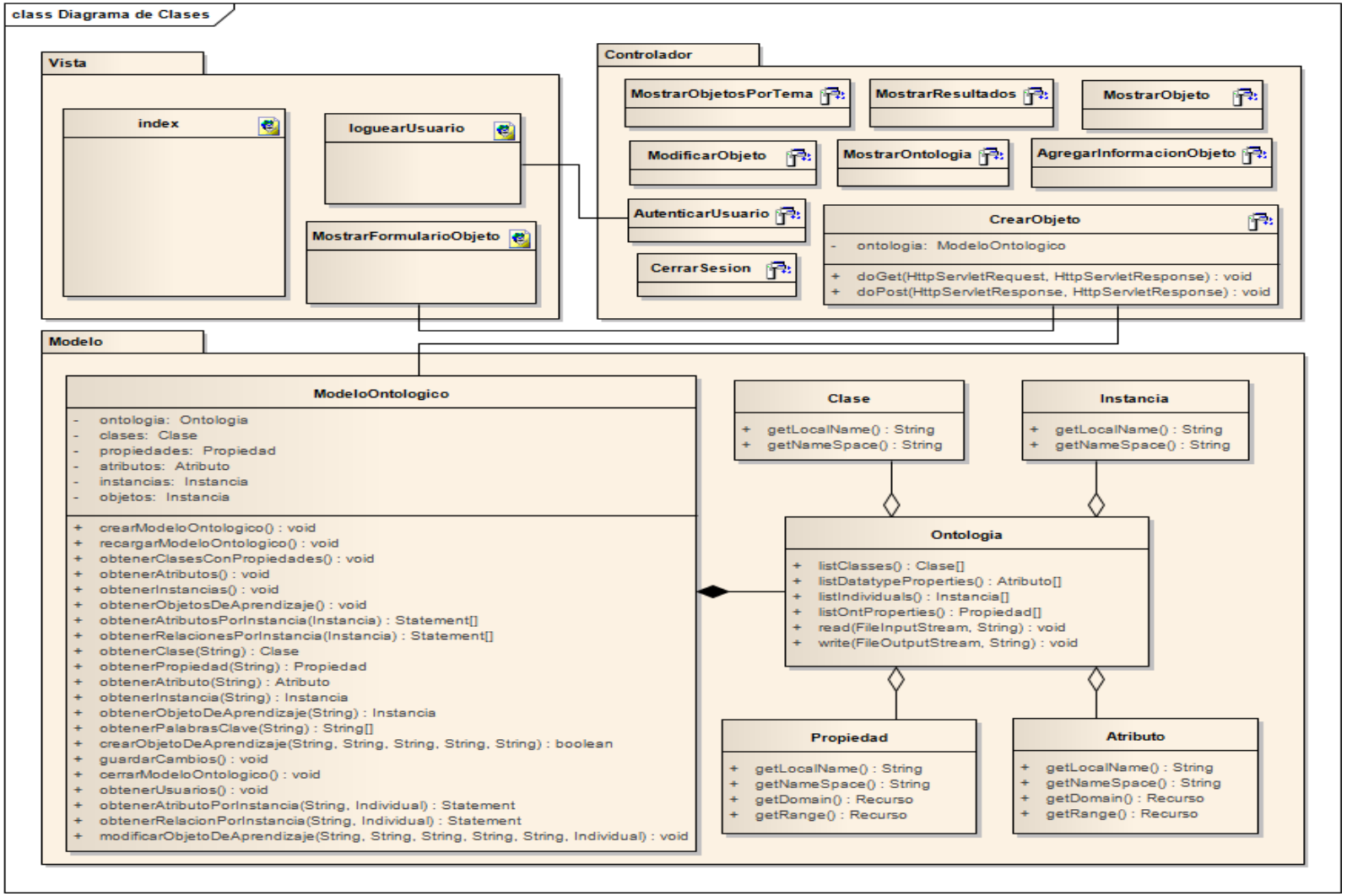
Para gestionar el contenido de la ontología, se crea la clase principal “Modelo Ontológico”, en la cual se establecen todos los atributos y métodos para la recuperación de toda la información definida en el modelo ontológico. A manera de ejemplo, el atributo “objetos” hace referencia a los objetos de aprendizaje de tipo simulación, almacenados en la ontología; estos recursos se obtienen a través de la operación “obtenerObjetosDeAprendizaje”, que recupera todas las instancias de la ontología que se han definido como “LearningObject”, a través de una consulta realizada en SPARQL[14] (Lenguaje de consulta para RDF).

El paquete Controlador contiene los “Servlets” que conectan la Vista con el Modelo, recibiendo las peticiones que realiza un usuario desde la interfaz del módulo y trayendo la información solicitada del modelo ontológico. Los “Servlets” representan los Casos de Uso formulados para el proyecto.

En la Vista se pueden observar las páginas JSP (JavaServer Pages) que hacen parte del módulo y que se encargan de mostrar la interfaz requerida al usuario dependiendo de la acción que desea realizar.

[14] SPARQL se utiliza para expresar consultas sobre fuentes de datos almacenados en formatos como RDF. Para mayor información:
Enlace: http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/

Figura 12. Diagrama de Clases.



Fuente: El autor.

5.2.5 Diagramas de Secuencia

En esta sección se realiza una representación detallada de los casos de uso, a través de diagramas de secuencia. Un diagrama de secuencia “es uno de los diagramas más efectivos para modelar interacción entre objetos en un sistema… contiene detalles de implementación del escenario, incluyendo los objetos y clases que se usan para implementar el escenario, y mensajes pasados entre los objetos” (Popkin Software and Systems). A continuación se presentan los casos de uso con mayor relevancia en el proyecto.

En la Figura 13 se puede observar el diagrama de secuencia correspondiente al caso de uso CU03, que representa la creación de un objeto de aprendizaje de tipo simulación. Cabe resaltar que en el diagrama se muestra la interacción del modelo con las librerías de Jena, recuperando los elementos que hacen parte de la ontología, como las instancias y las clases. Además, de forma paralela, se crean las nuevas instancias, propiedades y atributos que representan la información de una nueva simulación en el módulo. Dado que algunos métodos son propios de Jena, se han añadido algunas notas para explicar el proceso detalladamente.

El diagrama de secuencia correspondiente a la validación de un objeto de aprendizaje, se muestra en la Figura 14. El módulo muestra al Moderador los objetos de aprendizaje que tienen estado “En revisión”, es decir, las simulaciones que han sido creadas pero no validadas. Para continuar, se selecciona el recurso a validar y se modifica de ser necesario. Dependiendo de los cambios realizados, el objeto de aprendizaje puede quedar en estado “Disponible”, “En revisión” o “Inhabilitado”. El método definido en el modelo ontológico para modificar la información de un objeto (“modificarObjetoDeAprendizaje”), realiza los cambios necesarios de acuerdo con la información que haya sido cambiada por el usuario y a través de los métodos de Jena, remueve los atributos y relaciones existentes, con el fin de crear nuevos elementos que almacenen la información ingresada. El proceso de validación asegura que las simulaciones mostradas en el módulo, se encuentran disponibles para el acceso de cualquier usuario y que su descripción corresponde realmente a cada recurso.

En la Figura 15 se presenta el diagrama de secuencia para la búsqueda de una simulación en el módulo. En principio, se solicita al usuario el ingreso de una palabra clave, para buscar las simulaciones relacionadas con dicha palabra. Luego, se recupera la palabra ingresada y se realiza la siguiente consulta en SPARQL, para obtener un arreglo con los objetos de aprendizaje que están disponibles y almacenados en el modelo ontológico:

Objetos de Aprendizaje Disponibles.

```
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX ont: <http://www.semanticweb.org/jonathan/ontologies/2015/9/untitled-ontology-304#>

SELECT DISTINCT  ?Objetos ?Estado

WHERE
        {
                ?Objetos ont:hasState ?Estado.
                FILTER regex(str(?Estado), "Disponible", "i")
        }
```

Se utiliza el prefijo “ont”, que hace referencia a la ontología del proyecto, para obtener los recursos con su estado, al final mediante un filtro se obtienen únicamente los elementos que cumplan con las condiciones de la consulta, obteniendo un arreglo con los objetos de aprendizaje (“?Objetos”), que tienen estado “Disponible” (“?Estado”); este se recorre y se busca similitudes o coincidencias con la búsqueda del usuario, a través de las palabras clave (obtenidas por otra consulta en SPARQL) y el nombre de cada objeto. Finalmente, se presentan los recursos encontrados para su posterior acceso; de esta forma se hace visible al usuario los recursos disponibles en los diferentes repositorios que se encuentran almacenados y se facilita su acceso mediante un enlace a la ubicación del recurso.

A manera de ejemplo, si se realiza una búsqueda en el módulo a través de la palabra “Matemáticas”, el Servlet “MostrarResultados” recupera la palabra ingresada y a través de la referencia que tiene de la clase “ModeloOntológico”, solicita recargar todo el modelo, para obtener todos los componentes directamente

del archivo en OWL, incluyendo los recursos de simulación disponibles. La consulta en SPARQL arroja los siguientes resultados y los guarda en un "ArrayList" de instancias:

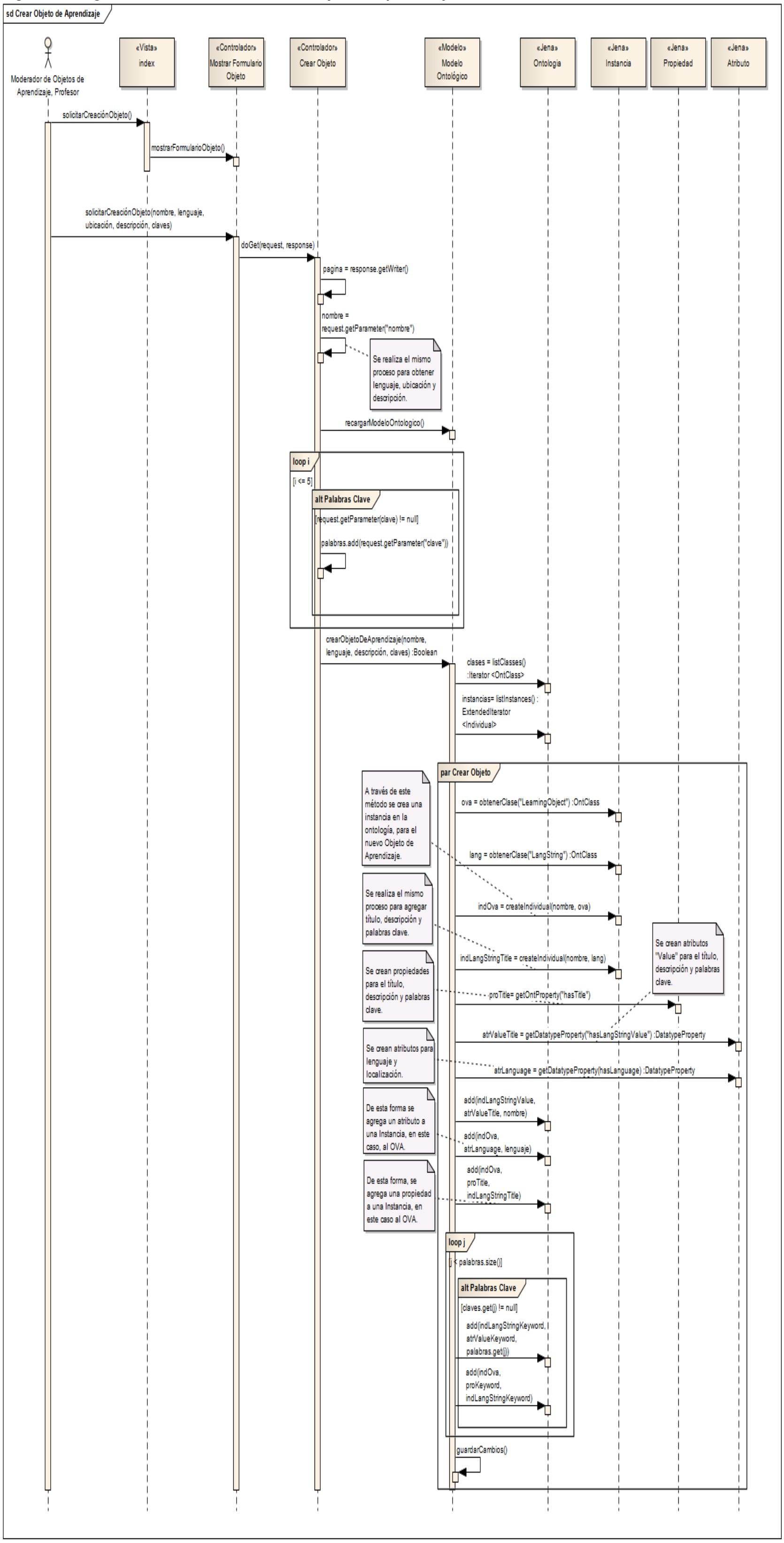
- **?Objetos:** *Área y Perímetro, Equilibrio y Torque, Fuerza y Movimiento, Elementos de la Tabla Periódica.*

Para continuar, el Servlet solicita a través del método "realizarBusqueda" que se obtengan los recursos de simulación con base en la palabra ingresada. En el "ModeloOntológico", se recorre el "ArrayList" de objetos disponibles y a través de la segunda consulta en SPARQL que se puede ver en la Figura 15, se obtienen los resultados que se muestran a continuación, con las palabras clave asociadas a cada recurso:

- ***Área y Perímetro:*** Figuras, Geometría, Matemáticas, Polígonos.
- ***Equilibrio y Torque:*** Matemáticas, Balance, Peso, Masas.
- ***Fuerza y Movimiento:*** Velocidad, Fricción, Primera Ley de Newton, Aceleración.
- ***Elementos de la Tabla Periódica:*** Átomos, Electrones, Protones, Neutrones, Química.

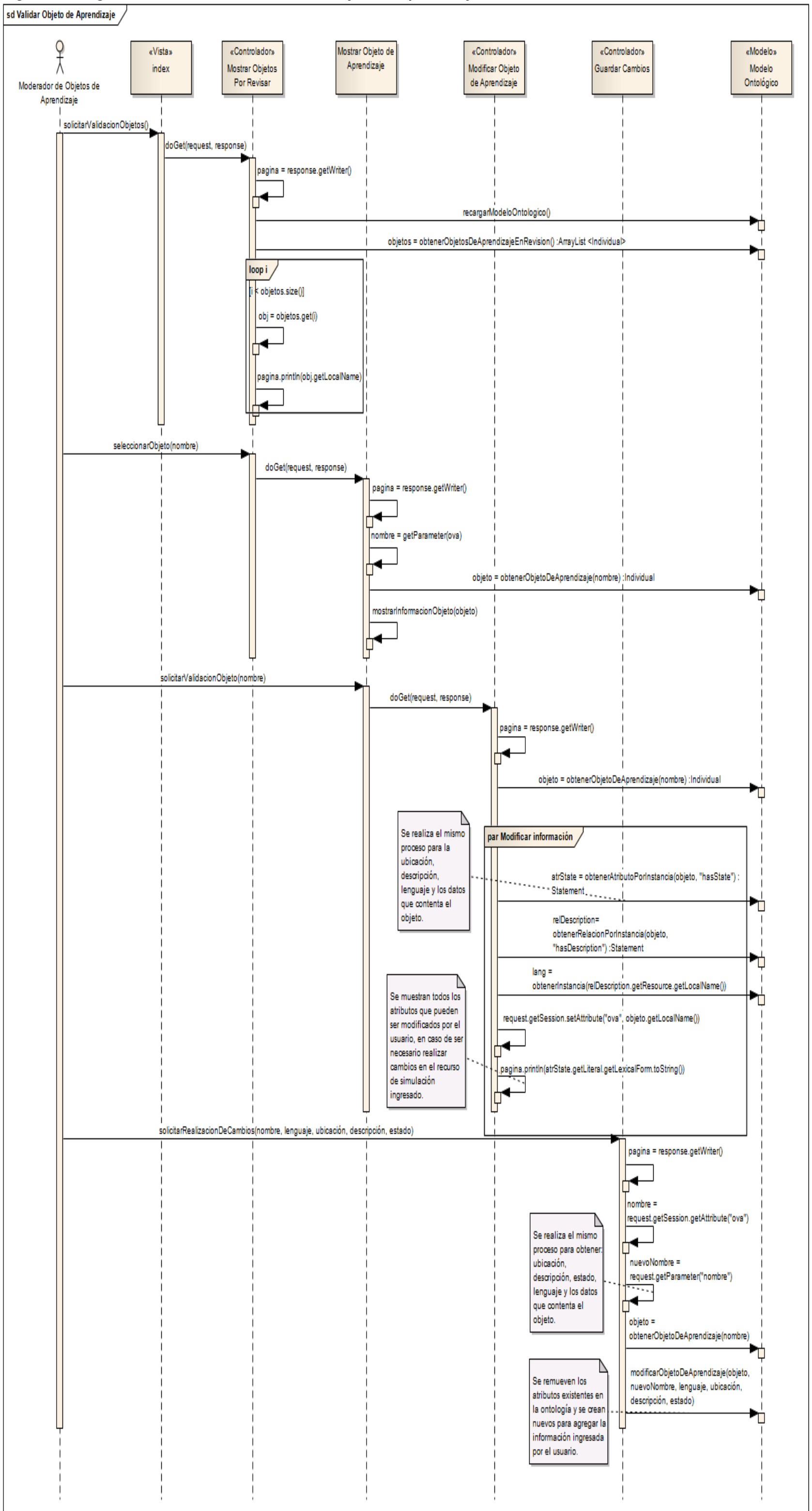
Por último, se pregunta a través de la instrucción "if" si el objeto cumple con las siguientes condiciones: la palabra ingresada tiene más de tres letras y alguna de las palabras clave del objeto es igual o similar a la ingresada o tiene más de tres letras y el nombre del objeto es igual o similar a la palabra ingresada por el usuario. Los objetos que cumplen con alguna de las dos condiciones son guardados en el "ArrayList" que retorna el método "realizarBusqueda". Continuando con el ejemplo, al Servlet "MostrarResultados" llegan los siguientes objetos obtenidos: Área y Perímetro, Equilibrio y Torque. Dado que los resultados obtenidos fueron no-nulos, el Servlet comunica que se han encontrado dos recursos de simulación de acuerdo a la palabra ingresada. De esta forma, el usuario puede acceder a una simulación utilizando únicamente palabras del dominio, es decir, en lenguaje natural, sin necesidad de hacer consultas en lenguaje ontológico o de programación.

Figura 13. Diagrama de Secuencia CU03 Crear Objeto de Aprendizaje.



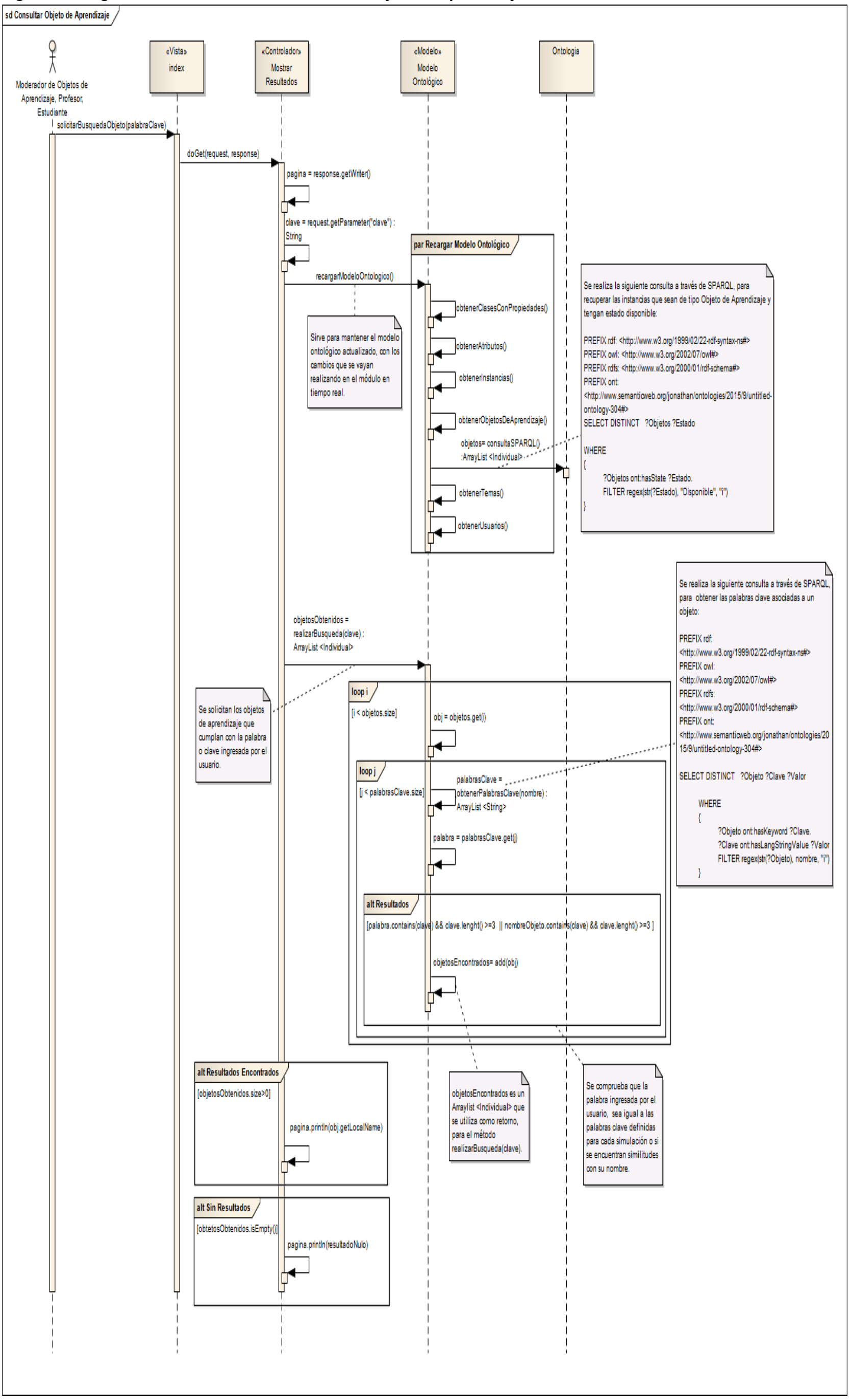
Fuente: El autor.

Figura 14. Diagrama de Secuencia CU04 Validar Objeto de Aprendizaje.



Fuente: El autor.

Figura 15. Diagrama de Secuencia CU09 Consultar Objeto de Aprendizaje.



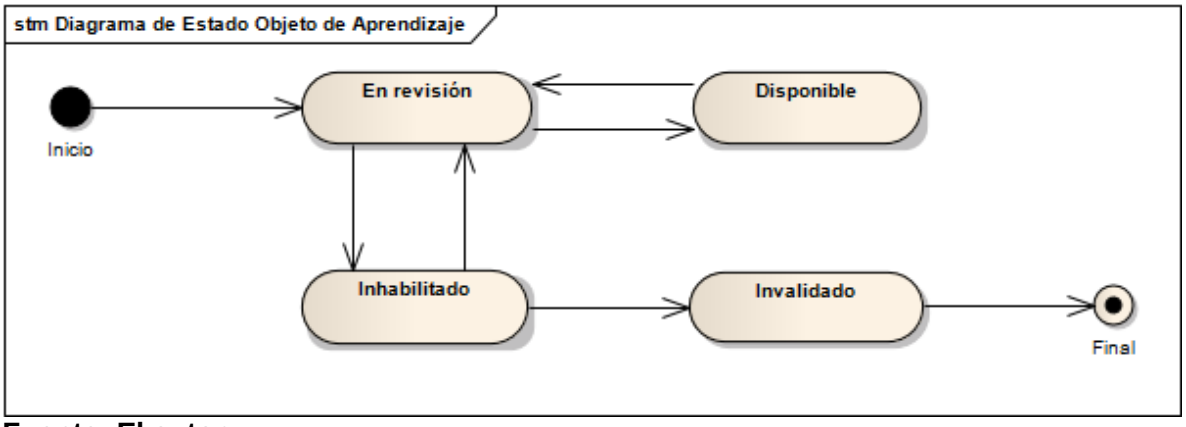
Fuente: El autor.

5.2.6 Diagrama de Estado

En esta sección, se presenta un diagrama de estado para modelar la vida de un objeto de aprendizaje de tipo simulación en el módulo. En la Figura 16 se pueden observar los diferentes estados por los cuales puede pasar un objeto de aprendizaje.

En principio, cuando se crea una nueva simulación en el módulo, se le asigna el estado “En revisión”; cuando un usuario de tipo Moderador valida una simulación nueva, puede asignarle el estado “Disponible” o “Inhabilitado”, es decir, el recurso puede quedar disponible para la consulta de todos los usuarios o para ninguno. En caso de que una simulación sea inhabilitada, si se realizan los cambios necesarios, puede volver a ser revisada y posteriormente aceptada. Sin embargo, si el objeto de aprendizaje no tiene coherencia o se trata de información sin coherencia, se le asigna el estado “Invalidado” para no ser tenida en cuenta en el módulo.

Figura 16. Diagrama de Estado Objeto de Aprendizaje.



Fuente: El autor.

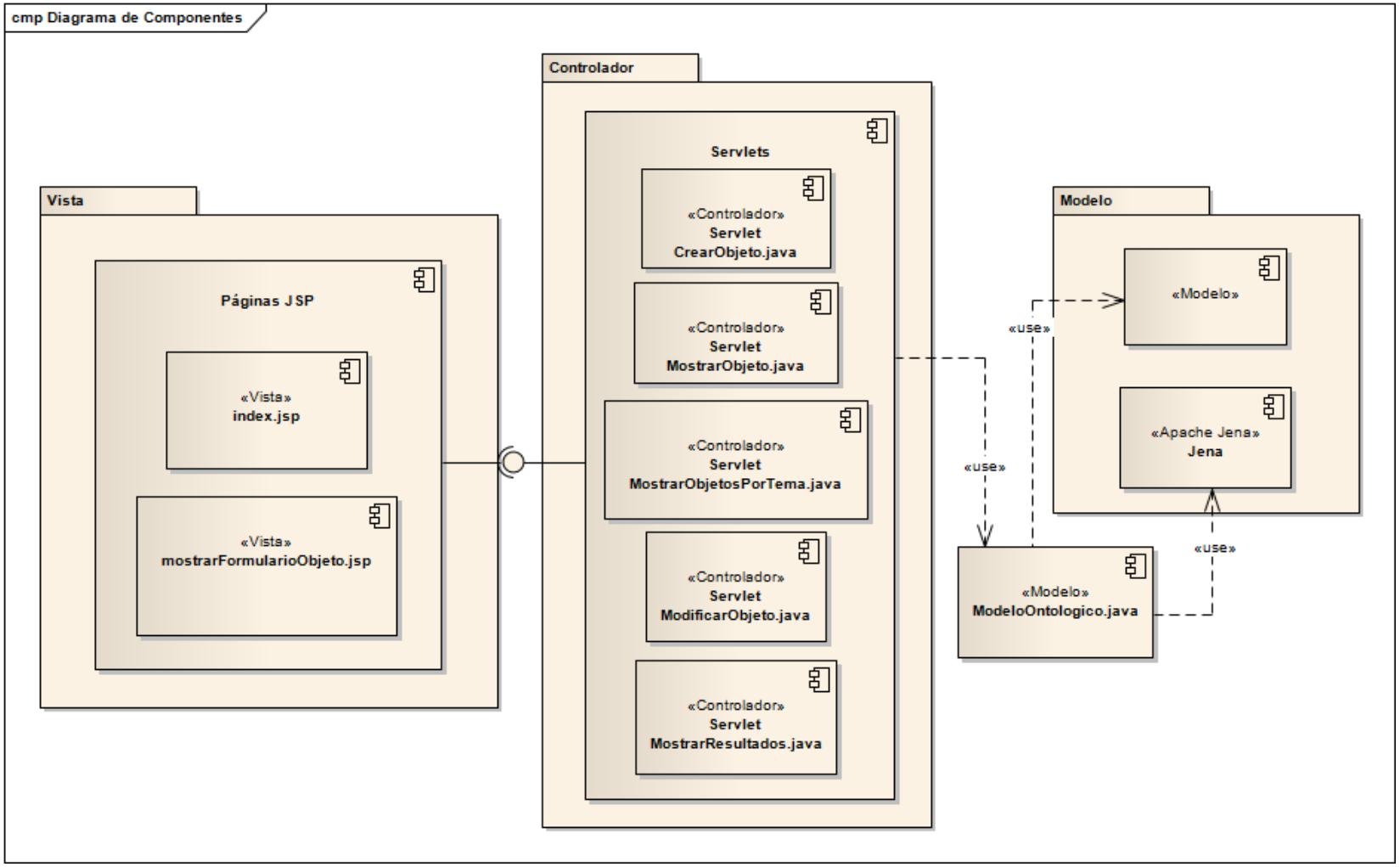
5.2.7 Diagrama de Componentes

En esta sección se presentan las piezas del software que conforman el módulo, es decir, los componentes. El diagrama de componentes de la Figura 17, muestra los componentes que conforman el módulo y cada uno representa una porción del mismo.

En el diagrama se muestran los tres paquetes bajo los cuales se ha desarrollado el proyecto y que a su vez representan el Modelo MVC. En cada paquete se pueden observar los componentes que conforman cada parte del módulo.

En términos de la vista, los componentes que hacen parte de toda la interfaz y la interacción con el usuario son páginas JSP. A su vez, la vista se comunica a través de una interfaz con los componentes del paquete controlador, es decir, Servlets que se encargan de la comunicación entre los tres paquetes y extienden las capacidades de respuesta a los clientes al permitir trabajar con Java. Finalmente, en el modelo se define toda la estructura lógica del módulo, combinada con el componente Apache Jena, que representa todas las librerías que necesita el proyecto, para trabajar con la ontología. En el diagrama se hace referencia a la clase “Modelo Ontológico”, debido a que en esta se logra unir la lógica con el modelo ontológico definido en la ontología. De esta forma, se logra una integración de los tres paquetes y se utilizan las funcionalidades tanto de Java como de Jena.

Figura 17. Diagrama de Componentes.



Fuente: El autor.

5.2.8 Diagrama de Despliegue

En esta sección se muestra la configuración de los elementos de hardware y software que hacen parte del módulo. “Los elementos de diseño a nivel de despliegue indican como se ubicarán la funcionalidad y los subsistemas dentro del entorno computacional físico que soportará al software” (Pressman, 2005). La configuración necesaria para soportar el software propuesto en el proyecto, se presenta en la Figura 18 mediante un diagrama de despliegue.

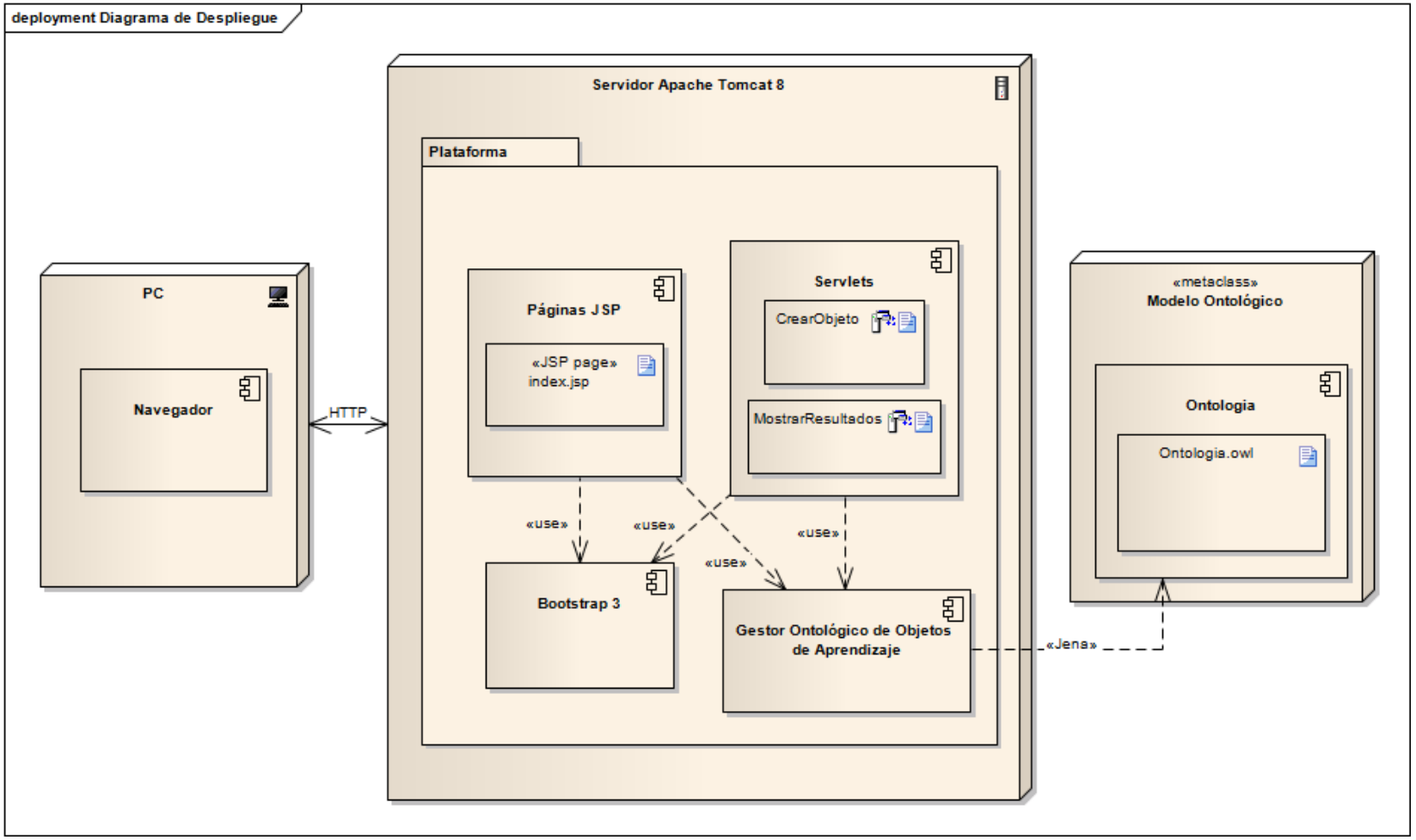
El nodo “PC”, representa a la máquina o computador donde se desplegará la página web del módulo, por lo tanto, contiene un componente que representa al navegador del computador y que será la herramienta utilizada para acceder a la interfaz del proyecto. Cabe resaltar, que el módulo se ha diseñado para que pueda ser utilizado en dispositivos que cuenten con un navegador y conexión a Internet como: computadores, tabletas e incluso móviles.

En el nodo “Servidor Apache Tomcat 8” se pueden observar todos los componentes que hacen parte del módulo, es decir, las páginas JSP, Servlets y un gestor ontológico de objetos de aprendizaje. El componente “Bootstrap 3”, representa un framework front-end, regido por la filosofía “mobile first” y que se usa para dar un comportamiento responsivo[15] en la página web. De esta forma, se asegura que el módulo sea desplegado en cualquier tipo de dispositivo, sin importar su tamaño.

El nodo “Modelo Ontológico” se ilustra a través del estereotipo meta clase, debido a que representa la lógica del módulo, las clases y componentes que se definen en la ontología. Se puede observar que hay un artefacto en el componente que representa a la ontología llamado “Ontología.owl”, que constituye el archivo OWL base de todo el proyecto y se comunica con el gestor a través de Jena.

[15] Comportamiento responsivo o responsive en inglés, se refiere al diseño web adaptativo, que permite la correcta visualización de una página web en diferentes dispositivos.

Figura 18. Diagrama de Despliegue.



Fuente: El autor.

5.2.9 Interfaz de Usuario

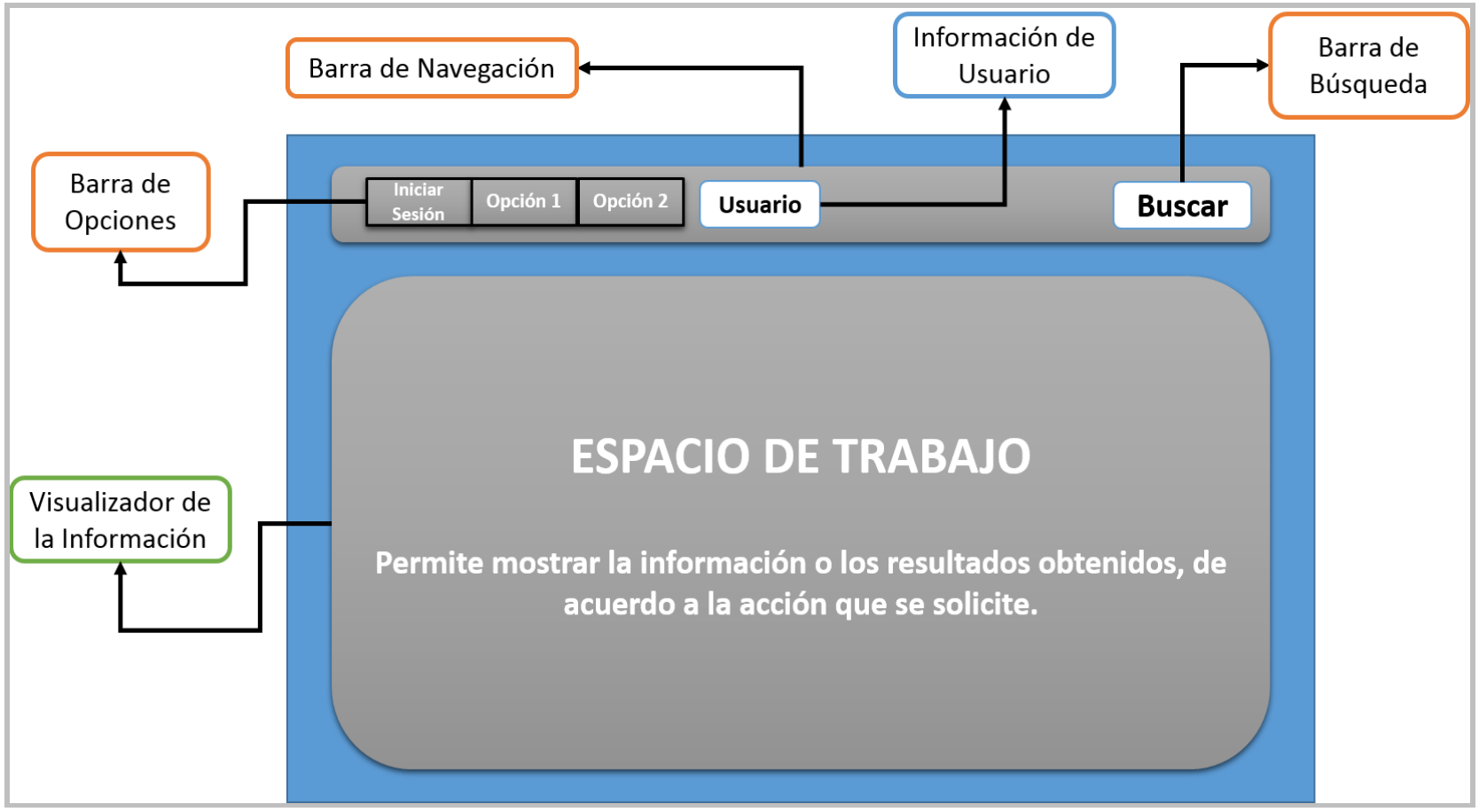
Para diseñar la interfaz de usuario, se establecen un conjunto de objetivos necesarios que se deben satisfacer, para que el usuario del módulo pueda trabajar con una herramienta apropiada, intuitiva y efectiva. “Un aspecto clave de todos los modelos del proceso de la ingeniería de software es éste: entender el problema antes de tratar de diseñar una solución” (Pressman, Ingeniería del Software. Un enfoque práctico. Séptima Edición, 2010). Con el fin de diseñar una solución, a continuación se formulan un conjunto de aspectos que permiten comprender el problema del diseño de la interfaz de usuario y que se han tomado como referencia para la construcción del prototipo:

- Fácil de usar.
- Fácil de navegar.
- Fácil acceso a los servicios propuestos.
- Presentación de la información organizada, cómoda y entendible.
- Interfaz atractiva e intuitiva para el usuario.
- Estructura similar a otras interfaces de usuario.
- Interfaz adaptativa, que se ajuste a cualquier tipo de dispositivo.
- Terminología conocida por los usuarios.

El prototipo de interfaz de usuario se construyó en base a tres aspectos fundamentalmente: usabilidad, navegación y organización. Básicamente, se propuso un esquema presentado en la Figura 19, que muestra los componentes y características básicas de la página web y su distribución en el espacio de trabajo.

La página cuenta con una barra de navegación, que permite acceder rápidamente a todas las funcionalidades que ofrece el módulo; a través de la barra de opciones, el usuario puede desplegar las opciones disponibles de manera organizada e intuitiva. Además, en la parte superior derecha se puede encontrar una barra de búsqueda, que permite al usuario realizar consultas en cualquier momento, sobre los objetos de simulación disponibles. En el campo información de usuario, se específica que tipo de usuario se encuentra en conexión. El visualizador de la información representa el espacio de trabajo donde se muestran todos los resultados generados en el módulo.

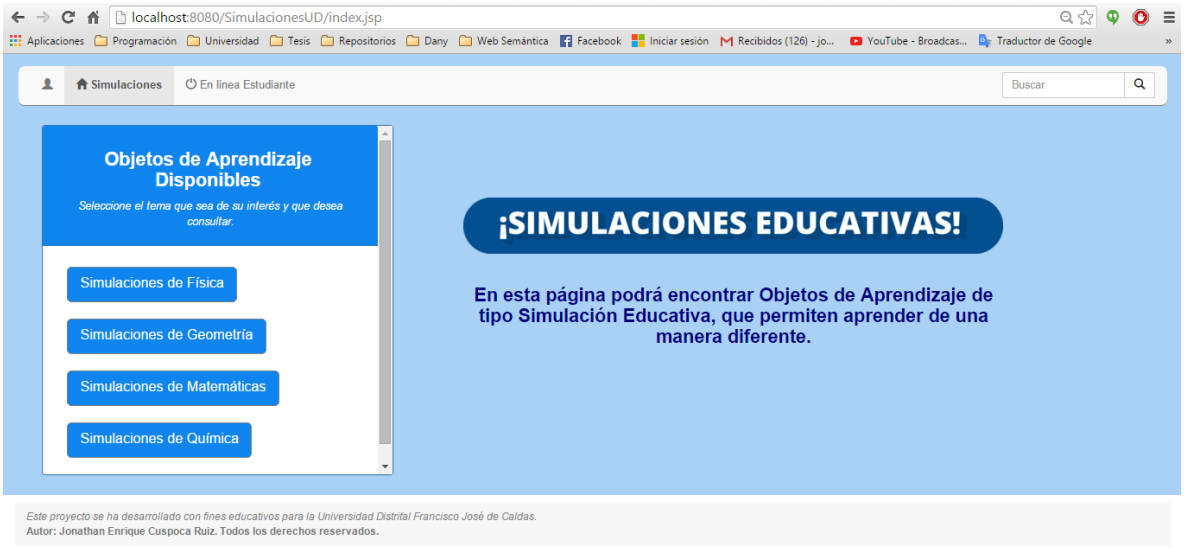
Figura 19. Diseño de Interfaz de Usuario.



Fuente: El autor.

En la interfaz del proyecto se han propuesto variaciones en el diseño general, dependiendo del tipo de usuario que se encuentre utilizando el módulo. Si un usuario de tipo Estudiante ingresa al módulo, se le mostrará la interfaz de la Figura 20; es una página que está compuesta por un panel de acceso, que muestra las simulaciones disponibles y organizadas por temas. Cabe destacar que a través del atributo “hasTopic” de cada objeto de aprendizaje, se organizan las simulaciones y se muestran al usuario.

Figura 20. Interfaz de Usuario para un Estudiante.



Fuente: El autor.

Un usuario puede buscar simulaciones de dos formas: de acuerdo a un tema en particular y según una palabra clave. Por ejemplo, al ingresar a las “Simulaciones de Matemáticas” se pueden observar los objetos que hacen parte de esta categoría. Al seleccionar un recurso, el módulo despliega la interfaz que se presenta en la Figura 21; se puede observar que en el panel central se muestra toda la descripción propuesta para un objeto de aprendizaje, es decir, los datos que tiene asociada la simulación. En el panel derecho se pueden observar los objetos que se encuentran relacionados con el recurso seleccionado, dichos elementos se obtienen a partir de la relación “hasRelation”, definida en el modelo ontológico.

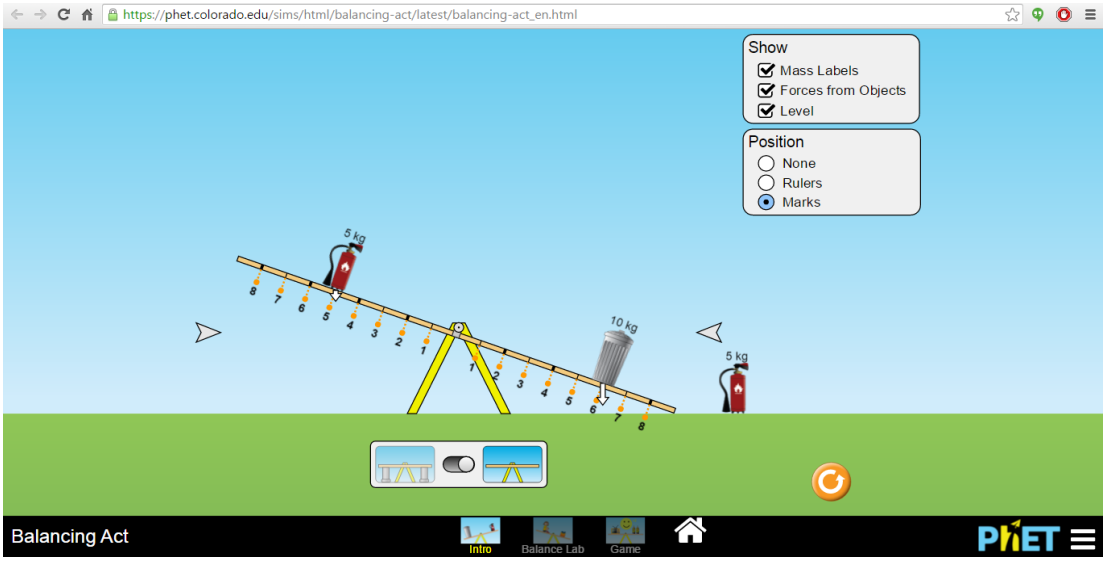
Figura 21. Consulta de un Objeto de Aprendizaje por un Estudiante.



Fuente: El autor.

Por último, se proporciona al usuario la posibilidad de acceder fácilmente al recurso, a través de un botón que contiene su URL (atributo “hasLocation”) y lo direcciona a la ubicación de la simulación. En la Figura 22 se puede observar el contenido del objeto que ha sido seleccionado y de esta forma, en solo tres pasos los estudiantes pueden acceder a una simulación en el módulo.

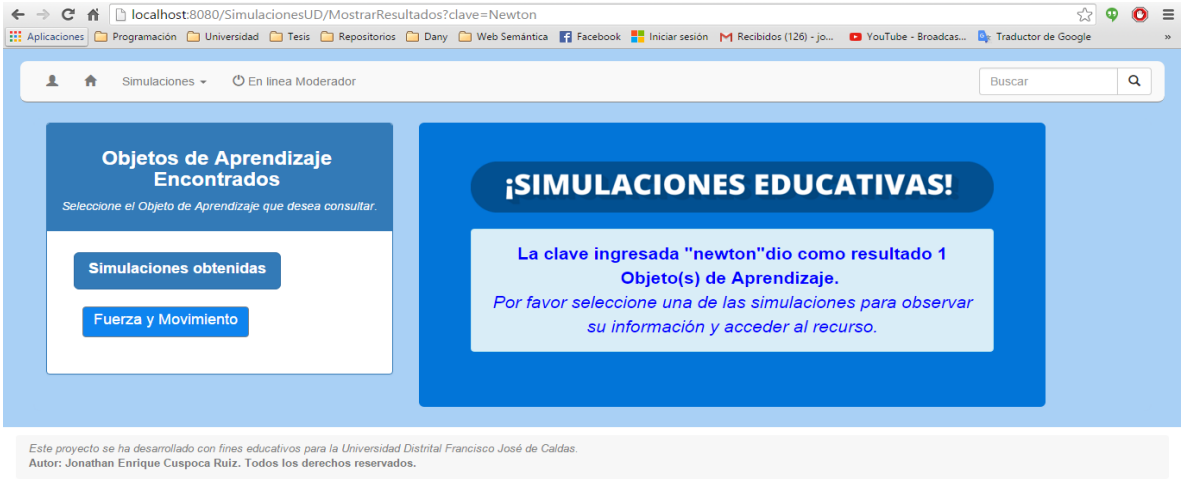
Figura 22. Contenido de un Objeto de Aprendizaje.



Fuente: El autor.

La segunda forma para consultar una simulación en el módulo, se realiza a través de una palabra clave, donde el usuario ingresa una palabra en particular y se muestran los resultados encontrados. En la Figura 23 se puede observar el resultado que genera el módulo al realizar una búsqueda por la palabra “Newton”. Cabe destacar que la búsqueda se realiza teniendo en cuenta el nombre de cada objeto y sus palabras clave asociadas, es decir, a través de los elementos “hasTitle” y “hasKeyword” del modelo ontológico, se hace posible que cada objeto sea visible al usuario. En este caso, el objeto “Fuerza y Movimiento” cuenta con una palabra clave que almacena la siguiente cadena “Primera Ley de Newton”; de esta forma el módulo busca, encuentra y muestra al usuario los resultados.

Figura 23. Consulta de Objetos de Aprendizaje con Palabra Clave.

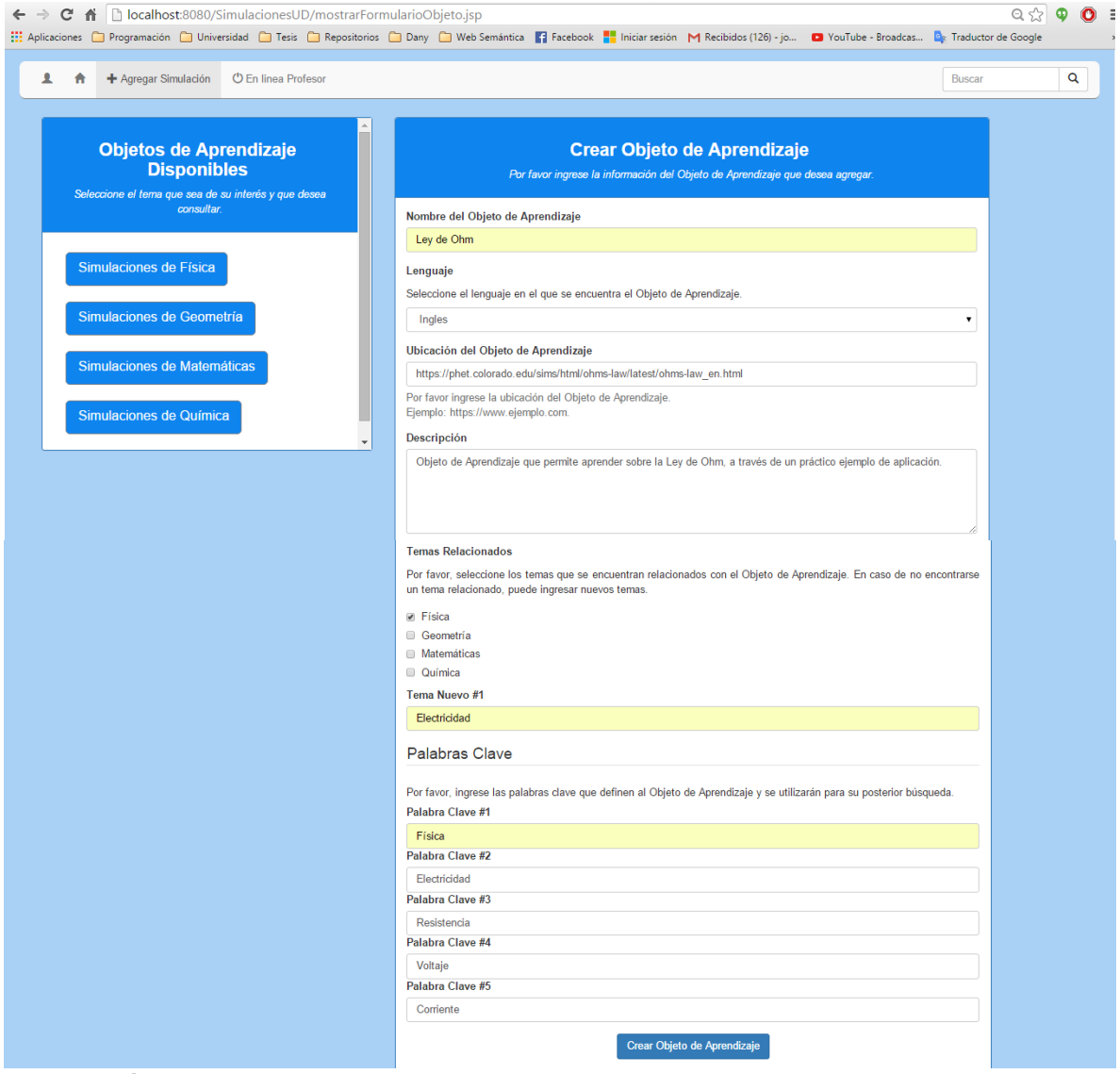


Fuente: El autor.

Los usuarios se diferencian por las acciones que pueden realizar en el módulo. En el ejemplo anterior, un usuario de tipo Estudiante, solo puede realizar consultas en el módulo. En el caso de un Profesor, se le permite realizar búsquedas y creación o agregación de nuevas simulaciones. Cabe recordar que se debe iniciar sesión previamente, para acceder a la interfaz del Profesor. En la Figura 24 se muestra la página que permite agregar un nuevo objeto, a través de un formulario que solicita la información básica para una simulación: nombre, lenguaje, ubicación, descripción, temas relacionados y palabras clave. Por ejemplo, al ingresar la información correspondiente a una simulación sobre la “Ley de Ohm”, el módulo crea una nueva instancia de tipo “LearningObject”, con todos los atributos y relaciones que permiten guardar la información en el modelo ontológico. Después de realizar este proceso, el módulo confirma si se ha creado

satisfactoriamente el recurso. En caso de ingresar una simulación existente, se informa al usuario que el proceso no se puede realizar (la comprobación se realiza a través de la URL del objeto).

Figura 24. Agregar un Objeto de Aprendizaje al Módulo.

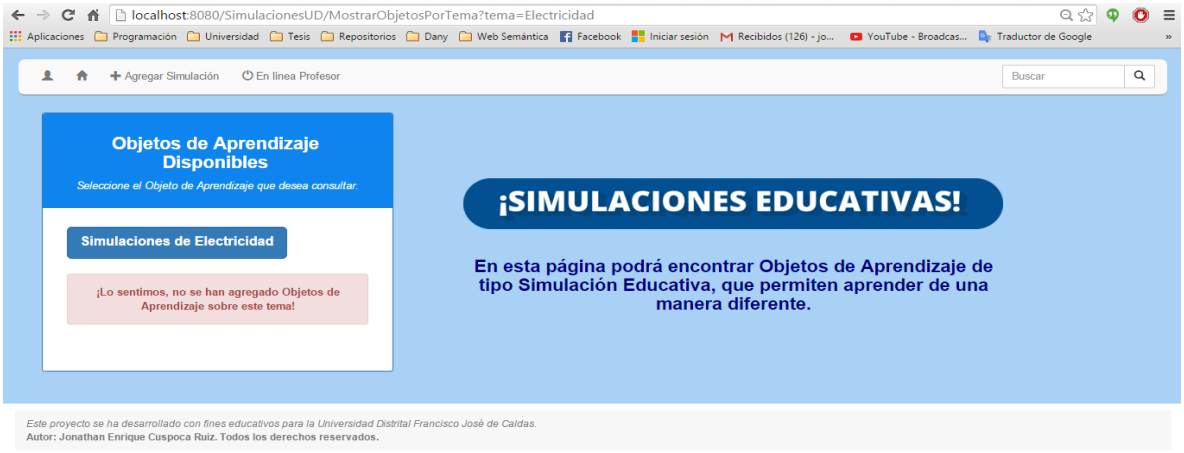


Fuente: El autor.

Al ingresar una nueva simulación en el módulo, se da la posibilidad de agregar un nuevo tema que se encuentre relacionado con la simulación. En el caso anterior, se agrega “Electricidad” como un nuevo tema o categoría para clasificar los objetos. En la Figura 25 se evidencia la existencia de una nueva

categoría, sin embargo, no contiene ningún objeto de aprendizaje disponible, puesto que el recurso “Ley de Ohm” se encuentra en estado “En revisión” y debe ser validado por un Moderador, para que pueda ser utilizado.

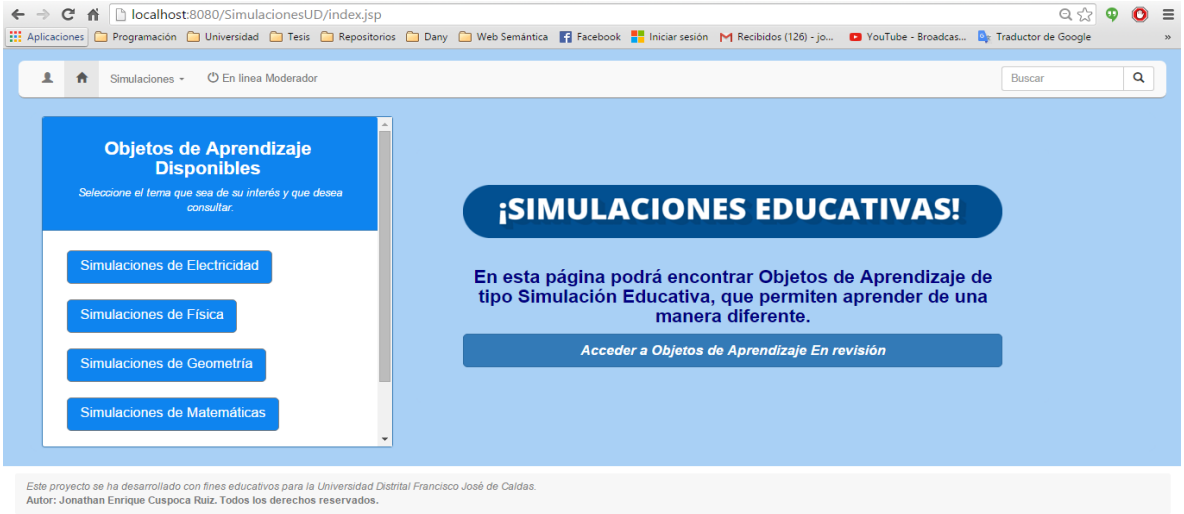
Figura 25. Resultado de la creación de un Objeto Nuevo.



Fuente: El autor.

Un usuario de tipo Moderador, se encarga de verificar y validar la información de los objetos de aprendizaje con estado “En revisión”. Al iniciar sesión como Moderador, el módulo despliega la interfaz que se observa en la Figura 26; en la parte inferior de la página, se proporciona un botón que permite acceder directamente a la lista de objetos por revisar.

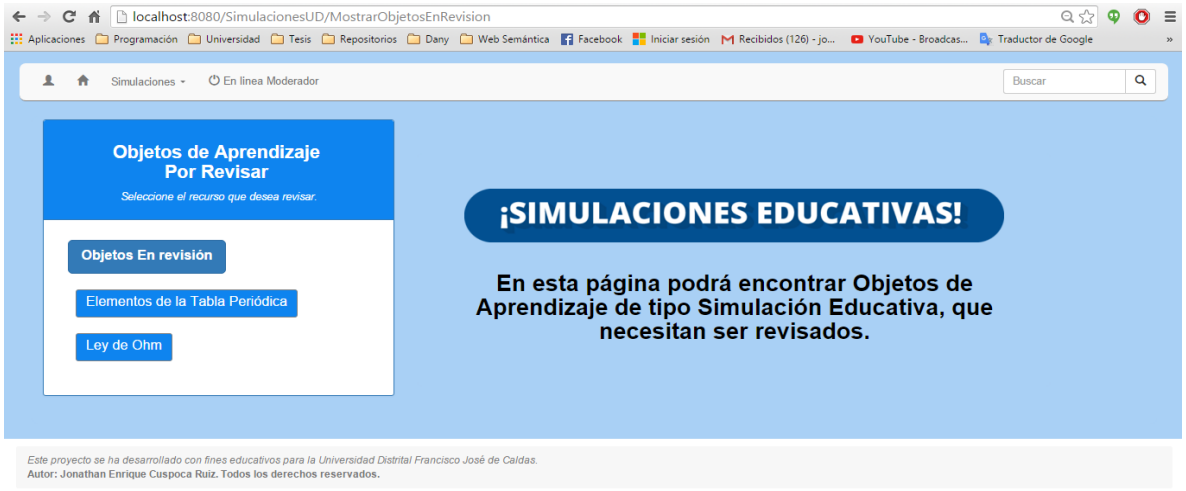
Figura 26. Interfaz de Usuario para un Moderador.



Fuente: El autor.

La lista de objetos de aprendizaje con estado “En revisión” se presentan en la Figura 27 y como se esperaba, el objeto “Ley de Ohm”, se encuentra en la lista, dado que al crear un nuevo recurso, se le asigna este estado.

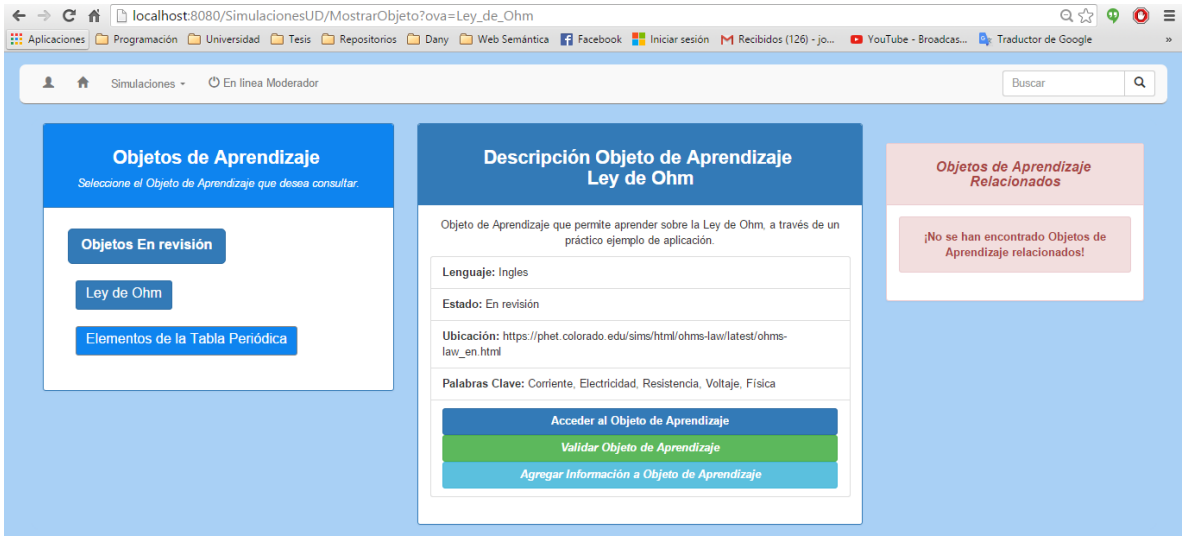
Figura 27. Objetos de Aprendizaje En Revisión.



Fuente: El autor.

En la Figura 28 se puede observar que al seleccionar el recurso “Ley de Ohm”, se muestra la información ingresada por el usuario y se ofrece la posibilidad de acceder al recurso, validarlo o agregarle información. En este caso, se validará el recurso para cambiar su estado de “En revisión” a “Disponible”.

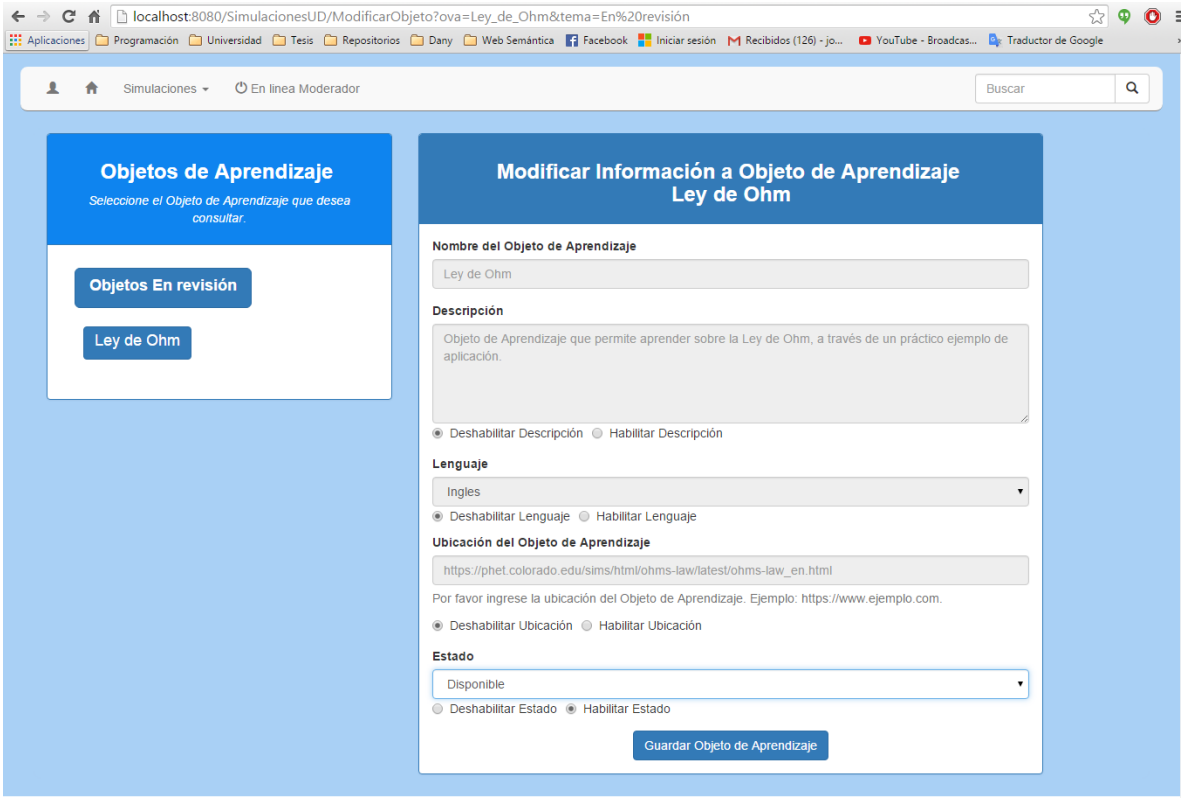
Figura 28. Objetos de Aprendizaje por Revisar.



Fuente: El autor.

Al ingresar en la opción de validación, el módulo despliega un formulario con la información ingresada sobre el recurso y da la posibilidad de modificarla si es necesario. Para continuar con el ejemplo, en la Figura 29 se puede observar el cambio de estado del objeto “Ley de Ohm” a “Disponible”.

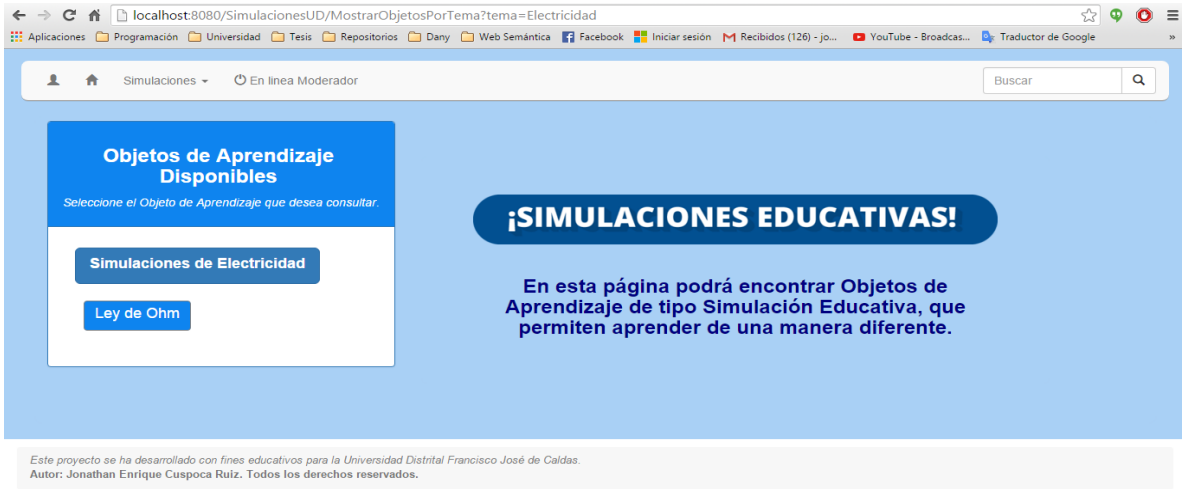
Figura 29. Validación de Objeto de Aprendizaje.



Fuente: El autor.

Al guardar el recurso de aprendizaje, se modifica la información que haya sido ingresada, creando nuevamente los atributos y las instancias correspondientes a la simulación validada. En este caso, se realiza un cambio en el atributo “hasState” del objeto “Ley de Ohm”. En la Figura 30 se puede comprobar que la validación fue exitosa y la simulación ya se encuentra disponible en el módulo. De esta forma se asegura la veracidad de las simulaciones.

Figura 30. Objeto de Aprendizaje Validado Satisfactoriamente.



Fuente: El autor.

En el ejemplo práctico anterior, se puede comprobar que el módulo funciona y que toda la descripción de los objetos de simulación es almacenada y recuperada a través del modelo ontológico propuesto para este trabajo.

5.2.10 Comparación entre OWL y UML

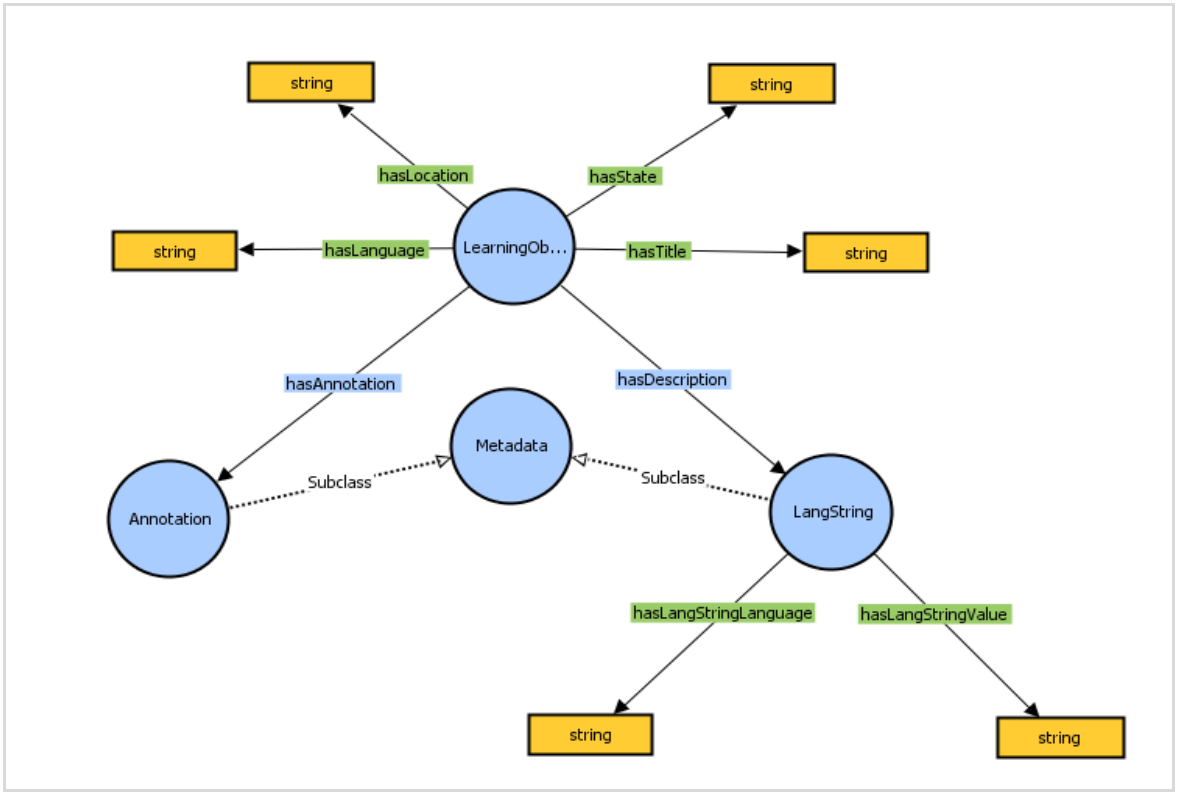
En esta sección se presenta una comparación entre los lenguajes OWL y UML, los cuales fueron utilizados en el desarrollo de este proyecto. El lenguaje OWL se utilizó para la representación del conocimiento, en otras palabras, para representar el modelo ontológico en un lenguaje formal. Por otro lado, UML se utilizó para soportar el desarrollo de software del proyecto.

Para realizar la comparación entre los dos lenguajes, se presenta en la Figura 31 un fragmento del modelo ontológico construido para el módulo, que muestra los componentes que son necesarios para representar la información básica de un objeto de aprendizaje. Cabe destacar que el diagrama se ha construido a través del complemento VOWL[16] para Protégé.

[16] El complemento (plugin) VOWL para el software Protégé, es una herramienta gráfica para visualizar los elementos que hacen parte de una ontología.

Los círculos azules representan algunos de los conceptos o entidades de la ontología, por ejemplo, la clase “LearningObject” representa un objeto de aprendizaje. Las relaciones entre clases se expresan a través de conexiones con un sombreado en color azul, como la relación “hasDescription”, que relaciona un objeto de aprendizaje con la clase “LangString”. Los atributos de una clase se pueden observar en forma de conexiones con un sombreado en color verde y al final se muestra de qué tipo de dato ha sido definido; el atributo “hasLocation” representa la ubicación de un objeto de aprendizaje y es de tipo cadena de caracteres (String).

Figura 31. Fragmento del Modelo Ontológico expresado en OWL.

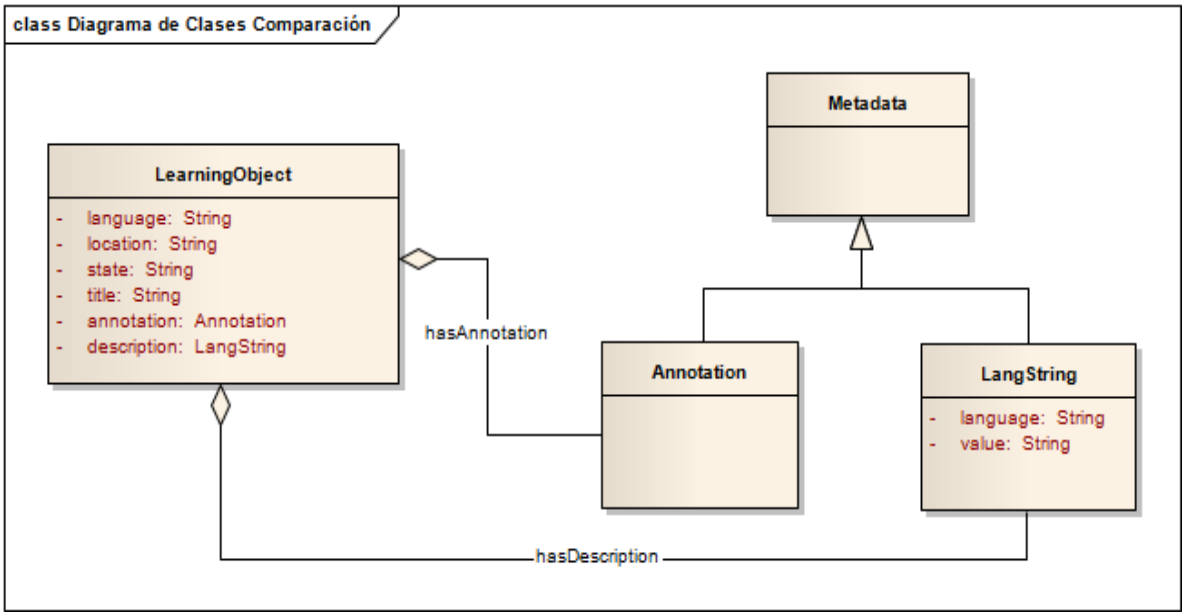


Fuente: El autor.

En la Figura 32 se expresa el fragmento del modelo ontológico en un diagrama de clase, para observar las características que se registran en cada representación planteada. Las clases representadas en el modelo ontológico, representan las mismas entidades que en el diagrama de clases. Para expresar subclases en el diagrama de clase, se utilizan relaciones de generalización, como

se puede observar entre las clases “Metadata”, “Annotation” y “LangString”. Las relaciones entre clases se representan a través de agregaciones y se realiza una referencia al objeto dentro de la clase; por ejemplo, la relación “hasDescription” entre un objeto de aprendizaje y la clase “LangString”, tiene una referencia llamada “description”. Finalmente, los atributos de una clase se representan de la misma forma que en el modelo ontológico, se ubican en la clase a la que pertenecen, indicando el tipo de dato que almacenan.

Figura 32. Modelo Ontológico expresado en un Diagrama de Clase UML.



Fuente: El autor.

6. CONCLUSIONES

Como resultado de este trabajo se presentó el diseño de un modelo ontológico, con base en la descripción semántica de los recursos que son referenciados a través de enlaces, con lo cual las consultas realizadas presentan un conjunto de recursos semánticamente relacionados, ofreciendo al usuario opciones para identificar otros recursos que tienen alto grado de pertinencia de acuerdo a las relaciones entre los conceptos definidos a nivel ontológico, en lugar de la respuesta convencional que genera resultados limitados a la sintaxis de la cadena de consulta. Referenciar mediante URIs (Identificadores Universales de Recurso) objetos de aprendizaje a nivel de simulación, en los repositorios donde estos están almacenados, elimina la necesidad de centralizar en un solo punto los objetos producidos por las diferentes instituciones; esta es una característica fundamental para que cada institución pueda presentar los recursos que produce, sin que el usuario requiera conocimiento en el manejo de consultas específicas de la plataforma desplegada por cada institución, para la gestión de los recursos que genera.

El modelo ontológico es el resultado de la aplicación de la metodología Methontology; su codificación se realizó mediante los lenguajes OWL y RDF, los cuales desacoplan los procesos de la representación semántica, permitiendo generar en diferentes lenguajes y herramientas de desarrollo, aplicaciones para alimentar, consultar y consumir el contenido de los objetos de aprendizaje de tipo simulación contenidos a nivel semántico. La verificación de la funcionalidad del modelo, se realizó mediante un módulo aplicando la metodología definida en el Proceso Unificado (RUP). Esté módulo desarrollado en lenguaje Java, presenta servicios de consulta, agregación y modificación de recursos de simulación al modelo semántico; esto permite generar diversas implementaciones de comunicación con otras aplicaciones y diferentes interfaces de usuario. En el prototipo que valida el modelo, se accede mediante una interfaz de usuario desarrollada en lenguaje HTML5, con facilidades de ajuste dinámico de los componentes de la interfaz Web, de acuerdo con el tamaño del dispositivo desde donde el usuario realice el acceso.

Para la obtención del modelo ontológico que describe objetos de simulación, se revisó la especificación SCORM y el estándar LOM, realizando una intersección entre las estructuras de metadatos que conforman estás dos propuestas. Dado que SCORM propone su propia estructura de metadatos basada en LOM, se asumieron los mismos nombres propuestos por el estándar y algunas de sus particularidades, para mantener la compatibilidad con los repositorios de objetos de aprendizaje. Sin embargo, como a nivel de recursos de simulación existen ciertas características no definidas en otros tipos de recursos, pero que son necesarias para la descripción semántica, objetivo de este trabajo, se han propuesto los siguientes metadatos: hasInformationEducational, hasRelation, hasAnnotation, hasState y hasTopic.

Utilizar objetos de aprendizaje de tipo simulación interactiva en la educación, es una propuesta innovadora en las actividades de enseñanza que deben generar los profesores en beneficio del aprendizaje de los estudiantes. Dado que existen pocas propuestas sobre la aplicación de objetos de simulación en la educación, este proyecto constituye un ejemplo de facto de como proporcionar las herramientas necesarias para incrementar el uso de simulaciones en el aprendizaje de los estudiantes. Cabe destacar que para obtener el máximo provecho de este tipo de recursos, se requiere un trabajo colaborativo entre profesores y profesionales que desarrollan las simulaciones y el establecimiento de protocolos para la adecuada referenciación y almacenamiento en los repositorios de cada uno de los recursos generados.

El diseño del módulo descriptor de objetos de aprendizaje aplicando modelamiento ontológico, facilita el almacenamiento y estructuración flexible de la información relacionada con recursos de simulación, permitiendo futuras modificaciones en el modelo ontológico por parte de expertos en el dominio.

7. TRABAJOS FUTUROS

Esta ontología puede ser ampliada de acuerdo con las necesidades específicas de un determinado dominio, reduciendo el esfuerzo requerido en campos de simulación como los sistemas geográficos y modelamiento del comportamiento de las partículas en disciplinas como física o química.

Definir un modelo general que facilite la integración entre la ontología propuesta y repositorios de información como DSpace, ePrint, entre otros.

Dada la representación ontológica planteada, establecer modelos que permitan realizar inferencias en el dominio de los objetos de aprendizaje de tipo simulación interactiva, definiendo reglas de inferencia utilizando herramientas como SPIN[17].

Para reducir el conocimiento sobre comandos de instrucciones requeridas para el manejo de la ontología, se pueden aplicar representaciones gráficas que faciliten la búsqueda de recursos relacionados, aplicando el estándar Topic Maps[18] mediante las herramientas de ontopia o VOWL.

Mejorar la experiencia de usuario en la creación de simulaciones interactivas, puede ser realizado mediante la integración de funcionalidades de Drag and Drop en la vista Web a través de nuevas tecnologías como jQueryUI[19], Drag and Drop de HTML5 y frameworks como Angular.

[17] SPIN es una forma de representar una amplia gama de reglas de negocio. Para mayor información:
Enlace: http://spinrdf.org/

[18] Topic Maps es un estándar para la representación e intercambio de conocimiento. Para mayor información:
Enlace: http://www.topicmaps.org/

[19] jQueryUI es una librería Javascript para generar interfaces de usuario en páginas web. Para mayor información:
Enlace: https://jqueryui.com/

ANEXO 1: GLOSARIO DE TÉRMINOS

Glosario de Términos				Especificaciones y Estándares de Referencia	
Nombre	**Referencia (Tomado de)**	**Descripción**	**Tipo**	**SCORM**	**LOM**
LearningObject	Propuesto por el autor.	Representa cualquier recurso digital reutilizable en un entorno e-Learning y que se utiliza como herramienta para el aprendizaje. Para este proyecto, representa a cualquier Objeto de Aprendizaje de tipo simulación.	Concepto		
Metadata	Propuesto por el autor.	Representa la clase que contiene a los metadatos utilizados en la ontología.	Concepto		
hasTitle	LOM 1.2 Title	Representa el nombre asignado al objeto de aprendizaje.	Relación	✓	✓
hasLanguage	LOM 1.3 Language	Representa el lenguaje o los lenguajes utilizados dentro del objeto de aprendizaje.	Atributo		✓
hasDescription	LOM 1.4 Description	Representa una descripción del objeto de aprendizaje.	Relación	✓	✓
hasKeyword	LOM 1.5 Keyword	Representa una palabra clave o frase que describe el tema del objeto de aprendizaje.	Relación	✓	✓
hasEntity	LOM 2.3.2 Entity	Representa el autor o creador del objeto de aprendizaje.	Atributo		✓
hasFormat	LOM 4.1 Format	Representa el formato o el tipo de dato de todos los componentes que hacen parte del objeto de aprendizaje.	Atributo	✓	✓

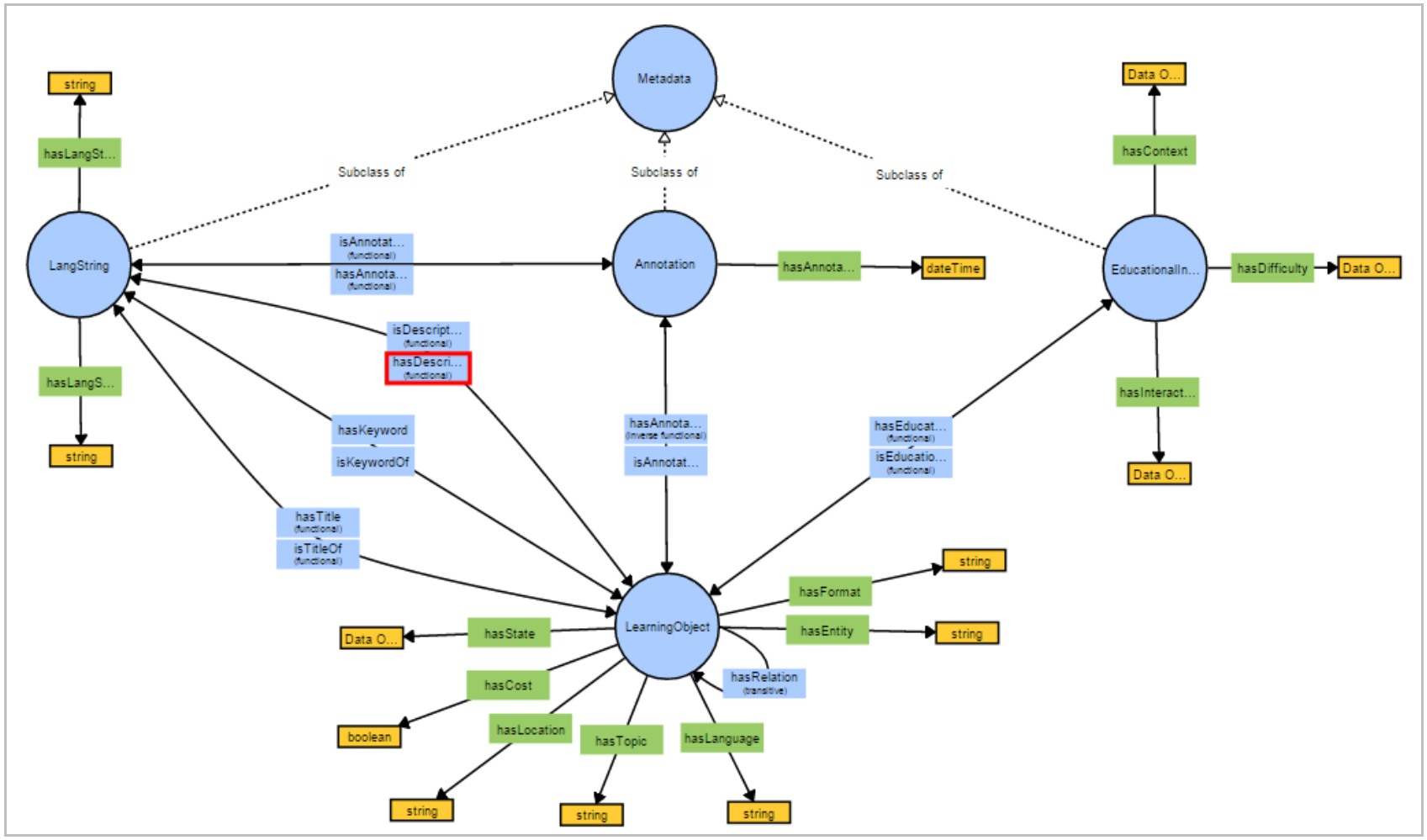
hasLocation	LOM 4.3 Location	Representa la ubicación donde se encuentra el objeto de aprendizaje y se puede acceder físicamente al recurso.	Atributo	✓	✓
EducationalInformation	LOM 5 Educational	Representa las características educativas o pedagógicas fundamentales del objeto de aprendizaje.	Concepto		✓
hasInformationEducational	Propuesto por el autor.	Representa toda la información educativa o pedagógica del objeto de aprendizaje.	Relación		
hasInteractivityLevel	LOM 5.3 Interactivity Level	Representa el grado de interactividad que caracteriza al objeto de aprendizaje. El término "interactividad", se refiere al grado de participación que puede tener el estudiante con el objeto de aprendizaje.	Atributo		✓
hasContext	LOM 5.6 Context	Representa el ambiente principal para el cual se ha desarrollado el objeto de aprendizaje y donde puede servir realmente.	Atributo		✓
hasDifficulty	LOM 5.8 Difficulty	Representa el nivel de dificultad del objeto de aprendizaje, en relación al público para el que ha sido realizado.	Atributo		✓
hasCost	LOM 6.1 Cost	Es una bandera que indica si el objeto de aprendizaje es de acceso gratuito o si requiere pagar para utilizarlo.	Atributo	✓	✓
hasRelation	Basado en LOM 7 Relation, con variaciones propuestas por el autor.	Representa la relación que permite conectar a un objeto de aprendizaje con otros. La relación conecta a un objeto de aprendizaje con otros objetos directamente.	Relación	✓	✓

Annotation	LOM 8 Annotation	Está categoría proporciona comentarios sobre el uso educativo del objeto de aprendizaje. Es una categoría que permite compartir comentarios de los educadores para el mejoramiento del objeto de aprendizaje.	Concepto		✓
hasAnnotation	Propuesto por el autor.	Representa los comentarios sobre el uso educativo del objeto de aprendizaje.	Relación		
hasAnnotationDate	LOM 8.2 Date	Fecha en la que fue creada la anotación.	Atributo		✓
hasAnnotationDescription	LOM 8.3 Description	Representa el contenido de la anotación.	Relación		✓
LangString	LOM LangString	Es un tipo de dato que representa una o más cadenas de caracteres.	Concepto	✓	✓
hasLangStringLanguage	LOM 1.1 Language	Representa el lenguaje en que se encuentra la cadena de caracteres almacenada en el LangString.	Atributo	✓	✓
hasLangStringValue	LOM 1.2 String	Representa el valor de la cadena de caracteres almacenada en el LangString.	Atributo	✓	✓
hasState	Propuesto por el autor.	Representa el estado en el que se encuentra un objeto de aprendizaje dentro del módulo.	Atributo		
hasTopic	Propuesto por el autor.	Representa el tema que se le puede asociar a un objeto de aprendizaje dentro del módulo.	Atributo		
Glosario de Términos para Ontología de Usuarios					
User (Ontología de usuarios)	Propuesto por el autor.	Representa a un usuario en el módulo.	Concepto		
hasUserName (Ontología de usuarios)	Propuesto por el autor.	Representa el nombre que identifica a un usuario en el módulo.	Atributo		
hasPassword (Ontología de usuarios)	Propuesto por el autor.	Representa la contraseña de un usuario.	Atributo		
hasUserType (Ontología de usuarios)	Propuesto por el autor.	Representa el tipo de usuario.	Atributo		

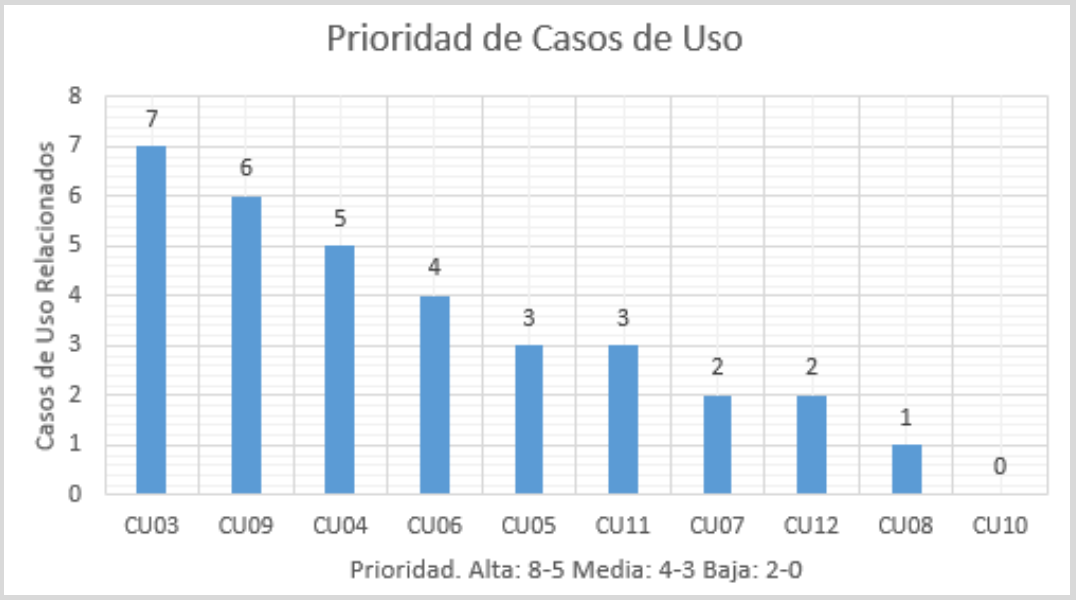
ANEXO 2: ATRIBUTOS DE CLASE EN DETALLE

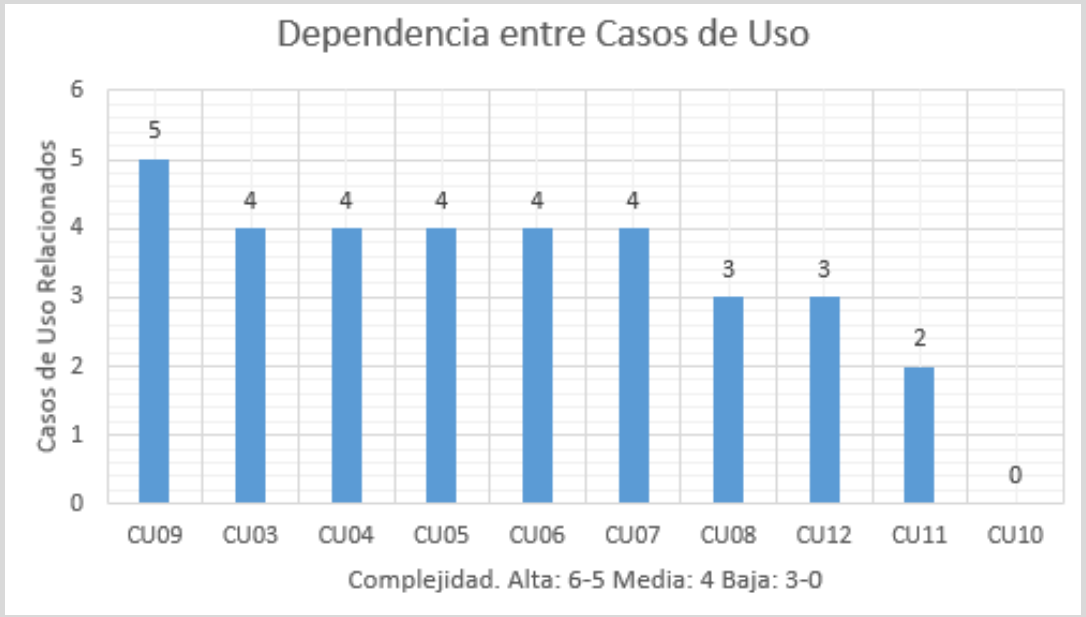
Nombre del Atributo de Clase	Concepto	Tipo de Valor	Vocabulario	Cardinalidad Máxima	Restricción de Cuantificación
hasAnnotationDate	Annotation	dateTime		1	some
hasContext	EducationalInformation	String(Vocabulario)	{higher education, other, school, training}	1	some
hasCost	LearningObject	Boolean	True, False	1	only
hasDifficulty	EducationalInformation	String(Vocabulario)	{difficult, easy, medium, very difficult, very easy}	1	some
hasEntity	LearningObject	String		1	some
hasFormat	LearningObject	String		1	some
hasInteractivityLevel	EducationalInformation	String(Vocabulario)	{high, low, medium, very high, very low}	1	some
hasLangStringLanguage	LangString	String		1	some
hasLangStringValue	LangString	String		1	some
hasLanguage	LearningObject	String		1	some
hasLocation	LearningObject	String		1	some
hasState	LearningObject	String(Vocabulario)	{Disponible, En revisión, Inhabilitado, Invalidado}	1	some
hasTopic	LearningObject	String		n	some
hasUsername	User	String		1	some
hasUserType	User	String(Vocabulario)	{Administrator, Student, Teacher}	1	some
hasPassword	User	String		1	some

ANEXO 3: MODELO ONTOLÓGICO



ANEXO 4: PRIORIDAD Y DEPENDENCIA DE CASOS DE USO





ANEXO 5: DESCRIPCIÓN DETALLADA DE CASOS DE USO CON PRIORIDAD MEDIA

Caso de Uso	Modificar Objeto de Aprendizaje			**CU05**	
Actores	Moderador de Objetos de Aprendizaje.				
Referencias	R01, R04, R05, R12, CU01, CU04, CU06, CU07, CU09.				
Precondición	El usuario debe tener una sesión abierta en el módulo y el Objeto de Aprendizaje debe existir en el modelo ontológico.				
Postcondición	El módulo guarda la información del Objeto de Aprendizaje modificado, en el modelo ontológico.				
Autor	Jonathan Cuspoca	**Versión**	3	**Fecha**	21/10/2015
Propósito	Permite cambiar o eliminar la información de un Objeto de Aprendizaje, para mantener los datos actualizados.				
Resumen	En caso de que un Objeto de Aprendizaje contenga información errónea, el Moderador de Objetos de Aprendizaje, puede modificar o eliminar los datos que sean necesarios, para asegurar la consistencia.				

Curso Básico de Eventos			
Usuario		**Módulo**	
1.	Realiza una búsqueda del objeto de aprendizaje que desea modificar.	**1.1**	Despliega los resultados que arroja la búsqueda realizada.
1.2	Selecciona la opción *"Modificar Objeto de Aprendizaje"* del objeto de aprendizaje que desea modificar.	**1.3**	Muestra la opción para m*odificar el objeto de aprendizaje.*
1.4	Realiza los cambios sobre la información del objeto de aprendizaje y selecciona la opción *"Guardar Información"*.	**1.5**	Dependiendo de los datos ingresados, se guarda la nueva información del recurso de aprendizaje modificado en el modelo ontológico.

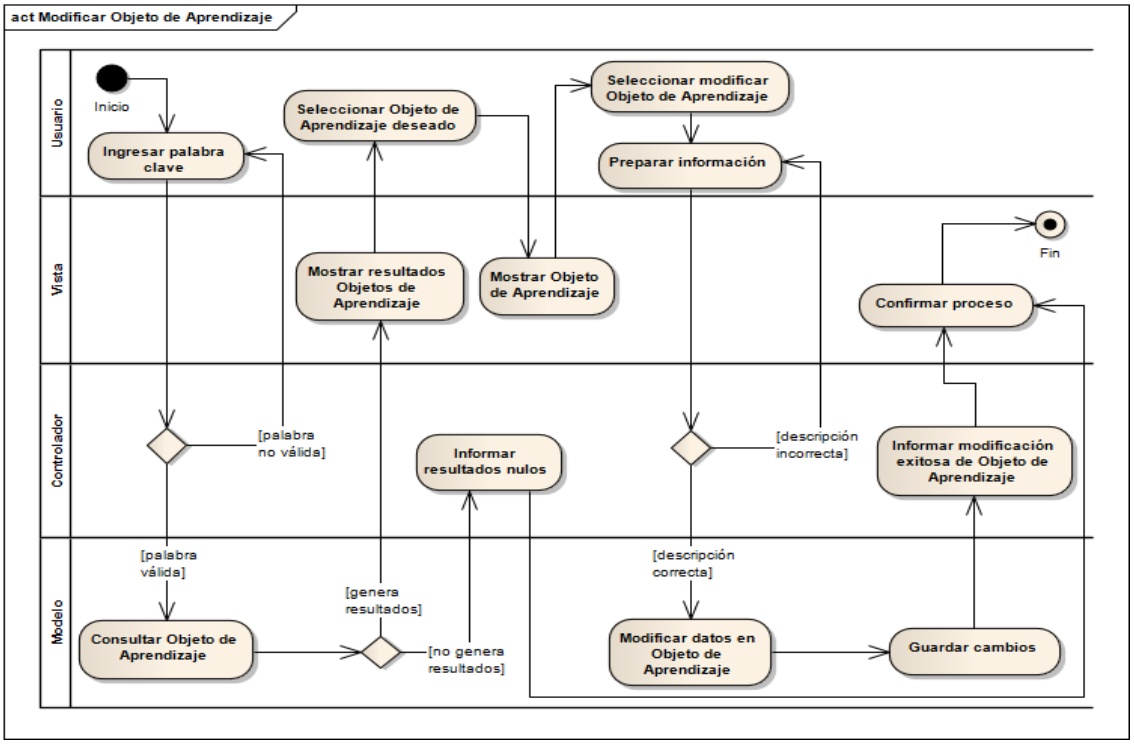
Caso de Uso	Inhabilitar Objeto de Aprendizaje			CU06	
Actores	Moderador de Objetos de Aprendizaje.				
Referencias	R01, R05, R12, CU01, CU03, CU04, CU05, CU09.				
Precondición	El usuario debe tener una sesión abierta en el módulo y el Objeto de Aprendizaje debe existir en el modelo ontológico.				
Postcondición	El módulo guarda la información del Objeto de Aprendizaje modificado, en el modelo ontológico.				
Autor	Jonathan Cuspoca	**Versión**	3	**Fecha**	21/10/2015
Propósito	Permite cambiar el estado de un Objeto de Aprendizaje a "Inhabilitado", para desactivarlo del módulo.				
Resumen	En caso de que un Objeto de Aprendizaje no esté disponible en la URL asignada o contenga información errónea pero modificable, el usuario de tipo Moderador puede cambiar el estado del recurso, para que los usuarios no tengan acceso al mismo.				

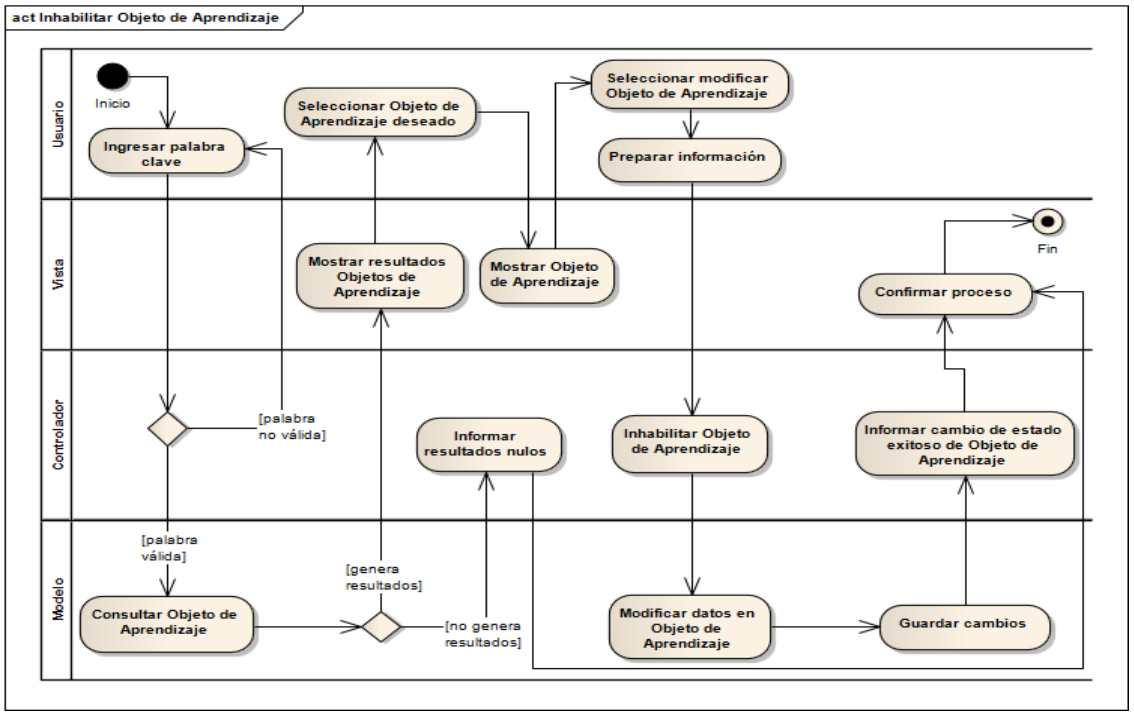
Curso Básico de Eventos			
Usuario			**Módulo**
1.	Realiza una búsqueda del objeto de aprendizaje que desea modificar.	**1.1**	Despliega los resultados que arroja la búsqueda realizada.
1.2	Selecciona la opción *"Modificar Objeto de Aprendizaje"* del objeto de aprendizaje que desea modificar.	**1.3**	Muestra la opción *modificar objeto de aprendizaje.*
1.4	Cambia el estado del Objeto de Aprendizaje a *"Inhabilitado"* y selecciona la opción *"Guardar Información"*.	**1.5**	Guarda la información del objeto de aprendizaje modificado, en el modelo ontológico, removiendo el atributo actual "hasState" del recurso y creando uno nuevo que contenga el valor "Inhabilitado".

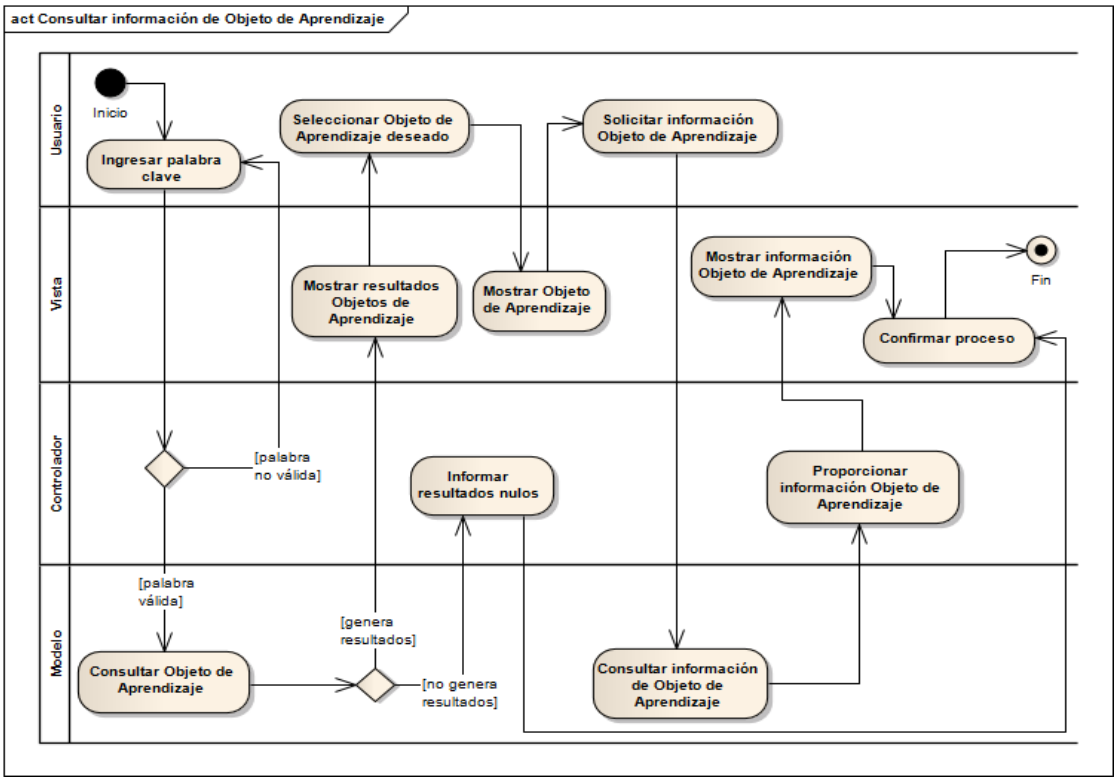
Caso de Uso	Consultar información de Objeto de Aprendizaje			CU11	
Actores	Moderador de Objetos de Aprendizaje, Profesor, Estudiante.				
Referencias	R08, R10, R11, R12, CU03, CU09.				
Precondición	El Objeto de Aprendizaje debe existir en el modelo ontológico.				
Postcondición	El módulo muestra toda la información correspondiente al Objeto de Aprendizaje seleccionado.				
Autor	Jonathan Cuspoca	**Versión**	3	**Fecha**	21/10/2015
Propósito	Permite consultar toda la información asociada a un Objeto de Aprendizaje.				
Resumen	Los usuarios pueden consultar toda la información acerca de un Objeto de Aprendizaje en particular, accediendo a cada uno de los metadatos que tiene asociado el recurso.				

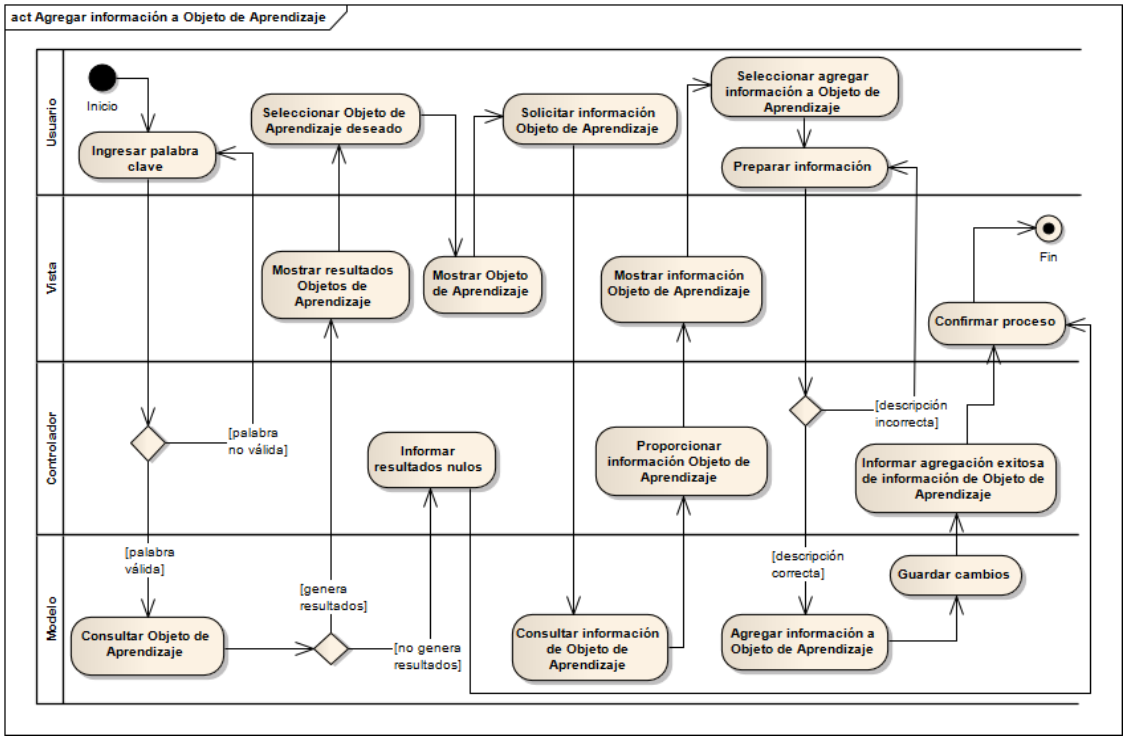
Curso Básico de Eventos			
Usuario		**Módulo**	
1.	Ingresa una palabra en el buscador.	**1.1**	Si la palabra genera resultados, muestra los objetos de aprendizaje en una lista.
	Ingresa una nueva palabra en el buscador.		Si la palabra no arroja ningún objeto de aprendizaje, informa al usuario que no se han encontrado resultados.
1.2	Busca entre los resultados obtenidos, el objeto de aprendizaje que se ajuste a su búsqueda y da clic sobre el recurso.	**1.3**	Muestra toda la información que se encuentra asociada al objeto de aprendizaje seleccionado, recuperando todos los atributos del recurso.

ANEXO 6: DIAGRAMAS DE ACTIVIDADES






act Consultar información de Objeto de Aprendizaje
Usuario
Vista
Controlador
Modelo
Inicio
Ingresar palabra clave
Seleccionar Objeto de Aprendizaje deseado
Solicitar información Objeto de Aprendizaje
Mostrar resultados Objetos de Aprendizaje
Mostrar Objeto de Aprendizaje
Mostrar información Objeto de Aprendizaje
Fin
Confirmar proceso
[palabra no válida]
Informar resultados nulos
Proporcionar información Objeto de Aprendizaje
[palabra válida]
[genera resultados]
Consultar Objeto de Aprendizaje
[no genera resultados]
Consultar información de Objeto de Aprendizaje


act Agregar información a Objeto de Aprendizaje
Usuario
Vista
Controlador
Modelo
Inicio
Ingresar palabra clave
Seleccionar Objeto de Aprendizaje deseado
Solicitar información Objeto de Aprendizaje
Seleccionar agregar información a Objeto de Aprendizaje
Preparar información
Mostrar resultados Objetos de Aprendizaje
Mostrar Objeto de Aprendizaje
Mostrar información Objeto de Aprendizaje
Fin
Confirmar proceso
[palabra no válida]
Informar resultados nulos
Proporcionar información Objeto de Aprendizaje
[descripción incorrecta]
Informar agregación exitosa de información de Objeto de Aprendizaje
[palabra válida]
[genera resultados]
[descripción correcta]
Guardar cambios
Consultar Objeto de Aprendizaje
[no genera resultados]
Consultar información de Objeto de Aprendizaje
Agregar información a Objeto de Aprendizaje

BIBLIOGRAFÍA

Alessi, S. M., & Trollip, S. R. (1984). *Computer-based instruction: methods and development.*

Aroyo, L., & Dicheva, D. (2004). *The New Challenges for E-learning: The Educational Semantic Web.*

ASTD & SmartForce. (2002). *A Field Guide to Learning Objects.*

Berners-Lee, T., Hendler, J., & Lassila, O. (2001). *The Semantic Web.*

Bohigas, X., Jaén, X., & Novell, M. (2003). *Applets en la enseñanza de la física.*

Bouciguez, M. J., & Santos, G. (2009). *Applets en la enseñanza de la física: un análisis de las características tecnológicas y disciplinares.*

Cabero Almenara, J. (2006). *Bases pedagógicas del e-learning.*

Callejas Cuervo, M., Hernández Niño, E., & Pinzón Villamil, J. N. (2011). *Objetos de Aprendizaje, Un Estado del Arte.*

Cañizares Millan, M. (2005). *Una experiencia de utilización de simulaciones informáticas en la enseñanza secundaria.*

Carrión Delgado, M. (2012). *Diseño y desarrollo de un modelo computacional para la representación del conocimiento.*

Castro, S. (2008). *Juegos, Simulaciones y Simulación-Juego y los entornos multimediales en educación ¿mito o potencialidad?*

Chung, C. A. (2004). *Simulation Modeling Handbook - A Practial Approach.*

Corcho, O., Fernández Lopez, M., & Gómez Perez, A. (2007). *Ontological Engineering: What Are Ontologies and How Can We Build Them?*

Corcho, O., Fernández Lopez, M., Gómez Perez, A., & López Cima, A. (2005). *Construcción de ontologías legales con la metodología METHONTOLOGY y la herramienta WebODE.*

Dale, E. (1969). *Audiovisual Methods in Teaching.*

De la Rosa, A., & Senso, J. A. (1999). *XML como medio de normalización y desarrollo documental.*

Devedžić, V. (2006). *Semantic Web and education.*

Franco García, Á. (2003). *Internet en la enseñanza y el aprendizaje de la Física.*

García Navarro, J. F. (2012). *Analítica Visual Aplicada a la Ingeniería de Ontologías.*

Garcia, A., Sánchez Alonso, S., & Sicilia, M. (2008). *Una ontología en OWL para la representación semántica de objetos de aprendizaje.*

Garrido, B., Castelló, M., & Furió, C. (2001). *Manipulación de moléculas en la página web mediante el plug-in "Chemiscape-Chime".*

Ghebghoub, O., Abel, M.-H., Moulin, C., & Leblanc, A. (2010). *Building and Use of a LOM Ontology.*

Godwin-Jones, R. (2008). *EMERGING TECHNOLOGIES OF ELASTIC CLOUDS AND TREEBANKS: NEW OPPORTUNITIES FOR CONTENT-BASED AND DATA-DRIVEN LANGUAGE LEARNING.*

Gruber. (1993). *A Translation Approach to Portable Ontologies.*

Hernández Gallardo, S. C., Pacheco Cortés, A. M., & Guillén, A. C. (2005). *Objetos de Aprendizaje para el desarrollo de habilidades instrumentales y sociales en ámbitos en línea, del postgrado del Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas de la Universidad de Guadalajara.*

Hernández Ramírez, H., & Saiz Noeda, M. (2007). *Ontologías mixtas para la representación conceptual de objetos de aprendizaje.*

ICFES. (2013). *Colombia en PISA 2012 - Informe nacional de resultados.*

IEEE, C. (2002). *1484.12.1 TM IEEE Standard for Learning Object Metadata.*

Laguna Lozano, M. P. (2004). *Introducción al Modelo de Referencia SCORM.*

López de Munain, C., & Rosanigo, Z. B. (2013). *Objetos de Aprendizaje y Simulación en el proceso de enseñanza-aprendizaje.*

López Guzmán, C. (2005). *Los Repositorios de Objetos de Aprendizaje como soporte a un entorno e-learning.*

Madrigal Alfaro, Z. (2010). *Propuesta de Arquitectura para Incluir a las Simulaciones en los Sistemas de E-learning: Una extensión al modelo SCORM.* Madrid.

Marchiori, E. J. (2013). *Contribuciones a la autoría de juegos y simulaciones educativas basadas en un enfoque multidisciplinar.*

Martínez Jimenez, P., León Álvarez, J., & Pontes Pedrajas, A. (1994). *Simulación mediante ordenador de movimientos bidimensionales en medios resistentes.*

McGreal. (2004). *Learning Objects: A Practical definition.*

Mohan, P., & Brooks, C. (2003). *Learning Objects on the Semantic Web.*

Moreira, M. A., & Segura, J. A. (2009). *e-Learning: Enseñar y Aprender en Espacios Virtuales.* Málaga.

Pavón Coronel, C. M. (2014). *Medida de la eficacia de las simulaciones digitales como facilitadores del aprendizaje de Física y Química en 2º de Bachillerato.*

Peis, E., Herrera Viedma, E., & Morales del Castillo, J. M. (2006). *Aproximación a la web semántica desde la perspectiva de la Documentación.*

Popkin Software and Systems. (s.f.). *Modelado de Sistemas con UML.*

Pressman, R. S. (2005). *Ingeniería del Software. Un enfoque práctico Sexta Edición.*

Pressman, R. S. (2010). *Ingeniería del Software. Un enfoque práctico Séptima Edición.*

Ramírez, S., Alonso, Y., Hernández, V., Arias, A. C., & La Rosa, D. (2010). *Comparando UML y OWL en la representación del conocimiento: correspondencia sintáctica.*

RDF Working Group. (25 de Febrero de 2014). *Resource Description Framework (RDF).* Obtenido de http://www.w3.org/RDF/

Rodríguez González, M. E. (2012). *Enriquecimiento semántico de metadatos educativos apoyado en ontologías de conocimiento general.*

Romero, L., & Godoy, R. J. (2010). *An Ontology for Semantic Definition of Learning Objects.*

Rosenberg, M. J. (2001). *E-Learning Strategies for Delivering Knowledge in the Digital Age.*

Rouyet, J. I., & Martín, V. (2004). *A comparative study of the metadata in SCORM and Dublin Core.*

Sarasa Cabezuelo, A. (2011). *Diseño de repositorios digitales interoperables.*

Serrano Islas, M. (2010). Objetos de Aprendizaje. *e-FORMADORES*.

Soto Carrión, J., Garcia Gordo, E., & Sanchez, S. (2006). *Repositorios Semánticos para Objetos de Aprendizaje.*

Stojanovic, L., Staab, S., & Studer, R. (2001). *eLearning based on the Semantic Web.*

Thomas, R. (2001). *Interactivity and Simulations in e-Learning.*

Uschold, M., & Gruninger, M. (1995). *Ontologies: Principles, Methods and Applications.*

Valverde Berrocoso, J. (2010). *Aprendizaje de la Historia y Simulación Educativa. The Learning of History and Educational Simulation.*

W3C. (10 de Febrero de 2004). *OWL Web Ontology Language Overview.* Obtenido de http://www.w3.org/TR/owl-features/

W3C World Wide Web Consortium. (26 de Noviembre de 2008). *Extensible Markup Language (XML) 1.0 (Fifth Edition).* Obtenido de http://www.w3.org/TR/2008/REC-xml-20081126/

W3C World Wide Web Consortium. (25 de Febrero de 2014). *RDF 1.1 Concepts and Abstract Syntax.* Obtenido de W3C Recommendation: http://www.w3.org/TR/2014/REC-rdf11-concepts-20140225/

W3C World Wide Web Consortium. (2015). *Semantic Web*. Obtenido de http://www.w3.org/standards/semanticweb/

Wiley, D. A. (2001). *Connecting learning objects to instructional design theory: A defiition, a metaphor and a taxonomy.*

Williamson, B. (2009). *Computer games, schools, and young people. A report for educators on using games for learning.*

Zarraonandía, T., Dodero, J. M., Díaz, P., & Sarasa, A. (2004). *Domain Ontologies Integration into the Learning Objects Annotation Process.*