



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Modelo para la generación de cursos virtuales usando tecnologías de la web semántica para sistemas de gestión de aprendizaje

Danilo Mauricio Pástor Ramírez

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Minas, Departamento de Ciencias de la Computación y la Decisión

Medellín, Colombia

2017

Modelo para la generación de cursos virtuales usando tecnologías de la web semántica para sistemas de gestión de aprendizaje

Danilo Mauricio Pástor Ramírez

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título de:

Doctor en Ingeniería - Sistemas e Informática

Director (a):

Ph.D., Jovani Alberto Jiménez Builes

Línea de Investigación:

Inteligencia Artificial

Grupo de Investigación:

Inteligencia Artificial en Educación

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Minas, Departamento de Ciencias de la Computación y la Decisión

Ciudad, Colombia

2017

A Dios

A mi Hijos

A mi Esposa

A mi Padres

A mi Familia

Agradecimientos

Realmente es indescriptible la satisfacción de culminar una tesis doctoral, esta amerita una serie de sacrificios, esfuerzos, dedicación, constancia, esperanza y tolerancia. Todo este propósito se ha logrado gracias al apoyo de muchas personas e instituciones que han sabido depositar su confianza para culminar este desafiante trabajo de investigación.

Primeramente, debo agradecer a Dios y a la Virgen María, ya que ellos han guiado mi camino para lograr la culminación de mi tesis de doctorado.

Quiero comenzar agradeciendo a mi director de tesis Jovani Alberto Jiménez Builes, quien ha sido mi orientador y mi apoyo durante todo el desarrollo de la tesis. Ante todo, por su guía profesional y también por sus sabios consejos motivacionales y también académicos. Me siento orgulloso de haber sido parte de su grupo de investigación.

Debo también mencionar a quienes supieron ayudar en el transcurso de la realización de la tesis. Al profesor Jesualdo Tomas Fernandez Breis de la Universidad de Murcia - España, quien me supo orientar durante una Pasantía realizada en el Departamento de Sistemas e Informática y también a quienes integraban el grupo de investigación de Tecnologías de modelado, procesamiento y gestión del conocimiento. Es oportuno también exteriorizar mi gratitud al profesor Seiji Isotani de la Universidad de Sao Pablo - Brasil, el cual me recibió para realizar la pasantía en el Laboratorio de Informática aplicada en Educación. Y además a los integrantes y compañeros que formaban parte del grupo de investigación en la USP.

A mi Institución la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo debo ser grato y reconocer todo el apoyo que cada uno de los directivos en su momento me han brindado. A los docentes y estudiantes que colaboraron en las distintas etapas del desarrollo de mi tesis.

También a mis compañeros de trabajo que han logrado motivarme con sus palabras de aliento para lograr finalizar este trabajo de investigación.

A SENESCYT quien me concedió la beca de estudios de Doctorado y ha cumplido todos sus compromisos.

Finalmente quiero dejar constancia de mi profundo agradecimiento a mi familia, en especial a mi hija Daniela, mis hijos Francisco y José, y mi esposa Yesenia por ser el motor impulsador de mi vida, perdón por haberles quitado sus horas y no dedicarles mi tiempo. A mis padres que siempre han confiado en mí superación constante. Y a toda mi familia en general que creyó en mi esfuerzo y convicción para alcanzar este desafío académico.

Resumen

La oferta de educación virtual crece rápidamente y a su vez el uso de entornos virtuales de aprendizaje (VLE). La mayoría de docentes explotan muy limitadamente los VLEs, debido a su conocimiento limitado de pedagogías y de las teorías de diseño instruccional. La revisión de la literatura analizada, dio como resultado que pocos modelos de diseño instruccional han incluido el uso de las tecnologías de la web semántica para sus soluciones educativas. Sin embargo, aquellos trabajos que toman en cuenta dichas tecnologías, se enfocan más en el contenido específico del diseño de curso y otros trabajos asumen que el docente debería conocer acerca de diseño instruccional. Esto permitió notar, que no se toma en cuenta aspectos como: el enfoque pedagógico, es decir las teorías de aprendizaje y/o de diseño instruccional, el contexto del curso y la secuencia de actividades. Adicionalmente, ninguno de los trabajos considera la integración a un VLE.

Se identifica los factores que influyen en el modelado del proceso de creación de contenido educativo en cursos online para entornos LMS tradicionales, y se propone un Modelo para el proceso de construcción de cursos virtuales utilizando tecnologías de la web semántica como RDF, OWL, SWRL, SPARQL para sistemas de gestión de aprendizaje. Este modelo permite producir en forma estructurada, organizada y pedagógicamente asistida, las plantillas de cursos virtuales. Para plasmar el modelo se plantea una arquitectura que permite desarrollar módulos de creación de plantillas de cursos en el sistema de gestión de aprendizaje Moodle. Se acompaña de la descripción del desarrollo de los diferentes módulos de creación de cursos virtuales mediante la metodología SCRUM.

Para validar el modelo propuesto se plantean dos estudios: el primero aplicado en docentes universitarios respecto a cuatro aspectos analizados: facilidad de uso, soporte pedagógico, satisfacción y tiempo; se observó que existe una diferencia significativa a favor de la construcción de cursos virtuales en un LMS en donde se incorpora el modelo propuesto. En el segundo estudio, aplicado en estudiantes universitarios, se observó que, en el aspecto de la facilidad de uso, sí existe una diferencia significativa a favor del uso del aula virtual usada por los estudiantes y que fue creada por un docente con el módulo que incorpora el modelo propuesto. Se afirma entonces que el modelo planteado ofrece mejoras con respecto al proceso de creación de aulas virtuales tradicional que se incorpora en un LMS.

Palabras clave: diseño educativo, diseño instruccional, construcción de cursos virtuales, teorías de diseño instruccional, tecnologías de la web semántica, Ontologías

Abstract

The virtual education offer grows rapidly and, in turn, the use of virtual environment of learning (VLE). Most teachers exploit in a very limited way the VLEs due to the limited knowledge of the of pedagogy and instructional design theories. The analyzed systematic review of literature resulted in the fact that few models of instructional design have included the use of semantic web technologies for their educational solutions. However, those works that take into account such technologies focus more on the specific content of course design and other works assume that the teacher should know about the instructional design. This permitted to note that aspects such as the pedagogic focus (i.e., the learning theories and instructional design theories), the course context and the activity sequence are not considered. Additionally, no work considers the integration to a VLE.

Factors influencing on the modelling of the creation process of educational content in online courses for traditional LMS environment are identified, and a Model for the construction process of virtual courses is proposed, using semantic web technologies such as RDF, OWL, SWRL, and SPARQL for learning management systems. This model can produce in a structured, organized and pedagogically-assisted way, the designs of virtual courses templates. To put into practice the model, an architecture allowing to develop modules of design creation of courses in the Moodle learning management system is stated. Included there is the description of the development of the different virtual course creation modules through SCRUM methodology.

To validate the proposed model, two studies are stated: the first one is applied to university teachers as to four analyzed aspects: usability, pedagogic support, satisfaction and time. It is observed that there is a significant difference in favor of the construction of virtual courses in a LMS where the proposed model is incorporated. In the second study is applied to university students, it was observed that in the aspect of usability, there is a significant difference in favor of the use of the virtual classroom used by students, which was created by a teacher with a module incorporating the proposed model. It is, therefore, affirmed that the proposed model offers improvements as to the traditional creation process of virtual classrooms incorporated into an LMS.

Keywords: Learning design, Instructional design, building of courseware, instructional design theories, semantic web technologies, ontologies

Contenido

	Pág.
Resumen	IX
Abstract.....	XI
Lista de figuras	XVI
Lista de tablas	XIX
Lista de abreviaturas	1
1. Introducción.....	3
1.1 Motivación	3
1.2 Aporte/Desafío.....	5
1.3 Proyecto de tesis	6
1.3.1 Problema	7
1.3.2 Preguntas de investigación	10
1.3.3 Hipotesis de investigación	11
1.3.4 Objetivos.....	11
1.3.5 Metodología de trabajo.....	12
1.4 Contribución	16
1.5 Organización del documento.....	17
1.6 Difusión de los resultados	17
2. Marco Teórico y Estado del Arte	21
2.1 E-learning y cursos virtuales	21
2.1.1 E-learning	21
2.1.2 Entornos de aprendizaje virtuales	22
2.1.3 Sistemas de gestión de aprendizaje.....	23
2.1.4 Cursos Virtuales	23
2.2 Contenido educativo.....	25
2.3 Diseño instruccional en E-learning	26
2.3.1 Diseño del aprendizaje	26
2.3.2 Teorías de aprendizaje y Teorías de diseño instruccional	28
2.3.3 Generación de cursos	30
2.4 Introducción a la web semántica	31
2.4.1 Lenguajes y estándares de la web semántica.....	32
2.5 Web semántica en Educación.....	37
2.5.1 Arquitecturas de sistemas educacionales	37
2.5.2 Ontologías en sistemas educacionales	40
2.5.3 Herramientas de autoría para crear SWBES	41

2.6	Herramientas, Estándares e Iniciaivas de Diseño Instruccional	42
2.6.1	IMS-LD.....	43
2.6.2	SCROM	44
2.6.3	OULDI.....	45
2.6.4	Herramientas relacionadas con el Diseño Instruccional.....	46
2.6.5	Análisis de herramientas autor de Diseño Instruccional.....	48
2.7	Análisis de trabajos de diseño instruccional basados en SWT	50
2.7.1	Metodología de la Revisión Sistemática de Literatura	50
2.7.2	Esquema propuesto para caracterizar los estudios	52
2.7.3	Resultados del análisis de los estudios de investigación	53
2.7.4	Breve descripción de los estudios seleccionados	56
2.7.5	Análisis de las limitaciones o debilidades de los modelos	64
2.8	Conclusiones del capítulo	68
3. Modelo para Generación de Cursos Virtuales usando Tecnologías de la Web		
Semántica		69
3.1	Introducción.....	69
3.2	Consideraciones acerca de modelado de cursos virtuales	71
3.3	Metodología de la Investigación	73
3.3.1	Identificación del problema.....	73
3.3.2	Revisión de la literatura relacionada	75
3.3.3	Identificación de modificaciones y omisiones.....	76
3.3.4	Diseño del modelo propuesto.....	78
3.3.5	Validación del modelo	78
3.4	Modelo Propuesto	78
3.4.1	Enfoque sistemático del Modelo.....	79
3.4.2	Representación ontológica del Modelo	85
3.4.3	Creación de reglas de recomendación usando SWRL.....	96
3.4.4	Representación ontológica del curso semántico	105
3.5	Conclusiones del capítulo	108
4. Arquitectura propuesta para generación de cursos usando SWT		
4.1	Fundamentos para la creación una Arquitectura	109
4.2	Arquitectura del proceso de creación de cursos	110
4.2.1	Vista conceptual de la arquitectura	112
4.2.2	Vista de casos de uso de la arquitectura.....	113
4.2.3	Vista de despliegue de la arquitectura	115
4.2.4	Vista por módulos de la arquitectura	116
4.3	Descripción modular de la arquitectura	118
4.3.1	Capa de la vista web	119
4.3.2	Capa de la lógica de negocio	120
4.3.3	Capa del modelado de datos.....	131
4.3.4	Fuente de datos.....	135
4.4	Beneficios de la arquitectura propuesta	136
4.5	Conclusiones del capítulo.....	137
5. Desarrollo de la aplicación para la generación de cursos		
5.1	Marco de trabajo de SCRUM	138
5.2	Actividades de la Metodología	139
5.2.1	Preparación del Proyecto	139
5.2.2	Personas y roles.....	139

5.2.3	Historias de usuario	139
5.2.4	Tipos y Roles de usuario	141
5.2.5	Planificación con SCRUM	142
5.3	Desarrollo	143
5.3.1	Sprints del proyecto	143
5.3.2	Sprint 1 - Análisis e implementación técnica del Moodle	144
5.3.3	Sprint 2 - Módulo Recomendador	148
5.3.4	Sprint 3 - Módulo de creación de cursos (Asistente)	151
5.3.5	Sprint 4 - Módulo de generación del curso Plantilla	153
5.3.6	Sprint 5 - Módulo de generación del curso inteligente	154
5.3.7	Sprint 6 - Documentación Técnica y Manuales	155
5.3.8	Burn Down Chart General	156
5.4	Conclusiones del capítulo	157
6.	Validación del Modelo	159
6.1	Introducción	159
6.2	Validación del modelo con docentes universitarios (Estudio 1)	160
6.2.1	Definición	160
6.2.2	Diseño	161
6.2.3	Ejecución	163
6.2.4	Análisis	164
6.2.5	Limitaciones del estudio	174
6.3	Validación del modelo con estudiantes universitarios (Estudio 2)	175
6.3.1	Definición	175
6.3.2	Diseño	176
6.3.3	Ejecución	178
6.3.4	Análisis	179
6.3.5	Limitaciones del estudio	182
6.4	Conclusiones	182
7.	Conclusiones y trabajos futuros	185
7.1	Conclusiones	185
7.2	Trabajos futuros	188
7.2.1	Modelo para la generación de cursos virtuales basados en SWT	188
7.2.2	Arquitectura para la generación de cursos usando SWT	189
7.2.3	Desarrollo de la aplicación para la generación de cursos virtuales	190
A.	Anexo: Historias de usuario y pruebas de aceptación de los Sprints	191
B.	Anexo: Encuesta acerca de la efectividad de creación de curso en Moodle	204
C.	Anexo: Encuesta de la usabilidad del curso con asistente pedagógico	210
	Bibliografía	215

Lista de figuras

	Pág.
Figura 2-1: Ejemplo de un curso virtual - asíncrono.....	24
Figura 2-2: Ejemplo de cursos virtual - síncrono.....	25
Figura 2-3: Contexto del Diseño del aprendizaje.....	27
Figura 2-4: Recursos y enlaces de la web actual y la web semántica.....	32
Figura 2-5: Diagrama en forma de capas de la web semántica.....	32
Figura 2-6: Ejemplo de tripletas RDF correspondiente a la Tabla 2-1.....	34
Figura 2-7: Código RDF correspondiente a la Figura 2-6.....	34
Figura 2-8: Arquitectura tradicional de un ITS.....	38
Figura 2-9: Modelo de referencia de los sistemas educativos basados en la web semántica.....	39
Figura 2-10: Modelo de información del IMS-LD.....	44
Figura 2-11: Diagrama de flujo acerca del detalle del proceso de selección.....	54
Figura 2-12: Grafico de Barras de los temas relacionados a web semantica y diseño instruccional.....	55
Figura 2-13: Frecuencia entre tipos de contribución con los temas de la web semantica y el diseño instruccional.....	55
Figura 2-14: Arquitectura de PROTUS 2.0.....	56
Figura 2-15: Diagrama de bloques de la plataforma INES.....	57
Figura 2-16: Arquitectura de CHOCOLATO: Herramientas autor de aprendizaje colaborativo.....	58
Figura 2-17: Arquitectura TMDC.....	59
Figura 2-18: Arquitectura del sistema de aprendizaje adaptativo.....	59
Figura 2-19: Arquitectura del sistema PASER.....	60
Figura 2-20: Arquitectura del CMS-Semantico.....	61
Figura 2-21: Esquema de las ontologias usadas para el sistema de aprendizaje inteligente.....	62
Figura 3-1: Modelo del proceso de creación de curso basado SWT.....	79
Figura 3-2: Primer paso - Definición del contexto del curso.....	80
Figura 3-3: Segundo paso - Definición y selección de objetivos del curso.....	81
Figura 3-4: Tercer paso - Estructura del contenido del curso (Ejemplo - parte derecha).....	81
Figura 3-5: Cuarto paso - Definición y selección del objetivo de la lección.....	82
Figura 3-6: Quinto paso - Selección de la teoría de aprendizaje.....	83
Figura 3-7: Sexto paso - Selección de la teoría de diseño instruccional.....	84
Figura 3-8: Séptimo paso - Generación del curso semántico y el curso en el LMS.....	84
Figura 3-9: Descripción ilustrativa del modelo.....	86

Figura 3-10: Ontología del Modelo de Contexto	87
Figura 3-11: Representación grafica del Modelo instruccional	89
Figura 3-12: Instancias de la clase "Conocimiento Cognitivo" y su jeraquia de clases.....	90
Figura 3-13:Instancias de la clases "LearningTheory" y "InstructionalDesignTheory"	91
Figura 3-14: Representación grafica del Modelo del Dominio	92
Figura 3-15: Representación gráfica del modelo del Usuario	95
Figura 3-16: Relación entre los componentes OWL y la reglas de inferencia - 1ra. Categoría Recomendación de plantillas.....	97
Figura 3-17: Relación entre los componentes OWL y la reglas de inferencia - 2da. Categoría	103
Figura 3-18: Representación jerarquica de clases y sub-clase del curso semántico.....	106
Figura 3-19: Propiedades de Objetos y de datos de curso semántico.....	107
Figura 4-1: Arquitectura tres capas y su comunicación	110
Figura 4-2: Representación gráfica de la vista lógica mediabte capas	112
Figura 4-3: Escenario - Estructuración del curso plantilla	114
Figura 4-4: Escenario - Creación de curso con reglas de inferencia	114
Figura 4-5: Escenario - Visualización y edición del curso plantilla creado.....	115
Figura 4-6: Diagrama de despliegue de la plataforma y los módulos	115
Figura 4-7: Diagrama de componentes de Arquitectura	117
Figura 4-8: Descomposición de los modulos de la aplicación por capas.....	119
Figura 4-9: Pantalla inicial del entorno virtual Moodle.....	120
Figura 4-10: Selección de la taxonomia del Bloom en el modulo Recomendador.....	122
Figura 4-11: Mensaje recomendador de capítulo.....	125
Figura 4-12: Vista de listado de la teorías de aprendizaje	126
Figura 4-13: Vista de listado de la teorías de diseño instruccional de una teoria de aprendizaje.....	127
Figura 4-14: Vista de verificación de capitulos ya creados	128
Figura 4-15: Esxtracto de la estructura JSON del curso plantilla	130
Figura 4-16: Pantalla de curso plantilla ya generado	131
Figura 4-17: Extracto de la Ontología de Modelo Instruccional	132
Figura 4-18: Nombres de archivos JSON generados en directorio de publicación.....	133
Figura 4-19: Extracto de dos bloques del curso plantilla general Base	136
Figura 5-1: Modelo lógico de la base de datos Moodle.....	146
Figura 5-2: Wireframe de E/S de datos del curso plantilla	147
Figura 5-3: Burn Down Chart del Sprint 1	148
Figura 5-4: Burn Down chart del Sprint 2	151
Figura 5-5: Burn Down chart del Sprint 3	152
Figura 5-6: Burn Down Chart del Sprint 4	154
Figura 5-7: Burn Down Chart del Sprint 5	155
Figura 5-8: Burn Down Chart del Sprint 6	156
Figura 5-9: Burn Down Chart de todo el proyecto.....	157
Figura 6-1: Histograma resultante con respecto a la facilidad de uso	165
Figura 6-2: Histograma resultante con respecto al soporte pedagógico.....	168
Figura 6-3: Histograma resultante con respecto a la satisfacción	170

Figura 6-4: Gráfico de probabilidad normal Q-Q - Satisfacción.....	171
Figura 6-5: Histograma resultante con respecto al tiempo.....	173
Figura 6-6: Gráfico de probabilidad normal Q-Q - tiempo	174
Figura 6-7: Histograma resultante con respecto a la facilidad de uso	180
Figura 6-8: Gráfico de probabilidad normal Q-Q - Facilidad de uso del aula virtual	181

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 2-1: Ejemplo de tripletas RDF	34
Tabla 2-2: Tabla comparativa de herramientas autor de diseño instruccional.....	49
Tabla 2-3: Características de los modelos de diseño instruccional basados en SWT	52
Tabla 2-4: Analisis de características de estudios de diseño instrucciona basados en SWT.....	65
Tabla 3-1: Componentes propuestos usando la técnica de SCAMPER	77
Tabla 4-1: Stackholder y sus escenarios	113
Tabla 5-1: Personas y roles del proyecto en SCRUM.....	139
Tabla 5-2: Product Backlog (Historias de usuario).....	140
Tabla 5-3: Tipo y Roles de Usuario	142
Tabla 5-4: Sprints del Proyecto de desarrollo	144
Tabla 5-5: Detalle del Sprint 1 - Análisis e implementación del Sistema LMs Moodle....	145
Tabla 5-6: Detalle del Sprint 2 - Modulo Recomendador	149
Tabla 5-7: Historia de usuario 01 - Sprint 2.....	150
Tabla 5-8: Prueba de aceptación 05 correspondiente a la Historia de usuario 01.....	150
Tabla 5-9: Detalle del Sprint 3 - Módulo de creación de cursos (Asistente)	152
Tabla 5-10: Detalle del Sprint 4 - Módulo generción del curso plantilla	153
Tabla 5-11: Detalle del Sprint 5 - Módulo de generación del cursos inteligente	154
Tabla 5-12: Detalle del Sprint 6 - Documentación Técnica y Manuales.....	156
Tabla 6-1: Esctructura de diseño empleado en el primer estudio	162
Tabla 6-2: Resultados de coeficientes Alfa y Omega en instrumento del Estudio 1	163
Tabla 6-3: Análisis descriptivo con respecto a la facilidad de uso	165
Tabla 6-4: Resultado de la prueba Shapiro-Wilk para evaluar la normalidad	166
Tabla 6-5: Resultado de la prueba t apareada - Facilidad de uso	166
Tabla 6-6: Análisis descriptivo con respecto al soporte pedagógico.....	167
Tabla 6-7: Resultado de la prueba Shapiro-Wilk para evaluar la normalidad	168
Tabla 6-8: Resultado de la prueba t apareada - Soporte pedagógico	169
Tabla 6-9: Análisis descriptivo con respecto a la satisfaccón	170
Tabla 6-10: Resultado de la prueba Shapiro-Wilk para evaluar la normalidad	171
Tabla 6-11: Resultado de la prueba Wilcoxon - Satisfacción.....	172
Tabla 6-12: Análisis descriptivo con respecto al tiempo	172
Tabla 6-13: Resultado de la prueba Shapiro-Wilk para evaluar la normalidad	173
Tabla 6-14: Resultado de la prueba Wilcoxon - tiempo	174
Tabla 6-15: Estructura de diseño empleado en el segundo estudio	176

Tabla 6-16: Resultados de coeficientes Alfa y Omega en el instrumento aplicado en el estudio 2.....	178
Tabla 6-17: Análisis descriptivo con respecto a la facilidad de uso	179
Tabla 6-18: Resultado de la prueba Shapiro-Wilk para evaluar la normalidad - Facilidad de uso aula	181
Tabla 6-19: Resultado de la prueba Wilcoxon - Facilidad de uso aula	181
Tabla 6-20: Resumen de resultados obtenidos en el primer estudio	183
Tabla 6-21: Resumen de resultados obtenidos en el segundo estudio	184

Lista de abreviaturas

Abreviatura	Término
E-learning	Electronic Learning (en inglés) - Aprendizaje electrónico
On-line	On-line (en inglés) - En línea, que está disponible o se realiza a través de Internet
VLE	Virtual Learning Environment (en inglés) - Entorno de Aprendizaje Virtual
LMS	Learning Management System (en Inglés) - Sistema de Gestión de Contenidos
URI	Uniform Resource Identifier (en inglés) - Identificador Uniforme de Recursos
URL	Uniform Resource Locator (en inglés) - Localizador Uniforme de Recursos
OER	Open Educational Resources (en inglés) - Recursos Educativos Abiertos
OWL	Ontology Web Language (en inglés) - Lenguaje Web de Ontologías
RDF	Resource Description Framework (en inglés) - Lenguaje para referenciar la información de los recursos de la World Wide Web
RDFS	Resource Description Framework Schema (en inglés) - Esquema RDF es una extensión semántica de RDF
XML	eXtensible Markup Language (en inglés) - Lenguaje de Marcas Extensible
SWRL	Semantic Web Rule Language (en inglés) - Lenguaje de Reglas de la Web Semántica
SPARQL	SPARQL Protocol and RDF Query Language (en inglés) - es un Lenguaje estandarizado para la consulta de grafos RDF
SWS	Semantic Web Service (en inglés) - Servicios de la Web Semántica
IMS-LD	IMS Learning Design (en inglés) - es un metalenguaje para la descripción de diseños educativos
SCORM	Sharable Content Object Reference Model (en inglés) - Modelo de referencia de objetos de contenido compartibles
IMS QTI	IMS Question and Test Interoperability (en inglés) - Especificación de Interoperabilidad de Preguntas y Pruebas de IMS
IEEE LOM	IEEE Learning Object Metadata (en inglés) - Metadatos para objetos de aprendizaje
Framework	Traducida como estructura, plataforma o marco, dependiendo del contexto

1.Introducción

El presente capítulo describe de manera general la tesis planteada, centrándose en especificar la motivación en realizar el trabajo de investigación, el planteamiento del problema, la hipótesis, los objetivos, la metodología de trabajo y finalmente las contribuciones logradas producto de la realización del presente estudio.

1.1 Motivación

Actualmente nuestra sociedad demanda el uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) y las Instituciones de Educación Superior (IHE en inglés) están incluyendo en sus procesos de enseñanza la instrucción apoyada por el computador. Las IHE están usando el e-learning como una alternativa para lograr los objetivos educativos sus sistemas de aprendizaje (Sun, Tsai, Finger, Chen, & Yeh, 2008). El E-learning es un ambiente de aprendizaje que usa medios electrónicos como herramienta para mejorar la interacción y comunicación con los estudiantes (Sangrà, Vlachopoulos, & Cabrera, 2012). Las herramientas de E-learning pueden estar compuestas de Entornos virtuales de Aprendizaje (VLE en inglés) o también llamados Sistemas de Gestión de Aprendizaje (LMS en inglés), los cuales son entornos que fueron diseñados para gestionar cursos online, recursos educacionales, docentes y estudiantes.

El uso de las TIC ayuda a mejorar la difusión y el intercambio de conocimiento entre los sistemas de enseñanza y aprendizaje apoyados por componentes como el computador, el Internet, y por la Web Semántica (Fernandez, Jesualdo et al., s. f.). La web semántica es considerada como un conjunto de tecnologías, herramientas y estándares que son parte de un sistema que ayuda a que la web tenga significado en su contenido (Matthews, 2005). En el estudio realizado por (Martin et al., 2011) se muestra que se espera incrementar la tendencia en los próximos años de aplicaciones semánticas en la educación. Varios estudios se han realizado de la web semántica aplicados al E-learning, siendo estos más

frecuentes con el uso de Ontologías para representar el conocimiento en distintos contextos de los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Después de la revisión de la literatura analizada, se concluyó que muy pocos modelos de diseño instruccional (diseño educativo) han incluido el uso de las tecnologías de la web semántica para sus soluciones educativas. Sin embargo, aquellos trabajos que, si toman en cuenta las SWT, se enfocan más en el contenido específico del diseño de curso y otros trabajos asumen que el docente debería conocer acerca de IMS LD, ontologías, etc. Esto hace notar a que no se toma en cuenta un aspecto fundamental, como es el enfoque pedagógico, específicamente temas como las teorías diseño instruccional, el contexto, la secuencia de actividades u otras. Adicionalmente ninguno de los trabajos considera el proceso de creación de recursos educativos en cursos virtuales integrados a un LMS, y tampoco considerando incluir plantillas de cursos previamente creadas en el propio LMS.

En el transcurso de la experiencia académica-investigativa siempre se ha esperado mejorar el diseño de un curso virtual. Las limitaciones de la falta de conocimiento acerca de diseño instruccional, o la fundamentación teórica de enfoques pedagógicos ha sido un motivo para crear superficialmente y sin consistencia los entornos virtuales de aprendizaje. Sumado a esto, encontramos el problema del tiempo que un docente debe dedicar a planificar una clase tomando en cuenta una determinada teoría de aprendizaje y/o instruccional y sus particularidades concretas, por lo que nos ha motivado a buscar enfoques que permitan representar y formalizar las distintas orientaciones instruccionales pero acopladas a sistema de gestión de aprendizaje, de tal forma que se automatice de manera asistida el proceso de creación de los recurso de aprendizaje de un curso.

Fundamentalmente se ha planteado como expectativa, presentar detalladamente el trabajo de investigación a la altura de una tesis de Doctorado, justificando mediante el método científico como se puede plantear un modelo para el proceso de construcción de cursos virtuales utilizando tecnologías de le web semántica como RDF, OWL, SWRL, SPARQL para sistemas de gestión de aprendizaje. Este modelo permitirá producir en forma estructurada, organizada y pedagógicamente asistida, las plantillas de cursos virtuales, permitiendo obtener entornos educativos adecuados, fundamentados en teóricamente y en menor tiempo que los producidos convencionalmente, implicando a su vez en el beneficio de la usabilidad de los aprendices.

1.2 Aporte/Desafío

La gran mayoría de sistemas de gestión de aprendizaje brindan funcionalidades para la creación de cursos virtuales y la gestión de almacenamiento de recursos de aprendizaje, sin embargo, un LMS no posee lo que un asistente inteligente brinda, es decir, la capacidad de ayudar o apoyar durante el proceso de creación de un curso. Normalmente un docente está sujeto a utilizar de forma rutinaria y colgar los recursos de aprendizaje, además al construir un curso no siempre se fundamenta en alguna teoría pedagógica o instruccional, lo que conlleva a simplemente crear cursos virtuales repositorios de recursos educativos con un dominio específico de su asignatura. Se propone un modelo genérico para representar el proceso de creación de un curso virtual apoyado de las tecnologías de la web semántica en un LMS, que considera distintos enfoques pedagógicos y características de diseño típicas de un diseñador instruccional: taxonomía de Bloom, elementos particulares del LMS, teorías de aprendizaje, teorías de diseño instruccional, secuencia y disposición de contenido educativo.

El análisis de la revisión sistemática de literatura permitió notar una moderada tendencia de crecimiento de trabajos de investigación relacionados a la creación y uso de ontologías y tecnologías de la web semántica en el campo de diseño instruccional. A pesar que existen pocos aportes como modelos, frameworks, herramientas y estándares en el contexto de diseño instruccional, no todos utilizan una representación formal basada en las tecnologías emergentes de la web semántica. A través del análisis de este estudio se confirmó que existe poco interés en representar ciertos aspectos del diseño instruccional usando las tecnologías de la web semántica. Se encontró específicamente que esos trabajos no han considerado aspectos pedagógicos, especificaciones y taxonomías de diseño instruccional, y la compatibilidad con entornos virtuales de aprendizaje. Se proyecta de esta manera incluir estos aspectos antes mencionados para poder crear una representación formal a través de ontologías y tecnologías de la web semántica.

Un aspecto fundamental del presente trabajo es lograr la inclusión de ciertos módulos que permiten la creación de nuevos cursos virtuales de manera asistida dentro de un sistema de gestión de aprendizaje y dado que la plataforma virtual está diseñada en un modelo

arquitectónico específico, se hace necesario combinar de manera apropiada las herramientas y librerías que implican el desarrollo de los módulos con la plataforma virtual.

No solo el proceso de creación de curso virtuales fue basado en las tecnologías de la web semántica, es decir que el proceso de creación de cursos fue basado en dichas tecnologías, sin embargo, como producto de la creación de curso en el LMS se logró producir un curso inteligente, es decir que poseía todas las características del curso creado en una representación formal. Igualmente se puede consultar la información relacionada al ámbito del diseño instruccional, recursos, etc. Pero siendo un curso virtual basado en un lenguaje web de ontologías se podría incluir otros aspectos diferentes al diseño del curso.

Aprovechando las ventajas de las tecnologías de la web semántica y su integración en un LMS, el sistema puede crecer en otros aspectos típicos relacionados con de gestión de tareas de un LMS, abriéndose posibilidades de adaptación, asistencia y personalización no contemplados en el presente trabajo de investigación tales como personalización de estudiantes, asistente de proceso de evaluación inteligente, gestión y publicación inteligente de recursos educativos, etc.

Como contribución de esta tesis se propone realizar un análisis de los elementos que influyen en el modelado del proceso de creación de cursos online y su contenido educativo para entornos LMS tradicionales, y se plantea un modelo para el proceso de construcción de cursos virtuales utilizando tecnologías de la web semántica como RDF, OWL, SWRL, SPARQL en sistemas de gestión de aprendizaje. Este modelo ayudará a los docentes a crear en forma estructurada y fundamentada en las teorías de aprendizaje/instruccionales las plantillas de cursos virtuales, permitiendo obtener entornos educativos adecuados, fundamentados teóricamente y en menor tiempo que los producidos convencionalmente, implicando a su vez en el beneficio de la usabilidad de los aprendices.

1.3 Proyecto de tesis

El proyecto está fundamentado mediante el método científico para proponer un modelo para el proceso de construcción de cursos virtuales utilizando tecnologías de la web semántica para sistemas de gestión de aprendizaje. Este modelo permitirá producir forma

estructurada, organizada y pedagógicamente asistida, plantillas o patrones de cursos virtuales, permitiendo obtener entornos educativos más fáciles de diseñar para los docentes y más usables para los estudiantes. Detallamos a continuación el método a utilizar.

1.3.1 Problema

Frente al gran crecimiento de la oferta de educación virtual, a través de los LMSs, especialmente en el ámbito universitario, se evidencia que los docentes universitarios se apoyan cada vez más de los LMSs, sin embargo, ciertos autores afirman que E-learning no está bien integrado a los procesos de enseñanza de alto nivel y que los docentes solo usan las capacidades de las herramientas de los LMSs en forma superficial (Mahdizadeh, Biemans, & Mulder, 2008). Además, a pesar de que los LMSs están ampliamente difundidos en instituciones educativas de todo nivel, existe una tendencia de estos sistemas a convertirse en un repositorio de datos, ya que, no se puede consultar, ni tampoco inferir semánticamente datos relacionados al proceso de aprendizaje (Cardoso, 2008). Por otra parte (Stewart, Bachman, & Babb, 2009) realiza ciertas sugerencias acerca de cómo y cuales recursos educativos deberían ser presentados dentro un LMS, que actividades deben ser ofrecidas y que orden deberían ser mejor presentados en los LMSs, lo cual, abre muchas posibilidades de investigación combinando el campo del diseño instruccional y tecnologías de la web semántica por su capacidad de crear sistemas educativos inteligentes.

Varios estudios han sido realizados de la web semántica aplicada al diseño educativo, siendo estos más frecuentes al uso de Ontologías para representar el conocimiento en distintos contextos de enseñanza aprendizaje. Algunos de estos trabajos como el de (Cuéllar, Delgado, & Pegalajar, 2011a) que integran diferentes sistemas E-learning, también aportes como (Gladun, Rogushina, García-Sanchez, Martínez-Béjar, & Fernández-Breis, 2009; Huang, Webster, Wood, & Ishaya, 2006; Yaghmaie & Bahreininejad, 2011) que proponen sistemas E-learning adaptativos basados en SWT, otras contribuciones como (Castellanos-Nieves, Fernández-Breis, Valencia-García, Martínez-Béjar, & Iniesta-Moreno, 2011; Fernández-Breis et al., 2013; Vesin, Ivanović, Klačnja-Milićević, & Budimac, 2012) plantean novedosos enfoques de recomendación en contenidos E-learning a través de SWT. A pesar de que los sistemas mencionados ayudan

a mejorar la calidad del proceso de aprendizaje y cumplen los fines específicos para los que fueron creados, es evidente que no se incorporan las funcionalidades típicas de un LMS (Meccawy, Blanchfield, Ashman, Brailsford, & Moore, 2008; Yaghmaie & Bahreininejad, 2011), es decir que, habrá que considerar si es factible la incorporación de dichas funcionalidades dentro de los LMSs de una manera intrínseca o de forma contraria, o sea, que se creen sistemas educativos personalizados o recomendadores con un framework de un LMS incluido. Todo esto, con el fin de evitar un futuro desarrollo de estos dos tipos de sistemas de forma separada o paralela.

Existen ciertas investigaciones que se orientan a la creación o construcción de contenido educativo (recursos de aprendizaje) para cursos virtuales o planes de enseñanza que no se basan en las tecnologías de la web semántica como (Verbert et al., 2012; Yang, Li, & Lau, 2014), pero realizan importantes aportaciones orientadas al desarrollo del diseño educativo. Por otra parte, existen ciertos trabajos que proponen la producción de contenido educativo o cursos virtuales utilizando las tecnologías de la web semántica, pero que no poseen un soporte pedagógico, como las teorías de diseño instruccional (L. M. Aroyo, Mizoguchi, & Tzolov, 2004; V. A. Borges, 2010; Kontopoulos, Vrakas, Kokkoras, Bassiliades, & Vlahavas, 2008).

En ciertos trabajos se observa el uso de estándares y recomendaciones relacionados al diseño instruccional, sin embargo, esos pocos que lo aplican (Kontopoulos et al., 2008; Vidal-Castro, Sicilia, & Prieto, 2012) lo hacen empleando solo IMS-LD, lo cual, no significa que sea el único, sino más bien, no se ha considerado otras recomendaciones como DialogPlus (Gráinne Conole & Fill, 2005) o LAMS (Dalziel, 2003) que están penetrando en este campo como lo ha hecho los trabajos de (Verbert et al., 2012; Yang et al., 2014). Considerando además, que el uso de IMS LD permite compartir el diseño del aprendizaje a través de archivos XML (Decker et al., 2000), no se ha logrado un nivel semántico de interoperabilidad adicional, por esta razón, se ha propuesto la utilización de Ontologías, las cuales son consideradas como la solución clave para el futuro desarrollo del diseño del aprendizaje (Knight, Gašević, & Richards, 2005; Koper & Olivier, 2003).

Otro aspecto que se deriva del análisis realizado, es lo referente al uso de las Ontologías, las cuales son prácticamente la columna vertebral de todos los sistemas planteados. Se determinó que existen ciertas ontologías que proponen modelar los procesos del diseño

educativo como en los propuestos por (Fernández-Breis et al., 2012; Jovanović, Gašević, Knight, & Richards, 2007; Mizoguchi, Hayashi, & Bourdeau, 2007); otros para modelar el contenido del aprendizaje como (Knight, Gašević, & Richards, 2005); e incluso otros para modelar recursos educativos de un LMS como (Prieto-Blazquez, Garcia-Tora, Herrera-Joancomarti, & Guerrero-Roldan, 2008). Todo esto, provoca una falta de normalización e integración de las diferentes ontologías, justificándose, en parte, por tratar de modelar más detalladamente en algún campo más específico. Por lo tanto, se concluye que no se existe alguna propuesta que pretenda integrar los tres enfoques analizados.

En lo relacionado con el uso de herramientas para la creación de recursos educacionales o cursos virtuales basados en SWT, se puede notar que existen contados entornos que ayudan a diseño inteligente de proceso de construcción de cursos. Pero, prácticamente todos sistemas desarrollados han sido creados para correr en sus propios entornos de ejecución, lo cual implica, que no se integran, ni tampoco se puede ejecutar dentro de un LMS. Para complementar, lo dicho anteriormente (L. Aroyo & Dicheva, 2004; Devedzic, 2006b, p. 226), expone que los entornos para construir sistemas educacionales basados en la web semántica son bastante inflexibles y no eficientes. En consecuencia, surge el desafío de crear módulos de software integrados al LMS, que sean adecuados para los diseñadores o autores y considerando el componente pedagógico para que los docentes tengan una asistencia inteligente al momento de diseñar sus cursos virtuales.

La problemática identificada gira en torno al modelado del proceso de creación de contenido educativo en cursos online para entornos LMS tradicionales, considerando para esto, el uso de las tecnologías de la web semántica y combinando con componentes pedagógicos no tomados en cuenta al momento de diseñar soluciones E-learning.

Después de la revisión de la literatura analizada, se concluye que muy pocos modelos de diseño instruccional (diseño educativo) han incluido el uso de las tecnologías de la web semántica para sus soluciones educativas. Sin embargo, aquellos trabajos que si toman en cuenta las SWT, se enfocan más en el contenido específico del diseño de curso y otros trabajos asumen que el docente debería conocer acerca de IMS LD, ontologías, etc. Esto hace notar, a que no se toma en cuenta un aspecto fundamental, como es el enfoque pedagógico, específicamente temas como las teorías diseño instruccional, el contexto, la secuencia de actividades u otras. Adicionalmente ninguno de los trabajos considera el

proceso de creación de recursos educativos en cursos virtuales integrados a un LMS, y tampoco considerando incluir plantillas de cursos previamente creadas en el propio LMS.

Para solventar los problemas anteriormente expuestos, este trabajo de investigación propone un Modelo para el proceso de construcción de cursos virtuales utilizando tecnologías de la web semántica en sistemas de gestión de aprendizaje. Este modelo permitirá producir en forma estructurada, organizada y pedagógicamente asistida, las plantillas de cursos virtuales, permitiendo obtener entornos educativos adecuados, fundamentados de forma teórica y en menor tiempo que los producidos convencionalmente, implicando a su vez en el beneficio de la usabilidad de los aprendices.

1.3.2 Preguntas de investigación

Frente a la problemática descrita en relación a los modelos analizados se ha planteado la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo se puede diseñar un proceso que permita producir recursos educativos en cursos virtuales de forma estructurada, organizada y apoyada pedagógicamente en un sistema de gestión de aprendizaje?

Para poder abstraer de una manera más esquematizada la pregunta formulada, surge un subconjunto de preguntas que permitirán describir el problema general en problemas más concisos y comprensibles.

- ¿De qué manera se puede describir los procesos de diseño educativo en cursos virtuales y su relación vinculante con las tecnologías de la web semántica?
- ¿Cuáles deben ser los componentes, los métodos y procedimientos que intervienen en el proceso de modelado para construir recursos educativos en cursos virtuales, pero tomando en cuenta los aspectos pedagógicos y las tecnologías de la web semántica?
- ¿Cómo se puede diseñar un proceso de construcción de cursos virtuales tomando en cuenta las tecnologías de la web semántica y vinculándolo a un sistema de gestión de aprendizaje?

- ¿Cómo se puede estructurar adecuadamente todos los componentes del proceso de creación de un curso virtual con las tecnologías de la web semántica y además integrándolo a un sistema de gestión de aprendizaje?
- ¿De qué manera se puede aplicar y validar el modelo para la creación de cursos virtuales usando tecnologías de la web semántica e integrada a un sistema de gestión de aprendizaje?
- ¿Cómo se puede verificar que el modelo propuesto para la creación de cursos virtuales usando tecnologías de la web semántica ayuda mejorar el proceso de enseñanza virtual a docentes y estudiantes?

1.3.3 Hipotesis de investigación

Se detalla la hipótesis de la investigación la cual se propone como una alternativa de solución al problema descrito en el punto anterior:

H1: A través de las tecnologías de la web semántica y considerando las teorías de aprendizaje, así como también las teorías o estrategias de diseño instruccional adecuadas, se propone un modelo para el proceso de construcción de cursos virtuales en sistemas de gestión de aprendizaje. Este modelo permitirá producir en forma estructurada, organizada y pedagógicamente asistida, plantillas de cursos virtuales, permitiendo obtener entornos educativos pedagógicamente bien fundamentados y en menor tiempo que los producidos convencionalmente, implicando a su vez la mejora de la usabilidad de los aprendices.

1.3.4 Objetivos

Los objetivos planteados fueron:

General:

- Crear un modelo para el proceso de construcción de recursos educativos en cursos virtuales usando las tecnologías de la web semántica en sistemas de gestión de aprendizaje y fundamentadas pedagógicamente.

Específicos:

1. Caracterizar los entornos del diseño instruccional y su convergencia con las tecnologías de la web semántica.
2. Determinar los componentes y procedimientos que intervienen en el modelado para la construcción de recursos educativos en cursos virtuales, considerando las tecnologías de la web semántica, los aspectos pedagógicos que intervienen en el diseño instruccional y los sistemas de gestión de aprendizaje.
3. Diseñar un modelo que permita la generación de material de enseñanza en cursos virtuales empleando las tecnologías de la web semántica, soportadas pedagógicamente e integradas a un sistema de gestión de aprendizaje.
4. Proponer una arquitectura que integre todos los componentes que intervienen en el proceso de creación de cursos, tomando en cuenta la plataforma LMS, las plantillas de cursos pre diseñadas, y el framework de las tecnologías de la web semántica integrado al LMS.
5. Desarrollar un módulo de software que permita la creación inteligente de recursos educativos y la generación de plantillas de cursos virtuales en el sistema de gestión de aprendizaje en concordancia con el modelo propuesto.
6. Evaluar la efectividad del proceso de construcción de cursos virtuales con los docentes y la usabilidad de los cursos virtuales producidos y post-personalizados con los estudiantes.

1.3.5 Metodología de trabajo

Para cumplir los objetivos planteados se plantea una metodología que se enmarca en el método científico, es decir que realizaremos en varias etapas, para abarcar los procesos como la revisión sistemática de literatura, formulación de la hipótesis, planteamiento de un modelo, experimentación y finalmente presentamos los resultados para comprobar la hipótesis planteada.

Se ha determinado entonces que la Metodología se desarrolle en seis fases que corresponden a su respectivo objetivo específico y las describo a continuación:

En la primera fase se realiza una revisión de la literatura existente sobre entornos de diseño instruccional y su aplicabilidad con las tecnologías de la web semántica, complementando con teorías de enseñanza y teorías de diseño instruccional. El resultado de esta etapa será

la fundamentación teórica y un soporte del análisis de las investigaciones más recientes en el área de diseño instruccional basados en tecnologías de la web semántica.

En la segunda fase se determina los componentes y métodos que intervienen en el modelamiento del proceso de construcción de recursos educativos en cursos virtuales, considerando las teorías de aprendizaje, así como también las teorías de diseño instruccional. El resultado de esta fase será la obtención de los componentes y los procesos que intervendrán en la estructura del modelo a proponer.

En la tercera fase se define el modelo que permita el proceso de creación de material de enseñanza en cursos virtuales empleando las tecnologías de la web semántica, soportadas pedagógicamente e integradas a un sistema de gestión de aprendizaje. Esta etapa es la más importante, ya que producirá como resultado el modelo propuesto, integrando todos los elementos y métodos analizados en la presente investigación.

En la cuarta fase se planteará una arquitectura que permita la integración de los componentes, métodos, recursos, plantillas prediseñadas, plataforma, tecnologías que formarán un marco de trabajo para el proceso de creación de cursos virtuales. Esta fase generará como resultado la propuesta de un marco de trabajo que permitirá un entorno adecuado para la creación de cursos virtuales dentro de un sistema de gestión de aprendizaje.

En la quinta fase se desarrollará un módulo de software que permita la creación inteligente de recursos educativos y la generación de plantillas de cursos virtuales en el sistema de gestión de aprendizaje en concordancia con el modelo propuesto. El resultado de esta etapa será un módulo de software que será incluido dentro del LMS como plug-in, el cual permitirá mediante una interfaz asistida, crear plantillas de cursos virtuales prediseñados.

Finalmente, en la sexta fase se llevará a cabo un proceso de validación de modelo propuesto a través del módulo desarrollado en el LMS. Se validará la efectividad del proceso de construcción de recursos educativos en cursos virtuales con los docentes de varias asignaturas y además la usabilidad de los cursos virtuales producidos y post-personalizados con los estudiantes de varias asignaturas. El resultado de esta etapa será

un informe detallado con los resultados y análisis de los datos obtenidos en la aplicación de los casos de estudio determinados.

La metodología de investigación a desarrollar en el presente trabajo se la plantea en seis etapas. Para una mejor comprensión de la propuesta de trabajo, cada etapa se subdivide en un conjunto de actividades. Se describe a continuación cada una de ellas:

Fase 1: Caracterización sistemas del diseño educativo y su convergencia con las tecnologías de la web semántica.

- Caracterización del e-learning y sus componentes
- Caracterización de los VLEs y/o LMS y cursos virtuales y recursos educativos
- Estudio de los conceptos generales de la web semántica
- Descripción de la tecnologías y lenguajes de la web semántica
- Análisis de LMSs aplicados con tecnologías de la web semántica
- Descripción de las teorías de aprendizaje y diseño instruccional

Fase 2: Determinación de los componentes y métodos que intervienen en el modelamiento del proceso de construcción de recursos educativos en cursos virtuales, considerando las teorías de aprendizaje, así como también las teorías de diseño instruccional.

- Caracterización de especificaciones, estándares y recomendaciones de diseño instruccional
- Análisis de herramientas autor y frameworks para la creación de cursos virtuales
- Estudio de tecnologías y lenguajes de modelado para entornos virtuales usando web semántica
- Estudio del modelado del proceso de creación de recursos educativos en cursos virtuales en sistemas de gestión de aprendizaje
- Determinación de los componentes y procedimientos para modelar la creación de cursos virtuales.

Fase 3: Diseño del modelo que permita el proceso de creación de material de enseñanza en cursos virtuales empleando las tecnologías de la web semántica, soportadas pedagógicamente e integradas a un sistema de gestión de aprendizaje.

- Adaptación de las especificaciones y estándares para el modelado de creación de cursos virtuales en un LMS

- Creación de las Ontologías para abstracción del proceso de creación de cursos
- Especificación de reglas semánticas para apoyar el control y producción de la creación de los cursos virtuales
- Integración de los componentes y métodos del framework propuesto en un LMS usando SWT.

Fase 4: Planteamiento de una arquitectura que permita la integración de los componentes, métodos, recursos, plantillas prediseñadas, plataforma, tecnologías que formarán un marco de trabajo para el proceso de creación de cursos virtuales.

- Análisis de las tecnologías, lenguajes, y plataformas de la web semántica soportadas por el LMS
- Estudio de la arquitectura de LMS del estudio
- Especificación de la arquitectura que integre todos los componentes propuestos

Fase 5: Desarrollo de un módulo de software que permita la creación inteligente de recursos educativos y la generación de plantillas de cursos virtuales en el LMS.

- Instalación del software de desarrollo, plataforma, servicios y elementos en el LMS de trabajo.
- Diseño de los recursos didácticos y plantillas de cursos virtuales que se almacenarán en el LMS.
- Desarrollo del módulo de software en calidad de plug-in basado por el propio framework incluido en el LMS.

Fase 6: Evaluación de la efectividad del proceso de construcción de recursos educativos en cursos virtuales con los docentes y estudiantes a través del LMS.

- Validación de la efectividad del proceso de construcción de los recursos educativos en cursos virtuales con docentes.
- Validación de la usabilidad de los cursos virtuales producidos y post-personalizados con los estudiantes.
- Comprobación y análisis de los datos estadísticos y cualitativos en cada uno de los escenarios de validación

1.4 Contribución

Fundamentalmente la mayor contribución de esta investigación es la propuesta de un modelo que permita la construcción de recursos educativos en cursos virtuales utilizando tecnologías de la web semántica y considerando las teorías de aprendizaje así como también el diseño y las estrategias de enseñanza, incorporados en un LMS. El trabajo propuesto es innovador, ya que, basado en la bibliografía revisada, no se encontraron modelos que permitan la construcción de recursos educativos en cursos virtuales utilizando las tecnologías de la web semántica y considerando el enfoque pedagógico, es decir, las teorías diseño instruccional, el contexto, la secuencia de actividades, todo esto en un mismo entorno acoplado en un LMS tradicional.

Además, producto del trabajo de investigación se espera lograr los siguientes aportes:

1. El aporte teórico:
 - El modelo que permita el proceso de creación de material de enseñanza en cursos virtuales empleando las tecnologías de la web semántica, soportadas pedagógicamente e integradas a un sistema de gestión de aprendizaje. Esto implica, que en un mismo entorno se integre las tecnologías de la web semántica, las teorías diseño instruccional, el contexto, la secuencia de actividades, todo esto acoplándose con modelamiento de los recursos de aprendizaje del LMS
 - La arquitectura que permita la integración de los componentes, métodos, recursos, plantillas prediseñadas, plataforma, tecnologías que formarán un marco de trabajo para el proceso de creación de cursos virtuales dentro del LMS.

2. El aporte práctico:
 - Desarrollo de un módulo de software que permita la creación inteligente de recursos educativos y la generación de plantillas de cursos virtuales integrados a un sistema de gestión de aprendizaje en concordancia con el modelo propuesto.

3. El aporte empírico:

- La efectividad del modelo para el proceso de construcción de recursos educativos de cursos virtuales integrado en el LMS. El trabajo empírico se realizará mediante dos pruebas; la primera se realizará con docentes para probar la efectividad del proceso de construcción con de los recursos educativos en los cursos virtuales con y sin el módulo de software creado, y la segunda prueba se realizará con estudiantes para probar la usabilidad de del curso virtual que fue producido y posteriormente personalizado por el profesor en relación a otros cursos sin el uso del módulo.

1.5 Organización del documento

El presente documento está organizado de la siguiente manera: el capítulo dos presenta el marco teórico y el estado del arte de las áreas de investigación enfocadas a la presente investigación; Diseño instruccional en E-learning, tecnologías de la web semántica, web semántica en educación. El capítulo tres describe el modelo de construcción de cursos virtuales empleando las tecnologías de la web semántica. El capítulo cuatro presenta una arquitectura que integre los componentes que intervienen en el proceso de creación de cursos. El capítulo cinco detalla la creación de un sistema tipo asistente que permite la creación inteligente de cursos virtuales dentro de un sistema de gestión de aprendizaje contemporáneo. En el capítulo seis se describe el proceso de validación del modelo propuesto y los resultados obtenidos. Finalmente, el capítulo siete presenta las conclusiones y los trabajos futuros.

1.6 Difusión de los resultados

Se dan a conocer las publicaciones en revistas científicas y en las actas de los congresos tanto a nivel nacional como a nivel internacional, los cuales ha permitido la difusión del presente trabajo de investigación.

Publicaciones en revistas indexadas

- Patrones de Diseño para la Construcción de Cursos on-line en un Entorno Virtual de Aprendizaje. Revista Ingeniare. ISSN: 0718-3305. 2017. Autores: Danilo Pástor, Jovani Jiménez, Gloria Arcos, María Belén Romero y Luis Urquizo. **(In press)**

Publicaciones en congresos internacionales

- Modelo para la generación de cursos virtuales en sistemas de gestión de aprendizaje usando tecnologías de la web semántica. XV Conferencia de la Asociación Española para la inteligencia Artificial (AEPIA). Celebrado dentro del IV Congreso español de Informática. 20 septiembre 2013. ISBN: 978-84-695-8348-7. Autores: Danilo Pástor, Jovani Jiménez.

Artículos de Revisión

- New Perspectives in Instructional design using Semantic Web Technologies: A systematic literature review. Revista Ingeniería y Desarrollo. ISSN: 2145-9371. 2017. Autores: Danilo Pástor, Jovani Jiménez, Omar Gómez, Seiji Isotani

Orientaciones

- Toledo Sanmartín Dalila. (2016) Análisis de las tecnologías RDF, OWL, SWRL, en la web semántica para crear ontologías de cursos virtuales a partir de base de datos de un LMS. Trabajo de titulación de Ingeniería de Sistemas, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba - Ecuador. Tutor: Danilo Pástor Ramírez. Desarrollo de la aplicación que genera una ontología a partir de los datos de un curso almacenado en una base de Moodle
- Menéndez Verdecia Jorge Ariel. (2016) La semántica de los datos académicos y su incidencia en el intercambio de información académica de la ESPOCH. Trabajo de Investigación de la Maestría en Gestión de Bases de Datos, Universidad Técnica de Ambato, Ambato - Ecuador. Promotor de la investigación: Danilo Pástor Ramírez. A través de un análisis descriptivo se estableció que la estructura semántica de los datos académicos mediante un Lenguaje Formal de Definición de Datos usando Ontology Web Language (OWL), Resource Description Framework (RDF).
- Mayra Alejandra Loayza Loayza & José Geovanny Torres Jaramillo. (2017) Desarrollo de una aplicación basada en la web semántica para consultar cursos virtuales usando el framework JENA. Trabajo de titulación de Ingeniería de Sistemas, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba - Ecuador.

Tutor: Danilo Pástor Ramírez. Desarrolla una aplicación basada en la web semántica para acceder a la información de la estructura de un curso virtual, basándose en la ontología del curso virtual previamente creado.

- Jonathan Sebastián Pazmiño Rodríguez. (2017) Análisis de frameworks PHP para entornos de la web semántica y su aplicación a un módulo en Moodle. Trabajo de titulación de Ingeniería de Sistemas, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba - Ecuador. Tutor: Danilo Pástor Ramírez. Desarrolla un módulo tipo asistente usando un framework PHP para crear recursos de aprendizaje al momento de diseñar cursos online.

2. Marco Teórico y Estado del Arte

En este capítulo se presenta el marco teórico y se realiza una revisión sistemática de literatura de las áreas de investigación propuestas. En la primera sección se hace una caracterización del E-learning y los entornos virtuales de aprendizaje. En la segunda sección se describe el diseño instruccional en entorno E-learning. La tercera sección abarca una introducción a la web semántica. La cuarta nos detalla la web semántica en el ámbito de la Educación.

2.1 E-learning y cursos virtuales

Existen cierta terminología relacionada al E-learning, que es importante considerar para introducir los conceptos y sus tecnologías relacionadas que se utilizarán en el presente documento.

2.1.1 E-learning

El término E-learning (electronic-learning) significa aprendizaje electrónico y se lo puede expresar como una forma de aprendizaje que apoya y facilita al proceso de enseñanza-aprendizaje a través del uso de tecnologías de información y comunicación. Una acertada definición hecha por (Paulsen, 2003) manifiesta que el E-learning es el aprendizaje interactivo en el cual el material educativo esta disponible on-line y además permite una retroalimentación automática de las actividades de aprendizaje del estudiante. Ciertos autores también lo conocen con otras acepciones como educación basada en la web, educación on-line, educación virtual, educación a distancia, y otras. Al precisar que existe una basta literatura sobre el E-learning (Baleo, 2009; Gilbert, Morton, & Rowley, 2007; Gonzalez, 2007; M.-Y. Wang & Hwang, 2004) se puede converger en ciertos componentes comunes como :

- El e-learning se lo puede realizar en cualquier lugar y en cualquier tiempo.

- Se utiliza el Internet como medio de comunicación.
- Es indispensable el uso de computador y el Internet.
- Se necesita un componente pedagógico.

De acuerdo a la (Comisión Europea, 2001) contextualiza al E-learning como: *“la utilización de las nuevas tecnologías multi-mediales y de Internet, para mejorar la calidad del aprendizaje facilitando el acceso a recursos y servicios, así como los intercambios y la colaboración a distancia”*. Se puede considerar que esta definición es la que se apega a las manifestadas anteriormente, ya que se incluyen elementos como los recursos tecnológicos, el proceso de enseñanza aprendizaje y los elementos pedagógicos.

2.1.2 Entornos de aprendizaje virtuales

Un entorno de aprendizaje virtual (VLE en inglés) se lo define como "un sistema de software que combina una serie de diferentes herramientas que se utilizan para entregar sistemáticamente el contenido en línea y facilitar la experiencia de aprendizaje en torno a ese contenido" (Weller, 2007). Desde esta perspectiva se puede considerar que un VLE es un sistema e-learning que ayuda a mejorar el proceso de aprendizaje y se enfoca en ofrecer los recursos de aprendizaje (contenido educativo) a los aprendices ya sea en forma individual o grupal. Desde el punto de vista técnico (Britain, 1999) se refiere a un VLE como un sistema que se basa en una arquitectura cliente servidor, siendo el cliente un navegador y el servidor una base de datos de información sobre usuarios, grupos, materiales de aprendizaje y estructura del curso.

Tomando en cuenta que un VLE se apoya en una plataforma de comunicación basada en la web, que gestiona estudiantes, y permite acceder a diferentes herramientas de aprendizaje tales como información y contenido de un curso, asistencia docente, foros de discusión, compartición de archivos y recursos didácticos (Martins & Kellermanns, 2004), entonces se puede expresar que un VLE se lo puede aplicar a muchos ámbitos tales como; un sitio web clásico, a un sistema de gestión de aprendizaje, a un entorno 3D, etc. (Dillenbourg, Schneider, & Synteta, 2002). Por lo tanto, un VLE puede ser también considerado como un Sistema de Gestión de Aprendizaje o también conocido como un Sistema de Administración de Cursos, o incluso ser parte de una mayor integración de sistemas de información y servicios web (Fry, Ketteridge, & Marshall, 2008).

2.1.3 Sistemas de gestión de aprendizaje

Un Sistema de Gestión de aprendizaje (LMS en inglés) se define como un sistema de software diseñado para ayudar a gestionar los cursos de enseñanza para los estudiantes, en especial para ayudar a los docentes y alumnos con la administración del curso (Simonson, 2007). Típicamente un LMS es gestionado por una Institución de educación superior, siendo esta la encargada de analizar y seleccionar de acuerdo a sus necesidades y requerimientos. Existen un gran cantidad de LMS's entre los cuales mencionamos a WebCT/Blackboard (Blackboard, 1997) que es un sistema propietario, pero también existe el Dokeos (Dokeos, 2004) y el Moodle (Moodle, 2002) que son open-source.

También existen entornos e-learning que suelen utilizarse en instituciones de educación superior llamadas plataformas de campus virtual y pueden abarcar componentes como:

- LMS (Learning Management System) que se encarga de la gestión de usuarios, presentar material de apoyo, seguimiento de alumnos, etc.
- LCMS (Learning Content Management System) que se encarga de gestionar los contenidos y publicar los mismos, es decir es un LMS + (Creación, almacenamiento, reutilización, gestión y distribución de contenidos)
- Herramientas de comunicación tales como chat, foros, correo electrónico, etc

Actualmente plataformas como Moodle y Blackboard ya incluyen este tipo de componentes.

2.1.4 Cursos Virtuales

El objetivo de un curso virtual es tratar de representar una clase real (físicamente presentes; el docente y los estudiantes) utilizando medios electrónicos como el computador y el Internet. De acuerdo a (Ullrich, 2008) un curso virtual es un conjunto de partes o secciones, compuestas de una secuencia completa de recursos educativos . Actualmente las formas de presentar los cursos virtuales es a través de distintos tipos de dispositivos digitales como computadores, teléfonos inteligentes, tabletas que utilizan palabras en forma de texto hablado o impreso, imágenes, fotos, animación y video (Clark & Mayer, 2011). La interfaz de software de estos cursos se puede presentar mediante escritorios a

cada estudiante y profesor, estructura de recursos, pizarrón virtual, cuaderno de tareas, recursos para chats, foros, acceso a recursos y evaluaciones online, y carteleras de avisos, comunicaciones (Rodríguez, 2000).

Tomando en cuenta el tipo de comunicación (o interacción) entre el profesor y el alumno, se puede distinguir dos formas de desarrollar cursos e-learning (Clark & Mayer, 2011); la primera es la llamada cursos de aprendizaje asincrónico que son diseñados para un auto-aprendizaje individualizado, es decir, son autodidactos y permiten a los alumnos acceder a cualquier hora y desde cualquier lugar, tal como se muestra en la Figura 2-1.

Figura 2-1: Ejemplo de un curso virtual - asíncrono

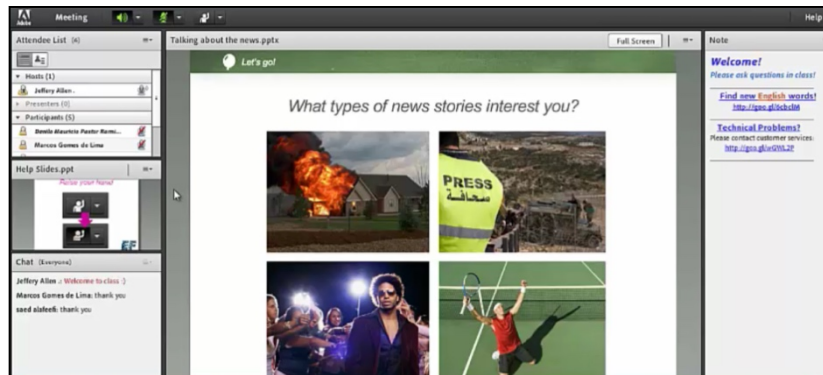
The screenshot shows a web-based course interface. At the top left, it says 'ESPOCH > NTICS'. The main content area is titled 'Tecnologías de la Información y la Comunicación' and features a blue background with a glowing network graphic. Below the title, there is a paragraph of text: 'Hablaremos de las TICs puesto que va a ser el tema de la materia; conociendo que son aquellas tecnologías que permiten transmitir, procesar y difundir información de manera instantánea.' Below this text are links for 'Instrucciones', 'Indicaciones del Curso', and 'Sección de Interacción', with sub-links for 'Foro Social' and 'Foro Técnico'. On the left side, there is a sidebar with 'Actividades' (Chats, Cuestionarios, Foros, Glosarios, Juegos, Recursos, SCORMs, Tareas, Wikis), 'Buscar en los foros' (with a search box and 'Búsqueda avanzada'), and 'Administración' (Calificaciones, Informes). On the right side, there are three panels: 'Eventos próximos' (No hay eventos próximos, Ir al calendario..., Nuevo evento...), 'Actividad reciente' (Actividad desde martes, 25 de febrero de 2014, 13:10; Informe completo de la actividad reciente...; Sin novedades desde el último acceso), and 'Calendario' (febrero 2014, Lun Mar Mié Jue Vie Sáb Dom).

Fuente: Autor

La segunda forma es llamada clase virtual o webinar o curso de aprendizaje sincrónico que son diseñados para la formación en tiempo real asistida directamente por el instructor, se muestra un ejemplo en la Figura 2-2.

Nuestro ámbito de estudio se enfocará a los cursos de aprendizaje asincrónico, es decir, que los cursos que se diseñen servirán para usarlos en un LMS, y por lo tanto, el profesor y el alumno tendrán su propio ritmo de estudio. Sin embargo, podría planificarse cursos con ciertos recursos o materiales sincrónicos, como un chat, o una videoconferencia, etc., sin que esto, se interprete como en un sentido totalmente sincrónico del curso. En el transcurso del desarrollo de este documento lo llamaremos curso virtual o curso online, para referirnos al diseño de un curso autodidáctico dentro de un LMS, es decir, asíncrono.

Figura 2-2: Ejemplo de cursos virtual - síncrono



Fuente: (Clark & Mayer, 2011)

2.2 Contenido educativo

Toda la información que se obtiene de la web y que se enmarca dentro de un contexto educativo abarca un contenido educativo. Existen varias formas de representar dicho contenido y además pueden ser orientadas diversos objetivos. Se detalla algunos conceptos que son importantes y relacionados al contenido y recursos educativos:

- Los **objetos de aprendizaje** son considerados como cualquier recurso digital que pueda ser re utilizado para ayudar al procesos de aprendizaje (Wiley, 2003). Sin embargo, esta definición no contempla el aspecto de cómo identificarlo, es decir, como lo puedo referir en la web.
- Los **recursos de aprendizaje** (recursos educativos) son considerados como el material de aprendizaje más pequeño posible, pero aun así, entendible y completo, que puede ser accedido a través de una URI (Ullrich & Melis, 2009). Con esta definición, entonces se puede interpretar que un recurso de aprendizaje puede contener objeto de aprendizaje que además posee una dirección URL determinado mediante una URI.
- Los **recursos educativos abiertos** (OER en inglés) son definidos como los materiales de enseñanza, aprendizaje e investigación en cualquier soporte, sea digital o de otro tipo, que sean de dominio público o que hayan sido publicados con una licencia abierta que permita el acceso gratuito a esos materiales, así como el uso, adaptación y redistribución por toros sin ninguna restricción o con restricciones limitadas (UNESCO, 2012).

2.3 Diseño instruccional en E-learning

Según (Vidal-Castro et al., 2012) el Diseño Instruccional (Instructional Design - ID en inglés) es una aplicación sistemática de teorías y principios que guían el diseño de los recursos de aprendizaje. Para (Devedzic, 2006c) ID lo concibe como aplicación de un conjunto de principios para lograr una instrucción efectiva, eficiente y pertinente. Este proceso suele incluir cinco fases: el análisis, diseño, desarrollo, implementación, y evaluación. El Diseño instruccional abarca la teoría y la práctica de la gestión de procesos y recursos de aprendizaje.

En el sitio web (<http://www.instructionaldesign.org/>, n.d.) describe al ID como al proceso de enseñanza el cual es mejorado a través del análisis de las necesidades de aprendizaje y el desarrollo sistemático de materiales de aprendizaje. Todas las definiciones conllevan en algo común, que consiste en aplicar un conjunto de métodos para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje y producir recursos educativos de forma eficiente.

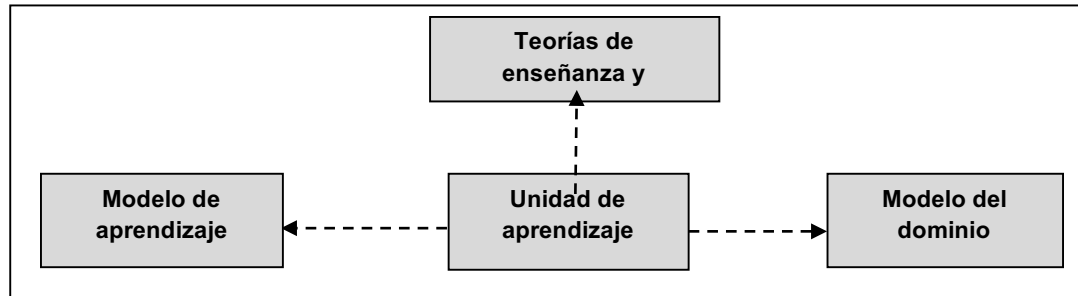
Existen muchos términos que se pueden utilizar al referirse al Diseño Instruccional, tales como "*diseño del aprendizaje*", "*diseño educativo*", "*diseño de materiales educativos*", "*diseño instructivo*", incluso (Kalantzis & Cope, 2011; Sims, 2006) sugieren que el término *Diseño Instruccional* podría ser reemplazado por el término *Diseño del aprendizaje*. De todas maneras, existe cierta literatura que diferencia o emite sus criterios de estos dos conceptos. A continuación, explicamos algunos puntos de vista.

2.3.1 Diseño del aprendizaje

El origen del término Diseño del Aprendizaje (*Learning Design* - LD en inglés) nace del proyecto de la Universidad Abierta de Holanda (OUNL) en términos de la Especificación del diseño del aprendizaje, el cual subsecuentemente se trasladó en la especificación IMS-LD (<http://www.imsglobal.org/learningdesign/>, n.d.) que se hablará detalladamente más adelante. Para (Koper & Olivier, 2003) LD se define como una descripción del proceso de enseñanza con un enfoque pedagógico específico que tomando en cuenta los objetivos específicos de aprendizaje para una audiencia en particular en una disciplina particular. En la misma línea (Koper & Miao, 2007) expresa el contexto del LD implicando e indica la relación entre una unidad de aprendizaje (UoL en inglés), el modelo de aprendizaje, el

modelo del dominio, las teorías de enseñanza y aprendizaje, la como se muestra en la Figura 2-3.

Figura 2-3: Contexto del Diseño del aprendizaje



Fuente: (Koper & Miao, 2007)

La Unidad de aprendizaje es el resultado del LD. El *modelo de aprendizaje* describe como aprenden los estudiantes basados en varias teorías de aprendizaje. El *modelo del dominio* describe el tipo de contenido y su organización (Ej, el dominio de Ingeniería de software, economía, leyes, etc). Y las *teorías de enseñanza aprendizaje* describen las teorías, principios y modelos de enseñanza tal como se describen en la Literatura o de la experiencia o como conciben los profesionales.

Otro enfoque muy interesante es el propuesto por (Gráinne Conole, 2012, p. 121) que define al LD como: "una metodología que permite a los docentes y diseñadores tomar decisiones más fundamentadas en como ellos avanzan en el diseño y la pedagogía, haciendo un uso eficaz de los recursos y las tecnologías apropiadas. Todo esto incluye el diseño de los recursos y actividades de aprendizaje individual hasta el diseño de todo el nivel curricular". Esta iniciativa intenta proponer un enfoque más orientado a la práctica, basado en evidencias empíricas de la práctica real.

En otro sentido (Koper & Miao, 2007) manifiesta que el "*Diseño del Aprendizaje*" se refiere al producto resultante de aplicar el proceso del diseño como por ejemplo el plan de formación, los recursos de aprendizaje, el orden de las actividades y las herramientas requeridas para llevar a cabo experiencias de aprendizaje particulares. Esta es la orientación para el caso de la investigación que estamos proponiendo y por esa razón nos referiremos como Diseño Instruccional o Diseño del Aprendizaje en un mismo sentido de construir un producto resultante que será un curso virtual.

2.3.2 Teorías de aprendizaje y Teorías de diseño instruccional

Se debe considerar que el *diseño instruccional* es parte de ciertas de teorías de aprendizaje, las cuales se describen como aprenden los alumnos y como aprovechar ese proceso de conocimiento para apoyarse el momento que se realice un *diseño instruccional*. Describimos a continuación las teorías de aprendizaje que son las que más influido en la educación actual y a su vez mencionamos las teorías de diseño instruccional que estarían contempladas dentro de cada *teoría de aprendizaje* (Wu, Chiou, Kao, Alex Hu, & Huang, 2012).

- **La teoría de aprendizaje del Conductismo:** se basa en los hechos observables y que pueden ser sujetos de medición, rechazando generalmente la participación de los procesos mentales, las emociones y la conciencia en el aprendizaje (Richardson, 2011). Su principal característica consiste en la repetición de patrones de conducta hasta que estos se realizan de manera automática. Los docentes guían a los estudiantes a través del plan de estudios en pequeños pasos, y entonces se pide a los estudiantes que reproduzcan lo que los docentes han dicho (Thurlings, Vermeulen, Bastiaens, & Stijnen, 2013). El Conductismo tiene sus orígenes de los trabajos de Edward Thorndike (1923), Ivan Pavlov (1927), John Watson (1930) y del profesor Skinner(1950, 1954). El Conductismo incluye tres teorías de diseño instruccional y principios representativos:

- 1) *La instrucción directa*, propuesta por Zig Engelmann en 1964,
- 2) *Instrucción programada*, propuesta por Skinner en 1954, y
- 3) *La teoría del aprendizaje social*, propuesta por Bandura en 1965

- **La teoría de aprendizaje del cognitivismo:** se basa el hecho de que el aprendizaje tiene lugar cuando el alumno coloca nueva información en una memoria a largo plazo (Mayer, 1999). Bajo esta perspectiva, un docente puede producir el aprendizaje mediante la transferencia de información a los alumnos, quienes son procesadores de información de forma organizada y activa, y además que el conocimiento previo juega un rol importante en el aprendizaje (Merriam, Caffarella, & Baumgartner, 2012). Los docentes estructuran el plan de estudios y guían a los estudiantes a través del plan de estudios como un alumno activamente procesador de información, decodifica y

aprenden las relaciones entre los objetos (Thurlings et al., 2013). El Cognitivismo tiene sus orígenes en los trabajos de Piaget (1969), Miller y Bruner (1960s), Gayne (1965). El Cognitivismo incluye cuatro teorías de diseño instruccional y principios representativas:

- 1) *Teoría de la atribución*, desarrollada por Weiner en 1974,
 - 2) *Teoría de la elaboración*, desarrollado por Reigeluth en 1983,
 - 3) *Teoría de las etapas del desarrollo cognitivo*, desarrollado por Piaget en 1969,
 - 4) *Teoría del aprendizaje condicionado*, desarrollado por Gagne en 1965
- **La teoría de aprendizaje del constructivismo:** se sustenta en la premisa de que cada persona construye su propia perspectiva del mundo que le rodea a través de sus propias experiencias y esquemas mentales desarrollados. En este sentido, la idea fundamental es que los alumnos interpreten la información nueva a través de sus experiencias de su entorno y basados en su conocimiento existente de las conclusiones alcanzadas durante la asimilación de nuevos conocimientos y la reflexión sobre los mismos (Boyle T., 1994; DeVries & Zan, 2003). Los docentes se encargan solo de guiar todo el proceso. Con la ayuda de otros estudiantes que cumplen un rol de mediadores o pares se involucran en el proceso de aprendizaje y todos colaboran (Thurlings et al., 2013). En Constructivismo tiene sus orígenes en los trabajos de Barlett (1932), Good & Brophy (1990), y Von Glaserfeld (1997). El Constructivismo incluye ocho teorías de diseño instruccional y principios representativos:

- 1) *Teoría del desarrollo social*, desarrollado por Vygotsky en 1962,
- 2) *El aprendizaje basado en problemas*, desarrollado en una Escuela de Medicina en la década de 1960,
- 3) *El aprendizaje cognoscitivo* como un enfoque en el cual los estudiantes se involucran en prácticas auténticas a través de la actividad e interacción social, creado por Brown et al., en 1989,
- 4) *El aprendizaje por descubrimiento* como un método de enseñanza basado en la investigación el cual es considerado un enfoque basado en el constructivismo para la educación,

- 5) *El aprendizaje basado en casos* como una rama del constructivismo,
- 6) *La teoría del aprendizaje situado*, propuesto por Lave y Wenger en 1990,
- 7) *La teoría de la actividad* que está basada en teorías antropológicas/psicológicas de Leontjew y Vygotsky,
- 8) *La teoría del actor-red* desarrollado por Latour en 1987.

2.3.3 Generación de cursos

En esta sección vamos a esclarecer entre la *generación de cursos* y la *secuenciación de un curso*. De acuerdo a (Brusilovsky & Vassileva, 2003; Ullrich & Melis, 2009), la *generación de cursos* usa el conocimiento pedagógico para generar una secuencia estructurada de objetos de aprendizaje que es adaptada a las competencias del alumno, las variables individuales y los objetivos de aprendizaje. Esta generación sucede a petición de un cliente (estudiante o un sistema de software). Idealmente la secuencia no es una lista plana de objetos de aprendizaje, pero debería estar estructurada en secciones y sub secciones. La ventaja de esta alternativa es que el curso puede ser mostrado al estudiante y su estructura puede ser transportada.

Para el segundo enfoque, la *secuenciación de un curso*, se usa el conocimiento pedagógico para seleccionar dinámicamente los recursos más apropiados en cualquier momento. Por lo tanto, el curso no se genera de antemano, pero se lo hace paso a paso. El beneficio de este enfoque es que puede reaccionar con el contexto actual y de ese modo evitar los problemas que puedan surgir en la generación del curso si las suposiciones del estudiante cambian.

En forma general un generador de curso se compone de un *modelo de domino* que representaría el contenido a ser enseñado. Idealmente cada recurso debería contener una funcionalidad instruccional como la definición, ejemplo, ejercicio, tarea, etc (Ullrich, 2005). El *modelo del estudiante* se debe basar en las interacciones del usuario, es decir que este debería almacenar, inferir y actualizar información de acerca de un usuario individual (Brusilovsky & Millán, 2007). El *modelo de enseñanza (pedagógico)* contiene el conocimiento pedagógico de cómo construir un curso, pero usando la información provista por los modelos anteriores.

El término generación de cursos tiene algunas acepciones tales como "*secuenciación curricular*" (curriculum sequencing), "*generación de plan de aprendizaje*" (learning path generation), y otros. En la presente tesis, se hace referencia a la *generación de cursos*; al proceso de generación de una secuencia estructurada de recursos de aprendizaje combinando el conocimiento pedagógico y además asistido por parte del profesor o instructor. Nuestro enfoque no incluye el modelo de usuario ya que el curso es generado antes de presentarlo al los estudiantes (aprendices).

2.4 Introducción a la web semántica

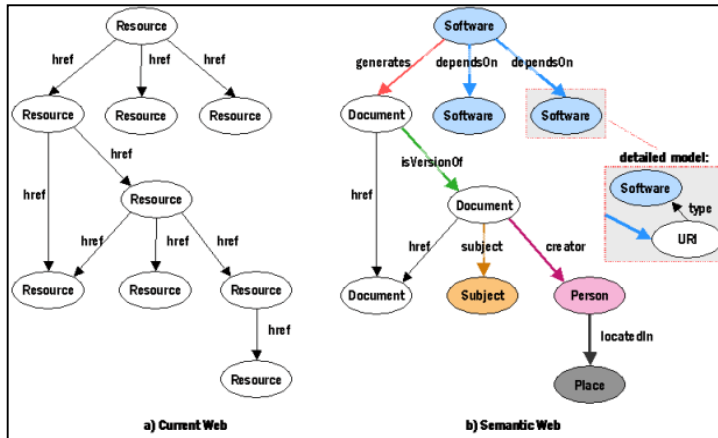
La web semántica es considerada una tecnología que permite incorporar información semántica al contenido de la web tradicional con el fin de crear un entorno en el cual los agentes de software serán capaces de realizar tareas sofisticadas para los usuarios (Berners-Lee, Hendler, & Lassila, 2001b). Este concepto fue desarrollado por el creador de de World Wide Web y presidente de la W3C (consorcio encargado de desarrollar los estándares web). La información semántica involucra que los datos publicados en la web pueden ser conocidos tanto por humanos como por aplicaciones, y por lo tanto podría ser más eficiente que una persona ejecutara una aplicación autónoma a la cual dicha persona solo tendría que supervisar periódicamente.

Desde el punto de vista de un desarrollador, se manifiesta que la web semántica es una colección de tecnologías y estándares que permiten añadir significado entendible por las máquinas a la actual web, de tal forma, que las computadoras puedan entender los documentos de la web y por lo tanto, puedan efectuar tareas que han sido hechas antes de forma manual (Yu, 2011, p. 14).

Actualmente la web nos permite navegar en sitios a través de los hipervínculos y por ende podemos trasladarnos de un lugar a otro a través de un "clic". En la web semántica podremos navegar de la misma manera que los hacemos en la web tradicional, pero de una manera más estructurada, lógica y acorde a nuestro dominio de conocimiento, tal como se muestra en la Figura 2-4. Esto implica que la web semántica a más de brindar una secuencia de datos, permite que la máquina analice lógicamente el contenido de estos (Powers, 2003).

A continuación, vamos a analizar más detenidamente sus lenguajes y estándares en la web semántica.

Figura 2-4: Recursos y enlaces de la web actual y la web semántica

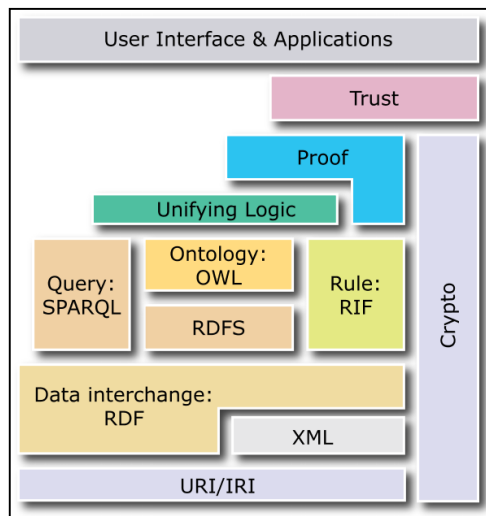


Fuente: (Koivunen & Miller, 2002)

2.4.1 Lenguajes y estándares de la web semántica

Para poder comprender de mejor manera debemos saber cómo está estructurada y cuáles son sus componentes. Ciertos lenguajes y estándares fueron creados al iniciar esta iniciativa, mientras que otros han surgido a medida que se ha desarrollado y madurado la web semántica. En la figura 2-5 se representa la estructura en forma de capas de la web semántica. Cada capa representa un lenguaje o tecnología y cumple una función específica.

Figura 2-5: Diagrama en forma de capas de la web semántica



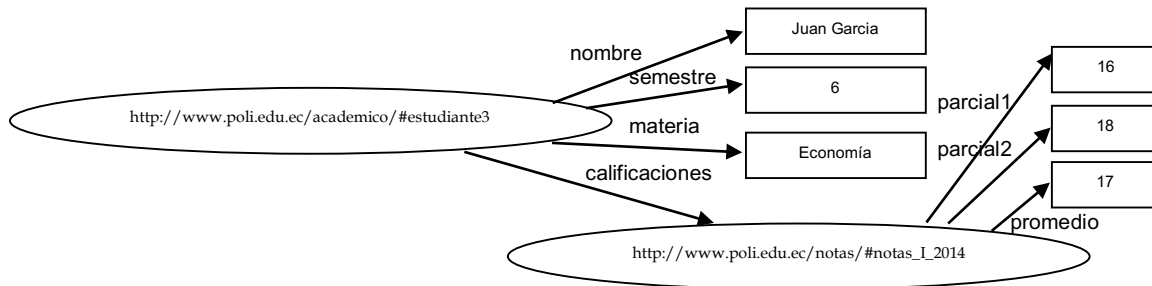
Fuente: (<http://www.w3.org/2007/03/layerCake.png>)

- *URI/IRI*: En la primera capa se representa el URI (Uniform Resource Identifiers) y el IRI (Internationalized Resource Identifier) los cuales permiten identificar unívocamente los recursos en particular dentro de la red. La diferencia entre los dos es que el URI está limitado a un conjunto de caracteres ASCII, mientras que IRI contiene un conjunto de caracteres universal (Unicode/ISO 10646).
- *XML*: Significa "Extensible Markup Language" en inglés. Es un metalenguaje que se utiliza para describir y representar documentos estructurados en la web usando lenguaje de marcas (Bray, Paoli, Sperberg-McQueen, Maler, & Yergeau, 1997). Fundamentalmente XML se encarga de etiquetar la información, de tal forma que cada elemento del documento se delimita con un inicio y con un fin (Martinez, 2000). Se debe considerar que los sistemas que utilizan lenguajes basados en XML para el intercambio de datos deben acordar en utilizar un estructura común, como por ejemplo XML Schema (Fallside & Walmsley, 2004). Entonces la función de XML Schema sirve para describir y validar la estructura de un documento XML. También debe considerar el uso de los namespaces que son usados como un método para evitar conflictos de los nombres de los elementos. Se debe notar que XML por sí solo no implica una interpretación de datos en una máquina específica, es decir, que un documento XML ayuda a estructurar el documento, más no su interpretación en las máquinas.
- *RDF*: Significa "Resource Description Framework" en inglés. Es un lenguaje que permite la representación de datos de los recursos en la web, en términos de una tripleta objeto-propiedad-valor. La descripción de recurso en RDF es una lista de tripletas, cada una de las cuales se expresa en forma de un recurso web (objeto), la propiedad denota rasgos o aspectos del recurso y expresa la relación entre el objeto y el valor, y finalmente el valor representa el texto literal o recurso que toma el objeto (Gandon, Krummenacher, Han, & Toma, 2011). La Figura 2-6 muestra un ejemplo de varias tripletas y el correspondiente a la tabla I, en donde se también se puede representar mediante código RDF de la Figura 2-7 (usa sintaxis XML).

Tabla 2-1: Ejemplo de tripletas RDF

Recurso	Propiedad	Valor
http://www.poli.edu.ec/academico/#estudiante3	nombre	"Juan Garcia"
http://www.poli.edu.ec/academico/#estudiante3	semestre	"6"
http://www.poli.edu.ec/academico/#estudiante3	materia	"Economía"
http://www.poli.edu.ec/academico/#estudiante3	calificaciones	http://www.poli.edu.ec/notas/#notas_I_2014
http://www.poli.edu.ec/notas/#notas_I_2014	parcial1	"16"
http://www.poli.edu.ec/notas/#notas_I_2014	parcial2	"18"
http://www.poli.edu.ec/notas/#notas_I_2014	promedio	"17"

Figura 2-6: Ejemplo de tripletas RDF correspondiente a la Tabla 2-1



Fuente: Adaptado de (Devedzic, 2006a, p. 51)

Figura 2-7: Código RDF correspondiente a la Figura 2-6

```

<Estudiante rdf:ID="estudiante3"
xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
xmlns="http://www.poli.edu.ec/academico#"
xml:base="http://www.poli.edu.ec/academico">
<nombre>Juan Garcia</nombre>
<semestre>6</semestre>
<materia>Economía</materia>
<calificaciones>
<Content rdf:ID="notas_I_2014">
xmlns="http://www.poli.edu.ec/notas#"
<parcial1>16</parcial1>
<parcial2>18</parcial2>
<promedio>17</promedio>
</Content>
</calificaciones>
</Estudiante>

```

Fuente: Adaptado de (Devedzic, 2006a, p. 51)

El modelo RDF por si solo provee solo un mecanismo de domino neutral para describir recursos individuales. Tampoco define la semántica de cualquier dominio de la aplicación, es decir, que RDF como tal se usa para describir instancias de ontologías (Devedzic, 2006a, p. 52). Se puede complementar con RDF Schema la cual permite utilizar un vocabulario basado en XML para especificar las clases y sus relaciones, definir propiedades y asociarlas con las clases y permitir la creación de taxonomías (Brickley & Guha, 2014). Es importante mencionar que RDF Schema tiene sus limitaciones para expresar una semántica más formal, como falta de cardinalidad, restricciones, y otras.

- *OWL*: Significa "Ontology Web Language" en inglés. Es un lenguaje desarrollado por la W3C y se considera una extensión de RDF Schema. Se define como una descripción formal de clases, atributos (propiedades), y relaciones con el cual se modela un dominio del conocimiento (Gruber, 2007). Las Ontologías son el componente principal de la web semántica, ya que permite la representación semántica de los recursos de la web. De acuerdo a (Noy & McGuinness, 2001) las ontologías permite que la información se la interprete de forma explícita, y deben permitir el re-uso y la compartición en un determinado dominio del conocimiento. La gran ventaja de OWL es la riqueza de su vocabulario para describir relaciones entre clases, propiedades, e individuos. Por ejemplo se puede especificar en OWL propiedades como simetría, inversa, equivalencia, cardinalidad, complemento, diferencias, etc. Esto conlleva a que se pueda realizar inferencias de una manera más ampliada (McGuinness & Harmelen, 2004). OWL está compuesto de tres sub-lenguajes; OWL Lite, OWL DL, y OWL Full, los cuales varían del uno a otro por capacidad de expresividad y por su aumento de complejidad computacional:
 - *OWL Lite* proporciona los medios para definir jerarquías de clasificación, junto con restricciones de cardinalidad simples.
 - *OWL DL* ofrece la máxima expresividad, pero conservando la integridad computacional. El término DL significa que corresponde a la Descripción Lógica.
 - *OWL Full* proporciona una expresividad completa, sin restricciones del vocabulario OWL y además sin una garantía computacional.

Actualmente se está actualizando la recomendación OWL 2 (W3C OWL Working Group, 2012) la cual, aumenta nuevas funcionalidades con respecto a OWL 1. Algunas de estas nuevas características son; sintaxis más agradable (unión de la

disyunción de clases) y otras como claves, tipos de datos más ricos, rangos de datos, restricciones de cardinalidad calificadas, y otras.

- **SWRL**: Significa "Semantic Web Rule Language" en inglés. Es un lenguaje que está presentado como candidato ante la W3C. La propuesta se basa en la combinación de los lenguajes OWL DL y Lite con el sub-lenguaje RuleML (Rule Mark Language), el cual amplía el conjunto de axiomas OWL para incluir reglas tipo lógica de predicados (Horrocks et al., 2004). SWRL permite escribir reglas que se pueden expresar en términos de conceptos OWL, lo que conlleva, a tener capacidades más potentes de razonamiento deductivo que OWL por sí solo, es decir, que las reglas pueden usarse para inferir nuevo conocimiento partir de una base de conocimiento de OWL (O'Connor, Knublauch, Tu, & Musen, 2005). La forma de expresar las reglas se lo puede hacer mediante la implicación entre un antecedente (cuerpo) y un consecuente (cabeza). El significado implícito se puede leer como "siempre que las condiciones especificadas en el antecedente se cumplan, entonces las condiciones especificadas en el consecuente deberían también cumplirse" (Vesin et al., 2012).

En el siguiente ejemplo describimos lo descrito:

- En forma lógica:

$$\text{estudiante}(\text{María}) \wedge \text{nota}(12, \text{María}) \rightarrow \text{pierdeAsignatura}(\text{María}, 12)$$
- En forma de cláusulas Horn:

$$\neg \text{estudiante}(\text{María}) \vee \neg \text{nota}(12, \text{María}) \vee \text{pierdeAsignatura}(\text{María}, 12)$$
- Se podría leer como:

"María tiene la nota de 12, si María es estudiante y María pierde la Asignatura con la nota de 12"
- **SPARQL**: Es un lenguaje de consultas diseñado para expresar consultas a través de distintas fuentes de datos, si los datos se almacenan en forma nativa como RDF o visto como un RDF a través de un middleware (Harris & Seaborne, 2013). Actualmente es un recomendación de la W3C y está en la versión SPARQL 1.1. SPARQL se utiliza para: (a) extraer información de grafos RDF en forma de URIs, bNodes, y literales planos y tipados, (b) extraer sub-grafos RDF, y (c) construir nuevos grafos RDF basados en información de los grafos consultados. Describimos un ejemplo de una consulta de SPARQL:

```
SELECT ?title
WHERE
```

```
{  
  <http://example.org/book/book1> <http://purl.org/dc/elements/1.1/title> ?title .  
}
```

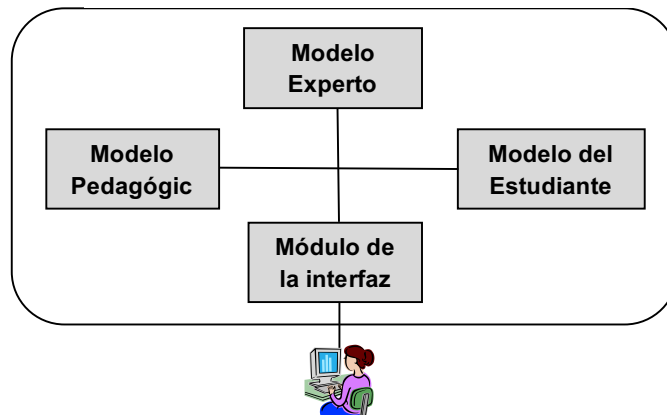
2.5 Web semántica en Educación

La influencia de la tecnologías de la web semántica en los entornos educativos ha sido de gran utilidad para mejorar aplicaciones y procesos de recursos e-learning (Devedzic, 2006c; Koper, 2004; Naeve, Lytras, Nejdil, Balacheff, & Hardin, 2006). Específicamente, en el diseño instruccional se han propuesto trabajos orientados a la representación del conocimiento usando ontologías, sistemas educativos inteligentes, aplicaciones adaptativas y otras (Sicilia, Lytras, Sánchez-Alonso, García-Barriocanal, & Zapata-Ros, 2011; Vidal-Castro et al., 2012). Para fundamentar los aspectos relacionados con los sistemas educativos basados en la web semántica y el diseño instruccional, es necesario explicar cuestiones como la arquitectura de sistemas educacionales, Ontologías y herramientas.

2.5.1 Arquitecturas de sistemas educacionales

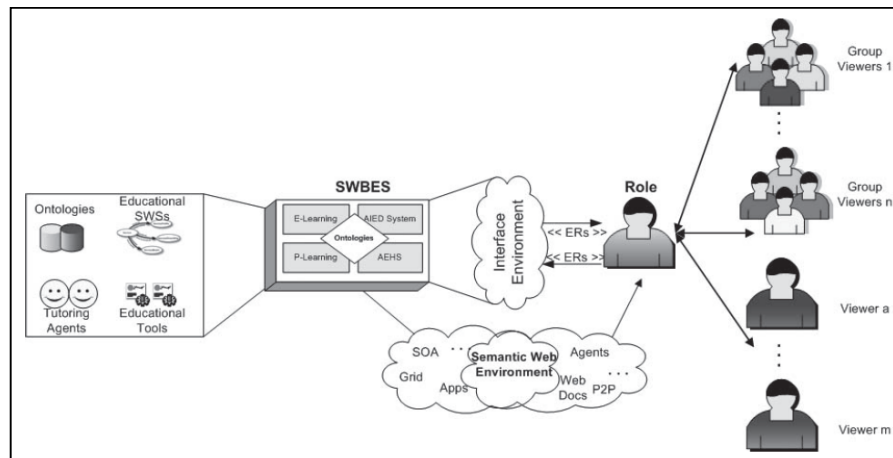
- *Sistemas de Tutoría Inteligentes*: Conocidos como "Intelligent Tutoring Systems" ITS en inglés. Según (Devedzic, 2006a, p. 22) son sistemas que incorporan técnicas y métodos de inteligencia artificial en los procesos de enseñanza aprendizaje computarizados. Su función principal es la de ayudar al estudiante en función de sus necesidades particulares. El principal objetivo de un ITS es facilitar una enseñanza personalizada al estudiante a través de un método que identifique su perfil para así poder inferir una estrategia adecuada (da Silva, 2012). Se puede describir a un ITS considerando 4 componentes que se representa en la Figura 2-8. De acuerdo a (Aguilar et al., 2011; da Silva, 2012; Devedzic, 2006a; Murray, 1999) se compone de:

Figura 2-8: Arquitectura tradicional de un ITS



Fuente: (Devedzic, 2006a)

- El Modelo experto: conocido también como el "*modelo del dominio*" o el "*contenido instruccional*" es aquel que posee el conocimiento específico del área de estudio, es decir el contenido que se va a enseñar.
 - El Modelo del estudiante: es el que contiene toda la información y datos del estudiante (conocimiento, conductas, características cognitivas) que son usadas con el fin de adaptarse dinámicamente al proceso de enseñanza del estudiante.
 - El Modelo Pedagógico: conocido también como "*modelo de enseñanza*" o "*modelo de tutoría*" o también "*planificación de la instrucción*" es el que determina las estrategias educacionales, es decir, cómo y cuándo se va a enseñar.
 - El Módulo de la interfaz: tiene como objetivo desplegar y presentar los contenidos educativos al estudiante, es decir que se encarga de la comunicación entre el sistema y el usuario.
- *Sistema Educativos basados en la Web Semántica*: Conocidos como "Semantic Web-based educational Systems" SWBES en inglés. Según (I. I. Bittencourt, Isotani, Costa, & Mizoguchi, 2008) los SWBES son considerados como una nueva generación de sistemas educacionales basados en la web que utilizan las tecnologías de la web semántica para generar sistemas educacionales más personalizados, adaptables e inteligentes. Se puede describir a un SWBES considerando 4 componentes, tal como en la Figura 2-9:

Figura 2-9: Modelo de referencia de los sistemas educativos basados en la web semántica

Fuente: (I. I. Bittencourt et al., 2008)

Los componentes de este modelo son:

- Roles: son los diferentes tipos de actores que interactúan con las actividades educativas, como los docentes, los estudiantes, el diseñador, el grupo de usuarios, el desarrollador, etc.
- Entorno de la interfaz: es un contexto que define el dominio de aprendizaje en el cual se dirige la interacción entre los SWBES y los usuarios.
- Recursos educativos: representan los objetos de aprendizaje concernientes a un sistema educacional específico, tal como, los ejemplos, problemas, unidades, actividades, etc.
- SWBES: representa el sistema que ayuda a mejorar la calidad de servicio a través de las tecnologías de la web semántica. Se compone a su de Ontologías, agentes de tutoría, Servicios, y herramientas educativas.
- Entorno de la web semántica: representa la interacción entre los SWBES y los usuarios mediante tecnologías y arquitecturas semánticamente descritas.

Cabe mencionar, que el mismo autor define a un SWBES como el resultado de la combinación de un LMS con los sistemas educativos basados en inteligencia artificial. Esta aproximación es la que se apega a nuestro perfil de investigación, debido a que utilizaremos las tecnologías de la web semántica para apoyar de forma inteligente la generación de recursos educativos en cursos virtuales.

2.5.2 Ontologías en sistemas educacionales

Las ontologías permiten especificar formal y explícitamente los conceptos, sus propiedades y sus relaciones que están involucrados en un dominio específico (Gascueña, Fernandez-Caballero, & Gonzalez, 2006; Vesin et al., 2012). Esto abre un campo lleno de posibilidades para modelar y representar en muchos campos del conocimiento. Más aún en nuestro caso, que se lo utiliza ampliamente en entornos educativos, con fines de compartir y re-usar estructuras de conocimiento educativas.

Para desarrollar ontologías de una manera organizada y sistemática se necesita un proceso conocido como ingeniería ontológica, la cual, facilita la creación adecuada de ontologías. Además se debe tomar muy cuenta las herramientas de desarrollo de ontologías como Protegé (última versión 4.3) que ayuda de forma gráfica en el proceso de diseño de ontologías y el uso de una metodología de desarrollo de ontologías, tal como la propuesta por (Noy & McGuinness, 2001) o la conocida como Methontology propuesta por (Mariano Fernandez, Asunción Gomez, & Natalia Juristo, 1999).

Las ontologías educacionales se utilizan para apoyar a los SWBES. Los autores (L. Aroyo & Dicheva, 2004; Bourdeau & Mizoguchi, 2002; Devedzic, 2006b) han identificado diferentes categorías de ontologías en SWBES, las mismas detallamos a continuación:

- Ontologías de dominio: representan el conocimiento del dominio educacional que los instructores o autores deben representar para los SWBES.
- Ontologías de tareas: se encargan de formalizar las tareas y actividades de los actores (docentes, estudiantes, autores) en el proceso educativo. Existen ontologías de diseño instruccional (diseño del aprendizaje), de capacitación o entrenamiento, de autoría o creación de contenidos, y más.
- Ontologías de estrategias de enseñanza: permiten a los docentes y autores modelar experiencias de enseñanza mediante la especificación de principios y conocimientos bajo acciones y conductas pedagógicas. por ejemplo, cuando un estudiante comete un error, cuál sería la secuencia de acciones correctivas a tomar.
- Ontologías del modelo de alumno: se utilizan para construir un modelo del estudiante. Dependiendo del dominio, tarea y funcionalidad el modelo podría incluir conceptos para representar rendimiento y rasgos cognitivos del estudiante.

- Ontologías de interfaces: se utilizan para especificar técnicas y conductas adaptativas en los SWBES a nivel de interfaz de usuario.
- Ontologías de comunicación: sirven para definir la semántica del lenguaje del contenido de un mensaje.
- Ontologías de servicios educacionales: sirven para modelar la interoperabilidad de los servicios web educacionales de alto nivel.

2.5.3 Herramientas de autoría para crear SWBES

Las herramientas de autor facilitan el proceso de creación de cursos E-learning al creador o al docente mediante una interfaz amigable y asistida. En el ámbito de los SWBES las herramientas autor ayudan a la creación de ontologías y su especificación con lenguajes como RDF, OWL, SPARQL (L. M. Aroyo et al., 2004). Existen herramientas de autoría de ontologías como el Protegé que ya la mencionamos anteriormente, pero también existen herramientas de autoría específicas que ayudan a los docentes y diseñadores de cursos, ya que ellos normalmente no poseen altos conocimientos tecnológicos (Muñoz, 2009).

Según (L. Aroyo & Dicheva, 2004) manifiesta que se puede clasificar en tres grupos de actividades de las herramientas de autoría:

- Autoría del contenido educativo: se refiere a la creación de objetos de aprendizaje y sus anotaciones.
- Autoría del proceso de instrucción: involucra las actividades de construcción del curso, el cual incluye la generación de un modelo de las tareas del curso para representar la estructura del curso y sirve como base para la posterior secuenciación de las tareas del curso.
- Autoría de la adaptación y personalización: se considera las tareas de autoría relacionadas al estudiante

La presente investigación incluye un módulo de software que cumple con la función de autoría del proceso de construcción de un curso virtual dentro de un entorno de aprendizaje virtual, el cual produce una plantilla de curso que podrá ser personalizado posteriormente por el docente. El contenido educativo ya está previamente creado y no se considera el modelo del estudiante, debido a que el enfoque que se propone está relacionado a la

creación de un plan de instrucción por parte del docente para ser aplicado a los estudiantes de un curso o signatura.

2.6 Herramientas, Estándares e Inicitaivas de Diseño Instruccional

La literatura especializada posee información respecto a cómo modelar ciertos aspectos relacionados al E-learning. La compartición, interoperabilidad y la reusabilidad han sido uno de los principales objetivos a conseguir en los entornos educativos contemporáneos. Una alternativa de cubrir esta brecha es estandarizando las diferentes tecnologías educativas por las siguientes razones (Anido-Rifón et al., 2001; McGreal, 2008):

- Falta de regulación de recursos de aprendizaje, sistemas y aplicaciones educativas,
- Se crean unidades de aprendizaje no estructuradas y con distintos formatos,
- Se crean módulos para arquitecturas particulares, y
- La compartición de cursos no posee una estructura unificada.

Existen diferentes comités, organizaciones y consorcios que han propuesto estándares y especificaciones de E-learning. Algunos de los más conocidos y extendidos son:

- IEEE LTSC (IEEE Learning Technology Standards Committee) (<http://www.ieeeltsc.org>, n.d.)
- ISO/IEC JTC 1/36 Information technology for learning, education and training (http://www.iso.org/iso/standards_development/technical_committees/other_bodies/iso_technical_committee.htm?commid=45392, n.d.)
- DCMI Dublin Core Metadata Initiative (<http://dublincore.org/>, n.d.)
- IMS Global Learning Consortium (<http://www.imspjct.org/>, n.d.)
- ADL Advanced Distributed Learning Initiative (<http://www.adlnet.org/>, n.d.)
- OULDI Open University Learning Design Initiative (<http://www.open.ac.uk/blogs/OULDI/>, n.d.)
- LAMS Learning Activity Management System (<http://lamsfoundation.org/>, n.d.)

Se puede categorizar los diferentes tipos de estándares y especificaciones en función de diferentes criterios tales como; intercambio de datos, metadatos, empaquetamiento de

datos, modelado de datos, y más. Se describe a continuación ciertos estándares y especificaciones que más relación tienen al presente trabajo de investigación.

2.6.1 IMS-LD

IMS Learnign Design (IMS-LD) es un estándar abierto que se utiliza para interpretar un amplio rango de cursos digitales (llamados unidades de aprendizaje) de manera formal, semánticamente interoperable y entendible por las máquinas (Koper & Miao, 2007). IMS-LD se adapta a un amplio rango de enfoques pedagógicos tales como aprendizaje activo, aprendizaje colaborativo, aprendizaje adaptativo y aprendizaje basado en competencias, y otros nuevos enfoques que se adapten al mismo (Koper & Olivier, 2003).

IMS LD permite que el proceso de aprendizaje sea modelado y exista una comunicación interactiva entre los actores involucrados. Todos los elementos contemplados en la especificación IMS-LD pueden ser modelados cumpliendo los niveles A, B, y C. El nivel A contiene la base de los componentes de la especificación. El nivel B añade conceptos de propiedades al nivel anterior. El nivel C añade el concepto de notificación al nivel anterior.

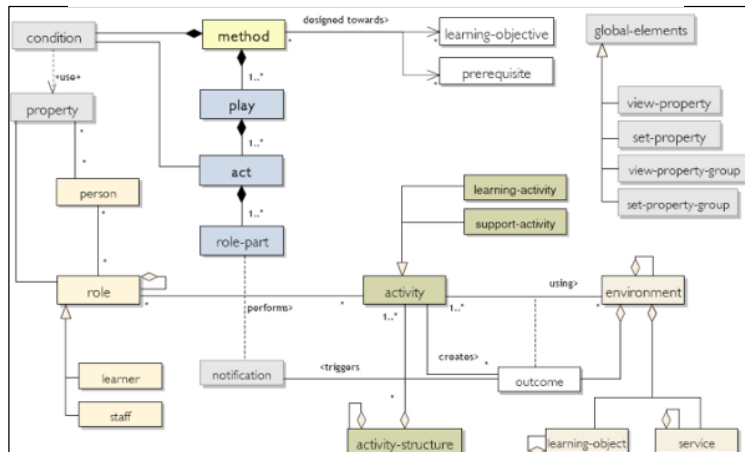
En la Figura 2-10 se describe las relaciones entre los más importantes conceptos de IMS-LD con una notación UML.

En el trabajo de (Koper & Tattersall, 2005) se explica la intención del modelo, el cual se lo interpreta como una metáfora de una obra teatral para tratar de interpretar el proceso de enseñanza aprendizaje. Consiste de un método (*method*), el cual contendrá varios elementos llamados obras teatrales (*play*), que representaría el proceso de enseñanza aprendizaje. Un *play* está compuesto por varios elementos actos (*act*) que a su vez cada act se compone de varios role-part. Cada elemento role-part tiene como función asociar un role (estudiante o docentes) con una determinada actividad (*activity*). Se debe aclarar que cada *play* puede ejecutarse simultáneamente, mientras que cada *act* se lo debe ejecutar secuencialmente.

La especificación IMS-LD fue desarrollada para articular los procesos de diseño del aprendizaje. Esto implica que se deberían usar conceptos, terminologías y un dominio en el ámbito educativo, es decir, relacionados con el proceso de enseñanza-aprendizaje. A

pesar de que los conceptos usados en la especificación no son complejos (Griffiths & Blat, 2005), se nota que los conceptos y terminología usada no son tan familiares para los docentes quienes no tampoco poseen una experticia en el diseño del aprendizaje.

Figura 2-10: Modelo de información del IMS-LD



Fuente: (Koper & Miao, 2007)

Se puede manifestar de cierta manera, que se pueden aplicar las teorías de diseño instruccional usando la especificación IMS-LD. Esto facilita el re-uso de las prácticas de enseñanza, más que el re-uso de su contenido (Harper, Agostinho, Bennett, Lukasiak, & Lockyer, 2005). Esto implica que el resultado del proceso de diseño sea expresado y formalizado. Sin embargo, no se considera de la misma forma los métodos de enseñanza usados, o las reglas utilizadas, ni tampoco directrices necesarias para dicho proceso (Sicilia, 2007). Se ha creado algunas herramientas para correr mediante la especificación IMS-LD, pero estas no han tenido un impacto trascendental en cambiar la práctica docente, enfocándose más en la descripción técnica y el funcionamiento del diseño (Grainne Conole, 2010).

2.6.2 SCROM

ADL (Advanced Distributed Learning), es un grupo que se dedica a crear estándares. En el campo del E-learning tienen una especificación muy popular denominada SCORM (Sharable Content Object Reference Model), el cual es una especificación que combina y describe un conjunto de estándares y entre ellos principalmente IEEE LOM (Learning Object Metadata), y IMS-CP (Content Packaging) (Hadi, Yukawa, & Murakami, 2013; Rey-López et al., 2009). Los principales componentes de SCORM son los recursos (*assets*) y

los objetos de contenido compartido (Sharable Content Objects - SCO). Un *assets* es la representación electrónica de un texto, una imagen, un sonido, o una pieza de datos que pueda ser mostrado en un Navegador. Un SCO es una colección de uno o más *assets* que forman una unidad de información lógica más pequeña de información que se entrega a los estudiantes a través del LMS (<http://www.adlnet.gov/scorm/>, 2004).

A pesar que el estándar SCORM cumple con el objetivo de permitir la reusabilidad de contenido educativo y la interoperabilidad entre distintos LMS, tiene una capacidad muy limitada de permitir acoplarse a sistemas educativos inteligentes con posibilidades de personalización, adaptabilidad y entendibles por el computador. No obstante, existen trabajos que intentan mejorar el estándar con el fin de crear cursos adaptativos (Rey-López et al., 2009). A pesar de este esfuerzo, ciertos autores sugieren utilizar ontologías de la web semántica para el modelamiento de los cursos virtuales y la interacción de los usuarios con el sistemas educativos (Chi, 2009; Jovanović et al., 2007; Lee, Tsai, & Wang, 2008; Shih, Yang, & Tseng, 2009; H.-C. Wang & Hsu, 2006).

2.6.3 OULDI

La iniciativa de Diseño del Aprendizaje de la Universidad Abierta del Reino Unido (OU Learning Design Initiative OULDI) surgió a partir de desarrollo de una herramienta denominada DialogPlus (Gráinne Conole & Fill, 2005). El objetivo primordial del DialogPlus era apoyar como una guía paso a paso y de esta manera lograr que los docentes creen sus diseños de aprendizaje. La herramienta está basada en una taxonomía, la cual, define los componentes de una actividad de aprendizaje (Grainne Conole, 2008). Sin embargo, la evaluación del uso real de este tipo de herramientas de planificación indican que no coinciden con la práctica de diseño real de un docente (Grainne Conole, 2010).

El propósito de OULDI fue obtener un enfoque más orientado a la práctica del diseño del aprendizaje, la cual fue identificada mediante evidencia empírica de la práctica real. La metodología se enfoca en tres aspectos: i) el desarrollo de un conjunto de herramientas conceptuales para ayudar a los docentes en el proceso de toma de decisión respecto a sus diseños y proveer un lenguaje compartido para hacer comparaciones de distintos diseños. ii) el desarrollo de herramientas visuales que ayudan a visualizar y representar

diseños. iii) el desarrollo de herramientas colaborativas para fomentar la compartición y comunicación (Grainne Conole, 2010).

A pesar de que esta metodología no ha sido tan difundida todavía, están apareciendo varios trabajos que referencian cada vez más la taxonomía DialogPlus y sus componentes de las actividades de aprendizaje (Isotani et al., 2013; Knight, Gaševi, et al., 2005; Verbert et al., 2012; Yang et al., 2014). A criterio del autor del presente trabajo, la razón posiblemente se deba, al mecanismo propuesto que guía y ayuda en el proceso de diseño, pero soportado de forma pedagógica y su taxonomía es bastante amigable en lo que respecta al diseño instruccional comprado con las especificaciones IMS-LD.

2.6.4 Herramientas relacionadas con el Diseño Instruccional

Las herramientas autor facilitan el diseño de recursos educativos mediante una determinada interfaz y ayuda al docente o diseñador a agilizar el proceso de enseñanza. Muchas herramientas están basadas en algún tipo de especificación, lo cual produce cierta compatibilidad con sistemas E-learning como los LMS's. Existen herramientas autor para propósitos específicos y pueden extenderse a distintos contextos educativos, sin embargo, en el presente estudio mencionamos algunas herramientas de diseño educativo, las cuales poseen características de compatibilidad ya sea con IMS-LD, DialogPlus, SCORM, y otros:

- *SMARTIES*: es un sistema de autoría basado en estándares y teorías para crear escenarios de enseñanza-aprendizaje usando la Ontología OMNIBUS, la cual cubre las diferentes teorías y paradigmas de enseñanza-aprendizaje (Hayashi, Bourdeau, & Mizoguchi, 2009). Además, esta herramienta integra un mecanismo de conversión del modelo sugerido en una descripción el tipo IMS-LD. La gran ventaja de esta herramienta es la utilización de ontologías para apoyar el proceso de diseño de un escenario de aprendizaje y la generación de del diseño en un formato como IMS-LD. A pesar de que la Ontología OMNIBUS abarca en gran medida las teorías de aprendizaje, se podría considerar como demasiado grande y algo compleja. Al ser un sistema autor desarrollado para ejecutarse en un entorno propio no permite la integración a un LMS.
- *LAMS*: es un sistema de autoría visual que ayuda a los docentes a crear la secuencia de actividades del aprendizaje. Está inspirado y basado en IMS-LD y EML, sin embargo

las secuencias son generadas en un formato llamado LAMS-LD, el cual no es un estándar XML, pero se puede exportado a IMS-LD (Dalziel, 2003). Cuando se lanzó esta herramienta no se pensó como competencia de un LMS, más bien se la consideró como complementaria del un LMS, incluso actualmente se la puede incluir como recursos tipo LAMS, es decir que se debe diseñar la actividad en LAMS y se puede incluir en el LMS y ejecutarlo sin problema. De acuerdo a nuestra perspectiva, a pesar de que LAMS es actualmente muy utilizado, por su fácil e intuitiva interfaz gráfica, podríamos afirmar que LAMS no posee características de ser una herramienta inteligente, de forma tal que ayude al docente a crear sus contenidos asistidos pedagógicamente.

- *DialogPlus*: es una herramienta de diseño del aprendizaje que ayuda a los docentes o diseñadores a través del proceso de creación de actividades de aprendizaje asistidas pedagógicamente, el cual hace un uso apropiado y efectivo de los recursos (Gráinne Conole & Fill, 2005). DialogPlus está basada en una taxonomía que contiene componentes asociados con una actividad de aprendizaje (Grainne Conole, 2008). Sería de mucha utilidad usar DialogPlus en la fase de planificación, es decir elaborar metas, objetivos y tareas, todo esto asistido pedagógicamente, pero si se desea convertir a formatos IMS-LD no existen garantías que se produzcan adecuadamente (Bailey, Zalfan, Davis, Fill, & Conole, 2006). A criterio del autor se considera que la fortaleza de la herramienta DialogPlus es su soporte pedagógico fundamentado en una taxonomía de la actividad de aprendizaje, sin embargo, su limitada compatibilidad con la producción de formatos IMS-LD, no ha sido impedimento para que se siga un referente como modelo en nuevos enfoques de diseño del aprendizaje.
- *RELOAD*: es un editor gráfico de diseño del aprendizaje que permite crear unidades de aprendizaje basado en una estructura jerárquica que permite generar un modelo de datos en la especificación IMS-LD. La herramienta es complementada con un intérprete LD, el cual provee una interfaz amigable para la ejecución en tiempo real del motor CopperCore (Milligan, Beauvoir, & Sharples, 2005). Existe una nueva propuesta de editor LD denominada ReCourse, que visualmente es el sucesor mejorado de RELOAD, debido a sus mejoras de la usabilidad, interfaz y su vocabulario (Griffiths, Beauvoir, & Sharples, 2008). La mayor ventaja de RELOAD es que incluye tanto el editor como el intérprete de IMS-LD en una misma herramienta, sin embargo, habrá que considerar que el docente o diseñador tendrá que manejar los conceptos confusos utilizados en la especificación.

- *OTRAS HERRAMINETAS*: existen otras herramientas, las cuales no detallamos, debido a que no han tenido un impacto trascendental en el entorno del diseño del aprendizaje y además consideramos que no han sido difundidas adecuadamente. Mencionamos algunas de ellas; CoSMos (Miao, 2005), MOT+LD (Paquette, De La Teja, Léonard, Lundgren-Cayrol, & Marino, 2005), ASK LDT (Sampson, Karampiperis, & Zervas, 2005), CompendiumLD (Gráinne Conole & Weller, 2008). COLLAGE (Hernández-Leo et al., 2006), AIM-Tool (V. A. Borges, 2010).

2.6.5 Análisis de herramientas autor de Diseño Instruccional

Para poder realizar un análisis orientado al ámbito de la presente investigación se ha considerado cinco elementos, los cuales se basan en los lineamientos planteados en el presente trabajo. Los elementos considerados son:

- *Uso de SWTs*: se refiere a que la herramienta autor incluye el uso de alguna tecnología de la web semántica como OWL, RDF, SRWL, SPARQL.
- *Incluye soporte pedagógico*: el cual implica el uso de teorías de aprendizaje o teorías de diseño instruccionales, pero basadas en framework de ontologías.
- *Soporte del estándar IMS-LD*: lo que quiere decir, que si la herramienta empleó algún tipo de esquema estandarizado como IMS-LD.
- *Soporte con un LMS*: lo cual indica, si la herramienta incluye algún tipo de mecanismo de integración, compatibilidad o interoperabilidad con algún LMS.
- *Incluye taxonomía de diseño educativo LD*: se refiere a que si la herramienta utiliza algún tipo de taxonomía (no basada en IMS-LD) de diseño educativo.

En la Tabla 2-2 se puede notar que existen muy pocas herramientas que utilizan las tecnologías de la web semántica para apoyar al diseño inteligente del proceso de planificación de cursos. Esto además acompañado de un pobre soporte pedagógico y/o didáctico en las herramientas, quizás justificado por la concepción en dejar cierta independencia en la decisión considerar un modelo pedagógico determinado. Pero este factor debería tomarse muy en cuenta por que los docentes comúnmente carecen de un apoyo o asesoramiento pedagógico al momento de diseñar el aprendizaje.

Tabla 2-2: Tabla comparativa de herramientas autor de diseño instruccional

Herramienta	Uso SWTs	Incluye soporte pedagógico	Soporte IMS-LD	Soporte con un LMS	Incluye taxonomías diseño educativo (LD)
SMARTIES	Ontologías	Si	Modulo integrado	No	OMNIBUS
LAMS	No	No	Modulo para exportar	Como módulo LAMS	LAMS-LD
DialogPlus	No	Si	No	No	DialogPlus
RELOAD	No	No	Si	Como módulo IMS	No
CoSMos	No	No	Si	Como módulo IMS	No
MOT+LD	No	No	Si	Como módulo IMS	No
ASK LDT	No	No	Si	Como módulo IMS	No
CompendiumLD	No	Si	No	No	DialogPlus
COLLAGE	No	No	Si	Como módulo IMS	No
AIM-Tool	Ontologías	Si	No	No	AIM-CID

También se debe considerar que, si bien es cierto que, casi todas las herramientas incluyen el soporte del estándar IMS LD, existen también otras que utilizan taxonomías o lenguajes diferentes a IMS LD y a pesar de que no son estándares, gozan de una popularidad notoria, debido a otros factores como el diseño de la interfaz gráfica, fácil, intuitiva y eficiente.

Finalmente, se observa que la mayoría de herramientas analizadas, producen archivos con formatos compatibles con estándares como IMS-LD, LOM, etc., con la finalidad de que pueda reutilizar en la mayoría de LMS's, aportando al concepto de reutilización e interoperabilidad, sin embargo, cada LMS posee terminologías (o taxonomías), estilos y recursos propios, los cuales en un determinado momento se pueden confundirse con la manera de usar los otros recursos del tipo LAMS-LD, IMS LD, etc.

2.7 Análisis de trabajos de diseño instruccional basados en SWT

El diseño instruccional se lo puede considerar como una metodología que permite al docente tomar decisiones adecuadas respecto al diseño, el cual es guiado pedagógicamente logrando hacer un uso eficaz de los recursos, este proceso incluye el diseño de los recursos y las actividades de aprendizaje individuales hasta el diseño a nivel del plan de estudio (Gráinne Conole, 2012). Otro punto de vista, expresa que el diseño instruccional es un proceso sistemático y reflexivo de aplicación de principios de aprendizaje e instrucción para desarrollar materiales educativos, actividades, recursos de información y evaluación (Paulsen, 2003). Por lo que consideramos que el diseño instruccional en entornos virtuales se lo puntualizaría como un proceso sistemático que el docente aplica para diseñar los recursos o actividades de aprendizaje de un curso on-line apoyado pedagógicamente por las teorías de aprendizaje/instruccionales.

Acogiendo lo expresado en el párrafo anterior se plantea realizar una revisión y análisis de trabajos de investigación relacionados al diseño instruccional que utilicen SWT. Este análisis pretende enfocarse tanto desde el punto de vista de los modelos de diseño instruccional existentes, pero que estén basados por las tecnologías de la web semántica.

2.7.1 Metodología de la Revisión Sistemática de Literatura

Para la realización del presente análisis se llevó a cabo la aplicación de la metodología de revisión sistemática de literatura propuesto por (Kitchenham, 2004), la cual fue adaptada a nuestro para nuestro estudio. Los pasos para lograr en análisis incluyen; 1) Identificación de la necesidad de la revisión, 2) Desarrollo del protocolo de revisión 3) Identificación de las investigaciones, 4) Selección de estudios primarios, 5) Extracción de datos, 6) Síntesis de datos, y 7) Interpretación de los resultados y escritura del reporte.

Para poder realizar la búsqueda de la información se utilizó las siguientes bases de datos ACM Digital Library, IEEE Explore, ScienceDirect, Springer. Adicionalmente, se consideró ciertos capítulos de libros que sean exclusivamente afines al estudio propuesto. La indagación cubre el período comprendido desde el año 2000 hasta el 2014. Se estableció como año de partida en el 2000, ya que a partir de este año comienza a surgir el concepto de la Web Semántica (Berners-Lee, Hendler, & Lassila, 2001a).

Los términos de búsqueda planteados fueron adaptados para cumplir los requerimientos de cada una de las Bases de Datos. En general el siguiente criterio de búsqueda se utilizó:

((("Semantic Web Technologies" OR "Semantic Web" OR Ontolog* OR "Semantic Web Rule Language" OR RDF) AND ("Instructional Design" OR "Learning Design" OR "E-learning" OR "Online Course" OR "Courseware" OR "Virtual Learning Environment" OR "Learning Management System" OR "Intelligent Tutoring System" OR "Authoring Tool")))

Con el fin de seleccionar los artículos científicos adecuados acorde a nuestro objetivo del análisis de la investigación se consideró los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

- Criterios de inclusión:
 - Estudios enfocados en propuestas de diseño instruccional tales como modelos, marcos de referencia, arquitecturas y enfoques basados en tecnologías de la web semántica.
 - Artículos científicos enfocados en aspectos relacionados a la construcción de cursos on-line basados en las tecnologías de la web semántica
- Criterios de exclusión:
 - Sistemas o aplicaciones educativos desarrollados mediante la aplicación de las tecnologías de la web semántica, excepto aquellos enfoques que involucran el proceso de diseño instruccional para la construcción de cursos online.
 - Estudios enfocados en propuestas de diseño instruccional tales como modelos, marcos de referencia, arquitecturas que no estén basados en el uso de las tecnologías de la a web semántica.
 - Artículos que hayan sido publicados en Conferencias o Congresos.

El proceso de extracción y síntesis se lo realizó con Zotero versión 4.0 y también con Microsoft Excel. Esto permitió recopilar información bibliográfica y detalles específicos de cada uno de los artículos científicos. La información registrada fue el título, el autor, la editorial, el resumen, fecha de recuperación, objetivo de la investigación, relevancia de la contribución, comentarios personales. Para realizar la síntesis de datos se planteó una propuesta de clasificación, la cual será descrita en la próxima sección.

2.7.2 Esquema propuesto para caracterizar los estudios

Para determinar cuáles son los principales contribuciones de diseño instruccional que utilizan SWT que vamos a analizar, se propone un esquemas de caracterización que se describen en el trabajo de (I. I. Bittencourt, Costa, Silva, & Soares, 2009), el cual proponen un modelo de referencia para desarrollar sistemas educativos basados en la web semántica y además el trabajo de (Pahl & Holohan, 2009) que describe una clasificación de diferentes formas de aplicación de ontologías y tecnologías de la web semántica para sistemas de tecnología de aprendizaje. En la Tabla 2-3 se muestra las características que se tomaran en cuenta para realizar el análisis de las diferentes propuestas de diseño instruccional basados en el uso de tecnologías de la web semántica.

Tabla 2-3: Características de los modelos de diseño instruccional basados en SWT

No.	Característica	Posibles datos
1	Tipo de rol involucrado	Instructor (Docente), Aprendiz, Autor, Desarrollador.
2	Arquitectura de las Ontologías implicadas	Dominio, Estudiante, Pedagógica, Interfaz, y otros
3	Orientación pedagógica empleada	Teorías de diseño instruccional, Teorías e aprendizaje, Estilos de aprendizaje y otros
4	Tecnologías de la web semánticas involucradas	OWL, RDF, RDFS, XML, SWRL, SPARQL, SWS, etc.
5	Estándares o especificaciones de E-learning usados	IMS-LD, SCORM, IMS-QTI, IEEE LOM, etc.
6	Tipo de interfaz (interactividad) con los usuarios	LMS, Sistemas de tutoría inteligente, Sistemas basados en la web, Sistemas hipermedia educativos adaptativos
7	Manejo de los recursos educativos (E-learning)	Objetos de aprendizaje, LORs,
8	Tipo de compatibilidad con VLEs	SOA, Web services, SCORM
9	Tipo de conocimiento en el área del E-learning	Contenido, Instrucción, Usuario, Sistema, Metadatos.
10	Modo de aplicación de la ontología	Desarrollo, Construcción, Adaptabilidad Interoperabilidad, organización, secuencia Metadatos & Anotación

Detallamos cada una de las diez características propuestas en base a la literatura revisada. La primera es "*Tipo de rol involucrado*" se refiere al actor típicamente involucrado en cualquier proceso de enseñanza, aprendizaje, colaboración o autoría. Después tenemos "*Arquitectura de las Ontologías implicadas*", la cual indica la representación de las ontologías en varias capas que componen el Framework de sistema. La tercera es "*Orientación pedagógica empleada*" cuyo objetivo es que los sistemas sean fundamentados en las teorías de aprendizaje y las teorías de diseño instruccional. La siguiente es "*Tecnologías de la web semántica involucradas*" que son cada una de las tecnologías o lenguajes que el sistema utilice en su modelaje. Además, tenemos los "*Estándares o especificaciones de E-learning usadas*", lo cual implica el empleo de algún tipo de esquema estandarizado o especificación en el ámbito del E-learning. Seguidamente el "*Tipo de Interfaz con los usuarios*" que representa el entorno de la interfaz para interactuar con los usuarios de acuerdo a un rol específico. Posteriormente nos encontramos con el "*Manejo de los recursos educativos*" que representan los objetos o recursos de aprendizaje y los recursos educativos abiertos (LOR en inglés).

La subsiguiente característica es el "*Tipo de compatibilidad con VLEs*" la cual implica que incluya algún mecanismo de integración, compatibilidad o interoperabilidad con los LMSs tradicionales. También mencionamos el "*Tipo de conocimiento en el área del E-learning*" el mismo que se refiere al aspecto del conocimiento que hace referencia el sistema de ID. Finalmente describimos la "*Modo de aplicación de la ontología*" cuyo objetivo es formar un esquema característico de cómo aplicar el tratamiento de la ontología que involucran el sistema.

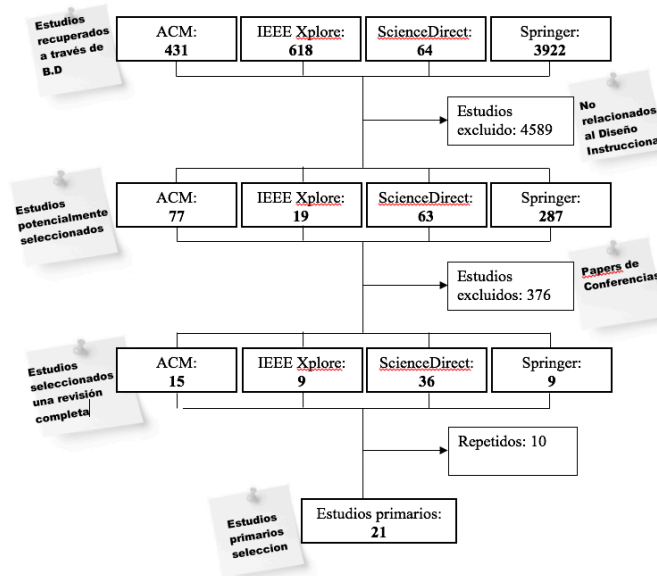
2.7.3 Resultados del análisis de los estudios de investigación

Los resultados iniciales de la búsqueda en las bases de datos fueron de 5035 artículos científicos recuperados. De estos, 4589 artículos fueron descartados del primer análisis debido a que los títulos de los mismos no denotaban relación con el proceso del diseño instruccional o la creación de cursos on-line. Como resultado de esta eliminación se consideró solo 446 artículos. De la misma manera se procedió a separar los artículos que hayan sido publicados en conferencias o Congresos, es decir, que para ser considerados en el estudio debían haberse publicado en revistas científicas. Con este último criterio de

retiraron 376 artículos. Posteriormente se controló si existían artículos repetidos en las diferentes bases de datos, por lo que, se descartaron 10 artículos repetidos.

Posteriormente se llevó a cabo una revisión minuciosa de los artículos, es decir, que sean propuestas de diseño instruccional basadas en SWT. Por lo tanto, un total de 21 artículos, cumplieron el criterio para el análisis del presente estudio. La Figura 2-11 muestra el detalle del proceso de selección.

Figura 2-11: Diagrama de flujo acerca del detalle del proceso de selección

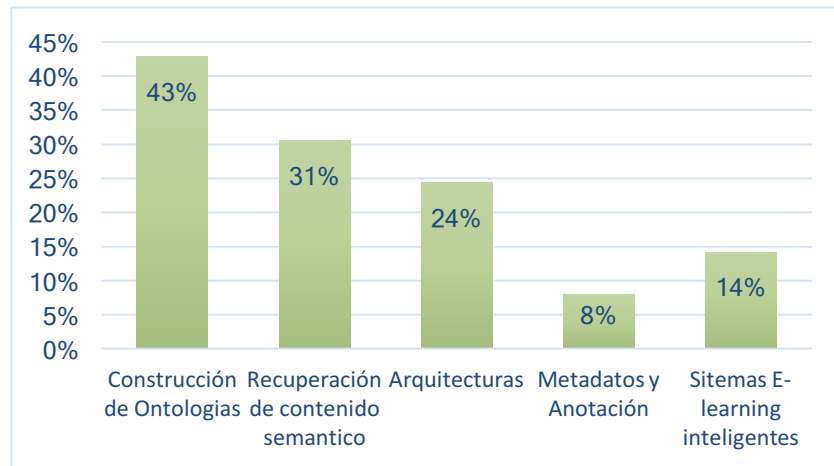


Uno de los aspectos planteados fue determinar cuáles son los principales temas relacionados a la web semántica y el diseño instruccional. El resultado se lo muestra en la Figura 2-12 que describe los cinco aspectos analizados a continuación. Se puede observar la alta incidencia que existe en la *Construcción de Ontologías (43%)*, esto se justifica debido a que los entornos de diseño instruccional deben usar una base de conocimiento para construir sus procesos de enseñanza y aprendizaje.

Los trabajos analizados utilizan en primera instancia una representación en forma de Ontologías para posteriormente realizar procesos extracción, análisis e interpretación de la información ya formalizada. Habitualmente la anterior tendencia se acompaña de *Recuperación de Contenido Semántico (31%)*, lo cual reflejó una tendencia a utilizar la Ontologías para representar, organizar, integrar, compartir e intercambiar contenidos E-learning en los VLEs. Con respecto a las *Arquitecturas (24%)* se observó una presencia moderada, especialmente en Sistemas E-learning adaptivos e inteligentes, VLEs, LMSs,

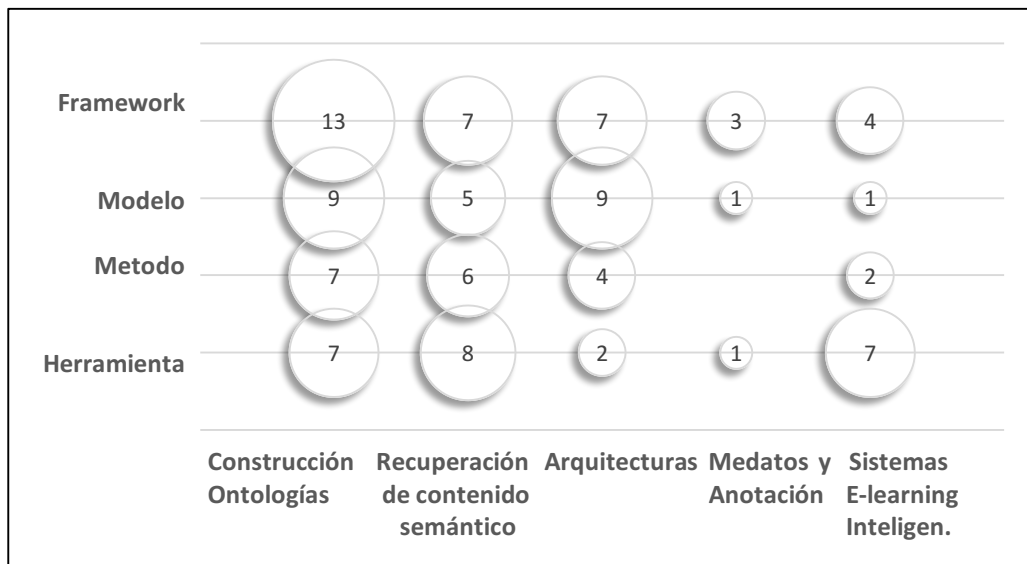
entre otros. Con menos presencia figuran los trabajos de *Metadatos y Anotación* (8%), los cuales evidencian el esfuerzo de estandarización respecto a la compartición y el re uso de los recursos educativos. Finalmente, con respecto a los Sistemas E-learning inteligentes se notó que todavía están en un paulatino desarrollo.

Figura 2-12: Grafico de Barras de los temas relacionados a web semantica y diseño instruccional



Para complementar la interpretación se ha creado un gráfico de burbujas para mostrar la frecuencia entre los principales temas relacionados a la web semántica y el diseño instruccional con los tipos de contribución descritos, tal como se muestra en la Figura 2-13.

Figura 2-13: Frecuencia entre tipos de contribución con los temas de la web semantica y el diseño instruccional

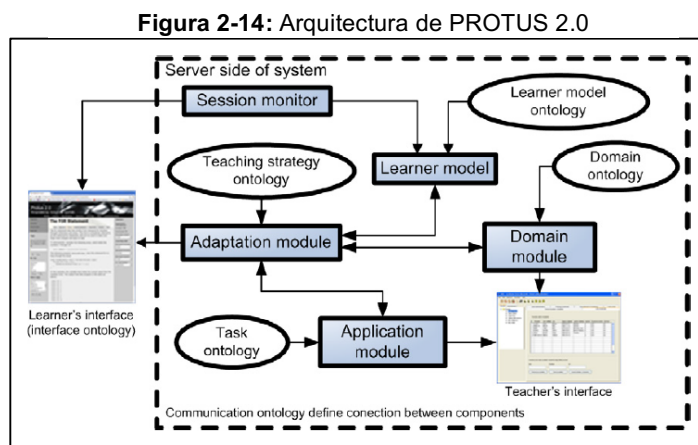


Como puede observar, la mayor parte de estudios pertenecen a la categoría de Construcción de Ontologías y muchos de ellos son nuevos enfoques de Frameworks, lo cual corrobora una fuerte inclinación a plantear Modelos y Frameworks mediante el uso de Ontologías. Por el contrario, en la categoría de *Metadatos and Anotación* se aprecia muy poco aporte en los diferentes tipos de contribuciones. Esto hace darnos cuenta la falta de madurez que existe en la *Metadatos* del diseño instruccional.

2.7.4 Breve descripción de los estudios seleccionados

Para poder realizar un análisis más justificado se ha seleccionado 21 contribuciones que han propuesto ya sea modelos, frameworks, arquitecturas de diseño instruccional que involucren la utilización de tecnologías de la web semántica. A continuación se describe los trabajos que se ha seleccionado, considerando los factores descritos anteriormente.

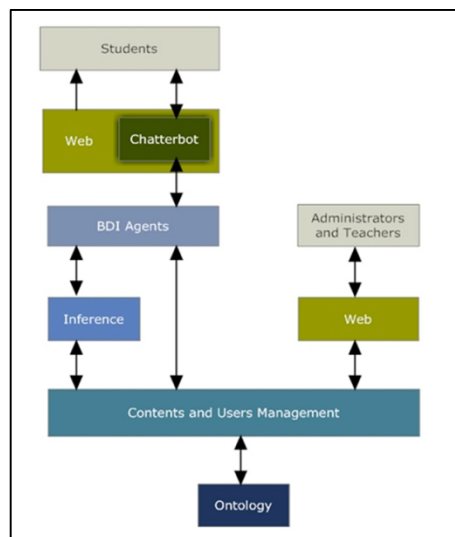
- *Arquitectura de PROTUS 2.0*: describe un sistema de tutoría diseñado para apoyar el proceso de enseñanza en diferentes cursos y dominios pero con la intención de ser utilizados en la asignatura de lenguajes de programación (Vesin et al., 2012). La arquitectura se compone de cinco módulos: 1) módulo del dominio, el cual almacena el material de enseñanza. 2) el módulo del aprendiz, que es una colección de datos estáticos y dinámicos del estudiante. 3) el módulo de aplicación, que realiza la adaptación. 4) módulo de adaptación, que ejecuta las direcciones de instrucción especificadas por el módulo de aplicación. 5) el componente monitor de sesión, que gestiona y actualiza el modelo de estudiante. La Figura 2-14 representa la mencionada arquitectura y sus componentes.



Fuente: (Vesin et al., 2012)

- *Módulo de tutoría inteligente en INES*: propone una plataforma de aprendizaje inteligente llamada INES, la cual incluye capacidades relacionadas a un LMS, LCMA y un ITS tales como el manejo de contenidos, usuarios y recomendación de tareas de aprendizaje adecuadas y específicas para los estudiantes (Mikic Fonte, Burguillo, & Nistal, 2012). Más específicamente se propone un módulo de tutoría inteligente que permite decidir en cada momento cual es el contenido educativo más adecuado para ofrecer a los estudiantes sin la intervención humana. La Figura 2-15 representa la un diagrama de bloques de la plataforma INES.

Figura 2-15: Diagrama de bloques de la plataforma INES

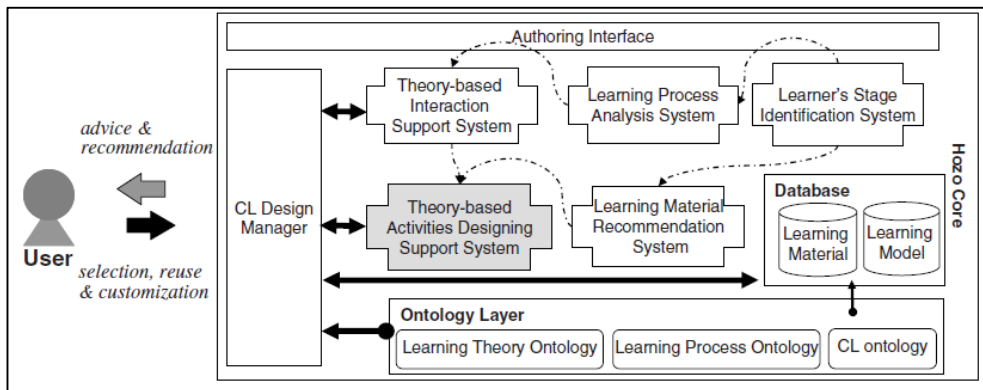


Fuente: (Mikic Fonte, Burguillo, and Nistal 2012)

- *Sistema autor colaborativo CHOCOLATO*: La investigación describe una infraestructura ontológica en el cual se puede construir un modelo que represente el conocimiento acerca de teorías de aprendizaje (Isotani & Mizoguchi, 2007). La arquitectura de CHOCOLATO como se muestra en la Figura 2-16, se divide en varios subsistemas, como el de recomendación de material de aprendizaje, el de apoyo al diseño de actividades, y otros. Estos interactúan con tres ontologías que son: la ontología de teorías del aprendizaje, ontología del proceso de aprendizaje y la ontología del aprendizaje colaborativo. La conexión entre los subsistemas y las ontologías se lo realiza mediante una API HOZO. Por último el gestor de diseño de aprendizaje colaborativo controla el uso de cada subsistema durante el proceso, a través de la interfaz de autoría.

- *Método de integración semántica de LMS mediante Ontologías:* Este trabajo propone un método para la formulación e interpretación de plataformas de gestión de aprendizaje como redes sociales. Este método utiliza una ontología que permite hacer una combinación entre las clases y propiedades de la ontología con la base de datos del LMS y a su vez son grabado e importados como instancias de las clases y propiedades de la ontología (Cuéllar, Delgado, & Pegalajar, 2011b). Además, los datos almacenados en la ontología son transformados y exportados como una red social.

Figura 2-16: Arquitectura de CHOCOLATO: Herramientas autor de aprendizaje colaborativo

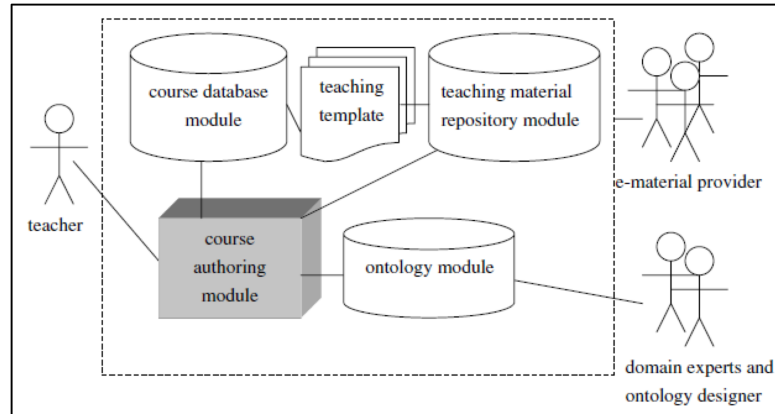


Fuente: (Isotani & Mizoguchi, 2007)

- *Sistema de Tutoría inteligente en repositorio E-learning:* Se propone una arquitectura de un sistema de tutoría inteligente que se adapta a las necesidades del usuario mediante la entrega de contenido que es recuperado de un repositorio de contenidos E-learning (Marciniak, 2014). El sistema incluye un método en el cual utiliza la ontología basada en Wordnet con conocimiento experto. El modelo pedagógico es basado en estrategias pedagógicas codificadas con estrategias de secuenciación SCORM SN (Sequencing and Navigation).
- *Arquitectura TMDC:* El sistema llamado Central de Diseño de Material de enseñanza (Teaching-Material Design Center TMDC) propone un entorno para producir y seleccionar material de enseñanza personalizado, siguiendo el estándar SCORM (H.-C. Wang & Hsu, 2006). La arquitectura de TMDC contiene cuatro módulos: 1) Módulo de repositorio del material de enseñanza, que se encarga de almacenar y gestionar los objetos de aprendizaje. 2) Módulo de Ontologías, el cual usa tanto una ontología para describir las relaciones de términos entre los temas del curso y la ontología que describe la relación entre los objetos de aprendizaje en un material. 3) Base de datos del curso, que almacena la estructura del material de enseñanza que se ha

desarrollado. 4) Módulo de creación del curso, el cual mediante un procedimiento sistemático para crear el curso. La Figura 2-17 representa la arquitectura descrita.

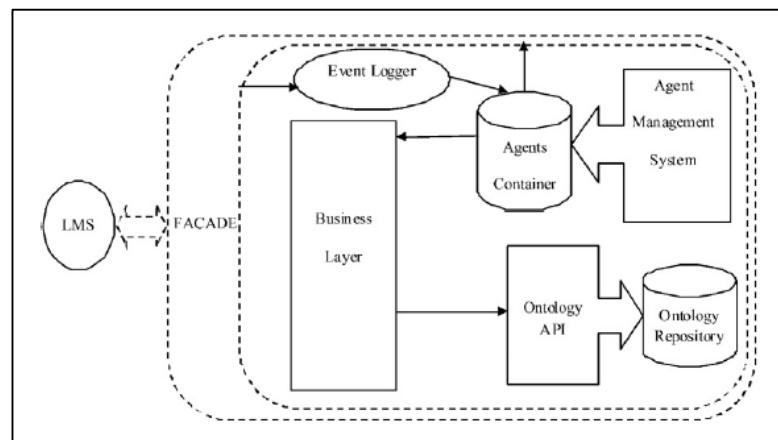
Figura 2-17: Arquitectura TMDC



Fuente: (H.-C. Wang & Hsu, 2006)

- *Sistema de aprendizaje adaptativo integrado a un LMS:* Esta propuesta diseña un sistema adaptativo para ser integrado a cualquier LMS y que su contenido sea re-usado y compartido entre diferentes plataformas (Yaghmaie & Bahreininejad, 2011). Su arquitectura se basa en sistemas multi-agentes, utiliza SCORM y ontologías para almacenar el contenido educativo, la secuencia y adaptación. Sus componentes incluyen: 1) la capa de negocio, que es la lógica del negocio de sistema adaptativo, 2) el registro de eventos, 3) el contenedor de agentes, 4) el sistema de gestión de agentes, la cual gestiona las instancias del agente y su comunicación, 5) la API de la ontología, y 6) el repositorio de ontologías que contiene los temas del curso (ver Figura 2-18).

Figura 2-18: Arquitectura del sistema de aprendizaje adaptativo

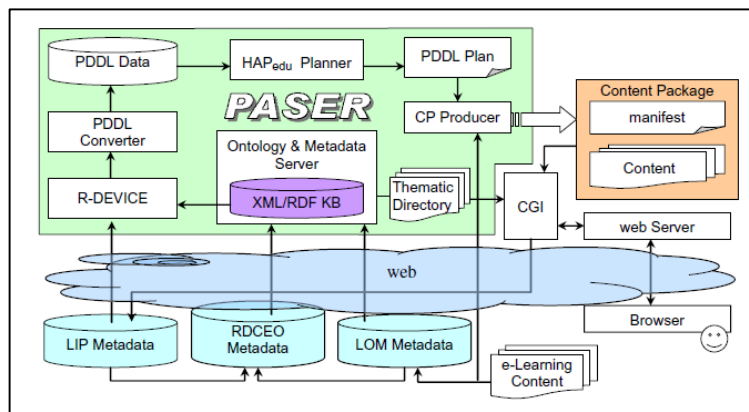


Fuente: (Yaghmaie & Bahreininejad, 2011)

- **Sistema de generación de cursos PASER:** Se trata de un sistema Planificador para la síntesis automática de recursos educativos, llamado por sus siglas en inglés PASER (Planner for the Automatic Synthesis of Educational Resources). Su función principal es sintetizar los planes de estudio de forma automática mediante la planificación inteligente y el uso de las tecnologías de la web semántica (Kontopoulos et al., 2008). La arquitectura del sistema se compone de cuatro módulos:
 - El panificador, encargado de construir automáticamente el plan de clase del curso.
 - La ontología y el servidor de metadatos, que almacenan los objetos de aprendizaje y la ontología de un determinado dominio educacional.
 - El módulo R-DEVICE, el cual es una base de conocimiento orientada a objetos deductiva para consultar y razona en metadatos RDF/XML.
 - Dos convertidores de datos.

La arquitectura se expresa en la Figura 2-19.

Figura 2-19: Arquitectura del sistema PASER



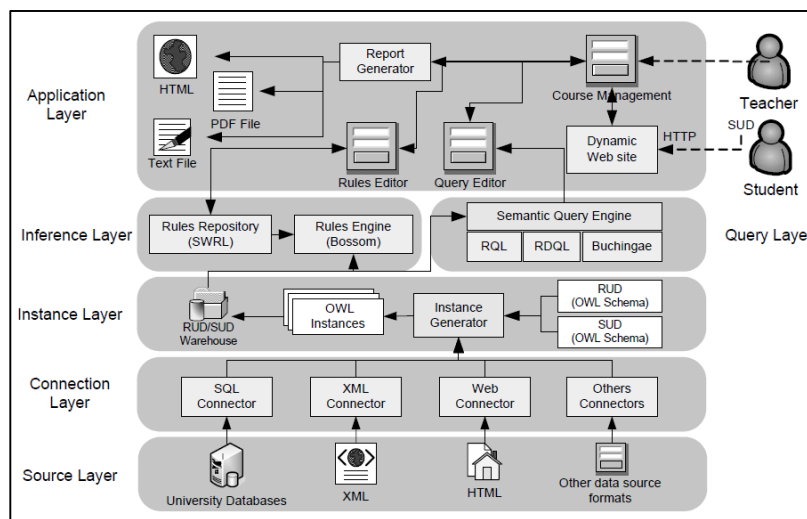
Fuente: (Kontopoulos et al., 2008)

- **Sistema de Gestión de Cursos semánticos:** Se propone un sistema de gestión de cursos semántico (Semantic Course Management System S-CMS), mediante el uso de tecnologías de la web semántica (Cardoso, 2008). La arquitectura se compone de siete capas distintas: 1) capa de fuente de datos, que incluye todos los datos e información de CMS. 2) capa de conexión, que encarga de la conexión de las fuentes de datos mediante protocolos. 3) capa de instancia, que se encarga del manejo de

ontologías. 4) capa de consulta, permite realizar consultas de la base del conocimiento de la ontología. 5) capa de inferencia, que provee la inferencia usando reglas semánticas y la base de conocimiento. 6) capa de aplicación, que es el LMS para los estudiantes y profesores. 7) capa de presentación, es como se muestran las páginas ante el usuario. Se muestra la arquitectura descrita en la Figura 2-20.

- *Modelo para representar métodos de IDT:* Se propone el uso formal de ontologías para representar parcialmente los métodos de diseño instruccional de tal forma que puedan ser utilizados para construir herramientas autor y así guiar al docente un adecuado diseño educativo (Vidal-Castro et al., 2012). El enfoque usado para el modelamiento se basó en una ontología IMS-LD que representa la estructura y secuencia de las actividades de aprendizaje, los participantes, los recursos y los servicios incluidos en el diseño educativo.

Figura 2-20: Arquitectura del CMS-Semantico



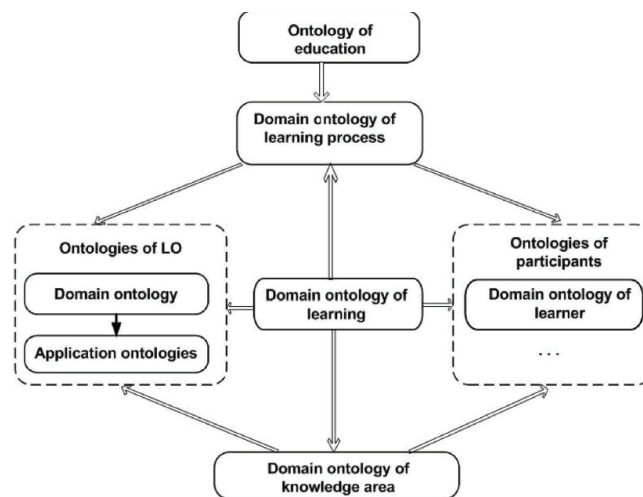
Fuente: (Cardoso, 2008)

- *Modelo para representar IDT con OWL y SWRL:* Se plantea una forma de representar los principales elementos de las teorías/modelos instruccionales usando el lenguaje de ontologías formal OWL, el cual puede ser usado en conjunción con el lenguaje de reglas SWRL para propósitos prácticos como el apoyo a herramientas autor, generación de actividades y consulta de recursos educativos (Sicilia et al., 2011). Las ontologías usadas describen formalmente la secuencia y la estructura de las

actividades de aprendizaje, los roles y su participación en las actividades y los objetos y/o servicios usados por cada rol en cada actividad.

- *Modelo de integración de sistemas E-learning:* Propone un mecanismo para lograr la integración de diferentes sistemas E-learning y dar semántica a las entidades y relaciones en las bases de datos de los LMSs por medio de ontologías (Cuéllar et al., 2011a). Primeramente, se desarrolla una ontología para el entorno E-learning. Luego se hace una combinación entre las clases y propiedades de la ontología y las bases de datos relacionales de los sistemas E-learning. Los datos de las bases de datos pueden ser importados y grabados como instancias de las clases y propiedades de la ontología.
- *Extensión semántica del estándar SCORM:* Se propone una combinación del E-learning y estándares de la web semántica, lo cual, se lo realiza a través de la extensión de estándar SCORM (Esteban-Gil, Fernández-Breis, Castellanos-Nieves, Valencia-García, & García-Sánchez, 2009). El trabajo añade información semántica de los campos de texto con respecto a las ontologías del contenido del curso.
- *Sistema de aprendizaje inteligente basado en Ontologías:* Crea un conjunto de ontologías para usarse en un sistema de aprendizaje inteligente (Deliyska & Manoilov, 2010). Primeramente, examina las relaciones y conceptualizaciones de ontologías. Las ontologías de dominio y aplicación apoyan en la construcción del contenido del curso (curso virtual) y en el proceso de adquisición del conocimiento. La Figura 2-21 muestra un esquema de las ontologías usadas en el sistema de aprendizaje inteligente.

Figura 2-21: Esquema de las ontologías usadas para el sistema de aprendizaje inteligente



Fuente: (Deliyska & Manoilov, 2010)

- *Sistema de gestión E-learning y namespace "univ"*: Plantea un namespace de las universidades que identifica a cualquier universidad que podría ser de ayuda para construir en un sistema de gestión de contenidos E-learning usando las tecnologías de la web semántica tales como RDF, OWL, RDFS, XML y SPARQL (Sharmin, Rashid, Ridgewan, & Faysal, 2011). Se incluye cierta información básica como el programa de curso, métodos de enseñanza, actividades de aprendizaje y estilos de aprendizaje.
- *Sistema de secuenciación de curriculum basada en ontologías*: Este trabajo utiliza un enfoque intensivo de conocimiento para deducir y modelar la experiencia de secuenciación de contenidos de un plan de estudios en una base de conocimiento (Chi, 2009). El enfoque propuesto incluye dos componentes; 1) Se usa una ontología para representar vistas de secuencia de contenidos abstractas, y 2) Reglas semánticas son incluidas para representar las relaciones entre individuos.
- *Modelo de referencia de sistemas educativos basados en la web semántica*: Esta contribución plantea un modelo computacional para el desarrollo de sistemas educativos basados en la web semántica enfocándose en cómo hacer el desarrollo más fácil y útil para los desarrolladores y autores (I. I. Bittencourt et al., 2009). El modelo está integrado por los siguientes componentes; 1) Roles, 2) Entorno de la interfaz, 3) Recursos educativos, 4) Sistema educativo basado en web semántica, el cual a su vez se compone de ontologías, herramientas, servicios y agentes, 5) entorno de la web semántica. La Figura 2-9 describe el modelo de referencia de SWBES.
- *Enfoque ontológico para la formación de grupos*: Se presente una ontología que trabaja como un framework basado en la teorías de aprendizaje que facilitan la conformación de grupos y el diseño de aprendizaje colaborativo (Isotani, Inaba, Ikeda, & Mizoguchi, 2009). La Ontología proporciona la formalización necesaria para representar el el aprendizaje colaborativo y sus procesos, mientras que la teorías de aprendizaje proveen soporte para realizar decisiones pedagógicas tales como conformación de estudiantes en grupos y planificación del escenario donde se realizará el trabajo colaborativo.
- *Modelo para la construcción de Objetos de Conocimiento del Aprendizaje*: El enfoque propuesto permite aprovechar los recursos de aprendizaje existentes mediante la creación de metadatos del contenido a través de la minería de texto y el procesamiento de lenguaje natural y además la creación dinámica de objetos de conocimiento del aprendizaje, es decir objetos de aprendizaje activos, reusables, adaptables e

independientes (Zouaq & Nkambou, 2009). El modelo propuesto también sugiere la incorporación de teorías instruccionales explícitamente en el proceso de composición sobre la marcha de objetos de aprendizaje.

- *Framework para el desarrollo de un repositorio de objetos de aprendizaje:* Propone un framework conceptual que permitió desarrollar un repositorio de objetos de aprendizaje dinámicos, inteligentes y compartibles mediante la aplicación de estándares y tecnologías de la web semántica (Raju & Ahmed, 2012). El aporte que este trabajo realiza se enfoca en tres contribuciones; 1) El uso de tecnologías semánticas para el diseño de la próxima generación de LORs, 2) Un framework conceptual para desarrollar objetos de aprendizaje inteligentes, dinámicos y compartibles, 3) La implementación de framework integrado dentro del LOR usando SWT.
- *Framework ontológico para analizar contenido de aprendizaje:* Se propone un framework ontológico que ayuda a formalizar el contexto de los objetos de aprendizaje como una interacción compleja de diferentes elementos relacionados al aprendizaje y muestra cómo usar anotación semántica para interrelacionarse diversos artefactos de aprendizaje (Jovanovic et al., 2007). Además, en el tope de este framework se implementó algunos canales de retroalimentación para que los educadores puedan mejorar la entrega de cursos basados en la web.

2.7.5 Análisis de las limitaciones o debilidades de los modelos

Para poder realizar un análisis de las limitaciones y debilidades que poseen los estudios de investigación descritos anteriormente se consideró el esquema de caracterización detallado en el numeral 2.7.2 del presente capítulo. Con el fin de tener una mejor comprensión se realizó una tabulación con el esquema de caracterización, para abstraer los posibles datos de cada una de las características propuestas y fueron organizadas tal como se muestra en la Tabla 2-4. De forma general se puede apreciar que existen características que no son tomadas en cuenta en la mayoría de estudios analizados. Describimos en los siguientes párrafos la interpretación de la Tabla 2-4.

En el primer componente se puede apreciar que el rol del instructor (docente) tiene mayor presencia en los enfoques analizados. Además, el rol de aprendiz (estudiante) y el autor son también preponderantes y se justifican debido a que, estos estudios se enfocan en el docente como generador de contenido y el estudiante como receptor del mismo.

Tabla 2-4: Analisis de características de estudios de diseño instruccional basados en SWT

Autor del paper	Tipo de rol involucrado	Arquitectura de las Ontologías implicadas	Orientación pedagógica empleada	Tecnologías de la web semánticas involucradas	Estándares o especificaciones de E-learning usados	Tipo de interfaz con los usuarios	Manejo de los recursos educativos	Tipo de compatibilidad con VLEs	Tipo de conocimiento en el área del e-learning	Modo de aplicación de la Ontología
(Vesin et al., 2012)2)	Aprendiz, Instructor	Dominio, Estudiante, Tarea, Pedagógica Interfaz	Estilos de aprendizaje	OWL, SWRL	SCORM	ITS	LO	No se evidencia	Usuario, Instrucción	Adaptabilidad, Presentación
(Mikic Fonte et al., 2012)2)	Aprendiz, Instructor	Dominio, Estudiante	No especificado	OWL	IEEE LOM, IMS-LIP	ITS	LO	No se especifica	Usuario, Instrucción	Adaptabilidad, Presentación
(Isotani et al., 2013)3)	Aprendiz, Instructor, Autor	Estudiante, Pedagógica Interfaz	Teorías de aprendizaje	OWL, RDF, SPARQL	IMS-LD	LMS, ITS	LO	No se evidencia	Instrucción	Organización, Secuencia
b)(Cuéllar et al., 2011b)	Desarrollador	Dominio	No especificado	OWL	No se especifica	Asistente	Base de Datos	A través de Ontología	Metadatos	Interoperabilidad
(Marciniak, 2014)4)	Aprendiz, Instructor	Dominio, Pedagógica Estudiante	Estrategias Pedagógica	No especificado	SCORM SN,	ITS	LO, LOR	A través de SCORM	Metadatos	Metadatos Anotación
(H.-C. Wang & Hsu, 2006)6)	Instructor, Desarrollador	Dominio, Interface	Plantillas de enseñanza	XML, RDF	SCORM	Basado en la web	LO, LOR	No se evidencia	Instrucción	Organización, Secuencia
(Yaghmaie & Bahreininejad, 2011)1)	Aprendiz, Instructor	Dominio, Estudiante, Pedagógica Interfaz	Estilos de aprendizaje	OWL,	SCORM	LMS	LO, Recursos de LMS	A través de SOA	Usuario	Adaptabilidad, Presentación
(Kontopoulos et al., 2008)8)	Aprendiz, Desarrollador	Dominio, Estudiante	No se especifica	XML, RDF, RDFS	IEEE LOM, IMS LIP	Basado en la web	LO	No se evidencia	Instrucción	Organización, Secuencia
(Cardoso, 2008)8)	Aprendiz, Instructor	Dominio, Estudiante	No se especifica	XML, OWL, SWRL, RDQL	No se especifica	Basado en la web	Recursos de LMS	No se evidencia	Content, Instrucción, Usuario	Creación Generación
(Vidal-Castro et al., 2012)2)	Autor, Instructor	Dominio, Pedagógica	Teorías de diseño instruccional	XML, OWL, SWRL	IMS-LD	No se aplica	LO, LOR	No se evidencia	Content	Creación Generación
(Sicilia et al., 2011)1)	Autor	Pedagógica	Teorías de diseño instruccional	OWL, SWRL	IMS-LD	No se aplica	LO	No se evidencia	Content	Creación Generación
a)(Cuéllar et al., 2011a)	Desarrollador	Dominio	No se especifica	RDF	No se especifica	Asistente	Base de Datos	A través de Ontología	Metadatos	Interoperabilidad
(Esteban-Gil et al., 2009)9)	Aprendiz, Instructor	Dominio	No se especifica	XML, OWL	SCORM, IEEE LOM	Basado en la web	LO, LOR	A través de Ontología	Metadatos	Metadatos Anotación
(Deliyska & Manoilov, 2010)0)	Aprendiz, Instructor, Autor	Dominio, Estudiante, Pedagógica	No se especifica	OWL	No se especifica	Basado en la web	LO	No se evidencia	Contenido, Instrucción, Usuario	Desarrollo de la Ontología
(Sharmin, Rashid et al., 2011)1)	Autor	Dominio, Estudiante	No se especifica	OWL, RDF, RDFS	No se especifica	No se aplica	No especificado	No se evidencia	Contenido, Usuario	Desarrollo de la Ontología

(Chi, 2009)9)	Autor, Proveedor	Dominio, Pedagógica	No se especifica	OWL, SWRL	No se especifica	Basado en la web	LO, LOR	No se evidencia	Instrucción	Organización, Secuencia
(I. I. Bittencourt et al., 2009)9)	Aprendiz, Desarrollador, Autor, Instructor	Dominio, Estudiante, Pedagógica, Interface	Estrategias Pedagógicas	OWL, RDF, SWS	IEEE LOM, IMS-QTI	LMS, Basado en la web	LO	Servicios Web	Contenido, Instrucción, Usuario, Sistema	Adaptabilidad Presentación
(Isotani et al., 2009)9)	Aprendiz, Instructor	Dominio, Estudiante, Pedagógica	Teorías de aprendizaje	No especificado	No se especifica	No se aplica	No especificado	No se evidencia	Contenido Instrucción	Desarrollo de la Ontología
(Zouaq & Nkambou, 2009)9)	Autor, Desarrollador	Dominio, Pedagógica Estudiante	Estrategias Pedagógicas	OWL, SWRL	SCORM, IMS-LD	ITS	Objetos de conocimiento de aprendizaje	A través de SCORM, IMS-LD	Contenido, Instrucción, Usuario	Desarrollo de la Ontología
(Raju & Ahmed, 2012)2)	Autor, Instructor	Pedagógica Estudiante	No se especifica	OWL, RDF, SPARQL	SCORM	Basado en la web	LO, LOR	No se evidencia	Metada	Metadatos Anotación
(Jovanovic et al., 2007)7)	Autor, Instructor	Dominio, Pedagógica Estudiante	Diseñado por el Instructor	XML, RDF	SCORM, IMS-LD	Desktop	LO, LOR	A través de SCORM, IMS-LD	Content, Instrucción, Usuario	Desarrollo de Ontología

Después de revisar los resultados anteriores se puede mencionar que existe cierto grado de dependencia de un autor de contenidos por parte del instructor, lo que conlleva a que el instructor debería tener un soporte tanto instruccional como pedagógico para diseñar sus planes de estudio o cursos virtuales, lo cual podría hacerlo a través de herramientas autor que sean fáciles de usar para el docente.

Respecto al segundo componente, es decir las arquitecturas *de las ontologías* implicadas ontologías, en las cuales prevalecen en la mayoría de estudios las ontologías de *Dominio* y *Estudiante*, existiendo pocos estudios que modelan las ontologías de *Tareas*, *Interface* y *Pedagógicas*. Sin embargo, esta interpretación podría ser un tanto relativa, debido a que algunos estudios consideran a las ontologías pedagógicas como ontologías de dominio de un área específica del conocimiento como el proceso de aprendizaje, estilos de aprendizaje y otras afines.

En lo relacionado a las *Tecnologías de la web semánticas* se identificó una fuerte tendencia al uso de OWL y RDF, mientras que existieron pocos trabajos que utilizaban SPARQL, lo cual, no es algo novedoso debido a la perspectiva actual de crear y generar contenidos mediante ontologías.

En referencia al componente de los *Entandares o especificaciones E-learning* se aprecia que el SCORM es el estándar más frecuentemente usado en las propuestas estudiadas.

Sin embargo, todavía existe diversos enfoques que no han considerado o no aplican algún tipo de estándar inmerso en sus propuestas. Además, hay que recalcar que, a pesar de que hay ciertos aportes que usan IMS-LD, esto no implica una ausencia de su aplicación, sino más bien, puede que se deba, a una propensión de usar otras alternativas que no necesariamente son estándares, sino más bien, son recomendaciones u otro tipo de lineamientos que ya se usan en el diseño del aprendizaje tales como DialogPlus o LAMS. En lo que se respecta al *tipo de interfaz con los usuarios*, se notó los ITS y los sistemas basados en web son los más desarrollados en las contribuciones analizadas. A pesar que los ITS y otras aplicaciones tipo Asistentes son sistemas de escritorio, lo cual se podría ser considerado como una restricción en su difusión y notoriedad, entonces se plantea que se debería impulsar la combinación del ITS con LMSs (el cual es basado en la web) para lograr la potencialidad de gestión de cursos virtuales con adaptabilidad y personalización de los ITS en todo el proceso de aprendizaje.

En relación a el *manejo de los recursos educativos* se muestra una preferencia en el uso de objetos de aprendizaje y a su vez en repositorios de LO. También si analiza el tipo de compatibilidad con los VLEs se evidencia tienden a usar las tecnologías de la web semántica para desarrollar sus propios entornos educativos inteligentes, conllevando a una falta de integración con los LMSs, los cuales en la práctica son más ampliamente usados en las instituciones educativas.

La "*Orientación pedagógica empleada*", "*Estándares o especificaciones de ID usadas*", y el "*Tipo de compatibilidad con VLEs*" son las características que más datos "No especificados" poseen, lo cual podría deberse a que todavía existe una escasa forma de modelar las teorías de aprendizaje y diseño instruccional, estándares (Ej. IMS-LD) mediante lenguajes formales (Ej. Ontologías). A esto se acompaña la complejidad de representar los enfoques pedagógicos (Ej. Teorías de diseño instruccional) de una manera que puedan ser procesados por las computadoras. Con respecto a falta de "*compatibilidad con VLEs*" se observa que muchos sistemas no incluyen esta característica, la cual se deriva del principio de diseño que manifiesta que no debe existir dependencia respecto a un VLE, sin embargo, comienzan a surgir ciertas iniciativas que apoyan la creación de frameworks integrados a VLEs o a madurar la idea de LMS inteligentes.

Finamente se determinó que el *conocimiento en el área de E-learning* ha sido más dedicado a la Instrucción, el contenido y el usuario. En referencia al *modo de aplicación de la Ontología* se encontró un desarrollo ecuánime en las distintas formas de aplicación, no obstante, se notó cierto avance en el desarrollo, organización y secuencia de ontologías. Y con menos desarrollo de trabajos en Metadatos Anotación, empaquetamiento e interoperabilidad.

2.8 Conclusiones del capítulo

En el presente capítulo se describió el marco teórico y la revisión sistemática de literatura de las áreas de investigación relacionadas al trabajo de investigación, las cuales son: E-learning, cursos virtuales, Diseño instruccional en E-learning, Contenido educativo, la web semántica en educación, herramientas y tecnologías de la web semántica, Estándares e Iniciativas de Diseño Instruccional.

El desarrollo de herramientas y tecnologías de la web semántica han contribuido en muchas áreas de conocimiento, en especial en el área de la educación, y más específicamente en el diseño instruccional y herramientas de autoría relacionadas al diseño educativo. Se planteó un análisis de estudios que combinan el uso del diseño instruccional con las tecnologías de la web semántica, logrando tener una perspectiva integrada de los componentes descritos.

La revisión sistemática de literatura permitió evidenciar aspectos relacionados a la construcción y uso de ontologías y tecnologías de la web semántica combinados con el contexto del diseño instruccional. El análisis permitió mostrar que a pesar que los estudios representan aspectos en el dominio educativo, existe muy pocos trabajos que consideran aspectos como el enfoque pedagógico (teorías de aprendizaje/ instruccionales), estándares y especificaciones de diseño instruccional, y la compatibilidad con entornos virtuales de aprendizaje.

3. Modelo para Generación de Cursos Virtuales usando Tecnologías de la Web Semántica

Este capítulo presenta el diseño de un modelo para la Generación de cursos virtuales usando las tecnologías de la web semántica, el cual constituye uno de los aportes relevantes de esta investigación. El modelo propuesto describe detalladamente cada uno de los componentes y su armonización entre ellos.

3.1 Introducción

El E-learning ha llegado a ser parte de nuestra vida cotidiana como cualquier programa educativo que lo seguimos en nuestra formación permanente. Uno de los aspectos más fundamentales del proceso E-learning es el Diseño Instruccional, el cual permite la creación de cursos virtuales. El proceso del E-learning en el que interactúa el profesor y los estudiantes requieren de nuevas e innovadoras tecnologías de aprendizaje. Además, tal como se ha evidenciado en muchos trabajos, existe siempre el desafío de optimizar y maximizar la eficiencia de los procesos de enseñanza y aprendizaje a través de nuevas alternativas tecnológicas.

Trabajos de investigación recientes (L. Aroyo & Dicheva, 2004; Guangzuo et al., 2008; Jovanovic et al., 2007; Mizoguchi et al., 2007) señalan de forma general que uno de los temas más destacados del E-learning es la generación de recursos de aprendizaje con recursos existentes de forma automática. En este mismo sentido, los autores mencionados tienen un enfoque común para alcanzar sus objetivos educacionales, que consiste en utilizar las Ontologías y las tecnologías de la web semántica para así lograr un modelado adecuado de las características involucradas en sus entornos virtuales de aprendizaje y sus aulas virtuales. Por lo tanto, se abre una perspectiva para modelar usando las

tecnologías de la web semántica y en especial enfocarse a las teorías y modelos de diseño instruccional.

Para lograr un modelado adecuado, se requiere varios niveles de abstracción, ya que, no basta solo con representar los recursos educativos, o las áreas de conocimiento específicas, sino más bien considerar las teorías de aprendizaje, las teorías de diseño instruccional, Taxonomía de Bloom. Con estas consideraciones se desprende que los nuevos entornos virtuales de aprendizaje deberían estar basadas en el uso de las tecnologías de la web semántica, pero orientándose a las teorías instruccionales específicas por cada unidad didáctica y de acuerdo a una situación específica. (Devedzic, 2006a, p. 27) considera este tipo de sistemas son llamados inteligentes y adaptativos, resaltando que se debe considerar los aspectos de interoperabilidad, reusabilidad, y la compartición de recursos educativos que se generen dentro de estos entornos educativos. En este mismo contexto, el principal beneficio de esta tecnología sería que la representación basadas en las teorías instruccionales/aprendizaje sean en forma entendible y procesable por la máquina (ordenador).

En relación al soporte pedagógico que se requiere para que los docentes sean capaces de producir contenido educativo dentro de un LMS, se plantea el uso de plantillas de cursos pedagógicas, es decir que son basadas en las teorías de diseño instruccional. De acuerdo a los autores (Dalziel, 2008; Dobozy, Dalziel, & Dalziel, 2013) expresan que a nivel universitario, muchos docentes se especializan en su disciplina de enseñanza, la cual, es conocida ampliamente por el docente, sin embargo, en muchos casos los docentes tienen poco interés en conocer acerca de una teoría de aprendizaje contemporánea y los principios de diseño instruccional, las misma que apoyan al docente a tomar decisiones pedagógicas. Por esta razón se ha considerado incluir como parte del modelo un componente que permita utilizar las plantillas de estructuras pedagógicas basadas en una determinada teoría de diseño instruccional.

En el presente capítulo se describe el modelo que permite la generación de cursos virtuales en un entorno virtual de aprendizaje considerando el uso de las tecnologías de la web semántica como RDF, OWL, SPARQL, SWRL. El proceso de creación del curso virtual incorpora ciertas ontologías representadas por las teorías/modelos de aprendizaje/instruccionales y además aspectos inteligentes de recomendación para la

generación de plantillas de cursos pre-diseñados. Como consecuencia de la generación del curso en el entorno virtual, se produce además una ontología que representa toda la estructura del curso generado.

3.2 Consideraciones acerca de modelado de cursos virtuales

Es importante resaltar que la ingeniería de software ha influenciado en el desarrollo de sistemas E-learning en muchos ámbitos. Por lo que, se ha hecho una buena práctica adoptar la ingeniería de software para apoyar el diseño y desarrollo de sistemas, procesos y entornos virtuales de aprendizaje. Además, se nota cierta tendencia que los sistemas educativos basados en la web semántica acogen los principios y normas de la ingeniería de software debido a su confiabilidad y eficacia a la hora de modelar sus sistemas.

Otra tendencia de la ingeniería de software es el desarrollo de aplicaciones basadas en la Arquitectura dirigida por modelos (Model-driven Architecture - MDA). De acuerdo a (Kleppe, Warmer, & Bast, 2003) MDA es un enfoque para la creación de buenos diseños en entornos de tecnológicos de información multiplataforma contemporáneos. Se ha considerado que el diseño de modelo propuesto, el cual combina el uso lenguajes y tecnologías de la web semántica, se apoyará de ciertos elementos de la arquitectura MDA. Por ejemplo, la creación de ontologías en distintos niveles de abstracción, la creación de módulos de software combinando entornos LMS y con lenguajes de basados en la web semántica.

Un modelo de un proceso de software es considerado como una representación abstracta de un proceso, el cual expone una descripción del proceso desde una perspectiva particular como una especificación, el diseño, la validación, o la evolución (Munassar & Govardhan, 2010). Si lo aplicamos al contexto de nuestra investigación, afirmaríamos que nuestro modelo propuesto es una descripción del proceso de creación de cursos virtuales en entornos de aprendizaje electrónico. Desde este punto de vista, lo que tendríamos que modelar serían las teorías/modelos de aprendizaje, teorías de diseño instruccional, la taxonomía de Bloom, recursos educativos basados en un LMS, la generación de cursos plantillas, la secuencia de lecciones, etc.

Para lograr una adecuada representación de un modelo se necesita ciertas técnicas y herramientas que ayudan a entender de mejor manera la abstracción de la realidad. Tomando en cuenta, que en Ingeniería de software e ingeniería web se usan distintas formas de representar los modelos, la presente investigación sigue el planteamiento propuesto por (Muñoz, 2009, p. 69) en donde manifiesta las maneras posibles que se puede modelar los aspectos del E-learning. Estas maneras son; a) Lenguaje natural, b) Representaciones gráficas, c) Métodos formales, y d) Implementación. Describimos a continuación estos tipos de modelado y su relación con nuestro estudio.

- *Lenguaje Natural.* Su forma de expresión es mediante palabras, las cuales deben describir de manera clara, sintáctica y precisa la realidad modelada. En el presente trabajo se aplicará en aspectos relacionados como la descripción de las teorías de aprendizaje/instruccionales, instrucciones de actividades y recursos educativo dentro de los entornos virtuales de aprendizaje, descripción de objetivos, resultados de aprendizaje, evaluaciones, instrucciones de procesos, procedimientos, tareas de los cursos, y otros.
- *Representaciones gráficas.* Su forma de expresión son los gráficos, los cuales representan cierto tipo de proceso, tarea, especificación, modelo, etc. En esta tesis se aplica diferentes gráficos como diagramas de bloques, diagramas de entidad-relación, diagramas de clases y relaciones de ontologías, diagramas de arquitecturas, y otros.
- *Métodos formales.* Su forma expresión consiste de técnicas basadas en Matemáticas para la describir las propiedades del sistema modelado. En el presente estudio se aplica con el uso de la descripción formal de las ontologías a través del lenguaje OWL y las reglas SWRL. Prácticamente las tecnologías ya descritas en el segundo capítulo, tales como XML, RDF, OWL, SPARQL pueden ser considerados como lenguajes de descripción formal de la realidad, que a su vez tienen un componente especial incluido, el cual es que puede ser interpretado no solo por los humanos sino también por las máquinas.
- *Implementación.* Su forma de interpretación son ya los archivos digitales que prácticamente se ejecutan en los equipos computacionales con la finalidad de ser procesados. Prácticamente en la presente trabajo de investigación los archivos .owl, .xml, .rdf, php, y otros, representan el proceso de creación de un curso dentro de un entorno virtual de aprendizaje específico.

3.3 Metodología de la Investigación

La naturaleza del presente estudio es la creación de nuevo conocimiento, el mismo que se enfoca en proponer el diseño de un proceso que permita generar cursos, apoyados por las tecnologías de la web semántica y fundamentados en las teorías de aprendizaje/instruccionales. Por lo que, la presente investigación se basa en procedimientos de investigación cuyo objetivo fundamental es mejorar el proceso del diseño educativo en el ámbito anteriormente descrito.

Para la creación del modelo propuesto se siguieron 5 pasos, los cuales fueron adaptados de la literatura (Richey, Klein, & Nelson, 2004) que formula una metodología de investigación para el desarrollo en el ámbito del diseño instruccional, también consideramos (Peffer, Tuunanen, Rothenberger, & Chatterjee, 2007) que plantea una metodología de investigación de la ciencia del diseño para la investigación de sistemas de información, y además (Serrat, 2009) que expone la técnica de SCAMPER (Substituir, Combinar, Adaptar, Modificar, Poner, Eliminar, Re-ordenar), la cual utiliza un conjunto de preguntas dirigidas para sugerir alguna adición o modificación de algo que ya existe. Los pasos propuestos fueron:

1. Identificación del problema
2. Revisión de la literatura relacionada
3. Identificación de modificaciones y omisiones
4. Diseño del modelo propuesto
5. Validación del Modelo

3.3.1 Identificación del problema

Partiendo del hecho que los docentes o instructores son los encargados de crear su material educativo para estructurar sus cursos virtuales (cursos on-line) en un entorno virtual de aprendizaje, se debe considerar que existen muchos requerimientos que son necesarios para que dicho material sea considerado de calidad, y más aún, para que el proceso de diseño esté debidamente fundamentado en estrategias de diseño instruccional. Ciertamente que si docentes no cuentan con una preparación especializada en temas de diseño instruccional (Oblinger, Hawkins, Oblinger, & Hawkins, 2006) y además debido al reducido tiempo que demanda su actividades educativas, conlleva a que la creación de

sus cursos virtuales son orientados únicamente a colgar material de lectura y añadir algún tipo de actividad simplista. Consecuentemente existe una tendencia de este tipo de sistemas se llegan a convertir en un repositorio de datos, ya que, no se puede consultar, ni tampoco inferir semánticamente datos relacionados al proceso de aprendizaje (Cardoso, 2008).

Considerando el contexto de los sistemas E-learning (LMSs), el cual incluye el diseño instruccional de cursos virtuales, se plantea el uso de técnicas de inteligencia artificial para mejorar el proceso de creación de recursos educativos y aplicar de forma más personalizada de estrategias de aprendizaje. El resultado de esta combinación se suele llamar “sistemas educacionales basadas en el uso de la web semántica” (I. I. Bittencourt et al., 2009), los cuales son considerados como una nueva generación de sistemas educativos basados en la web que usan tecnologías de la web semántica para generar sistemas educacionales más inteligentes. En base al planteamiento descrito, se considera que el modelamiento del proceso de creación de recursos educativos en un entorno virtual aprendizaje se justifica debido a la falta de un proceso que permita producir recursos educativos en cursos virtuales apoyadas en teorías de aprendizaje/instruccionales de forma estructurada en un entorno o sistema de gestión de aprendizaje.

Es necesario mencionar, que en la literatura revisada existen muchos trabajos propuestos que plantean novedosos enfoques de representación de recursos de aprendizaje, estándares y estrategias pedagógicas basadas en la web semántica. Sin embargo, a pesar de que los trabajos indicados ayudan a mejorar la calidad del proceso de aprendizaje y cumplen los fines específicos para los que fueron creados, es evidente que no se incorporan las funcionalidades típicas de un LMS (Meccawy et al., 2008; Yaghmaie & Bahreininejad, 2011), lo que trae como consecuencia que los LMS tiendan a ser repositorios de información aislados y que además, aquellos sistemas autónomos basados en SWT y no integrados a un LMS, no tendrán las funcionalidades típicas de un LMS de forma que puedan extraer información semántica como recursos de aprendizaje, cursos, teorías utilizadas, tipos de recursos, contenido y otros inherentes al LMS.

Otro aspecto analizado, es el referente a la representación del conocimiento y su normalización e interoperabilidad de los recursos y procesos implicados en el procesos de diseño instruccional, es decir, que cuando se modela a través de ontologías el proceso de

construcción de cursos, sus recursos y componentes implicados, se debería realizarlo de una manera precisa e interpretable por las máquinas y lista para que los agentes de software puedan procesar, compartir y re-usar toda esta información (Sharmin, Rashid et al., 2011). Todo esto, provoca una falta de normalización e integración de las diferentes ontologías, justificándose, en parte, por tratar de modelar más detalladamente en algún campo más específico. Por lo tanto, se concluye que no se existe alguna propuesta que pretenda integrar los enfoques analizados.

Después de la revisión de la literatura analizada, se concluye que muy pocos modelos de diseño instruccional (diseño educativo) han incluido el uso de las tecnologías de la web semántica para sus soluciones educativas. Sin embargo, aquellos trabajos que, si toman en cuenta las SWT, se enfocan más en el contenido del dominio del curso y otros trabajos asumen que el docente debería conocer acerca de estándares, especificaciones o taxonomías específicas de diseño instruccional. Esto tiene como consecuencia, que cuando un docente/instructor construye un curso virtual, no se toma en cuenta un aspecto fundamental, como es el enfoque pedagógico, es decir temas específicos como las teorías de diseño instruccional, el contexto, la secuencia de actividades u otras. Además, ninguno de los trabajos considera el proceso de creación de recursos educativos en cursos virtuales integrados a un LMS, y tampoco considerando incluir plantillas de cursos previamente creadas en el propio LMS.

Por todo lo anteriormente planteado se intenta responder la siguiente pregunta:

¿Como se puede diseñar un proceso de construcción de cursos virtuales tomando en cuenta las tecnologías de la web semántica y vinculándolo a un sistema de gestión de aprendizaje para que el docente pueda ser asistido pedagógicamente mediante las teorías y de aprendizaje/instruccionales, una adecuada secuencia de contenidos y que como resultado pueda producir de forma automática un curso virtual tipo plantilla en el LMS y a su vez semántico?

3.3.2 Revisión de la literatura relacionada

Se realizó una revisión del estado del arte y también una revisión sistemática de la literatura en las siguientes secciones:

- Diseño instruccional en E-learning - Se contempló una breve descripción de las teorías de aprendizaje y las teorías de diseño instruccional (Sección 2.3).
- Introducción a la web semántica - Se abarco lo concerniente a lenguajes y estándares de la web semántica (Sección 2.4).
- Web semántica en Educación - Se incluyó todo lo referente a arquitecturas, modelos y ontologías de sistemas educativos basados en la web semántica (Sección 2.5)
- Herramientas, estándares e iniciativas de diseño instruccional - Se discutió acerca de herramientas que apoyan el diseño instruccional y además de estándares educativos incluyendo LD (Learning Design) (Sección 2.6)
- Análisis de trabajos de diseño instruccional basados en SWT - Se realizó un análisis mediante la metodología de revisión sistemática de literatura para determinar los modelos por los cuales de basaría la presente investigación (Sección 2.7)

3.3.3 Identificación de modificaciones y omisiones

Previamente se ha realizado un análisis de las limitaciones o debilidades de los modelos estudiados y seleccionados en donde se identifica las posibles mejoras que se podrían aportar a la creación de un nuevo modelo, sin embargo, se ha complementado el uso de la técnica de SCAMPER para proponer un modelo para el proceso de construcción de cursos virtuales. Esta técnica se basa en la idea de que todo lo nuevo es una modificación de algo que ya existe (Litmind, 2008), por lo que, el modelo que se va a proponer es un conjunto de modificaciones, adaptaciones, alteraciones y reorganizaciones de ciertos componentes o características de los enfoques, modelos, sistemas y propuestas ya existentes que están relacionados al proceso de construcción de cursos virtuales.

Se ha considerado los trabajos analizados y seleccionados en la revisión sistemática de literatura y ciertos estudios adicionales que están directamente vinculados con el enfoque de la presente investigación. Para una mejor visión de las modificaciones planteadas, se expone en la Tabla 3-1, una descripción de cada uno de los componentes, métodos o procesos que se han sustituidos, combinados, adaptados, modificados, ubicados o eliminados de las propuestas analizadas.

Tabla 3-1: Componentes propuestos usando la técnica de SCAMPER

No.	Modelo, Propuesta, o Enfoque de construcción de cursos basados en SWT	Técnica SCAMPER	Adición o modificación planteada
1	SMID (Guangzuo et al., 2008)	Adaptar	Extracción de ciertos pasos del procedimiento de modelo semántico del diseño instruccional.
2	AIM-CID (V. Borges & Barbosa, 2009)	Modificar	Modificación de la concepción de las capas o niveles, es decir los modelos conceptual, instruccional y didáctico.
3	E-Course Ontology (El-Ghalayini, 2011)	Combinar	Combinación de dos clases y una relación de la ontología del curso propuesto para el componente del proceso de generación del curso semántico.
4	(Klein, Ateyeh, König-Ries, & Mülle, 2003)	Modificar Combinar	Modificación de la propuesta de la estructura de un curso con la combinación de las plantillas de cursos basadas en la teoría de diseño instruccional.
5	(Wu et al., 2012)	Poner en otro uso	Se utilizará la propuesta de clasificación de las teorías de aprendizaje y sus principios instruccionales para generar un modelo de creación de cursos basado en esta orientación.
6	(Dobozy & Dalziel, 2016)	Poner en otro uso	Se utilizará las tres plantillas pedagógicas trans-disciplinarias para ser incorporarlas como una alternativa de las plantillas propuestas de las teorías de diseño instruccional a utilizarse.
7	(Verbert et al., 2012)	Adaptar	Se toma la concepción de la secuencia de diseños de aprendizaje existentes para adaptarlos a una secuencia de recursos y actividades de plantillas de teorías instruccionales propuestas en el modelo.
8	(Hayashi et al., 2009)	Adaptar	Se toma cierta parte de la estructura de la forma de clasificación las teorías de diseño instruccional y aprendizaje o paradigmas para ser consideradas en el modelo propuesto de generación de cursos.
9	(I. Bittencourt et al., 2006)	Adaptar	Se toma en cuenta la estructura de capas de los modelos de las ontologías y se las adapta para proponer un nuevo modelo acorde a los objetivos del presente trabajo de investigación.
10	(Jovanović, Gašević, Verbert, & Duval, 2005)	Adaptar	Se considera la representación de la extensión de las ontologías propuestas para adaptarlas a nuevo modelo. Se utilizarán taxonomías típicas que se utilizan en LMSs y se la incluirá en una de la Ontologías propuestas.

3.3.4 Diseño del modelo propuesto

Considerando los modelos analizados en la revisión sistemática de la literatura y además tomando en cuenta la identificación de modificaciones y omisiones que se han considerado para la presente investigación se propone un Modelo para el proceso de construcción de cursos virtuales utilizando tecnologías de la web semántica en sistemas de gestión de aprendizaje. Este modelo permitirá producir en forma estructurada, organizada y pedagógicamente asistida, las plantillas de cursos virtuales, permitiendo obtener entornos educativos adecuados, fundamentados de forma teórica y en menor tiempo que los producidos convencionalmente, implicando a su vez en el beneficio de la usabilidad de los aprendices. Se detalla todo el modelo en la Sección 3.4

3.3.5 Validación del modelo

Para la validación del modelo propuesto se ha considerado primeramente desarrollar un módulo dentro de un LMS que permita la creación asistida de recursos de aprendizaje y permita generar cursos virtuales tipo plantilla y a su vez se pueda consultar semánticamente el curso generado. Dicho módulo se lo explica detalladamente en la Sección 5. Posteriormente, una vez que se cuente con el módulo se realizará el procedimiento de validación que permita confrontar la hipótesis planteada, lo cual está explicado detenidamente en el Capítulo 6.

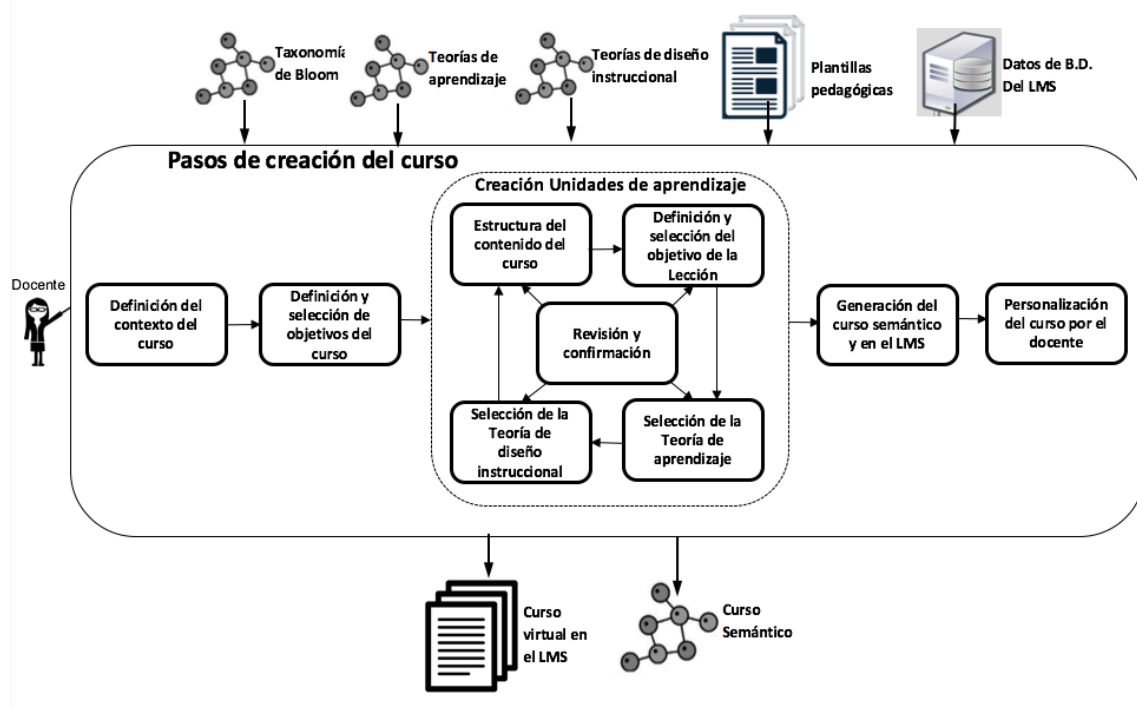
3.4 Modelo Propuesto

Se describe el desarrollo del modelo para construcción de cursos virtuales utilizando tecnologías de la web semántica en sistemas de gestión de aprendizaje. El modelo propuesto, fue planteado en base al análisis de las limitaciones que se realizó en la revisión sistemática de literatura descrita en el capítulo anterior, en la cual, se seleccionó 21 contribuciones que condujeron a identificar las potenciales mejoras del modelo planteado. Complementariamente se analizó un conjunto de 10 aportes adicionales, que están vinculados al proceso de construcción de cursos virtuales y que aportaron con ciertas características o elementos, los cuales fueron abstraídos con el objetivo de diseñar el modelo propuesto.

3.4.1 Enfoque sistemático del Modelo

Para describir la estructura del modelo se debe tener conocimiento de todo el proceso en su conjunto, es decir las partes globales que involucran el modelo del proceso de creación de cursos. Un diagrama de bloques que se muestra en la Figura 3.1 detalla como el modelo se lo ha dividido en partes y la información tanto necesaria para el proceso de creación, así como los productos generados.

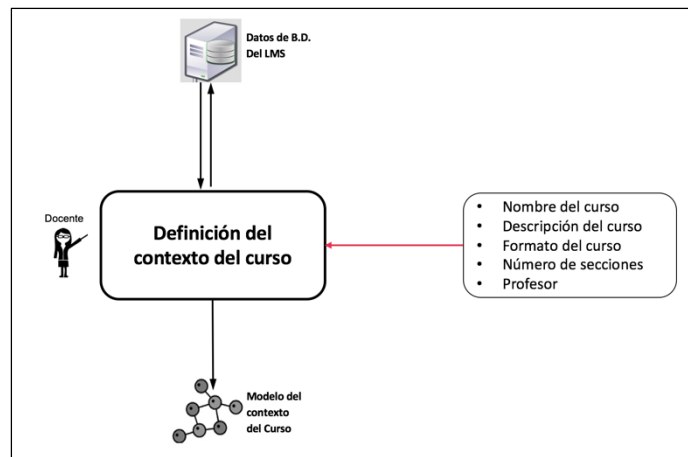
Figura 3-1: Modelo del proceso de creación de curso basado SWT



- **Definición del contexto del curso:** En la primera etapa del modelo se especifica la configuración general del curso que será creado. La información que se obtendrá de esta fase, servirá para almacenar tanto en la Base de Datos del LMS, así como para representar como parte del lenguaje de ontologías del curso semántico, es decir el modelo del contexto del curso (ver Figura 3-2). Se ha considerado los siguientes elementos que serán considerados como parte de esta etapa:
 - Nombre del curso.- se refiere al nombre completo del curso, el cual servirá como referencia para para la gestión de todos cursos en la plataforma.
 - Descripción del curso.- se realiza a una descripción detallada de lo que tratará el curso, es decir una especie de resumen del curso.

- Formato del curso.- hace referencia al diseño de la página del curso, aunque existen varias alternativas de formato, es necesario seleccionar el formato por temas, ya que al crear el curso se organizará por medio de unidades de aprendizaje.
- Número de secciones.- se especifica la cantidad de lecciones o unidades de aprendizaje que se crearán y formarán parte del curso.
- Profesor.- será el creador o autor del curso y será quien personalice el curso a un dominio o campo específico de sus área de estudio.

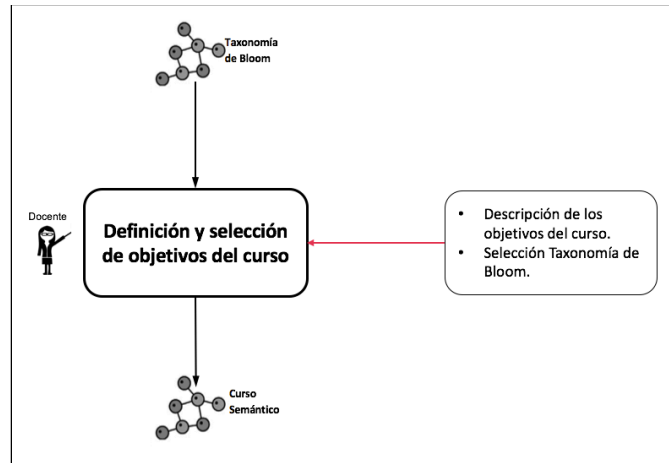
Figura 3-2: Primer paso - Definición del contexto del curso



- *Definición y selección de los objetivos del curso:* En la segunda etapa del modelo se establece cuáles son los objetivos generales del curso. Los objetivos del curso son sentencias que describen lo que el estudiante debería ser capaz de hacer al finalizar la instrucción del curso. Cada objetivo que se especifique tendrá asignado un correspondiente nivel cognitivo de la Taxonomía de Bloom. Los datos servirán para escoger los diferentes niveles de la Taxonomía de Bloom se obtendrán a partir de una Ontología previamente ya diseñada. La información que se obtendrá de esta fase, servirá para incorporar como parte del lenguaje de ontologías del curso semántico, es decir, lo que tiene que ver con el Modelo pedagógico (o instruccional) del curso (ver Figura 3-3). Se ha considerado los siguientes elementos que serán considerados como parte de esta etapa:
 - Descripción de los objetivos del curso.- se refiere a una descripción de lo que el estudiante será capaz de hacer una vez que finalice el curso.

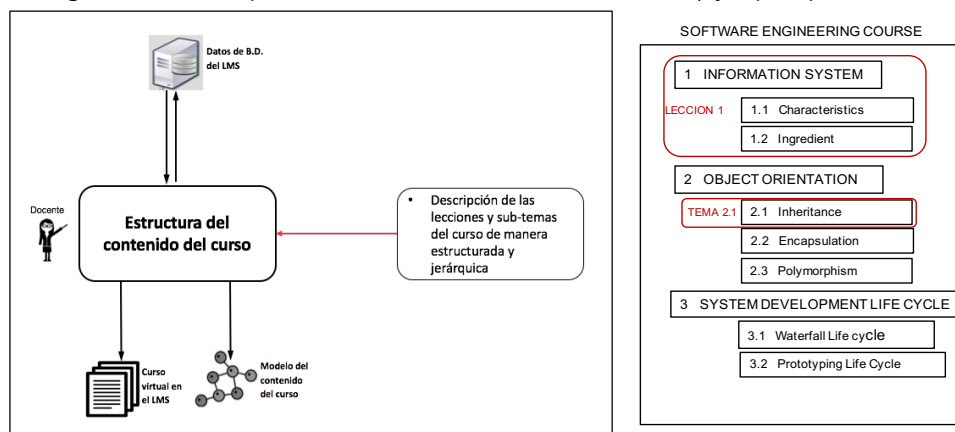
- Selección de la Taxonomía de Bloom.- se selecciona un determinado nivel cognitivo de la Taxonomía de Bloom que de acuerdo al docente le corresponde al objetivo descrito.

Figura 3-3: Segundo paso - Definición y selección de objetivos del curso



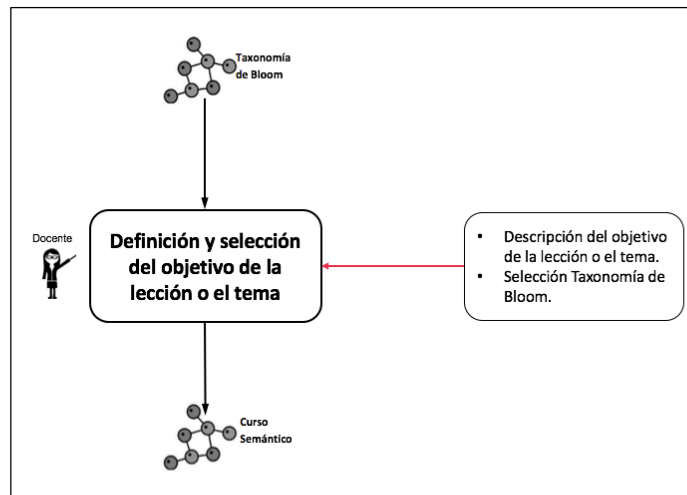
- *Estructura del contenido del curso:* Esta fase se repetirá por cada unidad de aprendizaje que se haya definido. Para organizar un curso de manera estructurada y jerárquica se necesita crear las unidades de aprendizaje, las cuales les llamamos como lecciones o capítulos en el presente estudio. Cada lección puede estar a su vez compuesta por uno o varios temas (o sub-temas). Cada tema o tópico contendrá su correspondiente objetivo, teoría de aprendizaje y su plantilla de diseño instruccional asignada. La información de las lecciones y los sub-temas será vinculada mediante algún elemento adecuado del LMS que permita organizar el contenido del curso. La información que se obtendrá de esta fase, servirá para incorporar como parte del lenguaje de ontologías del curso semántico, es decir lo que tiene que ver con el Modelo del contenido del curso (ver Figura 3-4).

Figura 3-4: Tercer paso - Estructura del contenido del curso (Ejemplo - parte derecha)



- **Definición y selección del objetivo de la lección:** En esta fase se establece cual es el objetivo de una determinada lección o tema. El objetivo de cada lección es el resultado del aprendizaje que un estudiante debería saber después de realizar el proceso de aprendizaje. Cada objetivo que se especifique tendrá asignado un correspondiente nivel cognitivo de la Taxonomía de Bloom. Los datos servirán para escoger los diferentes niveles de la Taxonomía de Bloom se obtendrán a partir de una Ontología previamente ya diseñada. La información que se obtendrá de esta fase, servirá para incorporar como parte del lenguaje de ontologías del curso semántico, es decir, lo relacionado que tiene que ver con el Modelo pedagógico (o instruccional) del curso (ver Figura 3-5). Se ha considerado los siguientes elementos que serán considerados como parte de esta etapa:
 - Descripción del objetivo de la lección o el tema.- se refiere a una descripción del resultado de aprendizaje que el estudiante poder hacer al finalizar la unidad de aprendizaje.
 - Selección de la Taxonomía de Bloom.- se selecciona un determinado nivel cognitivo de la Taxonomía de Bloom que de acuerdo al docente le corresponde al objetivo descrito.

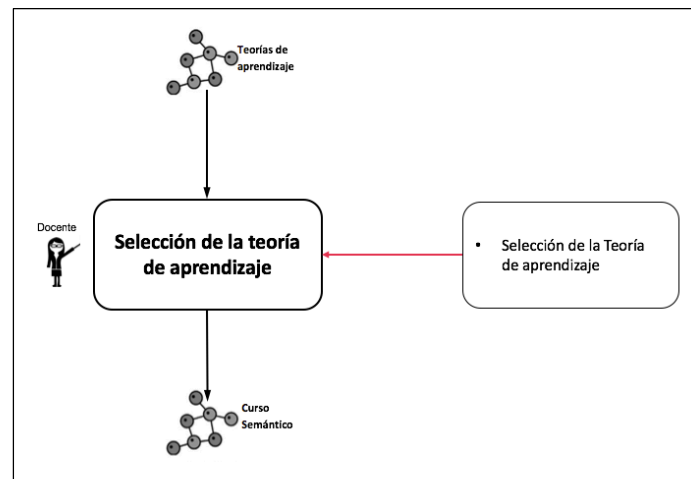
Figura 3-5: Cuarto paso - Definición y selección del objetivo de la lección



- **Selección de la teoría de aprendizaje:** En esta fase se debe seleccionar la teoría de aprendizaje que más se apega a una determinada lección o tema. La teoría de aprendizaje es un paradigma educativo que orienta la forma de cómo aprenden los estudiantes. Por lo tanto, el instructor debe seleccionar la teoría de aprendizaje que más se enfoque al resultado de aprendizaje de la lección. Los datos de las

diferentes teorías de aprendizaje son extraídos a partir de una Ontología previamente ya diseñada. La información que se obtendrá de esta fase, servirá para incorporar como parte del lenguaje de ontologías del curso semántico, es decir, lo relacionado que tiene que ver con el Modelo pedagógico (o instruccional) del curso (ver Figura 3-6).

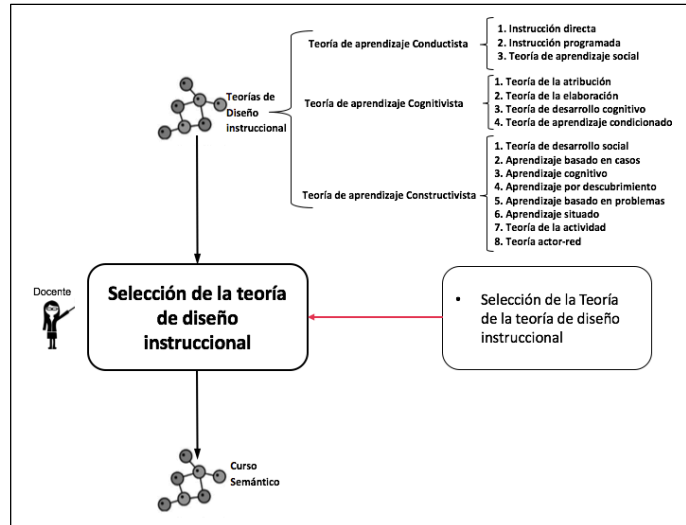
Figura 3-6: Quinto paso - Selección de la teoría de aprendizaje



- *Selección de la teoría de diseño instruccional:* En esta fase se debe seleccionar la teoría de diseño instruccional que más se apega a una determinada lección o tema. Una teoría de diseño instruccional es conjunto de estrategias o directrices que asisten al proceso de enseñanza-aprendizaje. Por lo tanto, el instructor debe seleccionar la teoría de diseño instruccional adecuada en función de la teoría de aprendizaje ya seleccionada para una determinada lección. Los datos de las diferentes teorías de diseño instruccional son extraídos a partir de una Ontología previamente ya diseñada. La información que se obtendrá de esta fase, servirá para incorporar como parte del lenguaje de ontologías del curso semántico, es decir, lo relacionado que tiene que ver con el Modelo pedagógico (o instruccional) del curso (ver Figura 3-7).
- *Revisión y confirmación:* Esta etapa permite hacer una revisión de la información que fue ingresada y seleccionada en el proceso de creación de cada una de las lecciones. Esta parte, el instructor debe ser capaz de tener una perspectiva holista de cada una de las lecciones y su respectiva secuencia de tal forma que se pueda confirmar o corregir aspectos como el objetivo de cada unidad, la teoría de aprendizaje y la teoría de diseño instruccional usada. Es muy importante realizar la

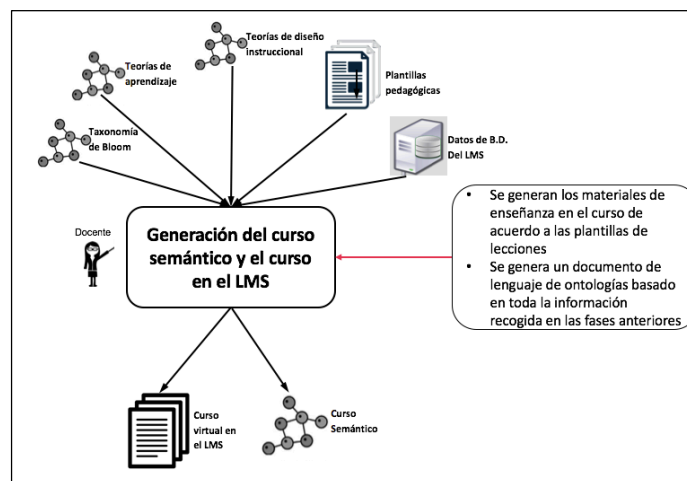
revisión de las unidades de aprendizaje, ya que, una vez que se confirme dicha revisión, se procederá a generar el curso lo cual, hará irreversible este proceso.

Figura 3-7: Sexto paso - Selección de la teoría de diseño instruccional



- Generación del curso semántico y el curso en el LMS:** Esta fase realiza a su vez dos pasos: el primero paso permite construir el curso dentro del LMS utilizando plantillas (o patrones) de lecciones que están previamente almacenadas en el LMS y las vincula con la información ingresada en las fases anteriores, el segundo paso permite generar el documento que contendrá el lenguaje de ontologías del curso semántico, es decir, que toda la información utilizada tanto en las fases anteriores así como la obtenida del LMS se formalizan y se representan en un documento basado en ciertas lenguajes o tecnologías de la web semántica (ver Figura 3-8).

Figura 3-8: Séptimo paso - Generación del curso semántico y el curso en el LMS



- *Personalización del curso por parte del docente:* La última fase permite que los docentes puedan adaptar el material de enseñanza del curso generado al dominio específico de su asignatura. Este proceso facilitará al docente quien es el autor del curso y es la persona que impartirá la asignatura, por lo tanto, es quien debería dominar los contenidos educativos de la asignatura. Cada unidad de aprendizaje que se ha generado posee recursos y tareas específicas en forma de plantilla, de tal forma que el docente solo debería modificar ciertos textos, indicaciones, gráficos o descripciones de recursos o actividades del LMS tales como foros, tareas, evaluaciones, etiquetas, archivos, etc. Cada plantilla de lección está basada en una teoría de diseño instruccional y posee una secuencia de recursos de aprendizaje por lo que una vez que haya personalizado dicho material, será más intuitivo aplicar dicho material de enseñanza a los estudiantes.

3.4.2 Representación ontológica del Modelo

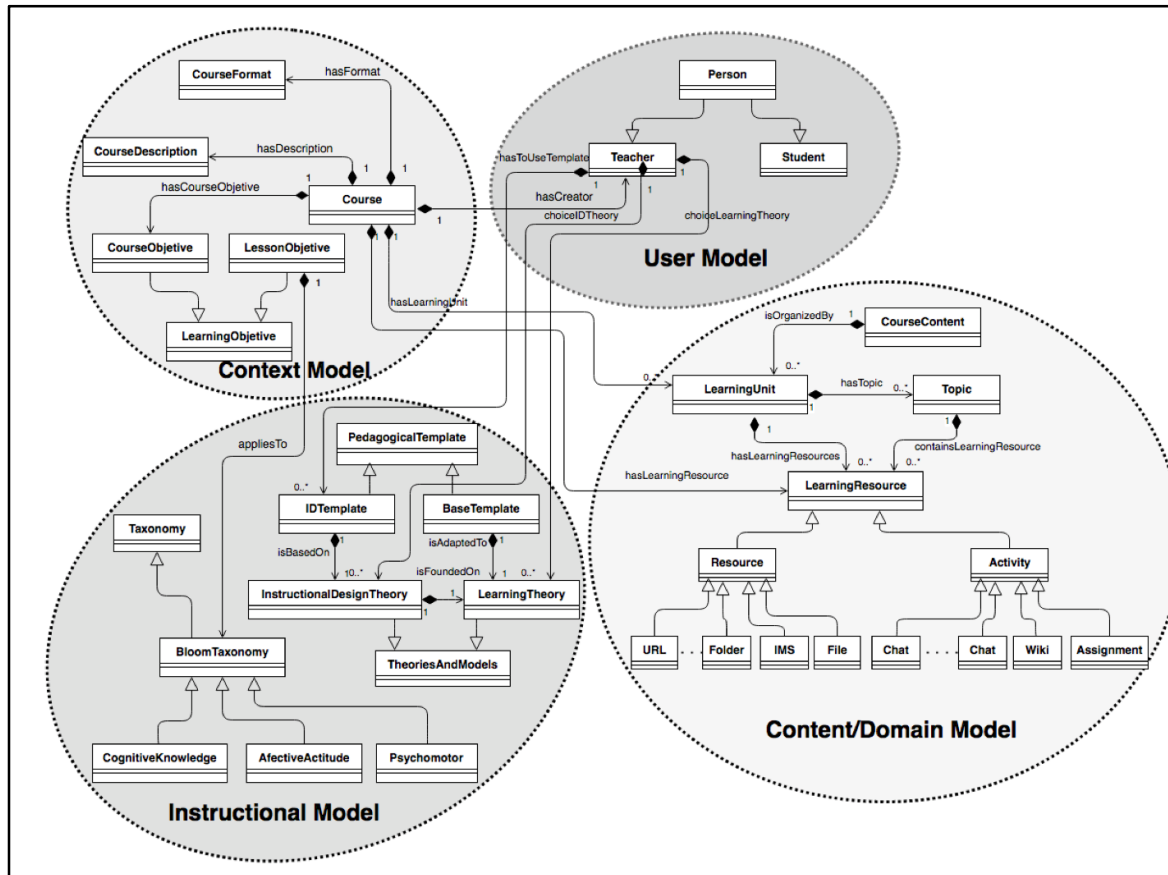
Con el fin de lograr que el proceso de construcción de cursos virtuales se fundamente en una base de conocimiento ontológica, se presenta un modelo llamado SECOGEMO (**SE**semantic **CO**urse **GE**neration **MO**del). Esta estructura de ontologías servirá para representar proceso de construcción de cursos virtuales tomando en cuenta las teorías de aprendizaje/instruccionales, los elementos afines a los recursos educativos y su contexto dentro del sistema de gestión de aprendizaje, la secuencia de contenidos, y las plantillas de cursos pre-diseñadas.

Para la construcción de las ontologías se utilizó la metodología Methontology (Corcho, Fernández-López, Gómez-Pérez, & López-Cima, 2005). Los motivos por los cuales se escogió esta metodología es debido a que; es recomendada por la “Fundación para los agentes físicos inteligentes” (FIPA en inglés) (FIPA, 2012), es una metodología que permite actualizar y cambiar los componentes de la ontología, así como sus niveles de abstracción lo cual permite inter-operar con nuevas capas o niveles que se vayan incluyendo en las ontologías.

SECOGEMO está organizado mediante cuatro ontologías y se representa en la Figura 3-9. Como se muestra en el diagrama cada una de las ontologías está interrelacionada y las describimos a continuación:

1. *Ontología del Modelo del Contexto*: representa la configuración general del curso en donde se definen elementos como; el formato del curso, su descripción y los objetivos de aprendizaje.
2. *Ontología del Modelo Instruccional*: constituye toda la estrategia pedagógica que permite seleccionar los recursos de aprendizaje adecuados conforme a las teorías de aprendizaje y/o instruccionales.
3. *Ontología del Modelo del Dominio y/o el Contenido*: establece lo concerniente al dominio del conocimiento de del curso (o asignatura) y los diferentes tipos de contenido de los recursos de aprendizaje acondicionados al entorno de un LMS.
4. *Ontología del Modelo del usuario*: constituye únicamente una representación básica del profesor y estudiante para acoplar a la función de roles de un LMS.

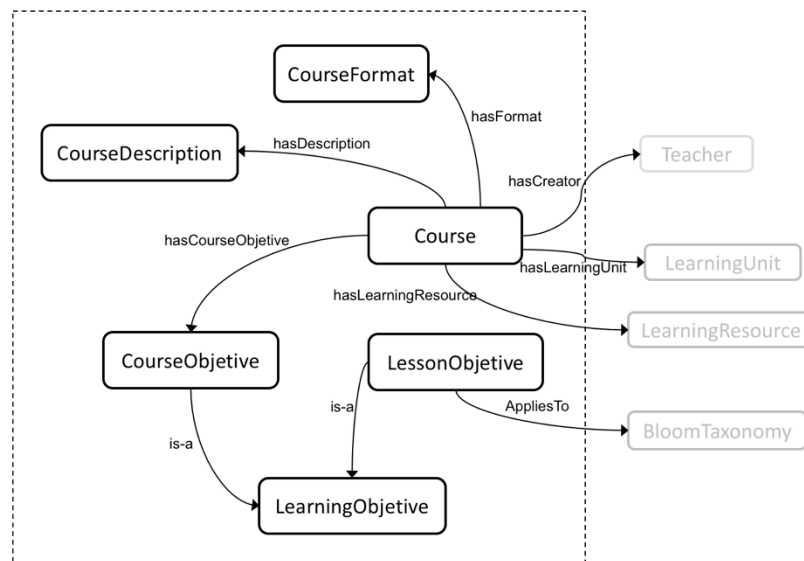
Figura 3-9: Descripción ilustrativa del modelo



Para la formalización de la ontología se utilizó Protegé (Musen & Team, 2015). Esta herramienta ayuda a la creación de los componentes de una ontología como son sus clases, propiedades e instancias. Esta herramienta ayudó a la generación del lenguaje de ontología OWL-DL para poder obtener documentos de ontologías procesables por las computadoras.

- **Representación ontológica del Modelo del Contexto:** Esta ontología representa el conocimiento estructurado del entorno general del curso (ver Figura 3-10). En particular se compone de seis clases y siete relaciones descritas a continuación:

Figura 3-10: Ontología del Modelo de Contexto



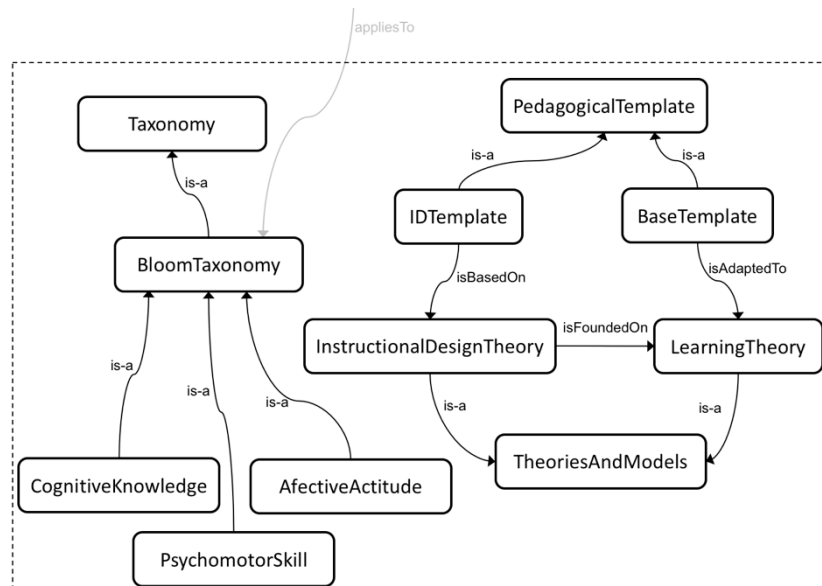
- Clase “*Course*”.- es uno de los principales componentes de la ontología ya que hace la función de una especie de contenedor de elementos que se manejan en un entorno virtual de aprendizaje. Un curso es creado por un Docente y se le asigna objetivos de aprendizaje, y además está compuesto por unidades de aprendizaje, los cuales se forman de varios tipos de recursos de aprendizaje. La clase “*Course*” tiene dos atributos: (i) “*FullName*” en donde se describe en nombre completo del curso y (ii) “*IDCourse*” el cual registra el identificador único del curso que se registra en el entorno virtual de aprendizaje.
- Clase “*CourseFormat*”.- se refiere a la forma de diseño que estará organizado el curso. Esta clase posee dos atributos: (i) “*Format*” el cual tendrá valores como temas, semanal, social o actividad única, y (ii)

- “*Sections*” en donde se deberá especificar el número de unidades de aprendizaje (también conocidas como Lecciones).
- Clase “*CourseDescription*”.- representa la descripción o resumen de lo que se trata el curso. Se ha incluido dos atributos: (i) “*Category*” el cual contiene la categoría a la que pertenece un curso, y (ii) “*Description*” en el que se especifica el resumen o una descripción breve de lo que trata el curso.
 - Clase “*LearningObjective*”.- constituye una descripción que detalla el conocimiento o habilidad que se espera de los estudiantes cuando toman un curso o una lección. Se ha incluido un atributo denominado “*ObjectiveDescription*” que es donde se debe poner el enunciado del Objetivo educativo. A partir de esta clase “*LearningObjective*” se obtienen dos sub-clases: (i) “*LessonObjective*” que se orienta a representar el objetivo educativo de una unidad de aprendizaje o lección, y (ii) “*CourseObjective*” la cual interpreta el objetivo educativo del todo el curso.
 - Propiedad “*hasFormat*”.- se refiere a la relación existente entre las clases “*Course*” y “*CourseFormat*” para indicar un curso posee un determinado formato y una cantidad de secciones. Un posible ejemplo para simbolizar esta relación podría expresarse así: “*El curso Aplicaciones Web tiene un formato por temas y tiene 2 secciones*”.
 - Propiedad “*hasDescription*”.- hace referencia a la relación existente entre las clases “*Course*” y “*CourseDescription*” para indicar que un curso posee una determinada categoría y una descripción. Un posible ejemplo para simbolizar esta relación podría expresarse así: “*El curso Aplicaciones Web tiene una categoría en Ingeniería en Sistemas y la asignatura se orienta a desarrollar aplicaciones basadas en la web interactuando con BD*”.
 - Propiedad “*hasCourseObjective*”.- representa la relación que existe entre las clases “*Course*” y “*CourseObjective*” para indicar que un curso posee un determinado objetivo educativo. Un posible ejemplo para simbolizar esta relación podría expresarse así: “*El curso Aplicaciones Web tiene como objetivo de aprendizaje el enseñar a los estudiantes a desarrollar habilidades en programación de páginas dinámicas basadas en la web*”.
 - Propiedad “*AppliesTo*”.- representa la relación existente entre las clases “*LessonObjective*” y “*BloomTaxonomy*” para interpretar que un objetivo de una lección se aplica a una determinada Taxonomía de Bloom. Un posible

ejemplo para simbolizar esta relación podría expresarse así: “El objetivo Identificar las estructuras del HMTL se aplica a la Taxonomía de conocimiento”.

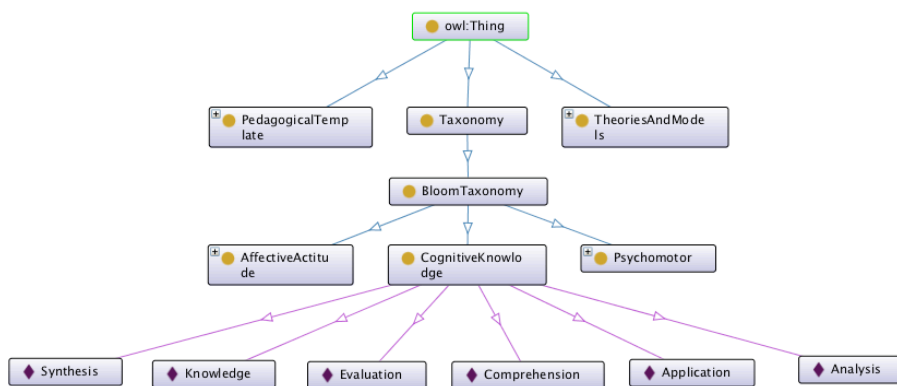
- Propiedad “*hasLearningResource*”.- representa la relación existente entre las clases “*Course*” y “*LearningResource*” para interpretar que un curso está compuesto por uno o más recursos de aprendizaje. Un posible ejemplo para simbolizar esta relación podría expresarse así: “El curso Aplicaciones Web tiene el recurso de aprendizaje Foro de Preguntas”.
- Propiedad “*hasLearningUnit*”.- hace referencia a la relación existente entre las clases “*Course*” y “*LearningUnit*” para interpretar que un curso está compuesto por uno o más Lecciones (unidades didácticas). Un posible ejemplo para simbolizar esta relación podría expresarse así: “El curso Aplicaciones Web tiene la Lección titulada Capítulo I - Introducción”.
- Propiedad “*hasCreator*”.- representa la relación existente entre las clases “*Course*” y “*Teacher*” para indicar que un curso fue creado por un profesor. Un posible ejemplo para simbolizar esta relación podría expresarse así: “El curso Aplicaciones Web fue creado por el instructor José Perez”.
- **Representación ontológica del Modelo Instruccional:** Esta ontología representa el conocimiento estructurado del entorno general del curso (ver Figura 3-11). En particular se compone de once clases y tres relaciones que se describen a continuación:

Figura 3-11: Representación grafica del Modelo instruccional



- Clase “*Taxonomy*”.- se refiere a una clasificación jerárquica de entidades o conceptos en un determinado dominio como el caso de la educación. Esta clase tiene un nivel jerárquico superior alto y sirve para categorizar todo tipo de taxonomías. A partir de esta clase “*Taxonomy*” se obtiene una sub-clase llamada “*BloomTaxonomy*”.
- Clase “*BloomTaxonomy*”.- representa una categorización estandarizada para establecer los objetivos de aprendizaje en el contexto educativo. Esta clase posee un atributo: (i) “*BloomDescription*” el cual tendrá una explicación detallada de lo que trata una determinada Taxonomía de Bloom. A partir de esta clase “*BloomTaxonomy*” se obtienen tres sub-clases: (i) “*CognitiveKnowledge*” que implica poner de manifiesto la memoria de los recursos aprendidos recordando hechos, términos, conceptos básicos y respuestas, (ii) “*AffectiveAttitude*” la cual provee una descripción de los cambios que ocurren en la conducta como valores o actitudes, y (iii) “*PsicomotorSkill*” que describe la capacidad de operar físicamente un instrumento. En el presente trabajo vamos a utilizar los seis niveles del de la sub-clase de conocimiento cognitivo tal como se muestra en la figura 3-12, es decir sus instancias son: conocimiento, comprensión, aplicación, análisis, síntesis, y evaluación.

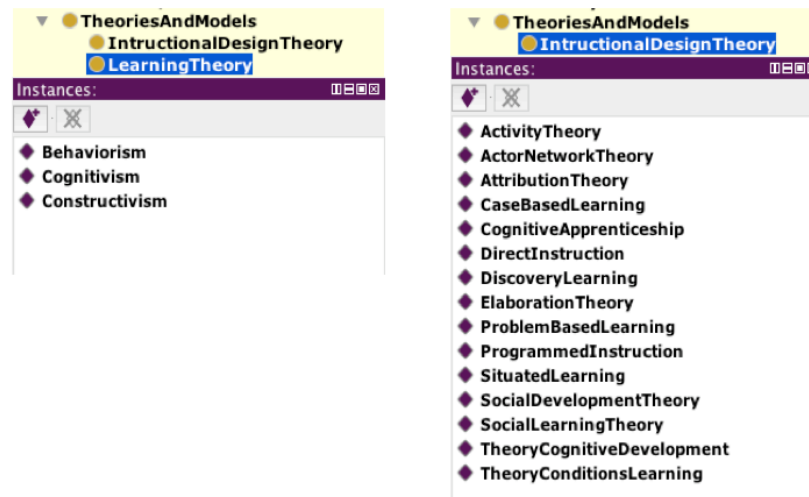
Figura 3-12: Instancias de la clase “Conocimiento Cognitivo” y su jeraquia de clases



- Clase “*TheoriesAndModels*”.- describe un entidad o concepto que agrupa una serie de paradigmas o teorías de enseñanza-aprendizaje. A partir de esta clase “*TheoriesAndModels*” se obtienen dos sub-clases: (i) “*InstructionalDesignTheory*” que se le considera como un conjunto de directrices o estrategias que ayuda a diseñar un curso, una lección o un

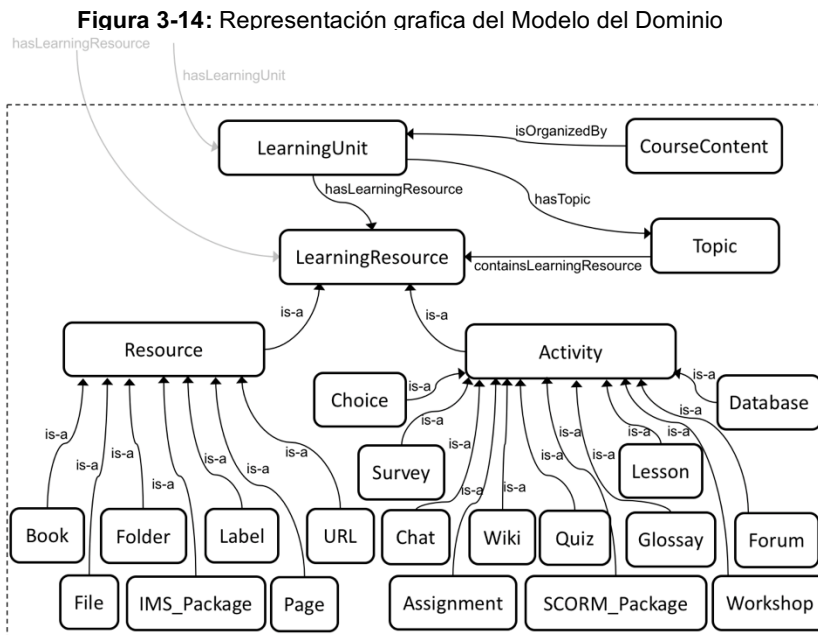
recurso educativo. Además, esta sub-clase cuenta con un atributo denominado “*IDTDescription*” el cual tendrá una explicación detallada de lo que trata una determinada teoría de diseño instruccional. (ii) “*LearningTheory*” la cual se refiere a una orientación o paradigma de cómo enseñar o aprender en el proceso educativo. Además, esta sub-clase cuenta con un atributo denominado “*LearningTheoryDescription*” el cual tendrá una explicación detallada de lo que trata una determinada teoría de aprendizaje. En el presente trabajo vamos a utilizar tres teorías de aprendizaje y quince teorías de diseño instruccional tal como se muestra en la figura 3-13.

Figura 3-13:Instancias de la clases "LearningTheory" y "InstructionalDesignTheory"



- Clase “*PedagogicalTemplate*”.- describe una entidad que representa una plantilla o patrón de diseño, compuesta de una secuencia de recursos de aprendizaje, los cuales se basan en una determinada orientación pedagógica (Teoría de diseño instruccional). A partir de esta clase “*PedagogicalTemplate*” se obtienen dos sub-clases: (i) “*IDTemplate*” que se constituiría como la entidad que representa una plantilla pedagógica por cada una de las teorías de diseño instruccional consideradas en el presente estudio, es decir, quince plantillas pedagógicas que corresponden a quince teorías de diseño instruccional tal como se mostró en la figura 3-13. (ii) “*BaseTemplate*” la cual provee una abstracción de una plantilla general por cada paradigma o teoría de aprendizaje, es decir, tres plantillas que corresponden a tres teorías de aprendizaje.

- Representación ontológica del **Modelo del Domino**: Esta ontología representa el dominio del conocimiento el cual se va a enseñar, por lo que se debe especificar el contenido de la Asignatura a través de los recursos de aprendizaje (ver Figura 3-14). Esta propuesta combina en un solo Modelo tanto el *Modelo de Domino* como el *Modelo del Contenido*, ya que, consideramos existe una estrecha relación de conceptos y, además ciertas contribuciones consideran solo un Modelo. En particular el presente modelo se compone de cuatro clases, veinte y uno sub-clases y cuatro relaciones descritas a continuación:



- Clase "*LearningUnit*".- se refiere a una estructura de organización lógica que debe cumplir con un objetivo de aprendizaje y compone del sub-unidades de aprendizaje (Temas) y también de recursos de aprendizaje. Esta clase también es denominada por ciertos autores como lección, módulo, o capítulo.
- Clase "*Topic*".- describe una sub-unidad de nivel jerárquico menor a una unidad de aprendizaje. Esta clase constituye un tópico o tema más específico dentro del contenido de un curso y está compuesto por uno o varios recursos de aprendizaje.
- Clase "*CourseContent*".- representa una entidad que se utiliza para describir el contenido del curso. Esta clase se utiliza para confirmar que existe un determinado contenido en un curso.

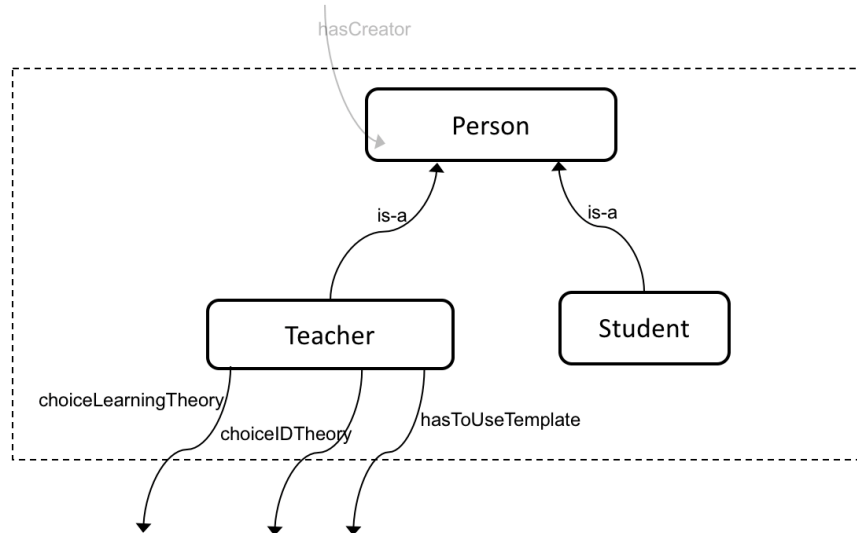
- Clase “*LearningResource*”.- es uno de los principales componentes de la ontología, debido a que es un material (objeto) de aprendizaje pequeño, entendible y completo, que puede ser accedido a través de una URI. Con esta definición, entonces se puede interpretar que un recurso de aprendizaje puede contener objeto de aprendizaje que además posee una dirección URL determinado mediante una URI. A partir de esta clase “*LearningResource*” se obtienen dos sub clases: (i) “*Resource*” que se considera como tipo de información estática que el docente publica con fines de lectura o una ojeada informativa (dispositiva o dirección web). Existen a su vez mas sub-clases a partir de “*Resource*”: “*Book*” (recursos de varias páginas con un formato tipo libro), “*File*” (un figura, un documento pdf, una hoja de trabajo, un archivo de sonido o un video), “*Folder*” (una especie de carpeta que contiene archivos), “*IMS_content_package*” (material estático basado en el estándar IMS content package format), “*Label*” (es un conjunto de palabras o una imagen típicamente utilizadas para separar secciones), “*Page*” (una página web basada en código HTML), “*URL*” (es una dirección web en donde se carga una página web); (ii) “*Activity*” que es considerada como una actividad que el estudiante hará que interactúe con un similar o con el profesor. Existen a su vez mas sub-clases a partir de “*Activity*”: “*Choice*” (es una pregunta con múltiples opciones como respuestas), “*Survey*” (es una encuesta que obtiene datos de los estudiantes), “*Chat*” (es un mecanismo que permite a los participantes tener una discusión sincrónica en tiempo real), “*Assignment*” (prácticamente es una actividad que permite al profesor calificar y comentar sobre tareas subidas por el estudiante), “*Wiki*” (es un conjunto de páginas web en donde un estudiante puede aumentar o editar conceptos), “*Quiz*” (es un examen que crea el profesor y lo puede gestionar con preguntas y respuestas), “*SCORM_Package*” (es una contenido de aprendizaje basado en el estándar de paquetes SCORM), “*Glossary*” (es un mecanismo que permite crear y gestionar una lista de definiciones, es decir como un tipo de diccionario), “*Lesson*” (es un mecanismo que el docente crea para mostrar contenido académico de formas muy personalizables), “*Workshop*” (es un mecanismo que el docente crea un contenido educativo para que se ejecute una evaluación por pares), “*Forum*” (es un proceso que permite a los

participantes tener discusiones asincrónicas), “*Database*” (es una actividad que permite a los estudiantes crear y gestionar conceptos mediante el manejo de registros).

- Propiedad “*isOrganizedBy*”.- se refiere a la relación existente entre las clases “*CourseContent*” y “*LearningUnit*” para indicar que el contenido del curso está organizado mediante una determinada cantidad de unidades de aprendizaje (o capítulos). Un posible ejemplo para simbolizar esta relación podría expresarse así: “El contenido del curso Aplicaciones Web esta organizado por el capítulo I - Introducción y el capítulo II - HTML”.
 - Propiedad “*hasTopic*”.- se refiere a la relación existente entre las clases “*LearningUnit*” y “*Topic*” para indicar que cada unidad de aprendizaje (o capítulo) posee una o varias sub-unidades (o sub-capítulos). Un posible ejemplo para interpretar esta relación podría expresarse así: “El capítulo I - Introducción tiene el sub-capitulo Conceptos generales”.
 - Propiedad “*hasLearningResource*”.- se refiere a la relación existente entre las clases “*LearningUnit*” y “*LearningResource*” para indicar que cada unidad de aprendizaje (o capítulo) posee una o varios recursos de aprendizaje como foros, wikis, URLs, etiquetas, exámenes, etc. Un posible ejemplo para representar esta relación podría expresarse así: “El capítulo I - Introducción tiene los siguientes recursos de aprendizaje: un glosario llamado definiciones, un foro llamado indicaciones, y una encuesta del nivel de conocimientos”.
 - Propiedad “*containsLearningResource*”.- se refiere a la relación existente entre las clases “*Topic*” y “*LearningResource*” para indicar que cada sub-unidad (o sub-capítulo) posee una o varios recursos de aprendizaje como foros, wikis, URLs, etiquetas, exámenes, etc. Un posible ejemplo para representar esta relación podría expresarse así: “El sub-capítulo Definiciones tiene los siguientes recursos de aprendizaje: una etiqueta llamada conceptos, una página web de wikipedia, y un foro llamado indicaciones”.
- **Representación ontológica del Modelo del Usuario:** Esta ontología describe los diferentes tipos de usuarios presente en un LMS. Fue creada solo con fines vincular los usuarios de un curso de un LMS, es decir para establecer las clases de usuario básicas que existen la plataforma de aprendizaje. Esta ontología no se diseñó con

finés de personalización debido a que no fue parte de los objetivos planteados en el presente trabajo. En la Figura 3-15 se muestra las clases básicas de la ontología y la única relación que se describe a continuación:

Figura 3-15: Representación gráfica del modelo del Usuario



- Clase “*Person*”.- es una entidad que representa a la gente (ser humano), es decir, cualquier tipo de persona. A partir de esta clase “*Person*” se obtienen dos sub clases: (i) “*Teacher*” que se considera como un tipo de usuario que administra un curso virtual, es decir que puede en general añadir, cambiar, y borrar actividades o recursos de aprendizaje; y (ii) “*Student*” que es considerado un tipo de usuario que interactúa con el curso virtual, es decir que puede usar cada uno de los recursos o actividades de aprendizaje diseñados por el profesor.
- Propiedad “*choiceLearningTheory*”.- es una relación existente entre las clases “*Teacher*” y “*LearningTheory*” para representar que un profesor puede escoger una determinada Teoría de aprendizaje para poder desarrollar una lección. Un posible ejemplo para interpretar esta relación podría expresarse así: “El Profesor Pérez escoge la Teoría de aprendizaje Conductista”.
- Propiedad “*choiceIDTheory*”.- es una relación que existe entre las clases “*Teacher*” y “*InstructionalDesignTheory*” para representar que un profesor puede escoger una determinada Teoría de diseño instruccional que está

fundamentada en su respectiva teoría de aprendizaje. Un posible ejemplo para interpretar esta relación podría expresarse así: “El profesor Pérez puede escoger la teoría de diseño instruccional de aprendizaje basada en casos”.

- Propiedad “*hasToUseTemplate*”.- es una relación que existe entre las clases “*Teacher*” y “*IDTemplate*” para representar que un profesor tiene que usar una determinada Plantilla de diseño instruccional de acuerdo a el proceso de selección de la teorías de aprendizaje y teoría de diseño instruccional que se hayan escogido en el proceso de creación de una lección. Un posible ejemplo para interpretar esta relación podría expresarse así: “El profesor Pérez tiene que usar la plantilla de diseño instruccional que corresponde a la teoría instruccional aprendizaje basada en casos”

3.4.3 Creación de reglas de recomendación usando SWRL

Una vez definida la estructura ontológica del modelo en donde se crearon un conjunto de clases, relaciones entre conceptos, restricciones e instancias que involucran el proceso de creación de un curso virtual, se puede aumentar la capacidad de inferir nuevo conocimiento a partir de la información ya definida en las ontologías del modelo propuesto mediante el uso de reglas de inferencia. El lenguaje SWRL permite establecer reglas de inferencia en nuestro modelo formalizado con OWL. Esta combinación de las reglas SWRL con los axiomas OWL es típicamente usado para transferir las propiedades de los objetos o inferir la existencia de nuevas instancias de las clases definidas con OWL (Chi, 2009).

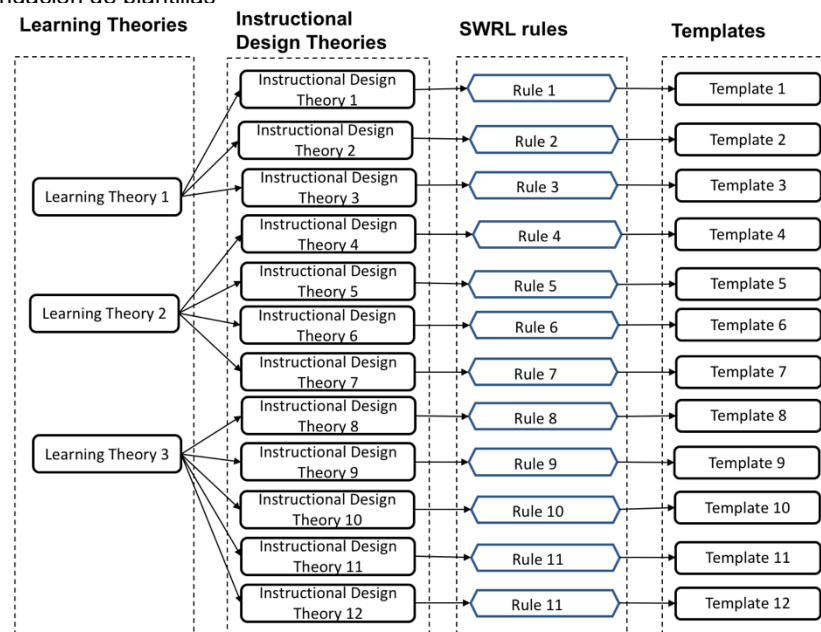
Para la implementación de las reglas de inferencia se debe puede utilizar la sintaxis de las cláusulas de Horn, las cuales son una forma entendible por los humanos. Las reglas están compuestas de un antecedente (cuerpo) y un consecuente (cabecera), las cuales son conjunciones de átomos escritos de forma “ $a_1 \wedge a_2 \wedge \dots \wedge a_n \rightarrow b_1 \wedge b_2 \wedge \dots \wedge b_n$ “. En donde a_1 y b_1 son átomos OWL que podrían tomar algunas formas como; conceptos (variables, instancias o valores), propiedades de objeto (variables, instancias o valores), propiedades de tipos de datos (variables, instancias o valores), y otros (Vesin et al., 2012). Las variables son especificadas usando el entandar de convención de pre-fijos, es decir con el signo de pregunta (Ej. ?x). Informalmente se podría decir que el significado de una

regla sería: “Si el antecedente es valedero (es verdadero) entonces el consecuente también debería ser válido”.

En el presente estudio hemos considerado declarar dos categorías de reglas de inferencia:

- **Creación de reglas para recomendación de plantillas instruccionales:** Este conjunto de reglas tiene como objetivo recomendar a un docente una determina plantilla previamente diseñada (que esta almacenada en el LMS), en función de la teoría de aprendizaje escogida por el docente y luego, por la teoría de diseño instruccional seleccionada también por el docente, de tal forma que la plantilla recomendada esté basada en su respectiva teoría de diseño instruccional. En la Figura 3-16 se muestra la relación que existe entre los principales componentes OWL y las reglas de inferencia.

Figura 3-16: Relación entre los componentes OWL y la reglas de inferencia - 1ra. Categoría Recomendación de plantillas



- **Regla 01.-** esta regla es aplicada para recomendar a un profesor usar una plantilla que está basada en la teoría de diseño instruccional llamada Teoría de la Actividad y esta a su vez está debidamente fundamentada en la teoría de aprendizaje Constructivista. La declaración de la regla está expresada de la siguiente manera:

Rule 01:

- [1] Teacher(?t) ^ LearningTheory(?It) ^
- [2] choiceLearningTheory(?t, Constructivism) ^
- [3] InstructionalDesignTheory(?idt) ^ choiceIDTheory(?t, ActivityTheory) ^
- [4] isFoundedOn(?idt, ?It) ^ IDTemplate(?te) ^
- [5] isBasedOn(ActivityTheoryTemplate, ?idt)
- [6] → hasToUseTemplate(?t, ActivityTheoryTemplate)

- *Regla 02.*- esta regla es aplicada para recomendar a un profesor usar una plantilla que está basada en la teoría de diseño instruccional llamada Teoría del Actor-Red y esta a su vez está debidamente fundamentada en la teoría de aprendizaje Constructivista. La declaración de la regla está expresada de la siguiente manera:

Rule 02:

- [1] Teacher(?t) ^ LearningTheory(?It) ^
- [2] choiceLearningTheory(?t, Constructivism) ^
- [3] InstructionalDesignTheory(?idt) ^
- [4] choiceIDTheory(?t, ActorNetworkTheory) ^
- [5] isFoundedOn(?idt, ?It) ^ IDTemplate(?te) ^
- [6] isBasedOn(ActorNetworkTheoryTemplate, ?idt)
- [7] → hasToUseTemplate(?t, ActorNetworkTheoryTemplate)

- *Regla 03.*- esta regla es aplicada para recomendar a un profesor usar una plantilla que está basada en la teoría de diseño instruccional llamada Teoría de la Atribución y esta a su vez está debidamente fundamentada en la teoría de aprendizaje Cognitivista. La declaración de la regla está expresada de la siguiente manera:

Rule 03:

- [1] Teacher(?t) ^ LearningTheory(?It) ^
- [2] choiceLearningTheory(?t, Cognitivism) ^
- [3] InstructionalDesignTheory(?idt) ^
- [4] choiceIDTheory(?t, AttributionTheory) ^
- [5] isFoundedOn(?idt, ?It) ^ IDTemplate(?te) ^
- [6] isBasedOn(AttributionTheoryTemplate, ?idt)
- [7] → hasToUseTemplate(?t, AttributionTheoryTemplate)

- *Regla 04.*- esta regla es aplicada para recomendar a un profesor usar una plantilla que está basada en la teoría de diseño instruccional llamada Aprendizaje basado en casos, y esta a su vez está debidamente

fundamentada en la teoría de aprendizaje Constructivista. La declaración de la regla está expresada de la siguiente manera:

Rule 04:

```
[1] Teacher(?t) ^ LearningTheory(?lt) ^
[2] choiceLearningTheory(?t, Constructivism) ^
[3] InstructionalDesignTheory(?idt) ^
[4] choiceIDTheory(?t, CaseBasedLearning) ^
[5] isFoundedOn(?idt, ?lt) ^ IDTemplate(?te) ^
[6] isBasedOn(CaseBasedLearningTemplate, ?idt)
[7] → hasToUseTemplate(?t, CaseBasedLearningTemplate)
```

- *Regla 05.*- esta regla es aplicada para recomendar a un profesor usar una plantilla que está basada en la teoría de diseño instruccional llamada Aprendizaje Cognoscitivo, y esta a su vez está debidamente fundamentada en la teoría de aprendizaje Constructivista. La declaración de la regla está expresada de la siguiente manera:

Rule 05:

```
[1] Teacher(?t) ^ LearningTheory(?lt) ^
[2] choiceLearningTheory(?t, Constructivism) ^
[3] InstructionalDesignTheory(?idt) ^
[4] choiceIDTheory(?t, CognitiveApprenticeship) ^
[5] isFoundedOn(?idt, ?lt) ^ IDTemplate(?te) ^
[6] isBasedOn(CognitiveApprenticeshipTemplate, ?idt)
[7] → hasToUseTemplate(?t, CognitiveApprenticeshipTemplate)
```

- *Regla 06.*- esta regla es aplicada para recomendar a un profesor usar una plantilla que está basada en la teoría de diseño instruccional llamada Instrucción Directa, y esta a su vez está debidamente fundamentada en la teoría de aprendizaje Conductista. La declaración de la regla está expresada de la siguiente manera:

Rule 06:

```
[1] Teacher(?t) ^ LearningTheory(?lt) ^
[2] choiceLearningTheory(?t, Behaviorism) ^
[3] InstructionalDesignTheory(?idt) ^
[4] choiceIDTheory(?t, DirectInstruction) ^
[5] isFoundedOn(?idt, ?lt) ^ IDTemplate(?te) ^
[6] isBasedOn(DirectInstructionTemplate, ?idt)
[7] → hasToUseTemplate(?t, DirectInstructionTemplate)
```

- *Regla 07.*- esta regla es aplicada para recomendar a un profesor usar una plantilla que está basada en la teoría de diseño instruccional llamada Aprendizaje por Descubrimiento, y esta a su vez está debidamente fundamentada en la teoría de aprendizaje Constructivista. La declaración de la regla está expresada de la siguiente manera:

Rule 07:

```
[1] Teacher(?t) ^ LearningTheory(?It) ^
[2] choiceLearningTheory(?t, Constructivism) ^
[3] InstructionalDesignTheory(?idt) ^
[4] choiceIDTheory(?t, DiscoveryLearning) ^
[5] isFoundedOn(?idt, ?It) ^ IDTemplate(?te) ^
[6] isBasedOn(DiscoveryLearningTemplate, ?idt)
[7] → hasToUseTemplate(?t, DiscoveryLearningTemplate)
```

- *Regla 08.*- esta regla es aplicada para recomendar a un profesor usar una plantilla que está basada en la teoría de diseño instruccional llamada Teoría de la Elaboración, y esta a su vez está debidamente fundamentada en la teoría de aprendizaje Cognitivista. La declaración de la regla está expresada de la siguiente manera:

Rule 08:

```
[1] Teacher(?t) ^ LearningTheory(?It) ^
[2] choiceLearningTheory(?t, Cognitivism) ^
[3] InstructionalDesignTheory(?idt) ^
[4] choiceIDTheory(?t, ElaborationTheory) ^
[5] isFoundedOn(?idt, ?It) ^ IDTemplate(?te) ^
[6] isBasedOn(ElaborationTheoryTemplate, ?idt)
[7] → hasToUseTemplate(?t, ElaborationTheoryTemplate)
```

- *Regla 09.*- esta regla es aplicada para recomendar a un profesor usar una plantilla que está basada en la teoría de diseño instruccional llamada Aprendizaje basado en Problemas, y esta a su vez está debidamente fundamentada en la teoría de aprendizaje Constructivismo. La declaración de la regla está expresada de la siguiente manera:

Rule 09:

```
[1] Teacher(?t) ^ LearningTheory(?It) ^
[2] choiceLearningTheory(?t, Constructivism) ^
[3] InstructionalDesignTheory(?idt) ^
[4] choiceIDTheory(?t, ProblemBasedLearning) ^
[5] isFoundedOn(?idt, ?It) ^ IDTemplate(?te) ^
[6] isBasedOn(ProblemBasedLearningTemplate, ?idt)
```

```
[7] → hasToUseTemplate(?t, ProblemBasedLearningTemplate)
```

- *Regla 10.*- esta regla es aplicada para recomendar a un profesor usar una plantilla que está basada en la teoría de diseño instruccional llamada Aprendizaje basado en Problemas, y esta a su vez está debidamente fundamentada en la teoría de aprendizaje Conductista. La declaración de la regla está expresada de la siguiente manera:

Rule 10:

```
[1] Teacher(?t) ^ LearningTheory(?lt) ^
[2] choiceLearningTheory(?t, Behaviorism) ^
[3] InstructionalDesignTheory(?idt) ^
[4] choiceIDTheory(?t, ProblemBasedLearning) ^
[5] isFoundedOn(?idt, ?lt) ^ IDTemplate(?te) ^
[6] isBasedOn(ProgrammedInstructionTemplate, ?idt)
[7] → hasToUseTemplate(?t, ProgrammedInstructionTemplate)
```

- *Regla 11.*- esta regla es aplicada para recomendar a un profesor usar una plantilla que está basada en la teoría de diseño instruccional llamada Aprendizaje basado en Problemas, y esta a su vez está debidamente fundamentada en la teoría de aprendizaje Conductista. La declaración de la regla está expresada de la siguiente manera:

Rule 11:

```
[1] Teacher(?t) ^ LearningTheory(?lt) ^
[2] choiceLearningTheory(?t, Cognitivism) ^
[3] InstructionalDesignTheory(?idt) ^
[4] choiceIDTheory(?t, SituatedLearning) ^
[5] isFoundedOn(?idt, ?lt) ^ IDTemplate(?te) ^
[6] isBasedOn(SituatedLearningTemplate, ?idt)
[7] → hasToUseTemplate(?t, SituatedLearningTemplate)
```

- *Regla 12.*- esta regla es aplicada para recomendar a un profesor usar una plantilla que está basada en la teoría de diseño instruccional llamada Teoría de desarrollo Social, y esta a su vez está debidamente fundamentada en la teoría de aprendizaje Constructivismo. La declaración de la regla está expresada de la siguiente manera:

Rule 12:

```
[1] Teacher(?t) ^ LearningTheory(?lt) ^
[2] choiceLearningTheory(?t, Constructivism) ^
```

```
[3] InstructionalDesignTheory(?idt) ^
[4] choiceIDTheory(?t, SocialDevelopmentTheory) ^
[5] isFoundedOn(?idt, ?lt) ^ IDTemplate(?te) ^
[6] isBasedOn(SocialDevelopmentTheoryTemplate, ?idt)
[7] → hasToUseTemplate(?t, SocialDevelopmentTheoryTemplate)
```

- *Regla 13.-* esta regla es aplicada para recomendar a un profesor usar una plantilla que está basada en la teoría de diseño instruccional llamada Teoría de aprendizaje Social, y esta a su vez está debidamente fundamentada en la teoría de aprendizaje Conductismo. La declaración de la regla está expresada de la siguiente manera:

Rule 13:

```
[1] Teacher(?t) ^ LearningTheory(?lt) ^
[2] choiceLearningTheory(?t, Behaviorism) ^
[3] InstructionalDesignTheory(?idt) ^
[4] choiceIDTheory(?t, SocialLearningTheory) ^
[5] isFoundedOn(?idt, ?lt) ^ IDTemplate(?te) ^
[6] isBasedOn(SocialLearningTheoryTemplate, ?idt)
[7] → hasToUseTemplate(?t, SocialLearningTheoryTemplate)
```

- *Regla 14:* esta regla es aplicada para recomendar a un profesor usar una plantilla que está basada en la teoría de diseño instruccional llamada Teoría del Desarrollo Cognitivo, y esta a su vez está debidamente fundamentada en la teoría de aprendizaje Cognitivista. La declaración de la regla está expresada de la siguiente manera:

Rule 14:

```
[1] Teacher(?t) ^ LearningTheory(?lt) ^
[2] choiceLearningTheory(?t, Cognitivism) ^
[3] InstructionalDesignTheory(?idt) ^
[4] choiceIDTheory(?t, TheoryCognitiveDevelopment) ^
[5] isFoundedOn(?idt, ?lt) ^ IDTemplate(?te) ^
[6] isBasedOn(TheoryCognitiveDevelopmentTemplate, ?idt)
[7] → hasToUseTemplate(?t, TheoryCognitiveDevelopmentTemplate)
```

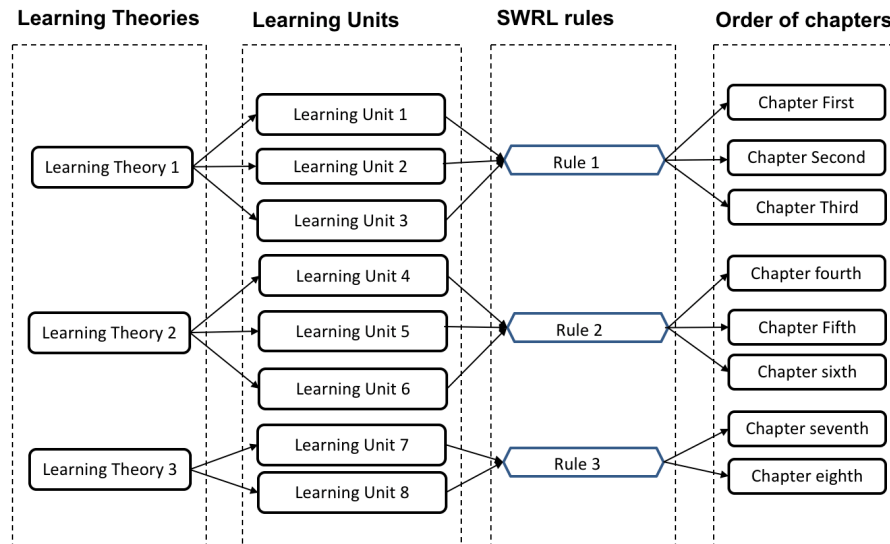
- *Regla 15:* esta regla es aplicada para recomendar a un profesor usar una plantilla que está basada en la teoría de diseño instruccional llamada Teoría del aprendizaje condicionado, y esta a su vez está debidamente fundamentada en la teoría de aprendizaje Cognitivista. La declaración de la regla está expresada de la siguiente manera:

```

Rule 15:
[1] Teacher(?t) ^ LearningTheory(?lt) ^
[2] choiceLearningTheory(?t, Cognitivism) ^
[3] InstructionalDesignTheory(?idt) ^
[4] choiceIDTheory(?t, TheoryConditionsLearning) ^
[5] isFoundedOn(?idt, ?lt) ^ IDTemplate(?te) ^
[6] isBasedOn(TheoryConditionsLearningTemplate, ?idt)
[7] → hasToUseTemplate(?t, TheoryConditionsLearningTemplate)
    
```

- Creación de reglas para **sugerir el orden de teorías de aprendizaje**: Este conjunto de reglas tiene como objetivo sugerir al docente cual sería la secuencia adecuada de la aplicación de cada teoría de diseño instruccional en base a lo que cada enfoque de teoría de aprendizaje, es decir que se advierte que la teoría de diseño instruccional escogida se la pueda incluir al principio, o en el medio o al final de los capítulos desarrollados. En la Figura 3-17 se muestra la relación que existe entre los principales componentes OWL y las reglas de inferencia.

Figura 3-17: Relación entre los componentes OWL y la reglas de inferencia - 2da. Categoría



- Regla 16: esta regla es aplicada para sugerir a un profesor el orden en el que debería colocar una unidad de aprendizaje que está basada en una determinada teoría de diseño instruccional, y esta a su vez está debidamente fundamentada en la teoría de aprendizaje Conductista. En este caso la sugerencia será poner en los primeros capítulos del curso debido a que las tareas requieren un bajo grado de procesamiento lo cual

se relaciona con la teoría Conductista. La declaración de la regla está expresada de la siguiente manera:

Rule 16:

```
[1] Teacher(?t) ^ LearningTheory(?lt) ^
[2] choiceLearningTheory(?t, Behaviorism) ^
[3] InstructionalDesignTheory(?idt) ^ isFoundedOn(?idt, ?lt) ^
[4] LearningUnit(?lu)
[5] → hasAnOrder(?lu, "Primeros capitulos")
```

- *Regla 17:* esta regla es aplicada para sugerir a un profesor el orden en el que debería colocar una unidad de aprendizaje que está basada en una determinada teoría de diseño instruccional, y esta a su vez está debidamente fundamentada en la teoría de aprendizaje Cognitivista. En este caso la sugerencia será poner en los capítulos intermedios del curso, debido a que las tareas requieren un nivel intermedio de procesamiento lo cual se relaciona con la teoría Cognitivista. La declaración de la regla está expresada de la siguiente manera:

Rule 17:

```
[1] Teacher(?t) ^ LearningTheory(?lt) ^
[2] choiceLearningTheory(?t, Cognitivism) ^
[3] InstructionalDesignTheory(?idt) ^ isFoundedOn(?idt, ?lt) ^
[4] LearningUnit(?lu)
[5] → hasAnOrder(?lu, "Capitulos intermedios")
```

- *Regla 18:* esta regla es aplicada para sugerir a un profesor el orden en el que debería colocar una unidad de aprendizaje que está basada en una determinada teoría de diseño instruccional, y esta a su vez está debidamente fundamentada en la teoría de aprendizaje Constructivista. En este caso la sugerencia será realizada para poner en los capítulos finales del curso, debido a que las tareas demandan un alto grado de procesamiento lo cual se relaciona con la teoría Constructivista. La declaración de la regla está expresada de la siguiente manera:

Rule 18:

```
[1] Teacher(?t) ^ LearningTheory(?lt) ^
[2] choiceLearningTheory(?t, Constructivism) ^
[3] InstructionalDesignTheory(?idt) ^ isFoundedOn(?idt, ?lt) ^
[4] LearningUnit(?lu) → hasAnOrder(?lu, "Capitulos finales")
```


3.4.4 Representación ontológica del curso semántico

En el modelo planteado se formaliza el proceso de construcción de cursos virtuales y ha considerado aspectos como el enfoque pedagógico, el contexto de un LMS, la secuencia de contenidos, y otros elementos afines. Esta propuesta se la desarrolló mediante una base de conocimiento ontológica usando lenguajes como OWL, SWRL, RDF. Para esto, se utilizaron cuatro ontologías que permitieron apoyar el proceso de creación de cursos en un VLE. De todo el proceso planteado anteriormente, se desprende una nueva contribución; la generación de un curso semántico, que es complementario a la creación del curso plantilla generado como parte del proceso de creación del curso virtual en el LMS.

El objetivo de la generación de la ontología de un curso semántico es recolectar toda la información que se utilizó en todo el proceso de generación del curso virtual, tomando en consideración la estructura ontológica del modelo descrito (teniendo como referencia las ontologías plateadas). Es decir, que usando la ontología instruccional y los elementos propios del LMS, se logró crear un archivo OWL que contiene toda la base de conocimiento relacionada al dominio, el contexto, el enfoque pedagógico del curso creado. Esta estructura ontológica se genera a su vez con la instanciación respectiva de la representación conceptual que implica la creación de cada curso en particular. Por lo tanto, se necesita tener previamente formulada una estructura formal de una ontología de curso para que, a partir de esta, se instancie cada curso generado.

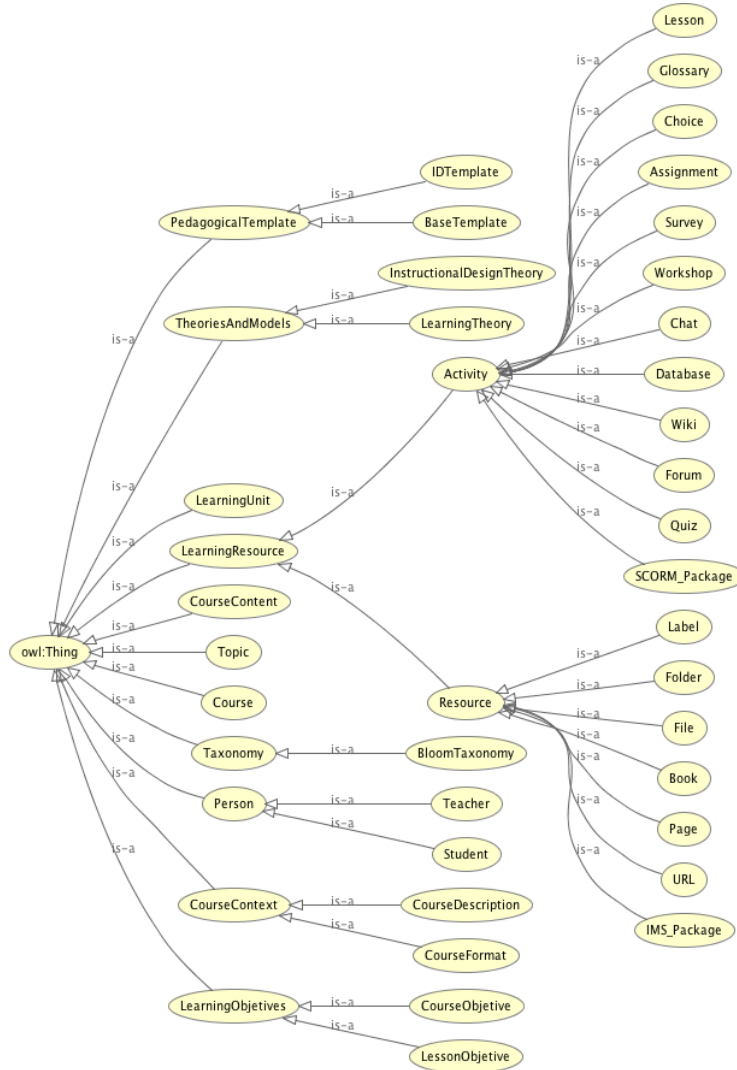
A pesar de haber especificado anteriormente un enfoque metodológico para desarrollar ontologías, se ha determinado utilizar un enfoque de desarrollo de tres fases (El-Ghalayini, 2011), debido a que la estructura del curso semántico es prácticamente una combinación y abstracción de la ontología instruccional del modelo propuesto y los elementos propios que involucran un LMS. Por lo tanto, toda la estructura formal del curso semántico ya está especificada en el modelo propuesto dentro del presente capítulo.

- *Identificación del dominio y el ámbito de la ontología del curso semántico:* se ha considerado la creación de una ontología que contemple los aspectos relacionados a un curso virtual creado dentro de un LMS, por lo tanto, se propone la una estructura formal que represente el dominio de un curso on-line, pero involucrando

tanto los elementos característicos del entorno virtual (o LMS), así como los aspectos pedagógicos (teorías de aprendizaje y/o diseño instruccional). Esta ontología podría ser compartida y usada para consultar información por cualquier persona en el Internet que desee conocer todo lo referente al curso on-line creado dentro de un entorno virtual determinado.

- *Especificación jerárquica de los conceptos del curso semántico:* en esta fase se define la estructura jerárquica de clases y sub-clases que componen la ontología del curso on-line. Para editar y gestionar la ontología del curso se utilizó el software Protégé, el cual ayudó a representar la taxonomía del curso semántico. En la Figura 3-18 se muestra la estructura jerárquica de clases y sub-clases del curso semántico.

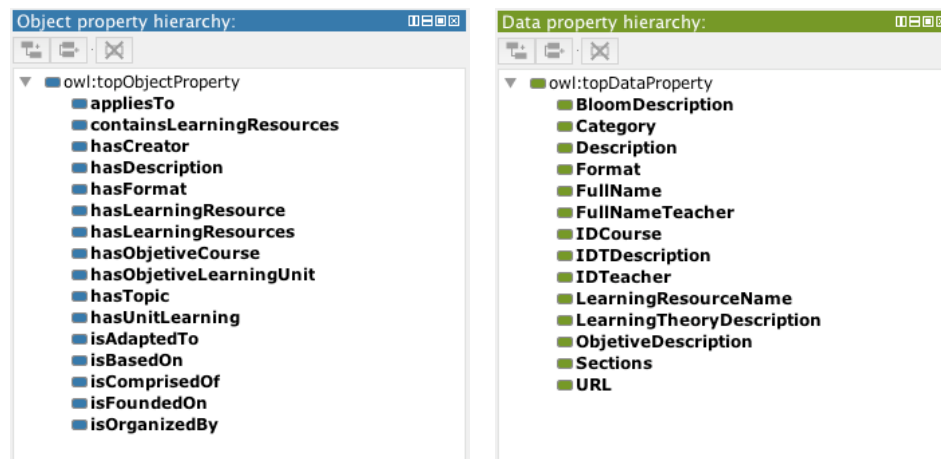
Figura 3-18: Representación jerárquica de clases y sub-clase del curso semántico



Tal como se muestra en la Figura 3-18 existen 11 clases en el primer nivel jerárquico, 13 sub-clases en el segundo nivel jerárquico y 19 sub-clases en el tercer nivel jerárquico. Las clases “*PedagogicalTemplate*”, “*Taxonomy*”, “*TheoriesAndModels*”, y las sub-clases “*BloomTaxonomy*”, “*IDTemplate*”, “*BaseTemplate*”, “*InstructionalDesignTheory*”, “*LearningTheory*” son creadas en base al modelo instruccional. Las clases “*Course*”, “*LearningObjective*”, y las sub-clases “*CourseFormat*”, “*CourseDescription*”, “*CourseObjective*”, “*LessonObjective*” son creadas en base al modelo del contexto. Las clases “*LearningUnit*”, “*CourseContent*”, “*LearningResource*”, “*Topic*”, y las sub-clases “*Resource*” (a su vez las sub-clases “*Book*”, “*File*”, “*Folder*”, “*IMS_Package*”, “*Label*”, “*Page*”, “*URL*”), “*Activity*” (a su vez las sub-clases “*Choice*”, “*Survey*”, “*Chat*”, “*Assignment*”, “*Wiki*”, “*Quiz*”, “*SCORM_Package*”, “*Glossary*”, “*Lesson*”, “*Workshop*”, “*Forum*”, “*database*”) son creadas en base al modelo del dominio/contenido. La clase “*Person*”, y sub-clases “*Teacher*”, “*Student*” es creada en base al modelo de usuario. Todos estos conceptos que se ha mencionado ya fueron explicados anteriormente en el modelo SECOGEMO dentro del presente capítulo. Cabe indicar, que un sistema o módulo inteligente (basado en las tecnologías de la web semántica) debería tener la capacidad de crear la estructura conceptual conforme a la que acabamos de proponer y además debería lograr instanciar con los elementos que involucren el proceso de creación del curso.

- *Definir propiedades de objetos y datos de los conceptos del curso semántico:* en esta etapa se detalla las diferentes relaciones que existen entre ciertas las clases y también la propiedad interna de las mismas (ver Figura 3-19).

Figura 3-19: Propiedades de Objetos y de datos de curso semántico



En la Figura 3-19 se muestran las 16 propiedades de objetos y las 14 propiedades de datos existentes en el curso semántico. Las propiedades de objetos y de datos en el gráfico anterior ya fueron explicados anteriormente en el modelo SECOGEMO dentro del presente capítulo.

3.5 Conclusiones del capítulo

En el presente capítulo se describe primeramente el enfoque sistemático del proceso de construcción de cursos virtuales. Por lo que se han planteado nueve pasos, de los cuales cuatro pasos se relacionan con la creación del curso y cinco pasos se vinculan a la creación de las unidades de aprendizaje. Además, están definidos componentes de entrada los cuales son: la taxonomía de Bloom, las teorías de aprendizaje, las teorías de diseño instruccional, las plantillas pedagógicas, y la información contemplada del LMS; así como los elementos de salida los cuales son: el curso virtual plantilla creado y el curso semántico producido.

El modelo propuesto está fundamentado mediante una base de conocimiento ontológica, el cual está estructurado en cuatro ontologías: la ontología del modelo del contexto, la ontología del modelo instruccional, la ontología del modelo del dominio (o de contenido), y la ontología del Modelo del usuario. Esta estructura de ontologías se utilizará para representar proceso de construcción de cursos virtuales tomando en cuenta las teorías de aprendizaje/instruccionales, los elementos afines a los recursos educativos y su contexto dentro del sistema de gestión de aprendizaje, la secuencia de contenidos, y las plantillas de cursos pre-diseñadas.

Como parte del modelo se definió un conjunto de reglas de inferencia para el contexto del razonamiento basadas en el lenguaje reglas de la web semántica (SWRL). Concretamente se representó dos enfoques; le primero fue para establecer cuál es la plantilla adecuada en base al proceso de selección de la teoría de aprendizaje y la teoría de diseño instruccional, la segunda es para sugerir cual sería la secuencia recomendada de la aplicación de cada teoría de diseño instruccional en base a lo que cada enfoque de teoría de aprendizaje sugiere, es decir al principio, en el medio o al final de los capítulos desarrollados.

4.Arquitectura propuesta para generación de cursos usando SWT

En el presente capítulo se describe la arquitectura, la cual representa la estructura de la aplicación y sus componentes relacionados en el proceso de creación de cursos. En este propósito, se ha considerado la plataforma LMS, las plantillas de cursos previamente diseñados, las tecnologías/lenguajes de la web semántica, y los diferentes módulos que implican proceso de creación de cursos virtuales. Es necesario mencionar, que se ha integrado componentes necesarios de una aplicación basada en la web semántica con componentes típicos de un sistema web tradicional (como un LMS), lo que generará como resultado la propuesta de una estructura arquitectónica para el adecuado funcionamiento del proceso de creación de cursos virtuales dentro de un LMS.

4.1 Fundamentos para la creación una Arquitectura

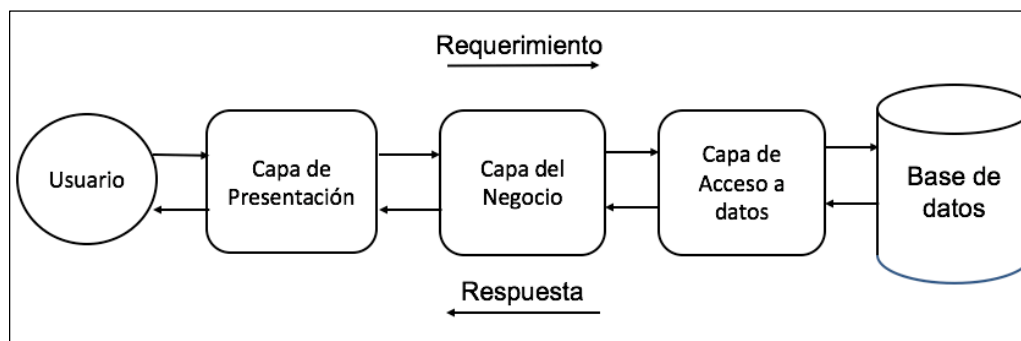
Antes de proponer la arquitectura propuesta, describimos el término arquitectura de software como un conjunto de componentes, conectores y datos que permiten una relación entre estos elementos con el fin de lograr un conjunto deseado de propiedades arquitectónicas (Fielding, 2000). En este sentido, para plantear la arquitectura en el presente trabajo se debe establecer los componentes como; los recursos de aprendizaje, las plantillas prediseñadas, la plataforma, y especialmente las tecnologías de la web semántica que permitirán ejecutar el proceso de creación de cursos virtuales.

Debido a que hay que combinar un LMS, con una aplicación basada en la web semántica, se debe tomar en cuenta que cada aplicación una posee diferentes estilos arquitecturales, es decir que la plataforma del LMS se maneja con un patrón de diseño denominado Modelo-Vista-Controlador (Wisnu Wirawan, 2010), el cual es un sistema de capas organizado jerárquicamente y la aplicación web semántica se maneja otro tipo de arquitectura, basada en elementos RDF. Actualmente no hay enfoques de arquitecturas

estandarizados o unificados para desarrollar aplicaciones de la web semántica. Sin embargo, existen propuestas como (B. Heitmann, Cyganiak, Hayes, & Decker, 2012; Benjamin Heitmann, Hayes, & Oren, 2009) que proponen marcos de referencia de arquitecturas basadas en estudios empíricos.

Dadas las condiciones expuestas, se propone usar una arquitectura con estilo de capas y/o componentes ya que se puede combinar tanto las aplicaciones de la web semántica con la aplicación del LMS. Las justificaciones del estilo propuesto son debido a que ésta última se enfoca al uso de base de datos, mientras que la de la web semántica se enfoca al uso de herramientas y librerías como componentes del sistema. Ante la situación planteada se utilizará la *arquitectura de tres capas* que es un patrón de diseño de software que proporciona un mecanismo de estructurar y descomponer las aplicaciones en tres capas o niveles, en donde cada capa se ocupa de distintos niveles de responsabilidad (Fernandez, Fonoage, VanHilst, & Marta, 2008). Una capa se ocupa de la presentación del sistema (usuario e interfaces del sistema), otra capa maneja la lógica de negocio, siendo la encargada de controlar la funcionalidad del sistema, y la última capa es la que representa el almacenamiento de los datos. En la Figura 4-1 se representa la arquitectura de tres capas.

Figura 4-1: Arquitectura tres capas y su comunicación



4.2 Arquitectura del proceso de creación de cursos

Para el diseño de la arquitectura del proceso de creación de cursos se debe considerar un método que permita describir la estructura sistema. La idea es que se pueda diseñar la estructura del software de alto nivel. Para llegar a concebir la arquitectura se debe articular ciertos elementos de manera adecuada para cumplir con los requerimientos del sistema

planteado, el cual es instanciado del modelo descrito en el capítulo anterior. Existen distintos tipos de métodos o estilos para el diseño de arquitecturas, por lo que, para describir nuestra arquitectura de software, se decidió usar tanto el método del “*Siemens Four-views*” (Hofmeister, Nord, & Soni, 2000; Soni, Nord, & Hofmeister, 1995), así como, el modelo “*4 + 1 Views*” (Kruchten, 1995b, 1995a). Estas dos propuestas plantean el uso de múltiples vistas o perspectivas, que ayudan a comprender de mejor manera el diseño de la arquitectura. Hemos seleccionado las siguientes vistas o perspectivas para descripción de la arquitectura propuesta:

- *La vista Conceptual*, la cual describe el sistema en términos de sus componentes y sus relaciones con una estructura de un alto nivel.
- *La vista de casos de uso*, la cual describe los escenarios de interacción entre los usuarios y los procesos. Estos son considerados una abstracción de los requisitos más importantes.
- *La vista de despliegue/ejecución*, la cual describe la estructura del sistema en términos sus elementos de la plataforma en tiempo de ejecución.
- *La vista por componentes*, la cual describe la estructura de descomposición funcional y por capas, es decir, una representación lógica de sus elementos y como se interrelacionan entre sus componentes.

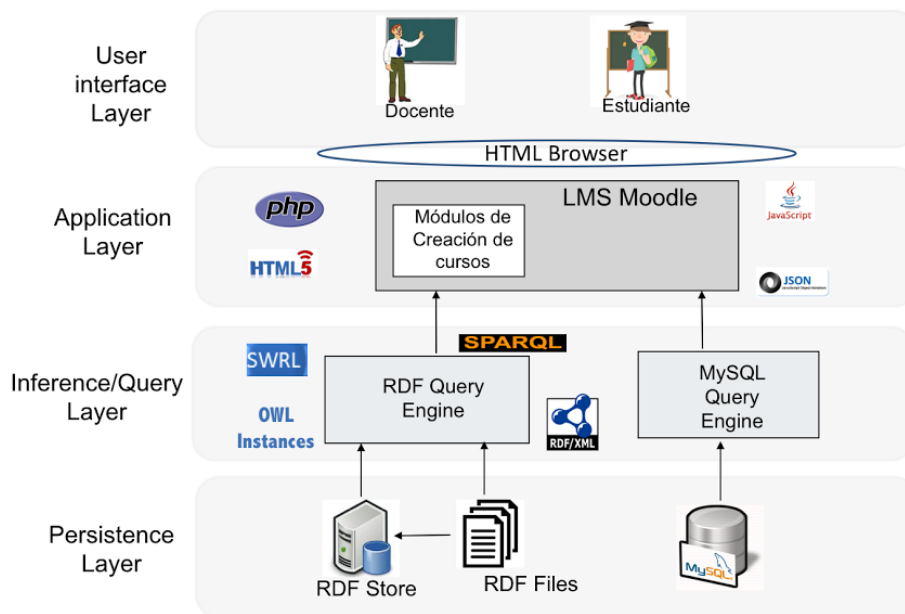
Para facilitar la descripción arquitectónica de los componentes de sistema se usará las vistas descritas, y además se ha tomado en cuenta los siguientes elementos relacionados al desarrollo del sistema:

- Para ciertos procesos se utiliza modelado UML (Rumbaugh, JACOBSON, Rumbaugh, Jacobson, & Booch, 2000).
- El lenguaje para el desarrollo de los módulos utilizado es PHP y JavaScript mediante el patrón MVC de la plataforma Moodle.
- La estructura de datos para la serialización de los mismos es JSON.
- El lenguaje de representación semántica de conceptos utilizado es OWL.
- El lenguaje de consulta semántica utilizado es SPARQL

4.2.1 Vista conceptual de la arquitectura

Se presenta las diferentes unidades lógicas que componen la arquitectura. El diseño de la vista comprende la descomposición de elementos, módulos o tecnologías usadas, en donde se representan cortes horizontales de comunicación, que reflejan el agrupamiento de diferentes funcionalidades relacionadas entre sí; terminando en la capacidad de funcionar como un sistema integro, es decir, como uno solo. La idea básica de representación es el uso de capas que representan una funcionalidad lógica de la aplicación del proceso de creación de cursos, estas se pueden ilustrar en la Figura 4-2.

Figura 4-2: Representación gráfica de la vista lógica mediante capas






- *User interface Layer:* Está formada por la lógica de la aplicación al que el usuario final accede directamente mediante una interfaz de usuario basado en el navegador web.
- *Application Layer:* Esta capa consiste en la lógica que realiza las funciones principales de la aplicación como procesamiento de datos, implementación de funciones de inferencia, la coordinación de los bloques plantillas y la administración de la secuencia ideal de los capítulos basados en teorías de aprendizaje. Esta capa está formada por los módulos firmemente acoplados que se ajustan al modelo desarrollado.

- *Interfaz Query Layer:* La estructura de datos se representa de diferente forma para los tipos de consultas realizadas. JSON para la consulta en la base de datos MySQL y Tripletas en el lenguaje extensible XML, bajo RDF.
- *Pesistence Layer:* Las bases de datos tradicionales procesan información en duro brindando un conjunto de datos y procesándolos en información. El almacenamiento RDF Store es una base de datos de propósito en almacenamiento y recuperación de tripletas a través de consultas semánticas. Una tripleta es una entidad de datos compuesta de sujeto-predicado-objeto.

4.2.2 Vista de casos de uso de la arquitectura

Primeramente, debemos describir los Stackholder en los diferentes escenarios los cuales expresamos en la Tabla 4-1. Se ha considera al administrador, creador de curso y profesor para el desarrollo de los módulos de creación de los cursos junto la estructuración de su arquitectura.

Tabla 4-1: Stackholder y sus escenarios

Stakeholder	Descripción	Escenario
 Administrador	Usuario que gestiona todo el ambiente software, tiene todos los permisos y roles en los diferentes contextos del LMS.	<ul style="list-style-type: none"> • Estructuración de curso plantilla. • Creación del curso sobre reglas de inferencia ante las teorías de aprendizaje.
 Creador de curso	Usuario que gestiona la creación del curso limitado en niveles altos. Este solo puede acceder a creación, edición y gestión de los recursos de aprendizaje del curso inteligente.	<ul style="list-style-type: none"> • Estructuración de curso plantilla. • Creación del curso sobre reglas de inferencia ante las teorías de aprendizaje.
 Teacher	Usuario con capacidad de ver y editar el curso inteligente ya creado.	<ul style="list-style-type: none"> • Visualización y edición del curso inteligente creado.

A continuación, se detalla los diagramas de casos de uso que se expresan de acuerdo a cada escenario planteado.

- *Escenario - Estructuración del curso plantilla:* La descripción del curso recopila datos como el nombre completo, nombre corto, objetivo, taxonomía de Bloom, y categoría del mismo, así como también su formato y el número de secciones. Este escenario se lo representa en la Figura 4-3.

- *Escenario – Creación de curso usando reglas de inferencia en función de teorías de aprendizaje:* Las reglas de inferencia son las encargadas de sugerir la secuencia ideal de capítulos a medida que el curso es formado, finalmente se obtiene los capítulos con su objetivo, teoría de aprendizaje, teoría de diseño instruccional y los recursos generados automáticamente para cada subcapítulo. Este escenario se lo representa en la Figura 4-4.

Figura 4-3: Escenario - Estructuración del curso plantilla

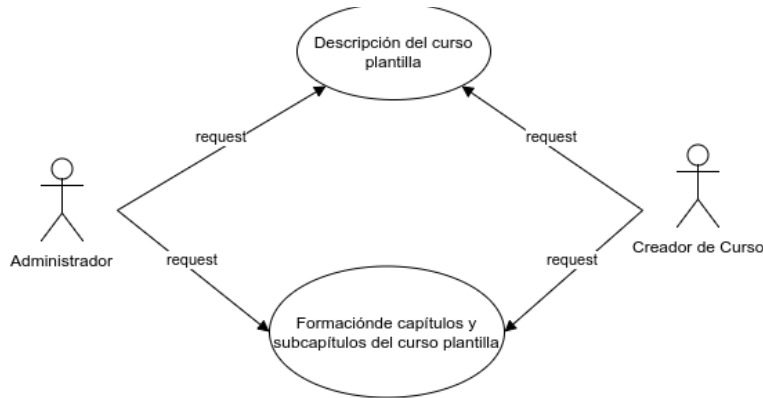
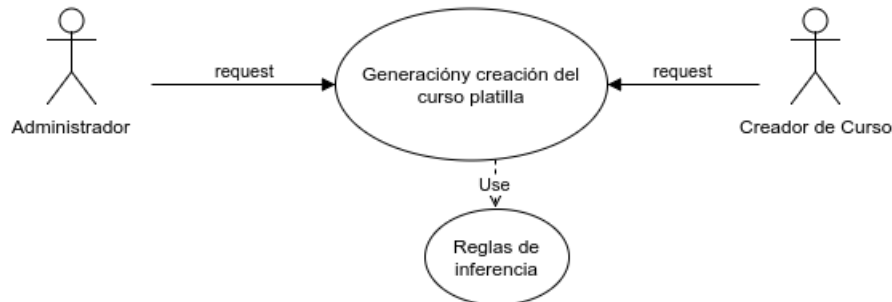
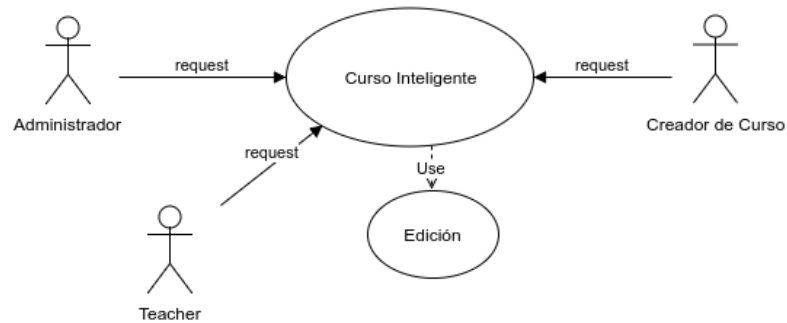


Figura 4-4: Escenario - Creación de curso con reglas de inferencia



- *Escenario - Visualización y Edición del curso inteligente creado:* El curso plantilla es creado y puede ser editado con las herramientas propias del LMS, este curso se crea con los recursos y la estructura de la plantilla base. Este escenario se lo representa en la Figura 4-5.

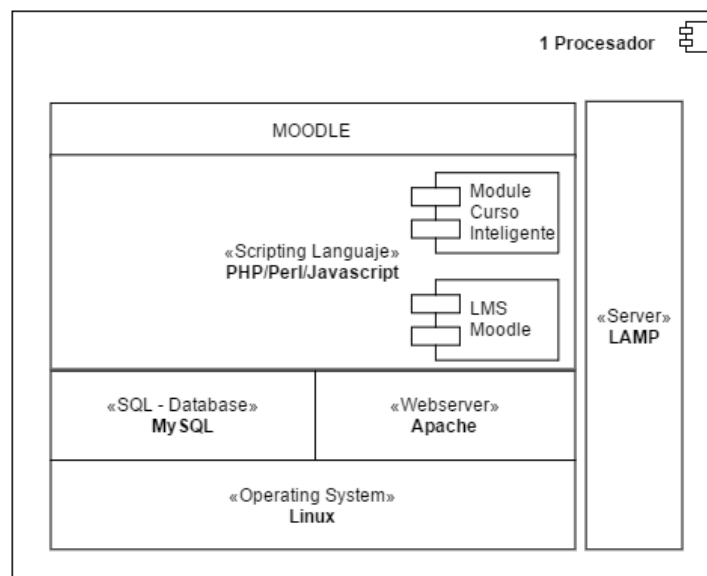
Figura 4-5: Escenario - Visualización y edición del curso plantilla creado



4.2.3 Vista de despliegue de la arquitectura

El diagrama de despliegue de la plataforma Moodle es completamente intuitivo y sencillo de implementar, es por ello que el modulo del curso inteligente se aprovechó en su mismo entorno. Se compone de un procesador donde se encuentra el servidor apache HTTP con un soporte a una amplia gama de sistemas de gestión de base de datos tales como Postgres, MySQL, Sql Server etc. En la Figura 4-6 se describe el diagrama en su conjunto y se onsidera primeramente un solo procesador para la implantación del sistema LMS Moodle, donde se compone de modelos activos y el caso particular del módulo creación de cursos.

Figura 4-6: Diagrama de despliegue de la plataforma y los módulos



El “*Scripting Language*” es parte del sistema donde se genera y se muestra el HTML. La vista es donde los datos, solicitados desde el Modelo, son vistos y su resultado final es determinado. Para el curso inteligente se implementó PHP y JavaScript como lenguaje de programación, HTML5 como lenguaje semántico para los componentes de vista. El “SQL-Database” se compone del gestor base de datos MySQL donde almacenara toda la información generada del LMS Moodle. El “Web Server” se conforma por el servidor Apache, quien gestiona y reglamenta las respuestas a las solicitudes HTTP.

Para integrar las tecnologías de la web semántica con la plataforma LMS se combinó un framework de la web semántica denominado ARC2 (Nowack, 2004), es de código abierto para desarrollo de aplicaciones basadas en PHP. ARC inició como un sistema de RDF ligero para el análisis y la serialización de archivos RDF/XML. Más tarde se desarrolló en un marco más amplio con el almacenamiento y funcionalidad de consultas semánticas. Especificamos a continuación los principales componentes (Allemang & Hendler, 2008; Butuc, 2009) que se instalaron para acoplar en el entorno del LMS Moodle.

- *RDF Parser*: es un componente que se encarga de leer e interpretar las sentencias de los archivos RDF. Para nuestra implementación utilizamos el formato RDF/XML.
- *RDF Serializer*: es un componente que escribe las tripletas en un archivo en un formato de serialización específico.
- *RDF Store*: es una base de datos configurada para almacenar y recuperar las tripletas (que en nuestro caso usamos el MySQL incluido en el LMS). Es también llamado TripleStore.
- *RDF Query Engine*: es un componente que permite recuperar información del triplestore usando un lenguaje de consulta. (en nuestro caso usamos el SPARQL).
- *Inference Engine*: es un componente frecuentemente integrado con el *Query Engine*, que ejecuta inferencias de acuerdo a las reglas de inferencias especificadas.

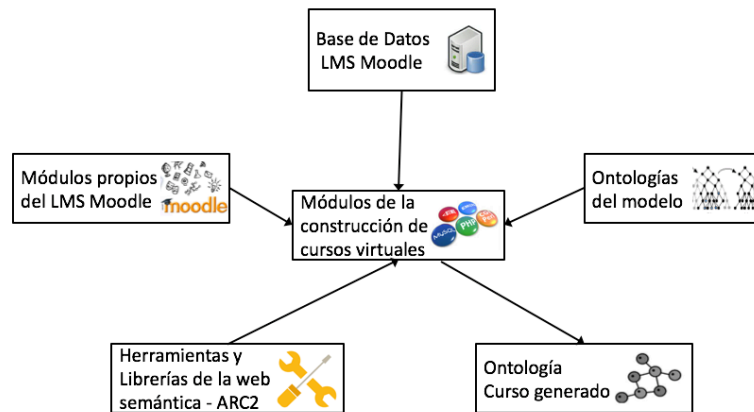
4.2.4 Vista por módulos de la arquitectura

La vista por módulos de la aplicación del proceso de creación de cursos expresa la estructura de los componentes que interactúan entre sí y además con los módulos del LMS Moodle. Se ha justificado anteriormente, que se ha logrado combinar los módulos basados

en la web semántica con los componentes del entorno LMS. En la Figura 4-7 se muestra un diagrama de los componentes de forma muy general (de alto nivel), expresando la funcionalidad y la relación que existen entre cada uno de sus componentes.

- *La base de Datos del LMS Moodle:* es un componente propio del entorno Moodle el cual almacena toda la información referente a la plataforma de aprendizaje como cursos, notas, docentes, estudiantes, actividades, etc. Adicionalmente, se ha incorporado ciertas tablas que se encargan de almacenar temporalmente las tripletas generadas de las consultas que se realizan con SPARQL.

Figura 4-7: Diagrama de componentes de Arquitectura



- *Ontologías del modelo:* son todas las estructuras de la base del conocimiento que se utilizan para representar y producir los cursos virtuales e inteligentes a través de un procedimiento de generación. Con la ayuda de las ontologías y los modelos RDF se ha logrado combinar con el sistema de la plataforma virtual, de tal forma que se ha alcanzado una mejora respecto al grado de eficiencia en la producción de cursos inteligentes, así como los cursos tipo plantillas, todo esto de manera sistemática.
- *Ontología del curso generado:* es una estructura basada en ontologías y datos RDF que se genera automáticamente después de ejecutar el proceso de creación de cursos. La gran ventaja de estos documentos generados y publicados de manera accesible, es que se puede consultar cualquier tipo de información del curso virtual referente al ámbito de su contexto, contenido y fundamentación pedagógica.
- *Herramientas y librerías de la web semántica - ARC2:* son un conjunto de herramientas y librerías que ayudan al desarrollar aplicaciones web semánticas para un entorno basado en el lenguaje PHP. Básicamente la selección y uso del

framework ARC2 se fundamentó, en su facilidad para combinar con los componentes del LMS Moodle, los cuales también se basan en PHP. Esto permitió acoplar las estructuras ontológicas y modelos RDFs con las bases de datos de plataforma.

- *Módulos propios del LMS Moodle:* son un conjunto de programas que forman parte de la estructura típica de la plataforma Moodle y están desarrollados bajo el concepto de “*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*” (MOODLE) y organizados de forma modular. Cada módulo está relacionado con su respectiva carpeta y cumplen funcionalidades específicas como manejo de interfaz, bloques, cursos, archivos, actividades, temas. Etc.
- *Módulos de la construcción de cursos virtuales:* son un conjunto de programas desarrollados y acoplados que permiten funcionalidades como la generación del curso plantilla, la creación de cursos de forma asistida, la generación de cursos inteligentes (documento basado en datos RDF). Todos estos procesos interactúan de forma coordinada con los módulos propios del LMS Moodle y además usan las librerías de ARC2, la base de datos interna de Moodle y las ontologías del modelo.

Debido a que, la representación de la arquitectura basada en componentes se lo realiza de forma general, no se aprecia todas funcionalidades de forma más detallada. Por lo que se puede identificar la descripción modular de manera más profunda en el próximo ítem.

4.3 Descripción modular de la arquitectura

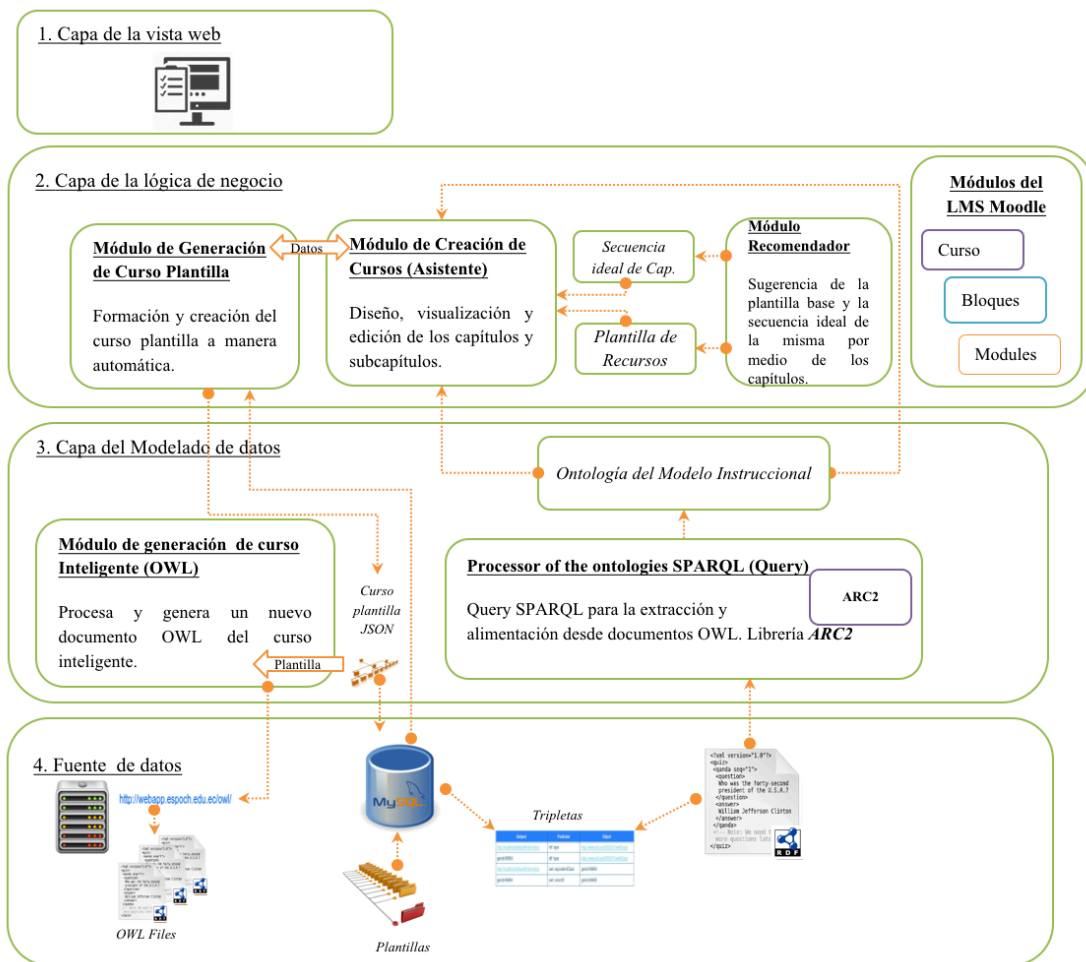
Se puede considerar que uno de los más importantes aspectos de la arquitectura es la representación modular. Como se había justificado anteriormente, se utiliza un diseño multi-capas, ya que, permite describir cada uno de los módulos de la aplicación, su inter-relación entre los mismos y a su vez, la comunicación que implica con los módulos de la plataforma del LMS.

Ante el escenario planteado vamos a utilizar las siguientes divisiones; (1) la capa de la vista web, la cual se ocupa de formatear y desplegar información a los usuarios, (2) la capa de la lógica del negocio, la cual permite procesar las funcionalidades que se vinculan al proceso de creación de cursos virtuales, (3) la capa de modelado de datos (acceso de datos), que se encarga de estructurar los datos en formatos adecuados para acceder a las

fuente de datos (Base de datos), y finalmente (4) la fuente de datos, en donde se almacena la información de la base de datos y los archivos físicos de donde provienen los datos.

La descripción de cada uno de módulos o subsistemas dentro de su respectiva capa se detalla en la figura 4-8, en donde se aprecia más detalladamente la separación o descomposición de toda la aplicación de la arquitectura modular.

Figura 4-8: Descomposición de los módulos de la aplicación por capas



4.3.1 Capa de la vista web

El diseño, la estructura del sitio web hasta los colores, fondos y tamaños son parte de la vista, sin embargo, el proceso de creación del curso refleja la capacidad de interactuar con el usuario final de forma dinámica y en tiempo real. Se evidencia la fácil manipulación de

capítulos y subcapítulos sin cambiar de vista. La reacción a eventos en su interfaz hace posible interpretar y ayudar a los módulos de la lógica de negocio a recomendar la secuencia ideal de los capítulos, así como también la de los bloques del curso base para los recursos de aprendizaje.

Hay que considerar que la interfaz web que Moodle tiene su propia forma de presentación, pudiendo personalizar los temas y estilos acorde a las necesidades. El módulo que ejecuta el proceso de creación del curso virtual y que interactúan con el usuario docente se han adaptado a la interfaz proporcionada por el LMS Moodle. Sin embargo, en cierta instancia de ejecución del Asistente de creación del curso, se presenta una interfaz donde se renderiza los capítulos, y subcapítulos y recurso de aprendizaje, los cuales están soportados mediante JSON. En la Figura 4-9 se puede apreciar una la vista de la página inicial del entorno virtual. Está claramente identificado en la parte superior izquierda el bloque titulado “*INTELLIGENT COURSE*” que contiene un botón llamado “*New Course*”, el cual permite iniciar el asistente de creación de cursos.

Figura 4-9: Pantalla inicial del entorno virtual Moodle



4.3.2 Capa de la lógica de negocio

- *Módulo Recomendador:* se encarga de procesar las sugerencias de cuál puede ser la plantilla adecuada para una determinada teoría de diseño instruccional y además informa cual sería la secuencia ideal de los capítulos que se están creando. Básicamente se desarrolló consultas de tripletas mediante SPARQL. La librería de ARC2 permitió almacenar las tripletas en el RDF Store, con las herramientas de almacenamiento y consulta del *EndPoint* para extraer los datos en formato RD/XML. Para lograr la implementación de este procedimiento se utilizó varias

codificaciones. En el código mostrado a continuación se representa la conexión a la base de datos MySQL destinada al almacenamiento de las tripletas.

```
[1] include_once(dirname(__FILE__).'/arc/ARC2.php'); // path to the file ARC2.php
[2] $arc_config = array(
[3]     /* MySQL database settings */
[4]     'db_host' => 'webapp.esepoch.edu.ec',
[5]     'db_user' => 'xxxXXXXxx',
[6]     'db_pwd' => 'XxxxXxxxXxxx',
[7]     'db_name' => 'arc28db',
[8]     /* ARC2 store settings */
[9]     'store_name' => 'sandbox')
```

Luego se procedió a cargar datos OWL/RDF en el almacenamiento local (MySQL Database) del archivo *intruccional.owl*, es decir, las ontologías de las teorías de aprendizaje, teorías de diseño instruccional y las teorías de Bloom de nuestro OWL publicado en el servidor www.esepoch.edu.ec/owl/intruccional.owl

```
[1] include_once(realpath(dirname(__FILE__).'/../arc_moodle/arc/ARC2.php'));
[2] include_once(realpath(dirname(__FILE__).'/../arc_moodle/config.php'));
[3] $store = ARC2::getStore($arc_config);
[4] if (!$store->isSetUp()) {
[5]     $store->setUp(); /* create MySQL tables */
[6] }
[7] $me=$store->query("LOAD
[8] <http://webapp.esepoch.edu.ec/owl/intruccional.owl>");
[9] if($err = $store->getErrors()) {
[10]     print_r($err);
[11] }
```

Entonces, se realiza la consulta de los datos a través de la librería ARC2 para la consulta SPARQL de los datos RDF. En el siguiente código se genera el PREFIX como termino corto en remplazo dentro de las consultas a la URI de su publicación “<http://www.esepoch.edu.ec/owl/intruccional.owl#>”.

```
[1] include_once(dirname(__FILE__).'/arc/ARC2.php');
[2] include_once('config.php');
[3] $store = ARC2::getStore($arc_config);
[4] $q = 'PREFIX idt: <http://www.esepoch.edu.ec/owl/intruccional.owl#>
[5] PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
[6] SELECT ?bloomName
[7] WHERE
[8] { ?bloom a idt:Cognitiva .
[9]     ?bloom rdfs:label ?bloomName .
[10] }';
```

Para ejecutar la consulta SPARQL se debe tener una fuente de datos, la cual esta localizada en el servidor web bajo el nombre del archivo "instructional.owl". Este archivo posee los datos en formato RDF de las teorías de aprendizaje/instruccionales especificadas previamente. En el siguiente código se muestra la parte referente la fuente de datos de la ontología a consultar, ejemplificando en este apartado las teorías de Bloom.

```
[1] <!-- http://webapp.esepoch.edu.ec/owl/instructional.owl#Evaluacion -->
[2] <owl:NamedIndividual
[3]   rdf:about="http://webapp.esepoch.edu.ec/owl/instructional.owl#Evaluacion">
[4]   <rdf:type
[5]     rdf:resource="http://webapp.esepoch.edu.ec/owl/instructional.owl#Cognitiva"/>
[6]   <rdfs:label
[7]     <rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">Evaluación</rdfs:label>
[8]   </owl:NamedIndividual>
[9] <!-- http://webapp.esepoch.edu.ec/owl/instructional.owl#Sintesis -->
[10] <owl:NamedIndividual
[11]   rdf:about="http://webapp.esepoch.edu.ec/owl/instructional.owl#Sintesis">
[12]   <rdf:type
[13]     rdf:resource="http://webapp.esepoch.edu.ec/owl/instructional.owl#Cognitiva"/>
[14]   <rdfs:label rdf:datatype="&xsd:string">Síntesis</rdfs:label>
[15] </owl:NamedIndividual>
```

Una vez realizada la consulta, se obtiene lista las tripletas almacenadas en RDF Store, en forma de expresiones sujeto-predicado-objeto. En la interfaz de creación del curso se muestra mediante un *ComboBox* el listado de las diferentes taxonomías del Bloom. En la Figura 4-10 se presenta una interfaz en donde se refleja la consulta realizada y se extrae los resultados deseados.

Figura 4-10: Selección de la taxonomía del Bloom en el modulo

The screenshot shows a web interface titled "Recomendador". At the top, it says "New Chapters 0 de 10" with buttons for "View chapters" and "Update chapters". Below this is a section for "Chapter 1" with input fields for "Chapter's full name" and "Chapter Objective". The "Bloom's Taxonomy" field is a dropdown menu that is currently open, showing a list of options: "Select Bloom's Taxonomy", "Análisis", "Aplicación", "Comprensión", "Conocimiento", "Evaluación", and "Síntesis". The "Síntesis" option is highlighted in orange. Below the dropdown, there is a section for "Add Subchapters for [Name]" with a "Subchapter 1" entry and a "Full name" field.

Todo el proceso descrito anteriormente y consumo de la información procesada y presentada al usuario sobre las teorías de aprendizaje y teorías de diseño instruccional se basa en el mismo principio, teniendo presente que las consultas SPARQL se personalizan de acuerdo al requerimiento respectivo.

En lo que respecta al proceso de generación del curso plantilla; con todo un conjunto de capítulos y sub-capítulos, así como recursos de aprendizaje (foros de discusión, talleres, base de datos de retroalimentación, lecciones etc.) se desarrolló un algoritmo que realice la función de recomendación de la teoría una plantilla específica de acuerdo con la teoría de diseño instruccional seleccionada. En el siguiente código se representa una parte del algoritmo que toma las decisiones que se ejecutan para formar el curso plantilla de acuerdo a los bloques de recursos de aprendizaje configurados previamente.

```
[1] function asignarIdSeccion(subCapitulo) {
[2]     switch (subCapitulo.taprendizaje.intId) {
[3]         case 1:
[4]             switch (subCapitulo.modelTDI.intId) {
[5]                 case 1:
[6]                     intIdSeccion = 1;
[7]                     subCapitulo.intIdSeccion = 1;
[8]                     break;
[9]                 case 2:
[10]                    intIdSeccion = 2;
[11]                    subCapitulo.intIdSeccion = 2;
[12]                    break;
[13]                 case 3:
[14]                    intIdSeccion = 3;
[15]                    subCapitulo.intIdSeccion = 3;
[16]                    break;
[17]                 case 4:
[18]                    intIdSeccion = 4;
[19]                    subCapitulo.intIdSeccion = 4;
[20]                    break;
[21]             };
[22]         break;
[23]         case 2:
[24]             switch (subCapitulo.modelTDI.intId) {
[25]                 case 1:
[26]                     intIdSeccion = 5;
[27]                     subCapitulo.intIdSeccion = 5;
[28]                     break;
[29]                 case 2:
[30]                     intIdSeccion =
```

Una vez que se completa la configuración de un capítulo, se lo vincula con una determinada sección del curso base, el cual se compone de 15 secciones de las que están relacionadas directamente con la selección que haga el usuario sobre las teorías descritas y el bloque de los recursos será recomendado de acuerdo a esta selección y al capítulo que se encuentre en ese momento. Por ello el bloque de los recursos de aprendizaje de cada sección será insertada de acuerdo al capítulo trabajado para el nuevo curso plantilla. La Figura 4 número 8 ilustra el capítulo 1 donde sus teorías de aprendizaje y de diseño instruccional son cognitivista y aprendizaje condicionado respectivamente, y con estas premisas se recomienda el bloque de recursos correspondiente para este capítulo.

En lo relacionado a la recomendación de cual teoría de diseño instruccional es adecuada para un determinado orden de secuencia de un capítulo se lo desarrolló utilizando JSON. En la siguiente codificación se muestra la comprobación que se realiza, si se ha seleccionado una teoría instruccional diferente a la que corresponde en el orden de capítulos y sugiere la correcta.

```
[1]   $scope.esuchaSelectTA = function (TA, subCapitulo) {
[2]       switch (true) {
[3]           case $scope.JsonAXmls.capitulos.length == 0 ||
[4]             $scope.JsonAXmls.capitulos.length == 1:
[5]               if(TA.ta != 'Conductista')
[6]                 $("#tdi-"+subCapitulo.intId).notify("It is recommended in Chapters 1
[7]                 and 2 behaviorist theories", "info");
[8]               break;
[9]           case $scope.JsonAXmls.capitulos.length == 2 ||
[10]            $scope.JsonAXmls.capitulos.length == 3:
[11]              if(TA.ta != 'Cognitivista')
[12]                $("#tdi-"+subCapitulo.intId).notify("It is recommended for
[13]                chapters 3 and 4 cognitivist theories", "info");
[14]              break;
[15]           case $scope.JsonAXmls.capitulos.length > 3:
[16]             if(TA.ta != 'Constructivista')
[17]               $("#tdi-"+subCapitulo.intId).notify("It is recommended from the 4th
[18]               chapter constructivist theories", "info");
[19]             break;
```

En la parte de la interfaz web del usuario que crea el curso le aparecerá un mensaje final le aparece un mensaje de color celeste que recomienda la teoría instruccional más adecuada para el capítulo actual. Si el usuario escoge una teoría diferente a

la recomendada, le mostrará en mensaje de recomendación tal como se muestra en el Figura 4-11.

Figura 4-11: Mensaje recomendador de capítulo

Chapter 1

Chapter's full name *

Chapter Objective *

Bloom's Taxonomy *

Add Subchapters for Cap I - Introducción

Subchapter 1

Full name *

Learning Theory

Instructional design theory

It is recommended in Chapters 1 and 2 behaviorist theories

- *Módulo de creación de cursos (Asistente):* Este módulo es un tipo Asistente que desempeña tareas de preparación de los recursos de aprendizaje basados en el módulo Recomendador. Su función es consultar, extraer, preparar e informar a la capa de interfaz de usuario sobre los recursos disponibles. Primeramente, se prepara la cadena de conexión tal como ya fue descrita anteriormente. Luego, se ejecuta la consulta de las teorías de aprendizaje que se deben listar a partir de los datos de la ontología tal como se observa en el siguiente código.

```
include_once(dirname(__FILE__).'/arc/ARC2.php');
include_once('config.php');
$store = ARC2::getStore($arc_config);
$q = 'PREFIX idt: <http://webapp.esepoch.edu.ec/owl/instructional.owl#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
SELECT ?ta
WHERE
{
  ?It a idt:TeoriaAprendizaje ;
  rdfs:label ?ta .
};
```

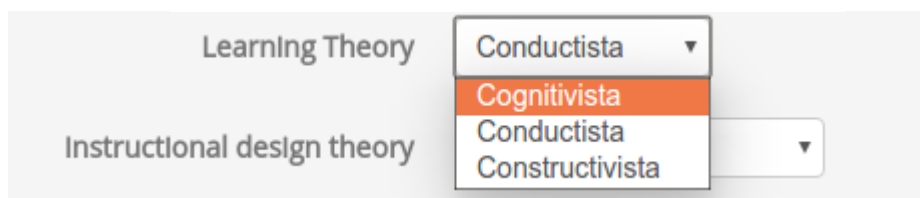
Los datos son extraídos del archivo "instructional.owl" el mismo, que contiene en todas las teorías de aprendizaje organizadas de forma jerárquica en formato

XML/RDF. En el siguiente código se puede observar cada una de las teorías de aprendizaje como un recurso RDF.

```
[1] <!-- http://webapp.esPOCH.edu.ec/owl/Instructional.owl#Cognitivista -->
[2] <owl:NamedIndividual
rdf:about="http://webapp.esPOCH.edu.ec/owl/Instructional.owl#Cognitivista">
[3] <rdf:type
rdf:resource="http://webapp.esPOCH.edu.ec/owl/Instructional.owl#TeoriaAprendizaje"/>
[4] <rdfs:label rdf:datatype="&xsd:string">Cognitivista</rdfs:label>
[5] </owl:NamedIndividual>
[6] <!-- http://webapp.esPOCH.edu.ec/owl/Instructional.owl#Conductista -->
[7] <owl:NamedIndividual
rdf:about="http://webapp.esPOCH.edu.ec/owl/Instructional.owl#Conductista">
[8] <rdf:type
rdf:resource="http://webapp.esPOCH.edu.ec/owl/Instructional.owl#TeoriaAprendizaje"/>
[9] <rdfs:label rdf:datatype="&xsd:string">Conductista</rdfs:label>
[10] </owl:NamedIndividual>
[11] <!-- http://webapp.esPOCH.edu.ec/owl/Instructional.owl#Constructivista -->
[12] <owl:NamedIndividual
rdf:about="http://webapp.esPOCH.edu.ec/owl/Instructional.owl#Constructivista">
[13] <rdf:type
rdf:resource="http://webapp.esPOCH.edu.ec/owl/Instructional.owl#TeoriaAprendizaje"/>
[14] <rdfs:label rdf:datatype="&xsd:string">Constructivista</rdfs:label>
[15] </owl:NamedIndividual>
```

El efecto de la consulta SPARQL descrita anteriormente se encarga de mostrar en los resultados respectivos y se evidencia los datos procesados y expuestos al usuario final como se muestra en la Figura 4-12.

Figura 4-12: Vista de listado de la teorías de aprendizaje



De la misma manera, para desplegar las teorías de diseño instruccional se siguió el mismo proceso que se acaba de describir para desplegar las teorías de aprendizaje. Se menciona la consulta que se utilizó para extraer las teorías de diseño instruccional, pero en base a la teoría de aprendizaje seleccionada. El código en donde se muestra dicha consulta se lo describe a continuación.

```
[1] $consulta = json_decode(file_get_contents("php://input"));
[2] include_once(realpath(dirname(__FILE__).'/../arc_moodle/arc/ARC2.php'));
[3] include_once(realpath(dirname(__FILE__).'/../arc_moodle/config.php'));
```

```

[4]   $store = ARC2::getStore($arc_config);

[5]   $q = 'PREFIX idt: <http://webapp.esepoch.edu.ec/owl/instructional.owl#>
[6]   PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
[7]   SELECT ?tinstruccion
[8]   WHERE
[9]     {
[10]        ?eidt a idt:TeorialInstruccional ;
[11]            idt:estaBasadaEn ?lt .
[12]        ?lt rdfs:label "'. $consulta->tAprendizaje.'" .
[13]        ?eidt rdfs:label ?tinstruccion .
[14]    };

```

Los datos son extraídos del archivo “instructional.owl” el mismo, que contiene en todas las teorías de diseño instruccional organizadas de forma jerárquica en formato XML/RDF. En el siguiente código se puede observar la teoría de diseño instruccional denominada “Desarrollo Cognitivo” la cual esta basada en la Teoría “Cognitivista”.

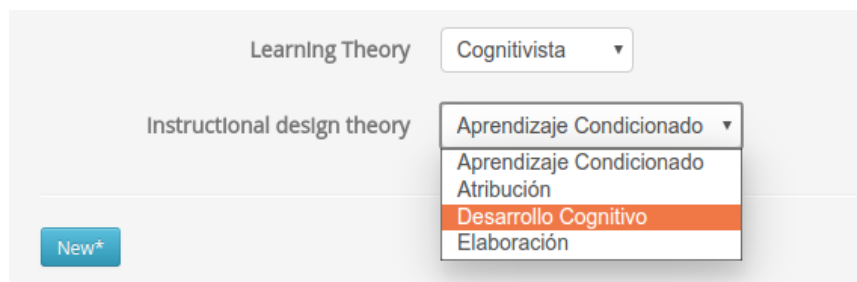
```

[1]   <!-- http://172.17.102.78/owl/IDT.owl#DesarrolloCognitivo -->
[2]   <owl:NamedIndividual
rdf:about="http://webapp.esepoch.edu.ec/owl/instructional.owl#DesarrolloCognitivo">
[3]     <rdf:type
rdf:resource=http://webapp.esepoch.edu.ec/owl/instructional.owl#TeorialInstruccional>
[4]     <rdfs:label rdf:datatype="&xsd:string">Desarrollo Cognitivo</rdfs:label>
[5]     <estaBasadaEn rdf:resource="http://172.17.102.78/owl/IDT.owl#Cognitivista"/>
[6]     <esAplicadaPor rdf:resource="http://172.17.102.78/owl/IDT.owl#Seccion6"/>
[7]   </owl:NamedIndividual>

```

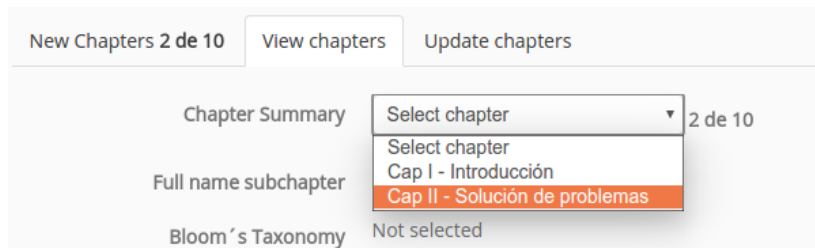
El resultado de la consulta SPARQL, con los datos extraídos de la ontología descrita se encarga de mostrar en los resultados respectivos y se evidencia los datos procesados y expuestos al usuario final como se muestra en la Figura 4-13.

Figura 4-13: Vista de listado de la teorías de diseño instruccional de una teoría de aprendizaje



En lo que respecta a la gestión del curso plantilla, es decir, que se puede modificar o revisar los capítulos creados y sus respectivos recursos de aprendizaje, teorías y demás componentes. Se puede verificar la creación de un nuevo capítulo en el curso plantilla en la sección de “View chapter”. Esta opción permite seleccionar los capítulos ya formados para el curso actual, tal como se muestra en la Figura 4-14.

Figura 4-14: Vista de verificación de capítulos ya creados



Para realizar el proceso de revisión y actualización de los capítulos de un curso virtual creado, se utilizó JSON de tal forma de mantener en el lado del cliente (browser) todo el contexto del curso creado y lograr así una manipulación adecuada y eficaz de cada uno de los capítulos. El siguiente código muestra un proceso cíclico, la estructura jerárquica de capítulos, subcapítulos con recursos de aprendizaje y el modelo contextual como nombre corto, descripción, categoría etc., del curso plantilla.

```
[1] scope.JsonAXmls.nombreCompletoCurso=document.getElementById("id_fullname").value;
[2] $scope.JsonAXmls.nombreCortoCurso=document.getElementById("id_shortcode").value;
[3] $scope.JsonAXmls.numeroIdCurso = document.getElementById("id_idnumber").value;
.....
.....
[4] for(var i=0; i < $scope.capituloCtrl.subCapitulo.length;i++){
[5]     asignarIdSeccion($scope.capituloCtrl.subCapitulo[i]);
[6] }
[7] for(var subCap = 0; subCap < $scope.capituloCtrl.subCapitulo.length; subCap++) {
[8]     var consultaSQLIdSeccion = {'sql':"SELECT * FROM mdl_course_sections "+
[9]     "WHERE course = 4 and section = " + $scope.capituloCtrl.subCapitulo[subCap].intIdSeccion
+ ";",'indiceSubCapitulo':subCap
[10] };
[11] $http.post('./course_conexion/setData.php', consultaSQLIdSeccion)
[12] .success(function (data) { var idSeccionMoodle = data;
[13] if(idSeccionMoodle[0]) { var consultaSQLInstanciasDeLaSeccion = {
[14] 'sql':"SELECT cm.id, cm.course, cm.module, cm.instance, cm.section, m.name,
"+concat('mdl_', m.name) as tabla "+
[15] "FROM mdl_course_modules as cm, mdl_modules as m "+
[16] "WHERE cm.module = m.id AND cm.course = "
[17] + idSeccionMoodle[0].course +
[18] " AND cm.section = " + idSeccionMoodle[0].id + ";",
```



```

[19] 'indiceSubCapitulo':idSeccionMoodle[idSeccionMoodle.length-1].indiceSubCapitulo
[20] };
[21] $http.post('./course_conexion/setData.php', consultaSQLInstanciasDeLaSeccion)
[22].success(function (data) {
[23] var instanciasDeSeccion = data;
[24] var banderaUltInstDeCapitulo = false;
[25] for(var i=0; i<(instanciasDeSeccion.length-1); i++) {
[26]   var numeroDeInstancias = (instanciasDeSeccion.length-2);
[27]   if(numeroDeInstancias < 0){
[28]     numeroDeInstancias=0;
[29]   }
[30]   var consulta = {sql: "SELECT * FROM " + instanciasDeSeccion[i].tabla +
[31]     " WHERE id = " + instanciasDeSeccion[i].instance + ";" ,
[32]     'tabla': instanciasDeSeccion[i].tabla,
[33]     'indiceSubCapitulo':instanciasDeSeccion[instanciasDeSeccion.length-[10]
1].indiceSubCapitulo,
[34]     'indiceInstancias':i, 'numeroDeInstancias':numeroDeInstancias
[35] };
[36] $http.post('./course_conexion/setData.php', consulta) //Obtiene registro de la instancia.
[37] .success(function (data) {
[38] var instanciaIndividual = data;
[39]   var   indiceSubCapitulo   =   instanciaIndividual[instanciaIndividual.length-
1].indiceSubCapitulo;
[40] var indiceDeInstancia = instanciaIndividual[instanciaIndividual.length-1].indiceInstancias;
.....
.....

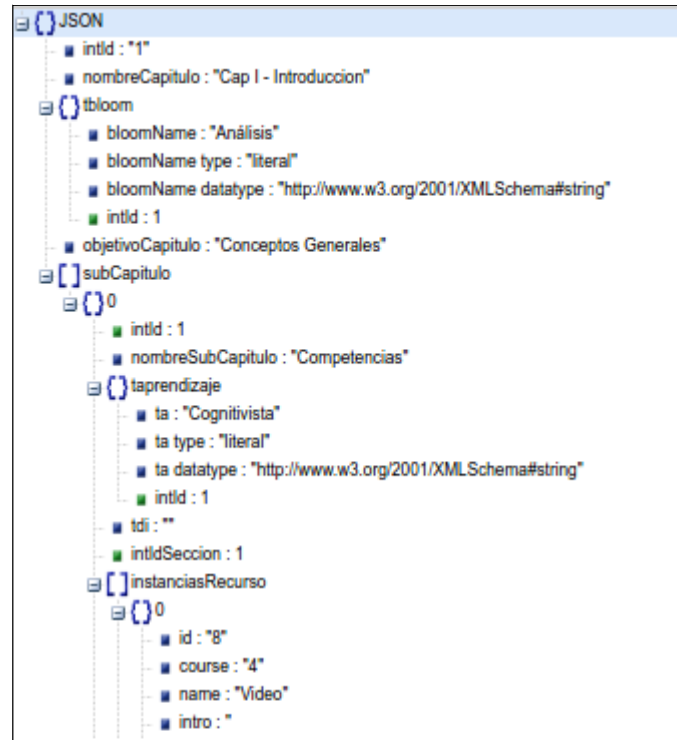
```

El módulo de creación de cursos (Asistente) también presenta la funcionalidad de editar capítulos, es decir, el curso plantilla se forma de acuerdo a posiciones de sus capítulos desde el primero al último, dando la facilidad de selección de cada uno de estos y poder editarlos. La sección “*Update chapter*” que permite seleccionar el capítulo y editar tanto su descripción de objetivos y taxonomía de Bloom como los subcapítulos en su teoría de aprendizaje y diseño instruccional siendo por tal razón también la edición automática de los recursos de aprendizaje.

- *Módulo de Generación del Curso Plantilla:* El objetivo de este módulo es producir un nuevo curso virtual en el entorno Moodle, con todas las funcionalidades y los capítulos diseñados y escogidos por el docente. Todo este proceso implica creación y actualización de registros en las diferentes tablas del LMS Moodle. Para esto usamos JSON para describir una sintaxis simple que identifica y gestiona diferentes tipos de datos sin diferenciar entre ellos, además, es altamente productivo para estructurar jerarquía a distintos niveles. Por ello se toma el formato para almacenar la información del curso plantilla con todos los niveles como lo ilustra la Figura 4-15,

la cual, describe nombre, taxonomía de Bloom seleccionada para el curso en general y su objetivo, así como subcapítulos dentro de los capítulos pertenecientes al curso plantilla.

Figura 4-15: Extracto de la estructura JSON del curso plantilla



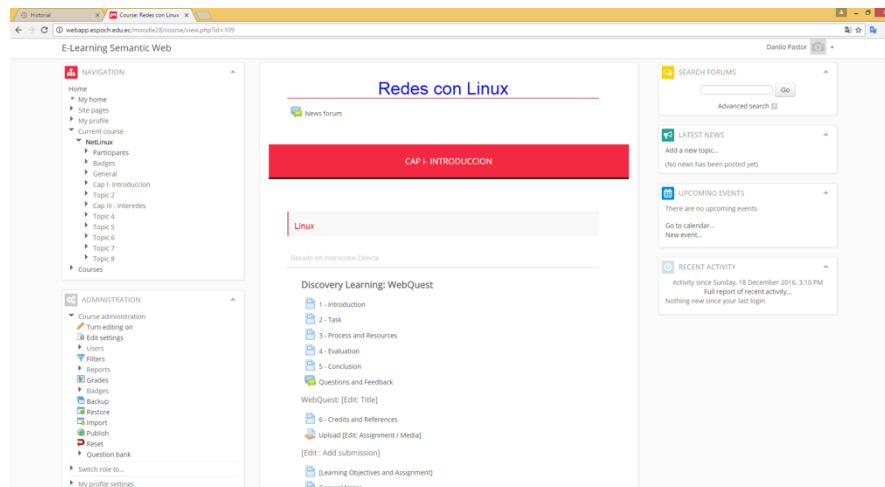
El módulo de generación de cursos plantilla crea de forma automática los registros de un nuevo curso, los módulos y las secciones y en cada uno de ellos se le asigna los recursos de aprendizaje recomendados. Para poder extraer la información de JSON y almacenarlas en la base de datos de Moodle se utiliza ciertas funciones, tal como se muestra en el siguiente extracto de código, en donde se pretende instanciar los registros de un nuevo curso plantilla con sus respectivos recursos de aprendizaje.

```
[1] $http.post('./course_conexion/getData.php', registraSeccionCursoDefinitivo)
[2] .success(function (data) {
[3]     var objIdentificadorDeTerminoSeccion = new Object();
[4]     objIdentificadorDeTerminoSeccion = data;
[5]     console.log("Exito al registrar las instancias clonadas");
[6]     if(($scope.JsonAXmls.capitulos.length-1)==
objIdentificadorDeTerminoSeccion[0].indiceCapitulo
[7]     && objIdentificadorDeTerminoSeccion[0].terminoCapitulo) {
[8]         $http.post('./course_conexion/setJson.php', $scope.JsonAXmls)
[9]         .success(function (valorConf) {
```

```
[10]         var btnGuardar = document.getElementById("id_submitbutton");
[11]         btnGuardar.click();
[12]     })
[13]     .error(function (err) {
[14]         console.log('Ah ocurrido un error en pruebaJson con setJson.php -> ' +
[15]     JSON.stringify(err));
[16]     });
[17]     }
[18]     })
[19]     .error(function (err) {
[20]         console.log('Es error ' + JSON.stringify(err));
[21]     });
```

Una vez generado el nuevo curso plantilla se puede apreciar en la Figura 4-16 una pantalla inicial, distinguiéndose ciertas características como su nombre del cursos, los capítulos y sub-capítulos, la descripción de la teoría y los recursos de aprendizaje.

Figura 4-16: Pantalla de curso plantilla ya generado

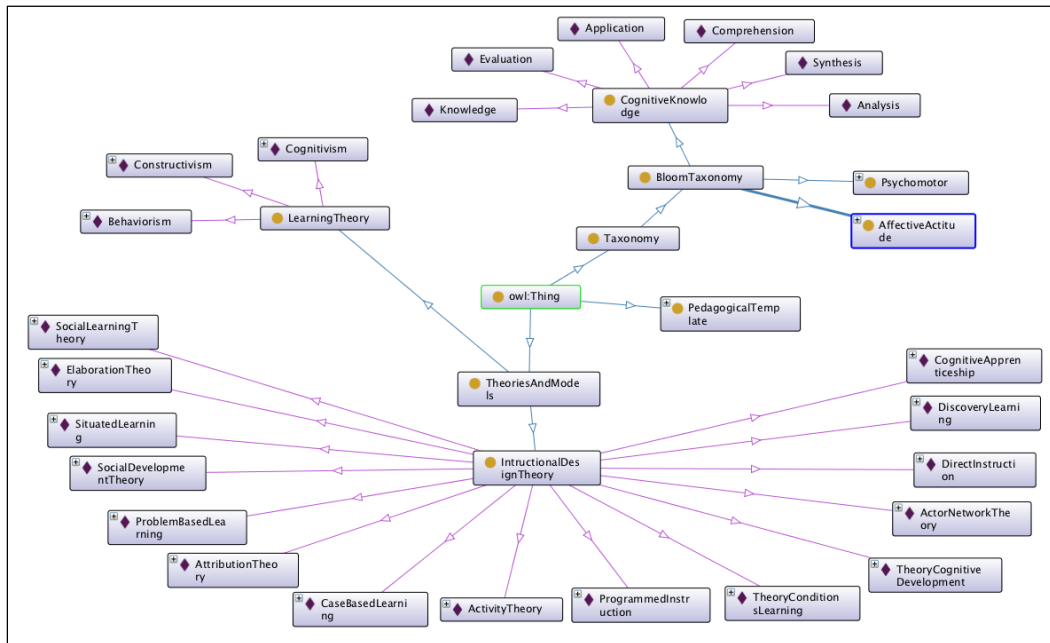


4.3.3 Capa del modelado de datos

- *Ontología del Modelo Instruccional:* Para poder desarrollar los módulos se debió usar una estructura que permita describir los elementos que formaban parte del proceso de diseño de un curso. Estos elementos son las teorías de aprendizaje/instruccional, la taxonomía del entorno virtual, los recursos de aprendizaje, etc. En este sentido, para formalizar la creación del curso, se utilizó la ontología del modelo instruccional para representar lo relacionado al proceso de generación del curso. La ontología se compone de tres clases y ocho subclases

organizadas de forma jerárquica. En la Figura 4-17 se representa un extracto de las clases más importantes con sus respectivas instancias.

Figura 4-17: Extracto de la Ontología de Modelo Instruccional



Una explicación más detallada de esta ontología ya fue mencionada en el capítulo anterior. Sin embargo, se puede notar en la Figura 4-17 que existen tres clases que son las más distintivas; (1) la clase “*CognitiveKnowledge*” y comprenden cinco instancias (*Knowledge*, *Evaluation*, *Application*, etc.), (2) la clase “*LearningTheory*” que comprende tres instancias (*Cognitivism*, *Constructivism*, *Behaviorism*), (3) la clase “*InstructionalDesignTheory*” que contiene quince instancias (*SocialLearningTheory*, *ElaborationTheory*, *SituatingLearning*, etc.). Todas las instancias representadas se las utiliza a demanda del proceso de creación del curso y se la extrae mediante consultas SPARQL.

- **Módulo de Generación del Curso Inteligente:** Para compartir datos e información se lo realiza en base argumentos entendibles para los seres humanos. OWL permite publicar y compartir datos usando ontologías en la Web. Estas son formadas sobre el lenguaje extensible XML con un valor semántico enriquecido. El módulo de generación de curso inteligente (OWL) se lo ejecuta de forma automática y en tiempo real para generar y publicar de los datos del curso plantilla en el momento mismo de creación con toda la estructura establecida. El código mostrado a continuación, genera un archivo en la dirección

“<http://webapp.esepoch.edu.ec/owl/fechayactual.json>” respaldando de manera física la información generada del curso plantilla. Además, se puede apreciar en la Figura 4-18 de forma inequívoca a cada curso creado, el cual tiene un nombre en función de la hora creada.

```
[1]  $sql = json_decode(file_get_contents("php://input"));
[2]  $time = time();
[3]  $salidaMkdir = shell_exec("touch /home/web/owl/" . $time . ".json");
[4]  $sql = json_encode($sql);
[5]  $file = fopen("/home/web/owl/" . $time . ".json", "w");
[6]  fwrite($file, $sql . PHP_EOL);
[7]  fclose($file);
[8]  sleep(1);
[9]  $data = file_get_contents("/home/web/owl/" . $time . ".json");
[10] $curso = json_decode($data, true);
[11] $nombreCortoCurso = str_replace(' ', '_', $curso['nombreCortoCurso']);
```

Figura 4-18: Nombres de archivos JSON generados en directorio de publicación

Name	Last modified	Size	Description
Parent Directory		-	
1479252414-TeleIP.owl	04-Dec-2016 06:17	0	
1480091291-recursoUrl.owl	04-Dec-2016 07:07	81K	
1480091291.json	04-Dec-2016 07:02	29K	
1480178168-.owl	26-Nov-2016 11:36	0	
1480178168.json	26-Nov-2016 11:36	6.3K	
1480259688-.owl	27-Nov-2016 10:14	0	
1480259688-NetLinux.owl	27-Nov-2016 10:20	77K	
1480259688.json	27-Nov-2016 10:14	40K	

Una vez, que se obtiene el archivo .json entonces se procede a generar el archivo físico real, el cual se produce en base a ciertas funcionalidades de script PHP en sistemas Linux y se lo ejecuta comparando los *Object Properties*, *Data properties*, *Classes* e *Individuals* de los datos respaldados en el archivo .json, resultando en un nuevo archivo OWL del curso inteligente con la fecha y hora del instante de creación junto al nombre corto del curso. En el siguiente extracto de código se describe el proceso.

```
[1]  shell_exec("touch /home/web/owl/" . $time . "-" . $nombreCortoCurso . ".owl");
[2]  $file = fopen("/home/web/owl/" . $time . "-" . $nombreCortoCurso . ".owl", "a");
[3]  $cabecera = '<?xml version="1.0"?>'
[4]  <!DOCTYPE rdf:RDF [
[5]  .....
[6]  .....
[7]  ]>
```

```

[8]     <owl:NamedIndividual                                rdf:about="'&'.'Curso-'.'$time.'-
'. $nombreCortoCurso.';'. $name.'">
[9]     <rdf:type rdf:resource="'&'.'Curso-'.'$time.'-'. $nombreCortoCurso.';Wiki"/>
[10]    <URL
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">'.'$curso['capitulos'][$i]['su
bCapitulo'][$j]['instanciasRecurso'][$k]['urlRecurso']. '</URL>
[11]    </owl:NamedIndividual>
[12]    ';
[13]    fwrite($file, $wiki . PHP_EOL);
[14]    }
[15]    break;
[16]    case 'mdl_workshop': {
[17]        $name
$curso['capitulos'][$i]['subCapitulo'][$j]['instanciasRecurso'][$k]['name'];
[18]        // $name = str_replace(' ', ' ',
$curso['capitulos'][$i]['subCapitulo'][$j]['instanciasRecurso'][$k]['name'];
[19]        $name = str_replace('&nbsp;', ' ', $name);
[20]        $name = str_replace('&nbsp;', ' ', $name);
[21]        $name = str_replace(' ', '_', $name);
[22]        $workshop = '
[23]    <owl:NamedIndividual                                rdf:about="'&'.'Curso-'.'$time.'-
'. $nombreCortoCurso.';'. $name.'">
[24]    <rdf:type                                rdf:resource="'&'.'Curso-'.'$time.'-
'. $nombreCortoCurso.';Workshop"/>
[25]    <URL
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">'.'$curso['capitulos'][$i]['su
bCapitulo'][$j]['instanciasRecurso'][$k]['urlRecurso']. '</URL>
[26]    </owl:NamedIndividual>
[27]    ';
[28]    fwrite($file, $workshop . PHP_EOL);
[29]    }
[30]    }
[31]    }
[31]    $temas = $temas.
[32]    '</owl:NamedIndividual>';
[33]    fwrite($file, $temas . PHP_EOL);
[34]    $plantillaBase = $plantillaBase.'
[35]    </owl:NamedIndividual>';
[36]    fwrite($file, $plantillaBase . PHP_EOL);
[37]    }
[38]    $individualCapitulo = $individualCapitulo.'
[39]    </owl:NamedIndividual>';
[40]    fwrite($file, $individualCapitulo . PHP_EOL);

```

4.3.4 Fuente de datos

- *Archivos OWL generados:* Los archivos .owl generados por cada curso inteligente creado; expresa en un lenguaje de ontologías la descripción formal y el significado de los capítulos, subcapítulos, recursos de aprendizaje usados en estos, así como profesor creador de curso, numero de capítulos y teorías utilizadas, todo esto en un archivo independiente y listo para ser consultado por cualquiera persona ya que está publicado en un directorio público del servidor web. En el siguiente extracto de código se explica de forma general la representación del curso inteligente creado con el siguiente nombre "1480906136-intercom.owl".

```
[1]    <?xml version="1.0"?>
[2]    <rdf:RDF xmlns="http://webapp.esepoch.edu.ec/owl/Curso-1480906136-
intercom.owl#"
[3]    xml:base="http://webapp.esepoch.edu.ec/owl/Curso-1480906136-intercom.owl"
[4]    xmlns:Curso-1480906136-intercom="http://webapp.esepoch.edu.ec/owl/Curso-
1480906136-intercom.owl#"
[5]    ....
[6]    .....
[7]    <!-- // Individuals -->
[8]    ....
[9]    .....
[10]   <!-- http://webapp.esepoch.edu.ec/owl/Curso-1480906136-
intercom.owl#Cap_III_-_Interconexion_entre_aplicaciones -->
[11]   <owl:NamedIndividual rdf:about="http://webapp.esepoch.edu.ec/owl/Curso-
1480906136-intercom.owl#Cap_III_-_Interconexion_entre_aplicaciones">
[12]   <rdf:type rdf:resource="http://webapp.esepoch.edu.ec/owl/Curso-1480906136-
intercom.owl#LearningUnit"/>
[13]   <hasLearningResource rdf:resource="http://webapp.esepoch.edu.ec/owl/Curso-
1480906136-intercom.owl#Commented_Linklist"/>
[14]   <hasLearningResource rdf:resource="http://webapp.esepoch.edu.ec/owl/Curso-
1480906136-intercom.owl#General_Notes"/>
[15]   <hasLearningResource rdf:resource="http://webapp.esepoch.edu.ec/owl/Curso-
1480906136-intercom.owl#Label"/>
[16]   <hasLearningResource rdf:resource="http://webapp.esepoch.edu.ec/owl/Curso-
1480906136-intercom.owl#Resources"/>
[17]   <hasLearningResource rdf:resource="http://webapp.esepoch.edu.ec/owl/Curso-
1480906136-intercom.owl#[Edit:_Case_Solutions_:_Contributions]"/>
...
```

- *Plantillas de cursos prediseñados:* Cada curso plantilla que se crea a partir del proceso creación, se lo genera en base a plantillas diseñadas previamente. Era necesario que los plantillas o patrones de diseño sean aplicados e integrados a un

entorno de aprendizaje. Como resultado del diseño del curso se creó un "*curso plantilla general*" que está dividido en 15 bloques, donde cada uno de ellos representa a una teoría de diseño instruccional. Este componente pedagógico está clasificado con el fin de enriquecer e idear la secuencia ideal de los capítulos que debería tener un curso fundamentado en teorías de aprendizaje. El desarrollo de un curso online es una tarea muy exigente, y depende en gran medida del grado de conocimientos y experiencia que posea el desarrollador. Incluso, con cierto nivel de capacitación y asistencia técnica no siempre se logra un diseño adecuado y bien organizado. Como parte de la presente investigación se propone quince bloques y se puede apreciar un parte en la Figura 4-19.

Figura 4-19: Extracto de dos bloques del curso plantilla general

The image shows two distinct course blocks. The first block, titled "Aprendizaje Social", contains a list of items: "[Objetivos de aprendizaje y Tarea]", "Rubrica 2", "[Editar: Video para la ensenianza conductista]", "[Editar: Preguntas]", "Auto-Evaluacion", "[Editar: Evaluacion por pares]", and "[Editar: Conclusion]". The second block, titled "Aprendizaje basado en Casos", contains: "[Editar: Nombre del caso y sus pasos]", "[Objetivos de aprendizaje y Tarea]", "[Editar: Soluciones de caso : Contribuciones]", a "Resources" section with "[Editar: Recursos]", and "Lista de enlaces comentados".

4.4 Beneficios de la arquitectura propuesta

Fundamentalmente con el diseño de la arquitectura propuesta se logró articular dos tipos de aplicaciones con diferentes estilos arquitectónicos; la primera es la aplicación basada en la web con un patrón Modelo-Vista-Controlador de la plataforma del LMS Moodle y la segunda es la aplicación basada en la web semántica, la cual posee sus particularidades

únicas, ya que construida sobre ontologías y modelos RDF. En tal sentido, el diseño de la arquitectura planteada denota un nuevo aporte al aspecto metodológico en el desarrollo estructural de aplicaciones web y basadas en la web semántica.

Las ontologías han sido un componente importante para el desarrollo de la aplicación. Si bien es cierto que para el usuario final no ha sido perceptible el uso de las tecnologías web semántica, para el desarrollador ha sido indispensable incluirlas en el proceso de creación del curso. A pesar que, se ha utilizado la ontología instruccional como soporte para crear el tanto curso plantilla como el curso inteligente (.owl), se ha incluido la manera de representar del modelo del dominio y del contexto del curso a través de los elementos y la taxonomía propias del LMS, lo cual, se ve reflejado en el curso ya generado (curso inteligente) que incluye todos los componentes descritos.

Una de las mayores razones de haber combinado la arquitectura tres capas con la aplicación basada en la web semántica, es la manera de separar las funcionalidades del LMS Moodle y el framework ARC2, los cuales basan su programación en el lenguaje PHP facilitando de esta manera en entendimiento de los módulos respectivos del sistema en su conjunto y además su productividad y eficiencia del mismo. De acuerdo al planteamiento expuesto, se puede afirmar que la arquitectura propuesta puede servir para continuar ampliando otras funcionalidades de los dos sistemas, sin necesidad de incluir otras librerías o paquetes complementarios, es decir, que los desarrolladores pueden aumentar bloques/módulos en el entorno virtual Moodle y al mismo tiempo se pueden incluir otros requerimientos típicos de la web semántica, todo esto, en un mismo entorno de trabajo.

4.5 Conclusiones del capítulo

Este apartado pretende trasladar la comprensión técnica de la arquitectura del proceso de creación de curso mediante ilustraciones y modelos estructurales gráficos. El capítulo considera el estudio de la arquitectura adoptada para el desarrollo de los módulos de creación de plantillas de cursos en el sistema de gestión de aprendizaje Moodle, motivo que desprende el sustento para describir en vista conceptual, la vista de casos de uso, la vista de despliegue, y la vista por componentes, detallando la solución mediante notaciones graficas relacionadas entre ellas que describe la lógica de los pasos llevados complementando el código implementado y pantallas descriptivas.

5. Desarrollo de la aplicación para la generación de cursos

En este capítulo se detalla el desarrollo de la aplicación basada en la web semántica que representa la instanciación del modelo propuesto en el capítulo 3. Para describir como se desarrolló cada uno de módulos de la aplicación se utilizó la Metodología SCRUM (Kenneth S. Rubin, 2012). Para lograr el desarrollo del software propuesto se consideró principalmente tres componentes: la creación asistida de recursos educativos cuando sea crea un curso por primera vez, luego la generación de un patrón de curso basado en plantillas previamente diseñadas, y finalmente la creación de un curso inteligente en un lenguaje de ontologías OWL. Todo el proceso de creación se lo integró dentro de un LMS muy utilizado, el cual, a más de las funcionalidades planteadas, permite ejecutar los procesos típicos de un LMS.

5.1 Marco de trabajo de SCRUM

Es importante realizar una descripción de cómo se realizó el proceso del desarrollo de los módulos de la creación de los cursos virtuales. Una de las principales ventajas de utilizar la metodología SCRUM es la consecución de los resultados de forma ágil y ya desarrollados de forma anticipada y organizada. En tal sentido se decidió usar dicha metodología.

SCRUM es un marco de trabajo de un proceso de software iterativo, es decir se sigue una secuencia de pasos para lograr la entrega de productos de formar organizada (Igaki, Fukuyasu, Saiki, Matsumoto, & Kusumoto, 2014). SCRUM se compone de personas (Desarrollador, Product Owner, Scrum Master), eventos (sprint), y artefactos (Product backlog). Cada componente dentro del marco de trabajo sirve a un propósito específico y es fundamental para el éxito de la metodología (Schwaber & Sutherland, 2016). Cada

iteración es llamada un Sprint, el cual tiene un periodo fijo de tiempo que debe ser menor de un mes. Durante el Sprint el desarrollador entrega un incremento del producto.

5.2 Actividades de la Metodología

5.2.1 Preparación del Proyecto

El análisis sobre las necesidades del sistema, da como resultado el cumplimiento de diversas funcionalidades para el objetivo final de su producción como arquitectura, diseño grosso modo de la base de datos del LMS Moodle, como también las herramientas software para la codificación del proyecto, todo esto mediante reuniones guiadas por el modelo de procesos SCRUM

5.2.2 Personas y roles

El desarrollo del proyecto cuenta con la participación de un equipo de trabajo conformado por 3 personas cuyo rol se especifica a continuación en la Tabla 5-.

Tabla 5-1: Personas y roles del proyecto en SCRUM

Persona	Contacto	Rol
[Danilo Pástor]	dpastor@epoch.edu.ec	Product Owner
[Jovani Jimenez]	Jajimen1@unal.edu.co	Scrum Master
[Danilo Pástor]	dpastor@epoch.edu.ec	Desarrollador

5.2.3 Historias de usuario

En SCRUM los requerimientos de funcionalidad se las denomina historias de usuario (HU) las cuales deben ser desarrolladas como módulos dentro de LMS Moodle. Estas historias de usuario deben ser escritas de forma clara, corta y precisa; el quien, qué y el objetivo a cumplir son parte de su estructura, por ejemplo:

Como <tipo de usuario (quien)> quiero o necesito <objetivo (el qué)> con la finalidad de <poder hacer algo (el por qué)>.

El análisis durante las reuniones y entrevistas determino 23 historias para el desarrollo de los módulos, entre los que se detalla 17 historias de usuario sobre el entorno de trabajo LMS Moodle, así como 6 requerimientos técnicos. La prioridad de desarrollo o criterio de importancia de estas historias, se representa un rango de 1 a 100; considerando a 100 el umbral donde están las historias usuario más importantes.

En la Tabla 5-2 el *Product Backlog* o listado de historias de usuario se compone por cuatro columnas; La primera detalla un identificador de la historia ya sea técnica (HT) o de usuario (HU), la segunda representa la descripción de la historia, la tercera manifiesta el esfuerzo de cada historia (1 punto de historia equivale a 1 día laborable), con una estimación de tiempo y esfuerzo bajo la técnica *planning póker*. Esta es una técnica de estimación de esfuerzo en puntos de historia; donde relativamente se puede expresar como “La HT01 es más grande que la HT02 y la HT04”. Estimando el proyecto en una unidad llamada puntos de historias. Además, se corresponden estas estimaciones con la libertad de cada uno de los desarrolladores en base a su información, experiencia y auto-organización que le brinda el marco de trabajo SCRUM. La cuarta columna, que describe la prioridad de la historia de usuario por parte del “*product owner*”.

Tabla 5-2: Product Backlog (Historias de usuario)

ID	Descripción	Esfuerzo	Prioridad
HT-01	Como programador del sistema necesito analizar la base de datos del LMS Moodle	5	90
HT-02	Como programador necesito establecer un estándar de codificación.	1	95
HT-03	Como programador necesito establecer un wireframe de la interfaz para interactuar con el curso plantilla	2	90
HT-04	Como programador necesito determinar la arquitectura del sistema.	5	90
Módulo Recomendador			
HU-01	Como programador necesito instalar y configurar ARC RDF STORE para consulta y serializacion de archivos RDF/XML.	3	70
HU-02	Como programador necesito instalar el esquema Mysql para el almacenamiento de RDF.	1	80
HU-03	Como programador necesito consultar y filtrar la información con SPARQL para las Teorías de Bloom.	1	70
HU-04	Como programador necesito consultar y filtrar la información con SPARQL para las Teorías de Aprendizaje.	1	60
HU-05	Como programador necesito consultar y filtrar la información con SPARQL para las Teorías de Diseño Instrucción.	1	50

HU-06	Como programador necesito reglas de inferencia reactiva a la selección de Teorías de Aprendizaje y las Teorías de Diseño Instruccional con el objeto de optar por la plantilla recomienda.	5	55
HU-07	Como programador necesito reglas de inferencia reactiva a la selección de las Teorías de Aprendizaje para recomendar la secuencia ideal del orden de los capítulos.	5	55
Módulo de creación de cursos (Asistente)			
HU-08	Como programador necesito preparar un curso con todos los recursos de aprendizaje como base para el curso plantilla.	6	50
HU-09	Como programador necesito clasificar cada una de las plantillas de las teorías de diseño instruccional del curso base, de acuerdo a su correspondiente teoría de aprendizaje.	3	60
HU-10	Como programador necesito construir los capítulos con los subcapítulos y los recursos de aprendizaje que le pertenece de acuerdo a las teorías seleccionadas.	7	50
HU-11	Como programador necesito editar los recursos de aprendizaje de acuerdo a la nueva selección de las teorías de aprendizaje y diseño instruccional.	3	45
HU-12	Como programador necesito visualizar los capítulos y subcapítulos generados con los recursos de aprendizaje en el curso plantilla.	2	45
Módulo generación de curso Plantilla			
HU-13	Como programador necesito generar la estructura de datos Json del curso platilla con todos los recursos de aprendizaje de acuerdo al capítulo y subcapítulo para la serialización y envío de datos.	10	40
HU-14	Como programador necesito generar de forma automatizada los registros en la base de datos que formaran el nuevo curso plantilla.	10	40
Módulo de generación de Course Inteligente (OWL)			
HU-15	Como programador necesito almacenar los datos generados de un curso inteligente para ser procesado a nivel OWL.	7	35
HU-16	Como programador necesito ejecutar un Scprit en segundo plano que genere Object Properties, Data properties, Classes e Individuals de los datos del nuevo curso inteligente.	7	35
Documentación Técnica y Manuales			
HT-05	Como programador necesito escribir la documentación técnica del módulo curso inteligente desarrollado.	16	20
HT-06	Como programador necesito escribir el manual de usuario para el uso del sistema curso inteligente como nuevo bloque del LMS Moodle.	4	20
TOTAL		110	

5.2.4 Tipos y Roles de usuario

El proyecto se estableció tres tipos de usuarios, sus privilegios en el rol designado se los describe en la Tabla 5-3.

Tabla 5-3: Tipo y Roles de Usuario

Tipo de Usuario	Rol
Administrador	<ul style="list-style-type: none"> - Agregar, modificar y eliminar datos del curso plantilla. - Estructuración de los capítulos y subcapítulos del curso plantilla - Generación del curso plantilla. - Edición del curso plantilla
Creador de curso	<ul style="list-style-type: none"> - Agregar, modificar y eliminar datos del curso plantilla. - Estructuración de los capítulos y subcapítulos del curso plantilla - Generación del curso plantilla. - Edición del curso plantilla
Teacher	<ul style="list-style-type: none"> - Visualización del curso creado. - Estructuración de los capítulos y subcapítulos del curso plantilla - Generación del curso plantilla.

5.2.5 Planificación con SCRUM

La planificación de un proyecto de software es una estimación de tiempo, costos y recursos necesarios para el desarrollo e implantación de un sistema web. SCRUM provee reuniones de retroalimentación para la planificación de diferentes actividades de desarrollo, estimaciones de tiempo, costos, recursos materiales; así como también su aplicación como metodología. Esto permite realizar un seguimiento al proyecto por parte del usuario final, contemplando modificaciones razonables.

SCRUM establece bloques cortos para la ejecución del proyecto llamados Sprint (iteraciones de duración de 2 a 4 semanas). En este caso particular se considerará cada sprint con una duración de 4 semanas, esto permitirá verificar el avance del proyecto y realizar correcciones necesarias al final de cada entregable con reuniones de *review* y *feedback*.

Las reuniones enmarcadas en el modelo de proceso SCRUM permiten realizar la estimación de tiempo de desarrollo (Sprint Planning), reuniones diarias no se las aplico considerando que solo 1 persona realiza el desarrollo en código del sistema, sin embargo,

se consideró la reunión de revisión y retroalimentación durante el desarrollo; esta actividad se detalla a continuación.

- *Scrum Review*: Reunión de todos los integrantes del proyecto, stakeholders, clientes y terceros interesados. Llevada al finalizar un sprint, para revisar un producto generado, obtener la retroalimentación y adaptar los siguientes ciclos de desarrollo.
- *Scrum Retrospective*: Esta se lleva a cabo después de la finalización de cada sprint y es la retrospectiva sobre los procesos llevados a cabo en el modelo, si son adecuados y en que pueden mejorar para futuros sprint y proyectos de mayor excelencia en su desarrollo. Se lleva a cabo entre el *Product Owner* y el *Scrum Master*.

Concluyendo se obtiene el proyecto desglosado a 8 horas diarias como tiempo de trabajo en días laborables con un total de 16 semanas de implementación del desarrollo y codificación teniendo como fecha de inicio 01/07/2016 y fecha de finalización 31/10/2016, a partir de esta última 8 semanas de implantación con resultados de producción de uso del módulo y documentación respectiva, con fecha inicio de 1/11/2016 hasta el 31/12/2016 como fecha de culminación.

Existen resultados diferentes en cada reunión, uno de ellos es la aparición de nuevos requerimientos y características deficitarias identificadas en reuniones de retrospectivas, estas se las ha incluido en el “*product backlog*” en su tiempo.

5.3 Desarrollo

5.3.1 Sprints del proyecto

La solución se estableció en cinco *Sprints*, tres entregables funcionales y dos soluciones técnicas; cada *Sprint* tiene un esfuerzo total en puntos de historias, basados en la suma de estos puntos por cada historia de usuario (HU) o historia técnica HT desarrollada en el *Sprint*. Se ha establecido con una duración de 160 y 192 horas que corresponde a un mes de trabajo; significando en días laborables de 21 y 24 días respectivamente para el factor de tiempo estimado.

Cada *Sprint* es un entregable del proyecto, y también cuenta con la fecha de inicio, de finalización y el esfuerzo que representa el tiempo empleado. Por cada *Sprint* tiene las historias de usuario o Historias Técnicas; dependiendo del *Sprint* ejecutado. La tabla 5-4 resume la clasificación de los Sprint.

Tabla 5-4: Sprints del Proyecto de desarrollo

ID	Descripción	Fecha Inicio	Fecha Fin	Esfuerzo mes / Esfuerzo estimado	Esfuerzo estimado de HU/HT
SP1	Sprint 1. Análisis e implementación técnica del sistema LMS Moodle	01/Jul/2016	30/Jul/2016	23 / 21	13
SP2	Sprint 2. Módulo Recomendador	01/Ago/2016	30/Ago/2016	22 / 23	17
SP3	Sprint 3. Módulo de creación de cursos (Asistente)	01/Sep/2016	31/Sep/2016	22 / 22	21
SP4	Sprint 4. Módulo generación de curso Plantilla	01/Oct/2016	30/Oct/2016	21 / 21	20
SP5	Sprint 5. Módulo de generación de Course Inteligente (OWL)	01/Nov/2016	31/No/2016	23 / 22	19
SP6	Sprint 6. Documentación Técnica y Manuales	01/Dic/2016	30/Dic/2016	22 / 22	20
TOTAL				111/120	110

Las historias técnicas 1, 2, 3 y 4 plantean análisis, solución y diseño técnico de la arquitectura, base de datos, estándar de codificación y wireframe de vistas. Mientras que los Sprint 2, 3, 4 y 5 detallan las actividades desarrolladas sobre el curso inteligente como un módulo más sobre el sistema LMS Moodle. El sprint 6 se realiza las tareas técnicas para la documentación en diferentes ámbitos del sistema como manuales de usuario y documentación técnica.

5.3.2 Sprint 1 - Análisis e implementación técnica del Moodle

En el primer Sprint se definen estructura del módulo para el sistema, el análisis de base de datos, el estándar de codificación y los bocetos de interfaz de usuario. La solución se contempla en la agrupación de las historias de usuario que resuelvan con su aplicación, los diferentes planteamientos expuestos en el Sprint actual. La tabla 5-5 detalla las

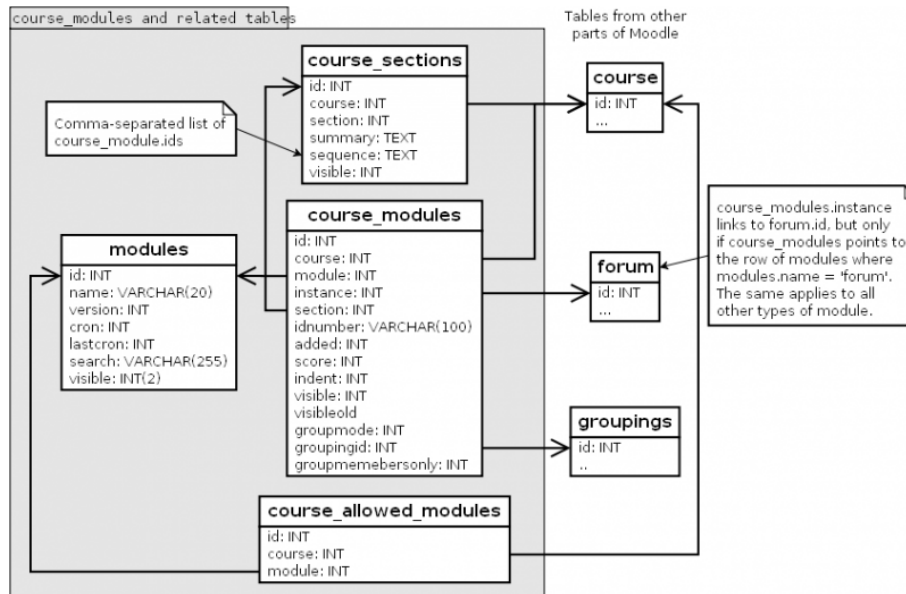
historias técnicas 1, 2, 3 y 4 con fecha de inicio, fin, esfuerzo estimado y el esfuerzo real implementado.

Tabla 5-5: Detalle del Sprint 1 - Análisis e implementación del Sistema LMs Moodle

Sprint 1					
Inicio: 01/Jul/2016		Fin: 30/Jul/2016		Esfuerzo Estimado Por Mes: 23 / 21 (184h)	Esfuerzo Real: 150h
Pila del Sprint					
Backlog ID	Descripción	Esfuerzo Estimado (Días)	Tipo	Responsable	
HT-01	Como programador del sistema necesito analizar la base de datos del LMS Moodle	5	Análisis	Danilo Pastor	
HT-02	Como programador necesito establecer un estándar de codificación.	1	Técnico	Danilo Pastor	
HT-03	Como programador necesito establecer un wireframe de la interfaz para interactuar con la creación del curso plantilla.	2	Diseño	Danilo Pastor	
HT-04	Como programador necesito determinar la arquitectura del sistema.	5	Análisis	Danilo Pastor	

- Análisis de la base de datos de Moodle (HT-01):* Moodle comprende más de 200 tablas en su diseño de base de datos, está dividida de acuerdo al contexto de uso, estos pueden ser configurados al instante de su instalación del LMS o a posterior. El esquema estructural para la gestión de sus tablas se las puede denominar con un prefijo por defecto “mdl_” que representa las iniciales de las tablas para identificar y gestionar los datos de cada una de estas. El esquema representado en la Figura 5-1 trata la forma en la que se relacionan las tablas principales para el el proceso de creación del curso. La tabla “*mdl_course*” contiene la información descriptiva de todos los cursos creados; El Field name “id” campo el cual identifica inequívocamente a un curso en particular, otros como “*category*” “*sortorder*” “*password*” “*fullname*” “*shortname*” nos permite identificar al curso en su categorización creada y nombre con el que se denominó al curso. La tabla “*mdl_modules*” almacena información de todos los recursos de aprendizaje de los modelos disponibles en el LMS Moodle. Los campos “*id*”, “*name*”, “*version*” identifica el recurso con el cual trabajaremos, es decir, si en un curso utilizamos recursos de módulos como *quiz*, *assing*, *assingment*, *forum*, *chat*, *survey* y demas, encontraremos aquí su correspondiente identificación para poder utilizar en cada tópico creado.

Figura 5-1: Modelo lógico de la base de datos Moodle



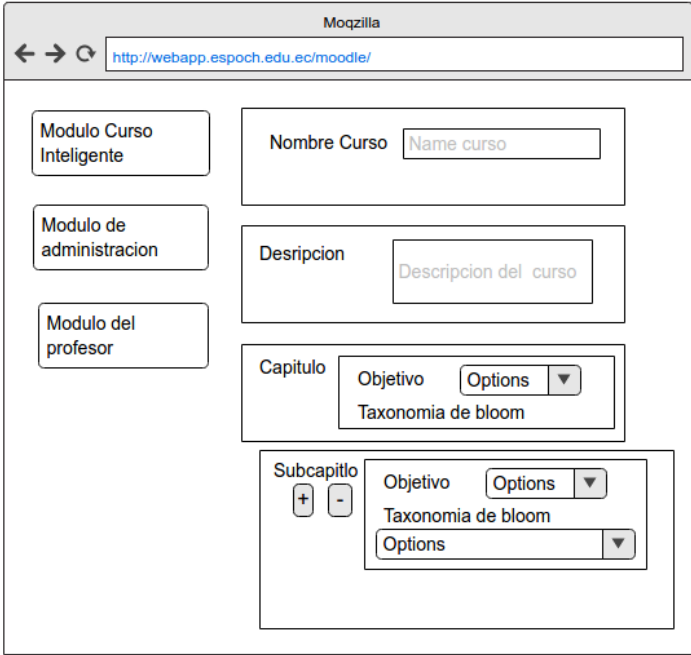
Fuente: https://docs.moodle.org/dev/Database_schema_introduction

La tabla "mdl_course_modules" almacena información sobre los módulos activos para el curso, este contiene los recursos de aprendizaje uno a uno para mostrar al profesor o estudiante para la interacción academia. La tabla "mdl_course_sections" almacena información sobre las secciones individuales del curso, estas se dividen en tópicos o en semanas de acuerdo a la configuración realizada. Esta tabla contiene campos claves para el funcionamiento correcto del curso como "id", "course", "section", "summary", "sequence" entre otras, siendo esta ultima la más importante porque contiene todos los identificadores de los recursos creados en la tabla "mdl_course_modules" en forma secuencial según creación de la misma, es decir; '1,2,3,4' es la cadena que representaría a los recursos en la sección número 1, '5,6,7,8,9' es la cadena que representaría a los recursos que están asignados a la sección número 2 y así hasta completar las secciones con sus respectivos recursos de ser el caso. Las tablas "mdl_data", "mdl_quiz", "mdl_assign", "mdl_assignment", "mdl_forum"; etc. Son las que representa el almacenamiento de los recursos de aprendizaje de los módulos activos para todo el entorno de Moodle, cada instancia creada en estas tablas se relacionará desde "mdl_modules" que contiene su id de como modulo, llegando a "mdl_course_modules" donde se almacenan todas las instancias creadas para un curso en particular, luego llegando al "mdl_course_section" que se escribirá en secuencia las IDs del "mdl_course_modules" para cada sección del curso. En definitiva, la creación de un

curso plantilla generara datos para las tablas esenciales “mdl_course”, “mdl_course_sections”, “mdl_course_modules”, “mdl_modules” y las tablas de los recursos de forma automática sin generar mayor esfuerzo en su creación.

- *Estándar de codificación (HT-02):* CamelCase representa la escritura tanto en palabras solas como compuestas en forma analógica a la apariencia de la joroba de un camello; existiendo dos tipos de CamelCase; UpperCamelCase y lowerCamelCase. Considerando a lowerCamelCase para el desarrollo del sistema, significando que la primera letra de cada palabra es mayúscula a excepción de la primera palabra en cuya letra inicial es minúscula, como ejemplo primeraPalabraMinuscula.
- *Interfaz de usuario (HT-03):* El wireframe diseñado representa un esquema ordenado del contenido al usuario para la creación del curso inteligente, este no pretende ser la imagen final, si no, un conjunto esquematizado de funcionalidad y jerarquía de comportamientos del módulo. La Figura 5-2 representa la pantalla común para el ingreso y salida de datos nuevos como los recursos, foros de discusión, base de datos, books, folder, etc.

Figura 5-2: Wireframe de E/S de datos del curso plantilla

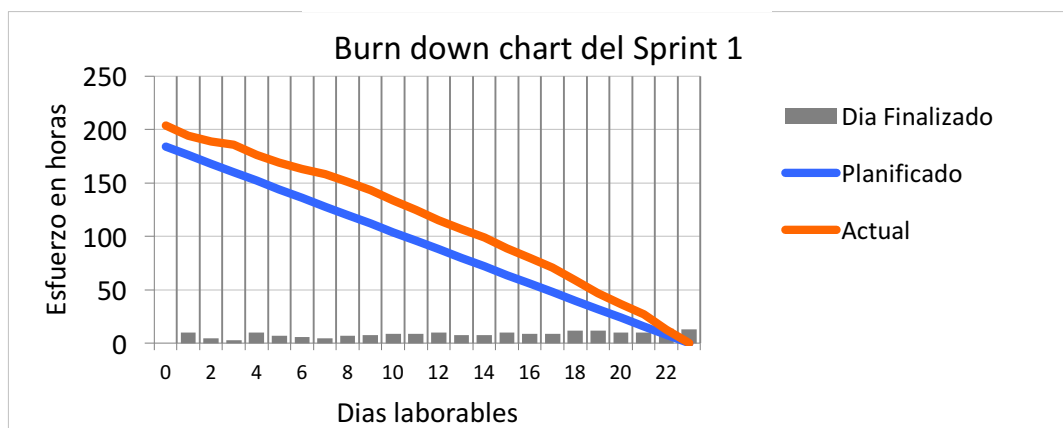


The image shows a wireframe of a web application interface for course creation. It is displayed within a Mozilla browser window with the URL <http://webapp.esPOCH.edu.ec/moodle/>. The interface is organized into several sections:

- Left Sidebar:** Contains three menu items: "Modulo Curso Inteligente", "Modulo de administracion", and "Modulo del profesor".
- Main Content Area:**
 - Nombre Curso:** A text input field with the placeholder "Name curso".
 - Descripcion:** A text input field with the placeholder "Descripcion del curso".
 - Capitulo:** A section containing an "Objetivo" label, a dropdown menu with "Options", and the text "Taxonomia de bloom".
 - Subcapitulo:** A section containing a "+" and "-" button, an "Objetivo" label, a dropdown menu with "Options", and the text "Taxonomia de bloom". Below this is another dropdown menu with "Options".

- *Arquitectura del sistema (HT-04)*: La base arquitectónica se especifica en vistas de caso de uso, vista lógica, vista en módulos y vista de desarrollo. Se ha detallado de forma puntualizada en el capítulo IV.
- *Burn down chart del Sprint 1*: El burn down chart del Sprint 1 retroalimenta el desarrollo técnico de las tareas como, recolección de información, arquitectura, análisis de la base de datos LMS Moodle y Wireframe; estos planificados en un total de 23 puntos de esfuerzos equivalentes a 23 días laborables con un tiempo de 184 horas. El Burn down chart demuestra que ha tomado un total de 204 horas en los 23 días laborables planificados, llevándose más esfuerzo en la implementación de las tareas. En la Figura 5-3 se puede observar que la planificación marcada con línea celeste está por debajo de los resultados reales demarcada en tomate; se evidencia mayor esfuerzo al diseñar y analizar requerimientos técnicos como la base de datos, arquitectura, Wireframe y demás, que son transparentes al usuario pero fundamental, estrictamente hablando para el desarrollo y funcionalidad del proceso de creación del curso.

Figura 5-3: Burn Down Chart del Sprint 1



5.3.3 Sprint 2 - Módulo Recomendador

En la iteración 2 se configura los archivos ARC, el esquema Mysql para arc y las consultas SPARQL de las tripletas previamente cargadas del archivo idt.owl. Las historias de usuario fueron analizadas y corregidas, por temas deficitarios en las mismas. El detalle se presenta en la Tabla 5-6.

Tabla 5-6: Detalle del Sprint 2 - Modulo Recomendador

Sprint 2					
Inicio: 01/Ago/2016		Fin: 31/Ago/2016		Esfuerzo Estimado Por Mes: 22 / 23 (184h)	Esfuerzo Real: 128h
Pila del Sprint					
Backlog ID	Descripción	Esfuerzo Estimado (Días)	Tipo	Responsable	
HU-01	Como programador necesito instalar y configurar ARC RDF STORE para consulta y serializacion de archivos RDF/XML.	3	Codificación	Danilo Pastor	
HU-02	Como programador necesito instalar el esquema Mysql para el almacenamiento de RDF.	1	Codificación	Danilo Pastor	
HU-03	Como programador necesito consultar y filtrar la información con SPARQL para las Teorías de Bloom.	1	Codificación	Danilo Pastor	
HU-04	Como programador necesito consultar y filtrar la información con SPARQL para las Teorías de Aprendizaje.	1	Codificación	Danilo Pastor	
HU-05	Como programador necesito consultar y filtrar la información con SPARQL para las Teorías de Diseño Instrucción.	1	Codificación	Danilo Pastor	
HU-06	Como programador necesito reglas de inferencia reactiva a la selección de Teorías de Aprendizaje y las Teorías de Diseño Instruccional con el objeto de optar por la plantilla recomienda.	5	Codificación	Danilo Pastor	
HU-07	Como programador necesito reglas de inferencia reactiva a la selección de las Teorías de Aprendizaje para recomendar la secuencia ideal del orden de los capitulos.	5	Codificación	Danilo Pastor	

El Sprint 2 se desarrolla con el artefacto de seguimiento del proyecto que recomienda SCRUM; tarjetas de Historias de usuario y pruebas de aceptación. En la Tabla 5-7 se muestra la tarjeta de Historia de usuario 01 en donde se describe la instalación y configuración de los archivos de la librería ARC2 junto a Semsol que marcan una base sólida de extracción, carga y consulta de tripletas desde una base local MySQL. Se tiene para ello 4 pruebas de aceptación las que verifican en partes el éxito o fracaso del proceso descrito. Con el objetivo de ser una historia de usuario satisfactoria, se presenta un total de 5 tareas de ingeniería, los cuales describe las unidades de trabajo para lograr este propósito. Las tarjetas de historias de usuario, así como las pruebas de aceptación se las realiza para dar un seguimiento continuo. Estas pueden ir de forma incremental en igual forma como se presenta el proyecto, por la brevedad del documento se presenta las tarjetas de historia de usuario 01 y las tarjetas de pruebas de aceptación 1,2,3 y 4, así, también como modelo del seguimiento del proyecto para toda la iteración. En las Tabla 5-8 se muestran las pruebas de aceptación correspondientes a la Historia de usuario 01.

Tabla 5-7: Historia de usuario 01 - Sprint 2

Historia de Usuario 01			
ID: HU-01	Nombre: Instalar y configurar ARC RDF STORE		
Descripción: Como programador necesito instalar y configurar ARC RDF STORE para consulta y serialización de archivos RDF/XML.			
Responsable: Danilo Pastor			
Pruebas de aceptación			
ID	Criterio	Estado	Responsable
1	Verificar los archivos de tuukka arc2 starter pack f9865d2 en el directorio Moodle/arc-moodle	Aceptado	Danilo Pastor
2	Verificar los archivos de semsol arc2 495d10b en el directorio Moodle/arc-moodle	Aceptado	Danilo Pastor
3	Verificar la creación de las tablas sandbox_g2t sandbox_id2val sandbox_o2val sandbox_s2val sandbox_setting sandbox_triple	Aceptado	Danilo Pastor
4	Consular los datos cargados al esquema arc en mysql creado desde el archivo owl	Aceptado	Danilo Pastor
Tareas de Ingeniería			
ID	Descripción	Esfuerzo	
1	Descargar y extraer el archivo tuukka arc2 starter pack f9865d2	0,5	
2	Descargar y extraer el archivo semsol arc2 495d10b	0,5	
3	Instalar el esquema arc2 de Mysql y crear la configuración de conexión	0,5	
4	Instalar y configurar SPARQL endpoint	0,5	
5	Cargar los datos de idt.owl (OWL/RDF)	0,5	
TOTAL			2,5

La prueba de aceptación 05 implica la verificación y validación de los archivos descargados y configurados para ARC2, considerando esta como satisfactoria. A continuación, la tabla 5-8 se expresa la primera prueba de aceptación de la Historia de usuario 01.

Tabla 5-8: Prueba de aceptación 05 correspondiente a la Historia de usuario 01

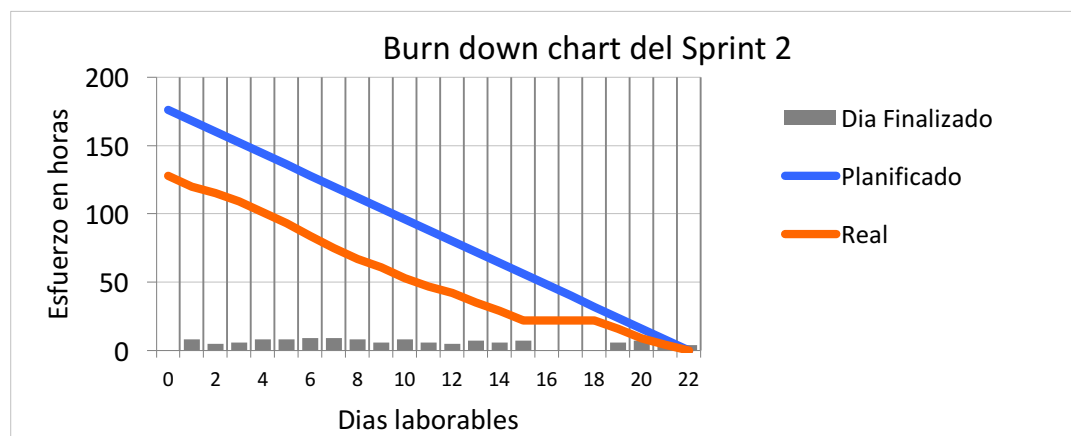
Prueba de Aceptación 05	
ID: PA-05	Nombre: Archivos de tuukka arc2 starter pack f9865d2
Descripción: Verificar los archivos de tuukka arc2 starter pack f9865d2 en el directorio Moodle/arc-moodle	
Responsable: Danilo Pastor	Fecha: 05/Ago/2016
PreCondiciones: Credenciales y permisos de directorio arc-moodle	
Pasos de ejecución:	
<ul style="list-style-type: none"> - Autenticarse e ingresar al directorio arc-moodle - Comparar los archivos de arc2 starter pack 	
Resultado: satisfactorio.	

La prueba de aceptación 06 verifica y valida los archivos descargados y configurados para Semsol ARC2, considerando esta como satisfactoria. La prueba de aceptación 07 verifica y valida los archivos descargados y configurados para Semsol ARC2, considerando esta como satisfactoria. La prueba de aceptación 08 verifica y valida los datos cargados desde el archivo idt.owl hacia el almacenamiento local en MySQL. Calificada como satisfactoria. Por cuestiones de limitación de contenido se ha incluido todas las tarjetas técnicas de

historias de usuario y pruebas de aceptación correspondiente al Sprint 2, para que se pueda revisar en forma detallada en el Anexo A.

- *Burn down chart del Sprint 2*: El burn down chart del Sprint 2 retroalimenta el desarrollo de las historias de usuario de instalación y configuración de los archivos de la librería ARC, así como también la codificación de la consulta y visualización de las tripletas al usuario final; estos planificados en un total de 23 puntos de esfuerzos equivalentes a 23 días laborables con un tiempo de 184 horas. Sin embargo, la Figura 5-4 demuestra que ha tomado un total de 128 horas en los 22 días laborables planificados, llevando menor esfuerzo en su desarrollo. La realidad responde a una velocidad mayor a la planificada, esto gracias a la experiencia sobre la implementación de las librerías, la eficiencia de codificación y reutilización del mismo.

Figura 5-4: Burn Down chart del Sprint 2



5.3.4 Sprint 3 - Módulo de creación de cursos (Asistente)

En el *Sprint 3* se desarrolla la codificación de consulta y preparación de los recursos de aprendizaje, formación de capítulos y subcapítulos, visualización y edición de un curso plantilla. Las historias de usuario fueron analizadas y corregidas las deficitarias. El detalle de este Sprint se presenta en la Tabla 5-9.

El *Sprint 3* se desarrolla con el artefacto de seguimiento del proyecto que recomienda SCRUM; tarjetas de Historias de usuario y pruebas de aceptación. Se plantean cinco

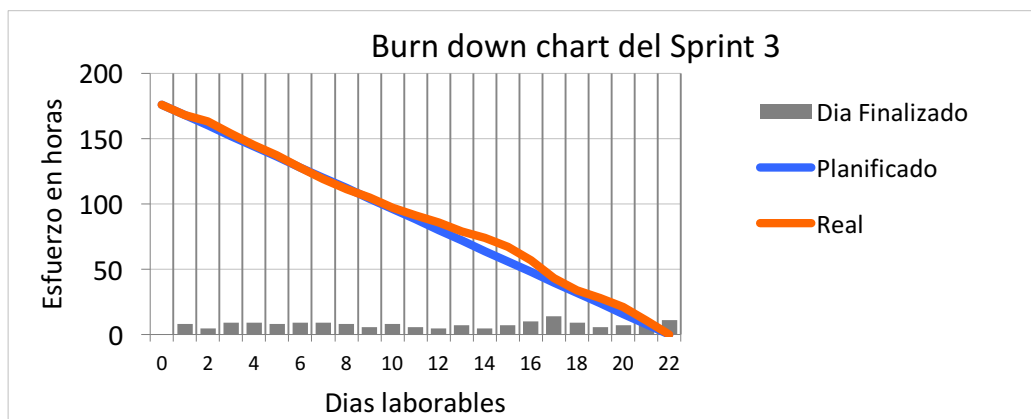
historias de usuario y cinco pruebas de aceptación correspondientes al Sprint 3 y se lo puede revisar en forma detallada en el Anexo A.

Tabla 5-9: Detalle del Sprint 3 - Módulo de creación de cursos (Asistente)

Sprint 3					
Inicio: 01/Sep/2016		Fin: 30/Sep/2016		Esfuerzo Estimado Por Mes: 22 / 24 (176h)	Esfuerzo Real: 176h
Pila del Sprint					
Backlog ID	Descripción	Esfuerzo Estimado (Días)	Tipo	Responsable	
HU-08	Como programador necesito preparar un curso con todos los recursos de aprendizaje como base para el curso plantilla.	4	Codificación	Danilo Pastor	
HU-09	Como programador necesito clasificar cada una de las plantillas de las teorías de diseño instruccional del curso base, de acuerdo a su correspondiente teoría de aprendizaje.	3	Codificación	Danilo Pastor	
HU-10	Como programador necesito construir los capítulos con los subcapítulos y los recursos de aprendizaje que le pertenece de acuerdo a las teorías seleccionadas.	7	Codificación	Danilo Pastor	
HU-11	Como programador necesito editar los recursos de aprendizaje de acuerdo a la nueva selección de las teorías de aprendizaje y diseño instruccional.	5	Codificación	Danilo Pastor	
HU-12	Como programador necesito visualizar los capítulos y subcapítulos generados con los recursos de aprendizaje en el curso plantilla.	3	Codificación	Danilo Pastor	

- *Burn down chart del Sprint 3:* El burn down chart del *Sprint 3* retroalimenta el desarrollo de las historias de usuario, planificadas en un total de 22 puntos de esfuerzos equivalentes a 22 días laborables con un tiempo de 176 horas. En la Figura 5-5 se puede apreciar la descripción.

Figura 5-5: Burn Down chart del Sprint 3



De gráfico anterior se demuestra que se ha tomado un total de 176 horas reales en los 22 días laborables, llevando un esfuerzo equivalente al planificado en su desarrollo. La planificación responde a un desarrollo real casi consecuente, sin embargo, es importante notar que los días laborables suben y bajan marcadamente entre ellos, evidenciando mayor esfuerzo en horas para algunos días y en otros menores a lo planificado.

5.3.5 Sprint 4 - Módulo de generación del curso Plantilla

En el *Sprint 4* se desarrolló la codificación de la estructuración de los datos generados a partir del curso plantilla en jerarquía en formato JSON. Esto implica capítulos, subcapítulos, recursos de aprendizaje y descripción del curso en general, como objetivos, categoría y más. Las historias de usuario fueron analizadas y se corrigió ciertas deficiencias. El detalle de este *Sprint* se presenta en la Tabla 5-10.

Tabla 5-10: Detalle del Sprint 4 - Módulo generación del curso plantilla

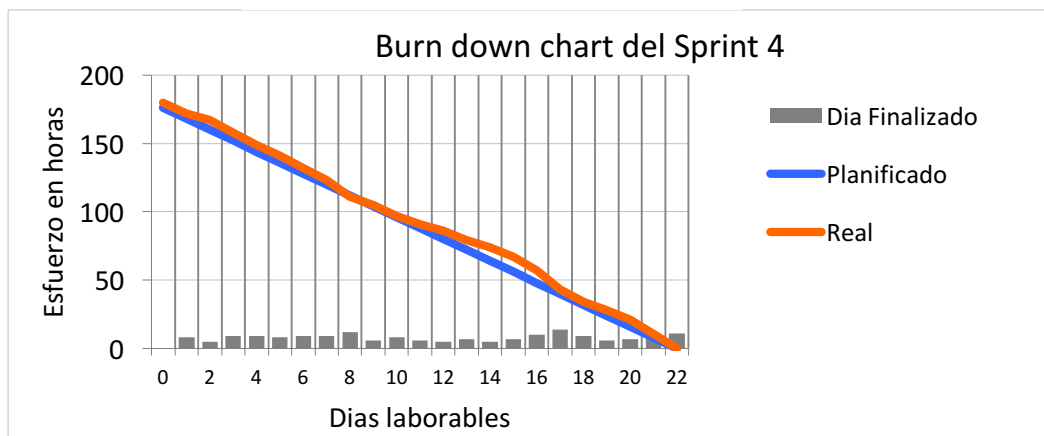
Sprint 4					
Inicio: 01/Oct/2016		Fin: 31/Oct/2016		Esfuerzo Estimado Total Por Mes: 22 / 24 (176h)	Esfuerzo Real: 180h
Pila del Sprint					
Backlog ID	Descripción	Esfuerzo Estimado (Días)	Tipo	Responsable	
HU-13	Como programador necesito generar la estructura de datos Json del curso platilla con todos los recursos de aprendizaje de acuerdo al capítulo y subcapítulo para la serialización y envío de datos.	10	Codificación	Danilo Pastor	
HU-14	Como programador necesito generar de forma automatizada los registros en la base de datos que formaran el nuevo curso plantilla.	15	Codificación	Danilo Pastor	

El *Sprint 4* incluye dos Historias de usuario y sus respectivas pruebas de aceptación y se lo puede revisar en forma detallada en el Anexo A.

- Burn down chart del Sprint 4: El burn down chart del *Sprint 4* retroalimenta el desarrollo de las historias de usuario planificadas en un total de 22 puntos de esfuerzos equivalentes a 22 días laborables con un tiempo de 176 horas. A continuación, en la Figura 5-6 se demuestra que se ha tomado un total de 180 horas en los 22 días laborables planificados, llevando un esfuerzo equivalente al real en su desarrollo. El desarrollo corresponde a lo planificado con ciertos picos que evidencia menor esfuerzo en horas realizadas en mitad de mes; sin embargo, se

estabiliza con aumentando el esfuerzo en los días finales a su presentación del módulo.

Figura 5-6: Burn Down Chart del Sprint 4



5.3.6 Sprint 5 - Módulo de generación del curso inteligente

En el *Sprint 5* se desarrolló la codificación de creación de archivos JSON bajo la URI `webapp.esPOCH.edu.ec/owl`, así como el Script PHP para la generación de los archivos OWL bajo misma dirección URI. Las historias de usuario fueron analizadas y se corrigió ciertas deficiencias, enmarcadas en las necesidades no planteadas antes por el cliente, el detalle se presenta en la Tabla 5-11.

Tabla 5-11: Detalle del Sprint 5 - Módulo de generación del cursos inteligente

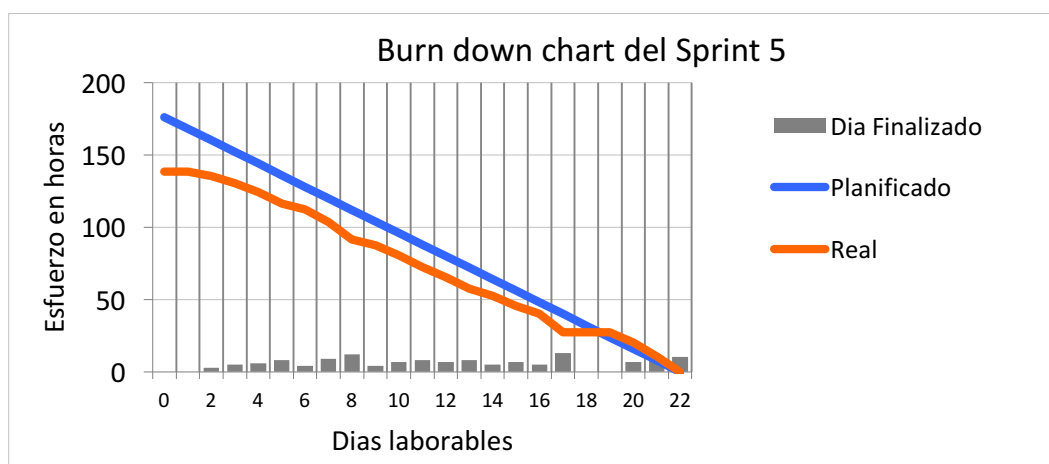
Sprint 5					
Inicio: 01/Nov/2016		Fin: 30/Nov/2016		Esfuerzo Estimado Por Mes: 22 / 24 (176h)	Esfuerzo Real: 138,4h
Pila del Sprint					
Backlog ID	Descripción	Esfuerzo Estimado (Días)	Tipo	Responsable	
HU-15	Como programador necesito almacenar los datos generados de un curso inteligente para ser procesado a nivel OWL.	5	Codificación	Danilo Pastor	
HU-16	Como programador necesito ejecutar un Scprit en segundo plano que genere Object Properties, Data properties, Classes e Individuals de los datos del nuevo curso inteligente.	7	Codificación	Danilo Pastor	

El producto final de esta iteración produce dos archivos de suma importancia renombrados con la fecha y hora de creación, el uno con la estructura completa del curso en formato

JSON, este para cualquier propósito de respaldo de los datos generados, y el otro, un documento con las ontologías generadas para el curso inteligente, analizando y creando Object Properties, Data properties, Classes e Individuals. El *Sprint 5* incluye dos Historias de usuario y sus respectivas pruebas de aceptación y se lo puede revisar en forma detallada en el Anexo A.

- Burn down chart del Sprint 5: El burn down chart del *Sprint 5* retroalimenta el desarrollo de las historias de usuario, planificados en un total de 22 puntos de esfuerzos equivalentes a 22 días laborables con un tiempo de 176 horas. A continuación, la Figura 5-7 demuestra que ha tomado un total de 138,4 horas en los 22 días laborables planificados, llevando un esfuerzo menor al planificado en su desarrollo. La planificación se encuentra por encima de la velocidad real alcanzada en el desarrollo del *Sprint 5*, demostrando madurez de codificación a lo largo del proyecto, considerando menor esfuerzo al desarrollar y manteniendo la misma productividad liberando el avance final planificado.

Figura 5-7: Burn Down Chart del Sprint 5



5.3.7 Sprint 6 - Documentación Técnica y Manuales

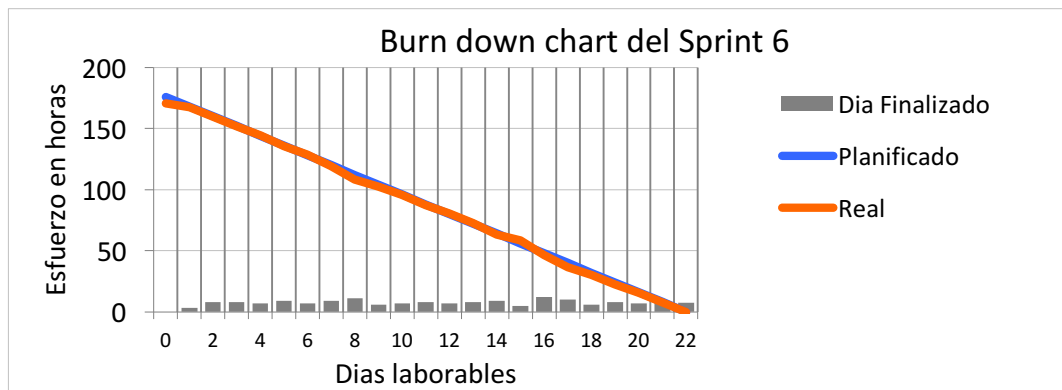
En el *Sprint 6* se redacta la documentación pertinente en el proyecto como manual de usuario, documento técnico del desarrollo del módulo creación del curso. Como resultado se tiene la documentación inherente al desarrollo del proceso de creación del curso, como manual de usuario y documento técnico, manejando la planificación en tiempos adecuados. Siendo parte del presente capítulo el producto de este proceso. El detalle se presenta en la Tabla 5-12.

Tabla 5-12: Detalle del Sprint 6 - Documentación Técnica y Manuales

Sprint 6				
Inicio: 01/Dic/2016		Fin: 31/Dic/2016		Esfuerzo Estimado Por Mes: 23 / 24 (184h)
				Esfuerzo Real: 170,4 h
Pila del Sprint				
Backlog ID	Descripción	Esfuerzo Estimado (Días)	Tipo	Responsable
HT-05	Como programador necesito escribir la documentación técnica del módulo curso inteligente desarrollado.	5	Documental	Danilo Pastor
HT-06	Como programador necesito escribir el manual de usuario para el uso del sistema curso inteligente como nuevo bloque del LMS Moodle.	5	Documental	Danilo Pastor

El *Sprint* 6 incluye dos Historias de usuario y sus respectivas pruebas de aceptación y se lo puede revisar en forma detallada en el Anexo A.

- Burn down chart del *Sprint* 6: El burn down chart del *Sprint* 6 retroalimenta el desarrollo de las historias de usuario planificadas en un total de 23 puntos de esfuerzos equivalentes a 23 días laborables con un tiempo de 184 horas. A continuación, la Figura 5-8 demuestra que ha tomado un total de 170,4 horas en los 23 días laborables planificados, llevando un esfuerzo menor al planificado en su desarrollo. El *Sprint* 6 presenta un continuo flujo de esfuerzo correspondiente al planificado, siendo el sprint más estable y consecuente.

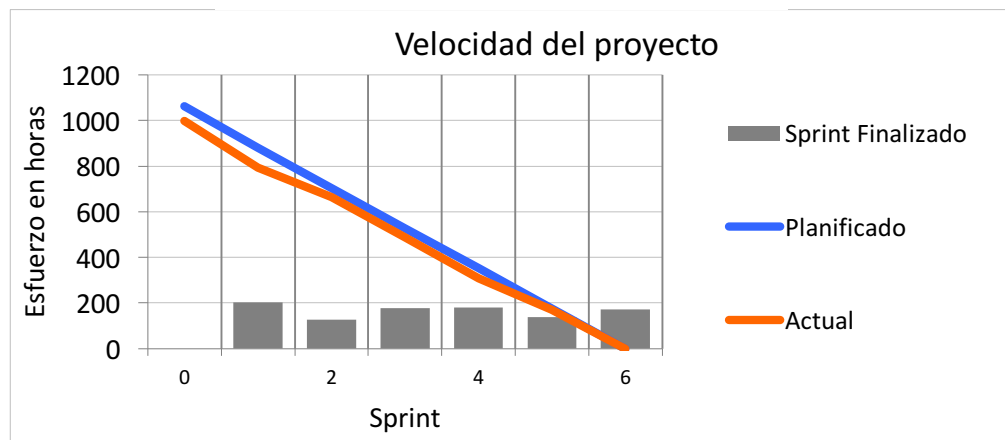
Figura 5-8: Burn Down Chart del Sprint 6

5.3.8 Burn Down Chart General

El Burn down chart general muestra el trabajo terminado por cada Sprint contra la tasa de terminación proyectada para la versión actual del proyecto. En otras palabras, nos permite

dar seguimiento a las tareas de desarrollo cuantificando el trabajo realizado hasta la fecha de su análisis, demarcando la velocidad con la que el proyecto toma forma y madurez durante su desarrollo. El Burn Down del proceso de creación de cursos virtuales se puede visualizar en la Figura 5-9, donde el eje horizontal representa los *Sprint* de inicio y fin, el eje vertical representa el esfuerzo en horas con un total de 1064 horas planificadas y 996.8 horas reales implicando el esfuerzo remanente durante cada *Sprint*.

Figura 5-9: Burn Down Chart de todo el proyecto



En la gráfica anterior se representa el trabajo general desarrollado en cada *Sprint*, considerando el primero y el último con mayor esfuerzo invertido; así, la planificación gráficamente representada con línea celeste corresponde con el desarrollo real del proyecto. Los desniveles en el inicio y fin del progreso se por el total en tiempo menor al planificado, y en esos puntos describe el mayor esfuerzo en horas por lo que el desarrollo es más veloz a nivel general en el punto inicial y de menor velocidad en el punto final.

5.4 Conclusiones del capítulo

La metodología para el desarrollo de los diferentes módulos de creación de cursos virtuales descrita en este apartado es SCRUM, donde se figura como un marco de trabajo ágil y flexible para la administración del desarrollo del proceso de creación de cursos. Esta metodología permite incluir a los miembros involucrados en el sistema, para verificar la funcionalidad de los entregables y realizar modificaciones en el caso de ser necesario, todo ello mediante tarjetas técnicas de seguimiento y artefactos del marco de procesos,

dividiéndolo en iteraciones denominadas *Sprint*, cuya duración es de 4 semanas, obteniendo una funcionalidad operativa consecuente en el tiempo de desarrollo.

Se consigue determinar los entregables en 6 *Sprints*, logrando el estudio de la base de datos de Moodle, arquitectura del sistema, estándar de codificación, módulos como el recomendador, el de creación de cursos plantilla (Asistente), generación de curso Plantilla, generación de Course Inteligente (OWL) y Documentación Técnica como Manuales en el tiempo planificado de desarrollo, todo esto detallado el esfuerzo sobre el burn down chart de cada entregable.

6. Validación del Modelo

En este capítulo se llevará a cabo la validación del modelo propuesto a través de la aplicación desarrollada, con el objetivo de evaluar de la efectividad del proceso de construcción de cursos virtuales con los docentes y además la usabilidad de los cursos virtuales producidos (ya personalizados) con los estudiantes. El resultado de esta etapa será un informe detallado con los resultados y análisis estadísticos de los datos obtenidos en la aplicación de los escenarios de estudio.

6.1 Introducción

En los capítulos descritos anteriormente, se ha propuesto un modelo y su implementación SECOGEMO (SEmantic COurse GEneration MOdel) que permite la generación de cursos virtuales en un entorno virtual de aprendizaje considerando el uso de las tecnologías de la web semántica. El proceso de creación del curso virtual planteado incluye ciertas ontologías representadas por las teorías/modelos de aprendizaje/instruccionales y además aspectos inteligentes de recomendación para la generación de cursos a partir de plantillas pre diseñadas. También se ha desarrollado un módulo dentro de un LMS que permita la creación asistida de recursos de aprendizaje, así como la generación de cursos virtuales tipo plantilla, donde a su vez se pueda crear y consultar semánticamente el curso generado.

Este diseño es aplicado en dos estudios, donde en el primero de ellos se examina la facilidad de uso, soporte pedagógico, satisfacción y tiempo antes y después de la exposición al modelo propuesto (descrito en el capítulo 3) en docentes universitarios participantes en dicho estudio. Por otra parte, en el segundo estudio se examina la facilidad de uso (usabilidad) medida antes y después de la exposición al modelo propuesto en estudiantes universitarios participantes en el mencionado estudio. Ambos estudios se

acogen a un proceso genérico de experimentación (Gómez, Ucán, & Gómez, 2014) conformado por las siguientes actividades: definición, diseño, ejecución y análisis:

- **Definición:** En esta actividad se especifica de manera general los aspectos principales del estudio o experimento como es la pregunta de investigación, así como la definición de las hipótesis de trabajo.
- **Diseño:** Una vez definido el estudio o experimento, en esta actividad se aborda el diseño experimental a usar para el estudio, definiendo los tratamientos, variables, métricas, así como la manera en que se van a aplicar los tratamientos en cuestión a los participantes. En esta actividad también se preparan los materiales e instrumentos.
- **Ejecución:** En esta actividad se lleva a cabo el estudio o experimento, y consiste en aplicar los materiales instrumentados a los participantes, así como recolectar las mediciones acordes a las métricas definidas en la actividad anterior.
- **Análisis:** Una vez recolectadas las mediciones, éstas son analizadas con diferentes técnicas estadísticas que permiten hacer un contraste con respecto a las hipótesis planteadas en el estudio o experimento.

Los dos estudios empleados para la validación del modelo propuesto, que se presentan a continuación, se estructuran de acuerdo a las actividades del proceso de experimentación antes descritas.

6.2 Validación del modelo con docentes universitarios (Estudio 1)

6.2.1 Definición

La finalidad de este primer estudio se centra en evaluar aspectos como la facilidad de uso, soporte pedagógico, satisfacción y tiempo de uso del modelo propuesto, el cual está implementado como un módulo dentro de un LMS. En este primer estudio se emplean docentes universitarios donde a través de un proceso de construcción de recursos de aprendizaje en cursos virtuales, se examinarán los aspectos antes mencionados. El modelo propuesto es contrastado con la forma tradicional de construcción de recursos de aprendizaje en cursos virtuales en un mismo LMS.

La pregunta de investigación planteada para este estudio se define de la siguiente manera:

RQ. *¿Existe alguna diferencia en cuanto a la facilidad de uso, soporte pedagógico, satisfacción y tiempo que conlleva la construcción de recursos de aprendizaje en cursos virtuales en un LMS tradicional con respecto a un LMS que incorpora el modelo propuesto en esta tesis?*

De la anterior pregunta de investigación se derivan las siguientes hipótesis nulas:

- H_{0a} : No existen diferencias en cuanto a la facilidad de uso en la construcción de recursos de aprendizaje en cursos virtuales en un LMS tradicional y un LMS que incluye el modelo aquí propuesto.
- H_{0b} : No existen diferencias en cuanto al soporte pedagógico involucrado en la construcción de recursos de aprendizaje en cursos virtuales en un LMS tradicional y un LMS que incluye el modelo planteado.
- H_{0c} : No existen diferencias en cuanto a la satisfacción en la construcción de recursos de aprendizaje en cursos virtuales en un LMS tradicional y un LMS que incluye el modelo aquí propuesto.
- H_{0d} : No existen diferencias en el tiempo que conlleva la construcción de recursos de aprendizaje en cursos virtuales en un LMS tradicional y un LMS que incluye el modelo propuesto.

Las hipótesis antes descritas se utilizarán para contrastarlas con las diferentes mediciones que serán recolectadas en este estudio

6.2.2 Diseño

Para contrastar las mediciones recolectadas con las hipótesis previamente definidas, se utilizará un diseño cuasi-experimental antes/después (Pre-test/Post-test) de un solo grupo no aleatorizado (Ato, 1995; Bonate, 2000).

Este tipo de diseño se basa en la medición y comparación de una variable de respuesta en dos periodos de tiempo que son antes y después de la exposición del participante al tratamiento o intervención experimental. En este caso, el tratamiento a examinar es el

modelo propuesto en esta tesis. En un diseño cuasi-experimental antes-después con un sólo grupo permite al investigador manipular la exposición del tratamiento, pero no incluyen un grupo de comparación, cada participante actúa como su propio control. En este sentido los docentes participantes construirán recursos de aprendizaje en un curso virtual de forma tradicional en un LMS predefinido (Pre test) y a través del modelo propuesto incorporado en el mismo LMS (Post test). En la Tabla 6-1 se muestra la estructura del diseño usado para el estudio 1.

Tabla 6-1: Estructura de diseño empleado en el primer estudio

Grupos	Secuencia de registro		
	Pre-test	Intervención o tratamiento	Post-test
uno (docentes)	O ₁ (instrumento)	X (LMS con modelo propuesto)	O ₂ (instrumento)

En la Tabla 6-1 solo hay un grupo de participantes que corresponde a los docentes, O₁ corresponde con la primera observación realizada (con un instrumento) en docentes participantes después de haber usado el LMS tradicional, X representa el tratamiento o intervención, en este caso el LMS que incorpora el modelo propuesto (descrito en el capítulo 3), O₂ corresponde con la segunda observación realizada (con un instrumento) en docentes participantes después de haber usado el LMS que incluye el modelo propuesto.

El diseño a emplear es cuasi-experimental porque existe una exposición del tratamiento, una o más respuesta por parte de los participantes y una o más hipótesis para contrastar, pero no hay una aleatorización de los participantes a los grupos de tratamiento y control, o bien no existe grupo control propiamente dicho, como en este caso.

- *Muestra:* Como muestra para este primer estudio se contemplaron como participantes de este estudio a docentes adscritos a la Facultad de Informática y Electrónica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Inicialmente se invitó a participar en el estudio a 53 de los cuales completaron de manera satisfactoria 27 docentes tanto Pre-test, así como el Post-test.
- *Materiales e instrumentos:* Para recabar las mediciones en el estudio se elaboró un instrumento conformado por varias preguntas relacionadas a los aspectos: facilidad de uso (preguntas 7 a 12), soporte pedagógico (preguntas 13 a 18) y satisfacción

(preguntas 19 a 22), donde cada pregunta se mide a través de una escala Likert de 7 puntos (Likert, 1932). Este mismo instrumento se aplicó a los participantes en el Pre-test (uso de un LMS tradicional) y el Post-test (uso de un LMS que incluye el modelo propuesto). El instrumento se desarrolló a través del servicio Google Forms, donde dicho instrumento se encuentra disponible en el Anexo B de este documento.

- *Validación del instrumento:* Se evaluó su consistencia interna, que es un tipo de confiabilidad, en donde se mide si las respuestas de los participantes asociados a los distintos ítems del instrumento producen resultados similares (o consistentes). La consistencia interna se mide frecuentemente con el coeficiente Alfa de (Cronbach, 1951) o más reciente con el coeficiente Omega de (McDonald, 1999). Estos coeficientes pueden poseer un rango de valores entre cero y uno. De acuerdo a la literatura (Peterson, 1994), un valor de al menos 0.7 en estos coeficientes sugiere una confiabilidad aceptable en el instrumento. En la Tabla 6-2 se presentan los valores arrojados en cuanto a la confiabilidad del instrumento elaborado.

Tabla 6-2: Resultados de coeficientes Alfa y Omega en instrumento del Estudio 1

Coeficiente	Instrumento tras Pre-test	Instrumento tras Post-test
Alfa de Cronbach	0.97	0.94
Omega de McDonald	0.98	0.96

Como se observa en la Tabla 6-2, los valores en los coeficientes tanto en el instrumento aplicado antes de la intervención (o aplicación del tratamiento, modelo propuesto) como el mismo instrumento aplicado después de la intervención arrojan excelentes valores en cuanto a la consistencia, por lo que se asume que el instrumento empleado es suficientemente confiable.

6.2.3 Ejecución

De acuerdo al diseño planteado, el estudio se realizó en dos fases, en la primera de ellas (Pre-test) se envió un correo electrónico a los docentes interesados en participar en el estudio. En dicho correo se les explicó las actividades a realizar, donde una vez completadas, se les pidió a los participantes completar el instrumento elaborado (disponible en el Anexo B). En esta fase participaron 29 docentes, quienes respondieron el instrumento.

De manera similar, en la segunda fase (Post-test), la cual se realizó dos semanas después de la primera fase, se volvió a enviar un correo a los mismos docentes participantes indicándoles las nuevas instrucciones, en donde se les pidió crearán los mismos recursos de aprendizaje de su mismo curso virtual, pero empleando el LMS con el módulo que incorpora el modelo propuesto en el presente trabajo de investigación. Una vez creados los recursos, se les pidió a los docentes responder al instrumento previamente elaborado (disponible en el Anexo B). En esta fase participaron 27 docentes, dado el diseño cuasi-experimental empleado se recomienda que la misma persona responda el instrumento en ambas fases (antes y después de la intervención). Debido que en esta segunda fase dos participantes no respondieron el instrumento, se removieron las respuestas asociadas a estos dos participantes que estuvieron presentes en la primera fase del estudio.

6.2.4 Análisis

En este apartado se presenta tanto el análisis estadístico descriptivo como el análisis estadístico inferencial. Los resultados de los análisis se encuentran organizados con respecto a cada uno de los aspectos de interés.

- *Facilidad de uso*: La facilidad de uso se refiere a un atributo de calidad que evalúa la facilidad de emplear el módulo en el LMS que incorpora el modelo propuesto y define que tan efectivo sería módulo incorporado durante el proceso de creación de recurso de aprendizaje (Nielsen, 2012). Las preguntas propuestas fueron adaptadas de los trabajos (Fisher & Wright, 2010; Najjar, Klerkx, Vuorikari, & Duval, 2005; Tomko & Zaitseva, 2011), y están operacionalizadas de acuerdo a las preguntas 7 a 12 del instrumento disponible en el Anexo B. Antes de realizar los análisis estadísticos correspondientes se procesaron en una hoja de cálculo las respuestas de los participantes correspondientes a este aspecto. Las respuestas asociadas a las preguntas de este aspecto (facilidad de uso) se sumaron por cada uno de los participantes, tanto en el Pre-test como en el Post-test. La variable de respuesta se definió entonces como una puntuación asociada a la facilidad de uso. Tomando como referencia la escala Likert de 7 puntos usada, la puntuación máxima para estas seis preguntas es de 42 (6 preguntas x la categoría máxima que es 7), esta puntuación puede obtenerse cuando alguno de los participantes ha elegido la categoría de mayor peso (7) en cada pregunta, que dependiendo la pregunta las posibles categorías con este valor máximo pueden ser: totalmente de

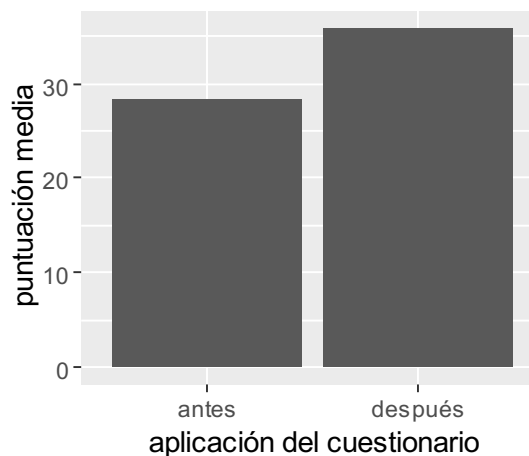
acuerdo (categoría que se encuentra en las preguntas 7, 8, 11) o sumamente fácil (categoría en preguntas 9, 10, 12). En la Tabla 6-3 se muestra el análisis estadístico descriptivo relacionado con la facilidad de uso que es medida como una puntuación calculada a partir de la sumatoria de los valores Likert de las preguntas asociadas a este aspecto (Sullivan & Artino, 2014).

Tabla 6-3: Análisis descriptivo con respecto a la facilidad de uso

	n	promedio	Desv. Est.	Val. mínimo	Val. máximo
Pre-test	27	28.37	6.9	13	40
Post-test	27	35.96	3.23	28	41

Como se observa en la Tabla 6-3, los participantes en promedio obtuvieron un mayor puntaje una vez que elaboraron sus recursos de aprendizaje con el LMS que incorpora el modelo propuesto en esta tesis. Es también en el Post-test donde se observa una menor variabilidad en las respuestas de los participantes, esta menor variabilidad sugiere que los participantes perciben una mayor facilidad de uso en el LMS que incorpora el modelo propuesto. Para complementar el análisis descriptivo de la Tabla 6-3, en la Figura 6-1 se muestra el histograma resultante.

Figura 6-1: Histograma resultante con respecto a la facilidad de uso



Una vez realizado el análisis descriptivo, a continuación, se presenta el análisis inferencial. Antes de decidir qué tipo de enfoque estadístico inferencial emplear (paramétrico o no paramétrico) para examinar posibles diferencias significativas en las mediciones recolectadas, es necesario evaluar el supuesto de normalidad en las mediciones recolectadas. El supuesto de normalidad se examina en un conjunto

de datos para determinar si estos siguen o no una distribución normal. Si los datos se distribuyen de acuerdo a la distribución normal se recomienda utilizar una prueba estadística paramétrica, en caso contrario se recomienda usar una prueba estadística no paramétrica. Dado que la muestra recabada en este estudio es relativamente pequeña, se seleccionó la prueba de (Shapiro & Wilk, 1965) para evaluar la normalidad en las mediciones recabadas. La hipótesis nula de esta prueba asume que la muestra en cuestión proviene de una población normalmente distribuida, el valor alfa para contrastar el valor p de esta prueba se ha especificado en un 0.05. En la Tabla 6-4 se presentan los resultados de esta prueba.

Tabla 6-4: Resultado de la prueba Shapiro-Wilk para evaluar la normalidad

	valor p
Prueba Shapiro-Wilk	0.4218

Como se muestra en la Tabla 6-4 el valor p resultante de esta prueba sugiere aceptar la normalidad de las mediciones recolectadas de la hipótesis nula planteada (el valor p es mayor que el valor alfa definido). Dados estos resultados, es posible evaluar posibles diferencias significativas a través de una prueba estadística paramétrica. Para el análisis estadístico inferencial se seleccionó una prueba t apareada (Student, 1908), esto debido al tipo de diseño cuasi-experimental empleado, las mediciones referentes a este aspecto se recolectaron del mismo participante en dos periodos de tiempo distintos (antes y después de la intervención). Los pares de puntajes extraídos de cada participante se usan para calcular la diferencia entre ambas puntuaciones. La hipótesis nula de la prueba t apareada asume entonces que las diferencias entre ambas puntuaciones de los participantes son iguales a cero. En la Tabla 6-5 se muestran los resultados de la prueba t apareada.

Tabla 6-5: Resultado de la prueba t apareada - Facilidad de uso

	valor p
Prueba t apareada	$< 0.001 (5.18 \times 10^{-8})$

Como se muestra en la Tabla 6-5, la prueba estadística indica una diferencia significativa entre el Pre-test y el Post-test en un nivel alfa de 0.001, por lo que la hipótesis nula de esta prueba se rechaza en favor de la hipótesis alternativa (se

asume una diferencia significativa distinta que cero). En este caso, en cuanto a la facilidad de uso, el puntaje promedio obtenido tras elaborar los recursos didácticos en el LMS que incluye el modelo propuesto (35.96) es significativamente mayor que el puntaje promedio obtenido tras elaborar recursos didácticos en un LMS tradicional (28.37). La diferencia entre ambos promedios es de -7.59 (promedio Pre-test - promedio Post-test), donde los intervalos de confianza de esta diferencia se encuentran entre los límites -9.66 y -5.52. En cuanto a la potencia estadística, se utilizó el software G*Power (Faul, Erdfelder, Lang, & Buchner, 2007), para calcular la potencia estimada de acuerdo a los resultados obtenidos en relación a la facilidad de uso. Tomando como referencia un valor alfa igual a 0.05, un tamaño de muestra igual a 27 y un tamaño de efecto d_z (Cohen, 1992) igual a -1.45, la potencia calculada estimada es igual a 0.99, lo que indica que el 99.9% de las veces la prueba estadística empleada (prueba t apareada) es suficientemente sensitiva para detectar un efecto, tal como el observado con el tamaño de muestra empleado.

- *Soporte pedagógico*: El soporte pedagógico se refiere a la inclusión o apoyo de las teorías de aprendizaje, las teorías y estrategias de diseño instruccional y otros aspectos pedagógicos de enseñanza aprendizaje que describen la lógica de la selección y entrega de recursos de aprendizaje (Vladoiu & Constantinescu, 2013). Las preguntas propuestas fueron adaptadas de los trabajos (Constantinescu & Vladoiu, 2013; Sun, 2016), y están operacionalizadas de acuerdo a las preguntas 13 a 18 del instrumento disponible en el Anexo B. Tomando como referencia la escala Likert de 7 puntos usada en el instrumento, la puntuación máxima para estas seis preguntas es de 42 (sumando 6 veces la categoría máxima que es 7). En la Tabla 6-6 se muestra el análisis estadístico descriptivo relacionado con el soporte pedagógico que es medido como una puntuación calculada a partir de la sumatoria de los valores Likert de las preguntas asociadas a este aspecto (Sullivan & Artino, 2014).

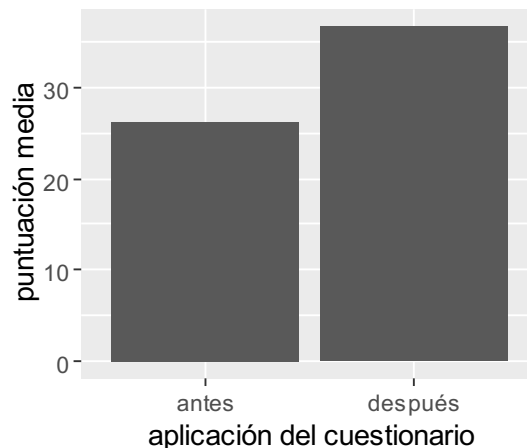
Tabla 6-6: Análisis descriptivo con respecto al soporte pedagógico

	n	promedio	Desv. Est.	Val. mínimo	Val. máximo
Pre-test	27	26.22	9.16	7	37
Post-test	27	36.78	3.06	29	42

Como se observa en la Tabla 6-6, los participantes en promedio obtuvieron un mayor puntaje una vez que elaboraron sus recursos didácticos con el LMS que

incorpora el modelo propuesto en esta tesis. Es también en el Post-test donde se observa una menor variabilidad en las respuestas de los participantes, esta menor variabilidad sugiere que los participantes perciben un mayor soporte pedagógico en el LMS que incorpora el modelo propuesto. Para complementar el análisis descriptivo de la Tabla 6-6, en la Figura 6-2 se muestra el histograma resultante.

Figura 6-2: Histograma resultante con respecto al soporte pedagógico



Una vez realizado el análisis descriptivo, a continuación, se presenta el análisis inferencial. Siguiendo el mismo razonamiento que en el aspecto anterior, primero se evalúa la normalidad de las mediciones para determinar si se aplica una prueba estadística paramétrica o no paramétrica. Al igual que en el aspecto anterior, se seleccionó la prueba de (Shapiro & Wilk, 1965) para evaluar la normalidad en las mediciones recabadas. La hipótesis nula de esta prueba asume que la muestra en cuestión proviene de una población normalmente distribuida, el valor alfa para contrastar el valor p de esta prueba se ha especificado en un 0.05, en la Tabla 6-7 se presentan los resultados de esta prueba.

Tabla 6-7: Resultado de la prueba Shapiro-Wilk para evaluar la normalidad

	valor p
Prueba Shapiro-Wilk	0.1758

Como se muestra en la Tabla 6-7 el valor p resultante de esta prueba sugiere aceptar la normalidad de las mediciones recolectadas de la hipótesis nula planteada (el valor p es mayor que el valor alfa definido). Dados estos resultados,

es posible evaluar posibles diferencias significativas a través de una prueba estadística paramétrica. De igual manera se seleccionó la prueba *t apareada* (Student, 1908), debido al tipo de diseño cuasi-experimental empleado, las mediciones referentes a este aspecto se recolectaron del mismo participante en dos periodos de tiempo distintos (antes y después de la intervención). En la Tabla 6-8 se muestran los resultados de la prueba *t apareada*.

Tabla 6-8: Resultado de la prueba t apareada - Soporte pedagógico

	valor p
Prueba t apareada	< 0.001 (2.49^{e-7})

Como se muestra en la Tabla 6-8, la prueba estadística indica una diferencia significativa entre el Pre-test y el Post-test en un nivel alfa de 0.001. En este caso, en cuanto al soporte pedagógico, el puntaje promedio obtenido tras elaborar los recursos de aprendizaje en el LMS que incluye el modelo propuesto (36.78) es significativamente mayor que el puntaje promedio obtenido tras elaborar recursos de aprendizaje en un LMS tradicional (26.22). La diferencia entre ambos promedios es de -10.56 (promedio Pre-test - promedio Post-test), donde los intervalos de confianza de esta diferencia se encuentran entre los límites -13.69 y -7.41. Con respecto a la potencia estadística, de igual manera se usó el software G*Power (Faul et al., 2007) para calcular la potencia estimada de acuerdo a los resultados obtenidos en este aspecto (soporte pedagógico). Tomando como referencia un valor alfa igual a 0.05, un tamaño de muestra igual a 27 y un tamaño de efecto dz (Cohen, 1992) igual a -1.32, la potencia calculada estimada es igual a 0.99, lo que indica que la prueba estadística empleada (prueba t apareada) es suficientemente sensitiva para detectar un efecto, tal como el observado con el tamaño de muestra empleado.

- **Satisfacción:** La satisfacción se refiere a la medida de satisfacción general que siente un docente al usar el módulo en el LMS que incorpora el modelo propuesto, es decir que tan beneficioso y eficaz es para los docentes usar dicho módulo. Las preguntas propuestas fueron adaptadas de los trabajos (Derntl, Neumann, Griffiths, & Oberhuemer, 2011; Fisher & Wright, 2010; Tomko & Zaitseva, 2011), y están operacionalizadas de acuerdo a las preguntas 19 a la 22 del instrumento disponible en el Anexo B. Tomando como referencia la escala Likert de 7 puntos usada, la puntuación máxima para éstas cuatro preguntas es de 28 (sumando cuatro veces

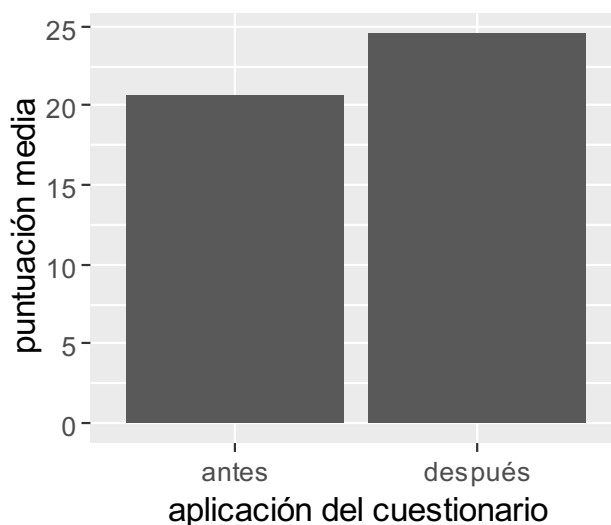
la categoría máxima que es siete). En la Tabla 6-9 se muestra el análisis estadístico descriptivo relacionado con la satisfacción que es medida como una puntuación calculada a partir de la sumatoria de los valores Likert de las preguntas asociadas a este aspecto (Sullivan & Artino, 2014).

Tabla 6-9: Análisis descriptivo con respecto a la satisfacción

	n	promedio	Desv. Est.	Val. mínimo	Val. máximo
Pre-test	27	20.59	4.24	8	26
Post-test	27	24.59	2.06	17	27

Como se observa en la Tabla 6-9, los participantes en promedio obtuvieron un mayor puntaje una vez que elaboraron sus recursos de aprendizaje con el LMS que incorpora el modelo propuesto en esta tesis. Es también en el Post-test donde se observa una menor variabilidad en las respuestas de los participantes, esta menor variabilidad sugiere que los participantes perciben una mayor satisfacción en el LMS que incorpora el modelo propuesto. Para complementar el análisis descriptivo de la Tabla 6-9, en la Figura 6-3 se muestra el histograma resultante.

Figura 6-3: Histograma resultante con respecto a la satisfacción



Una vez realizado el análisis descriptivo, a continuación, se presenta el análisis inferencial. De igual manera que con los anteriores dos aspectos, primero se evalúan las mediciones afines a este aspecto en relación al supuesto de normalidad para decidir el tipo de prueba inferencial a usar (paramétrica o no paramétrica). De

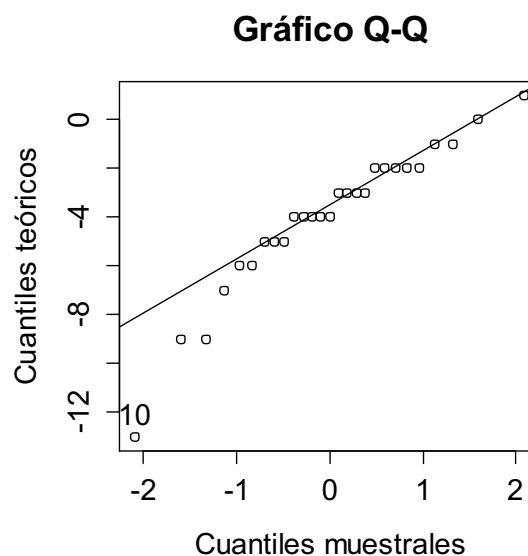
igual manera, se seleccionó la prueba de (Shapiro & Wilk, 1965) para evaluar la normalidad en las mediciones recabadas. La hipótesis nula de esta prueba asume que la muestra en cuestión proviene de una población normalmente distribuida. En la Tabla 6-10 se presentan los resultados de esta prueba.

Tabla 6-10: Resultado de la prueba Shapiro-Wilk para evaluar la normalidad

	Valor p
Prueba Shapiro-Wilk	0.04785

Como se muestra en la Tabla 6-10 el valor p resultante de esta prueba sugiere rechazar (en un nivel alfa de 0.05) la normalidad de las mediciones recolectadas de la hipótesis nula a favor de la hipótesis alternativa, esto indica que las mediciones referentes a la satisfacción no provienen de una distribución normal. Realizando una inspección visual a través de un gráfico Q-Q (Wilk & Gnanadesikan, 1968) mostrado en la Figura 6-4, se observa que el participante asociado a la observación número 10 origina un valor atípico (outlier). Examinando las dos puntuaciones de este participante en el Pre-test (10) y Post-test (23) se observa una diferencia de -13 puntos, la cual es la mayor diferencia con respecto al resto de observaciones. Esta diferencia se debe a que el participante en el Pre-test obtuvo un puntaje bajo con respecto a la satisfacción de usar el LMS tradicional.

Figura 6-4: Gráfico de probabilidad normal Q-Q - Satisfacción



Dado que no se cumple el supuesto de normalidad en las mediciones asociadas a este aspecto, se eligió la prueba estadística no paramétrica de (Wilcoxon, 1945), que se utiliza como alternativa a la prueba *t apareada* cuando no se puede suponer la normalidad en una muestra de datos. En la Tabla 6-11 se muestran los resultados de la prueba de Wilcoxon.

Tabla 6-11: Resultado de la prueba Wilcoxon - Satisfacción

	Valor p
Prueba de Wilcoxon	< 0.001 (1.06 ^{e-5})

Como se muestra en la Tabla 6-11, la prueba estadística no paramétrica indica una diferencia significativa entre el Pre-test y el Post-test en un nivel alfa de 0.001. En este caso, en cuanto a la satisfacción, el puntaje promedio obtenido tras realizar el proceso de creación del curso en el LMS que incluye el modelo propuesto (24.59) es significativamente mayor que el puntaje promedio obtenido tras elaborar recursos didácticos en un LMS tradicional (20.59).

- *Tiempo:* Este aspecto se refiere al tiempo medido en horas que le ha demorado al docente crear un curso virtual diseñando los recursos educativos usando el LMS de forma tradicional y con el LMS que incorpora el modelo propuesto en esta tesis. En la Tabla 6-12 se muestra el análisis estadístico descriptivo relacionado con el tiempo que fue medido como las horas que les demoró a los participantes crear un curso y la elaboración de sus respectivos recursos de aprendizaje en ambos LMS.

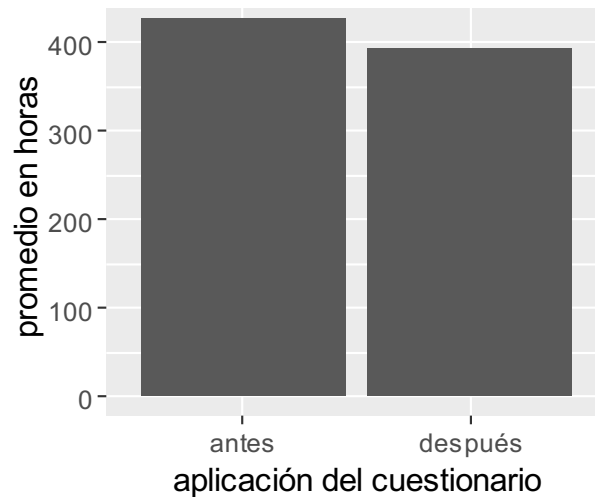
Tabla 6-12: Análisis descriptivo con respecto al tiempo

	n	promedio	Desv. Est.	Val. mínimo	Val. máximo
Pre-test	27	428.67	217.62	0	1032.8
Post-test	27	392.36	182.8	24.17	792.18

Como se observa en la Tabla 6-12, los participantes en promedio tardaron menos horas en crear el curso virtual y elaborar los recursos de aprendizaje con el LMS que incorpora el modelo propuesto. Para complementar el análisis descriptivo de la Tabla 6-12, en la Figura 6-5 se muestra el histograma resultante. De igual manera que en los aspectos anteriores, primero se procede a evaluar la normalidad de las

mediciones asociadas a este aspecto para decidir qué tipo de prueba estadística usar (paramétrica o no paramétrica).

Figura 6-5: Histograma resultante con respecto al tiempo



De manera similar se seleccionó la prueba de (Shapiro & Wilk, 1965) para evaluar la normalidad en las mediciones recabadas. La hipótesis nula de esta prueba asume que la muestra en cuestión proviene de una población normalmente distribuida. En la Tabla 6-13 se presentan los resultados de esta prueba.

Tabla 6-13: Resultado de la prueba Shapiro-Wilk para evaluar la normalidad

	Valor p
Prueba Shapiro-Wilk	$< 0.001 (3.588^{e-6})$

Como se muestra en la Tabla 6-13 el valor p resultante de esta prueba sugiere rechazar (en un nivel alfa de 0.001) la normalidad de las mediciones recolectadas de la hipótesis nula a favor de la hipótesis alternativa, esto indica que las mediciones referentes al tiempo no provienen de una distribución normal. Realizando una inspección visual a través de un gráfico Q-Q (Wilk & Gnanadesikan, 1968) que aparece en la Figura 6-6, se observan diversos valores atípicos por lo implica mayor esfuerzo realizar una inspección individual en los diferentes valores atípicos. Dado que no se cumple el supuesto de normalidad en las mediciones asociadas a este aspecto, se eligió la prueba estadística no paramétrica de (Wilcoxon, 1945), que se utiliza como alternativa a la prueba t apareada cuando no se

puede suponer la normalidad en una muestra de datos. En la Tabla 6-14 se muestran los resultados de Wilcoxon.

Figura 6-6: Gráfico de probabilidad normal Q-Q - tiempo

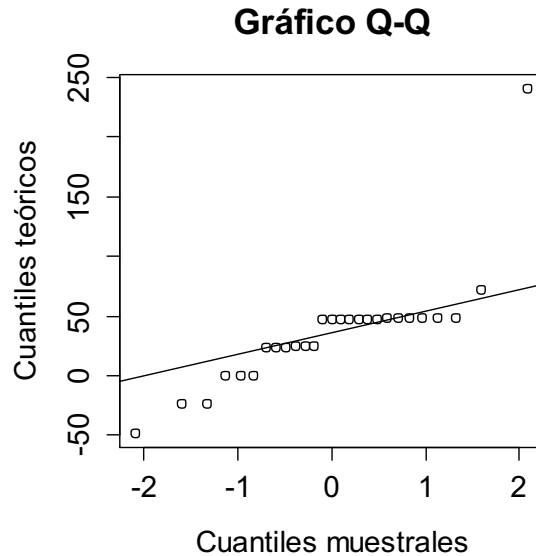


Tabla 6-14: Resultado de la prueba Wilcoxon - tiempo

	Valor p
Prueba de Wilcoxon	< 0.001 (0.0005515)

Como se muestra en la Tabla 6-14, la prueba estadística no paramétrica indica una diferencia significativa entre el Pre-test y el Post-test en un nivel alfa de 0.001. En este caso, en cuanto al tiempo, los participantes quienes elaboraron los recursos didácticos en el LMS que incluye el modelo propuesto demoraron un tiempo significativamente menor (392.36 horas) que aquellos participantes que usaron un LMS tradicional (428.67 horas).

6.2.5 Limitaciones del estudio

Cualquier estudio empírico como el anteriormente descrito está sujeto a ciertas amenazas a la validez (Campbell & Stanley, 1963). Una limitación en el tipo de diseño empleado estriba en la carencia de un grupo control lo que dificulta el establecimiento de argumentos de causalidad acerca de la intervención o tratamiento estudiado. Por tanto, las amenazas a la validez interna de este diseño son las características de una comparación intra-sujeto (dos o más mediciones son extraídas de un mismo participante) como principalmente son:

historia (los sucesos que han ocurrido entre las mediciones en el Pre-test y Post-test), la regresión estadística, la maduración o instrumentación. En cuanto a las amenazas de historia y madurez, éstas fueron reducidas acotando el periodo de tiempo que hubo entre el Pre-test y el Post-test. En cuanto a la amenaza por regresión estadística, ésta fue minimizada empleando una muestra de docentes con características homogéneas. Con respecto a las amenazas por instrumentación, éstas fueron reducidas al realizar la validación del instrumento aplicado a los docentes. Con respecto a la validez externa que se refiere a la generalización de los tratamientos así como hallazgos, el tratamiento de interés puede ser generalizado en otras ubicaciones dado que el LMS con el modelo propuesto cuenta con las características apropiadas para tal fin. En cuanto a la generalización de los resultados observados, estos son parcialmente generalizados a otras muestras con características similares a las empleadas en este primer estudio.

6.3 Validación del modelo con estudiantes universitarios (Estudio 2)

6.3.1 Definición

La finalidad de este segundo estudio se centra en evaluar la facilidad de uso (usabilidad) del modelo propuesto, pero ahora desde la perspectiva del estudiante universitario. En este segundo estudio se emplean estudiantes universitarios donde estos accederán a los cursos virtuales (en una LMS) producidos por los docentes de forma tradicional, así como cursos generados por los docentes mediante el módulo que incorpora el modelo propuesto en esta investigación y además post-personalizados por los docentes.

La pregunta de investigación planteada en este segundo estudio se define de la siguiente manera:

RQ. ¿Existe alguna diferencia en cuanto a la facilidad de uso percibida por estudiantes universitarios quienes acceden a cursos virtuales producidos por los docentes de forma tradicional con respecto a cursos virtuales generados por los docentes y que incorpora el modelo propuesto y post-personalizados en el LMS?

De la anterior pregunta de investigación se derivan la siguiente hipótesis nulas:

- H_{0a} : No existen diferencias en cuanto a la facilidad de uso percibida en estudiantes universitarios quienes acceden a cursos creados por los docentes de forma tradicional en relación de los cursos virtuales generados por los docentes que incorporan el modelo propuesto y post-personalizados en el LMS.

La hipótesis antes descrita se utilizará para contrastarla con las diferentes mediciones que serán recolectadas en este segundo estudio.

6.3.2 Diseño

Para contrastar las mediciones recolectadas con la hipótesis previamente definida, de igual manera que en el primer estudio, se utilizará también un diseño cuasi-experimental antes/después (Pre-test/Post-test) de un solo grupo no aleatorizado (Ato, 1995; Bonate, 2000).

Este tipo de diseño se basa en la medición y comparación de una variable de respuesta en dos periodos de tiempo que son antes y después de la exposición del participante al tratamiento o intervención experimental. En este caso, el tratamiento a examinar es el modelo propuesto en esta tesis. En un diseño cuasi-experimental antes-después con un sólo grupo permite al investigador manipular la exposición del tratamiento, pero no incluyen un grupo de comparación, cada participante actúa como su propio control. En este sentido los estudiantes universitarios participantes accederán en una primera fase a cursos virtuales creados (en una LMS) por el docente de forma tradicional (Pre-test) y en una segunda fase, los mismos estudiantes accederán a cursos virtuales creados por docentes que incorporan el modelo propuesto y post-personalizados (Post-test). En la Tabla 6-15 se muestra la estructura del diseño usado en el segundo estudio.

Tabla 6-15: Estructura de diseño empleado en el segundo estudio

Grupos	Secuencia de registro		
	Pre-test	Intervención o tratamiento	Post-test
uno (estudiantes)	O_1 (instrumento)	X (LMS con modelo propuesto)	O_2 (instrumento)

Al igual que en el diseño usado en el primer estudio, en esta Tabla 6-15, sólo hay un grupo de participantes que corresponde a los estudiantes, O_1 corresponde con la primera observación realizada (con un instrumento) en estudiantes participantes después de haber

usado el curso virtual creado por un docente de forma tradicional, X representa el tratamiento o intervención, en este caso el curso virtual en el LMS creado por el docente con la incorporación del modelo propuesto (descrito en el capítulo III), O₂ corresponde con la segunda observación realizada (con un instrumento) en estudiantes participantes después de haber usado el curso virtual del LMS que incluye el modelo propuesto.

De igual modo, el diseño a emplear para este segundo estudio es cuasi-experimental porque existe una exposición del tratamiento, una o más respuesta por parte de los participantes y una hipótesis para contrastar, pero no hay aleatorización de los participantes a los grupos de tratamiento y control, o bien no existe grupo control propiamente dicho, como en este caso.

- *Muestra:* Como muestra para este primer estudio se contemplaron como participantes de este estudio a estudiantes universitarios inscritos en el 5to. semestre y 7mo. Semestre de las escuelas de Ingeniería en Sistemas y Ingeniería en control y redes industriales respectivamente, todos pertenecían a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Inicialmente se accedieron a participar en el estudio 67 estudiantes de los cuales completaron de manera satisfactoria el Pre-test y Post-test 61.
- *Materiales e instrumentos:* Para recabar las mediciones en el estudio se elaboró un instrumento conformado por varias preguntas relacionadas con el aspecto facilidad de uso (preguntas 2 a 15), donde cada pregunta se mide a través de una escala Likert de 7 puntos (Likert, 1932). Este mismo instrumento se aplicó a los estudiantes participantes en el Pre-test (uso de un curso virtual creado de manera tradicional) y el Post-test (uso de un curso creado con el soporte del modelo propuesto). El instrumento se desarrolló a través del servicio Google Forms, donde dicho instrumento se encuentra disponible en el Anexo C de este documento.
- *Validación del instrumento:* para validar el instrumento se procedió a evaluar su consistencia interna, que es un tipo de confiabilidad, en donde se mide si las respuestas de los participantes asociados a los distintos ítems del instrumento producen resultados similares (o consistentes). La consistencia interna se mide frecuentemente con el coeficiente Alfa de (Cronbach, 1951) o más reciente con el coeficiente Omega de (McDonald, 1999). Estos coeficientes pueden poseer un rango de valores entre cero y uno. De acuerdo a la literatura (Peterson, 1994), un valor de al menos 0.7 en estos coeficientes sugiere una confiabilidad aceptable en

el instrumento. En la Tabla 6-16 se presentan los valores arrojados en cuanto a la confiabilidad de este segundo instrumento elaborado para el segundo estudio.

Tabla 6-16: Resultados de coeficientes Alfa y Omega en el instrumento aplicado en el estudio 2

Coeficiente	Instrumento tras Pre-test	Instrumento tras Post-test
Alfa de Cronbach	0.9	0.93
Omega de McDonald	0.92	0.95

Como se observa en la Tabla 6-16, los valores en los coeficientes tanto en el instrumento aplicado antes de la intervención (o aplicación del tratamiento) como el mismo instrumento aplicado después de la intervención arrojan excelentes valores en cuanto a la consistencia, por lo que se asume que el instrumento empleado para este segundo estudio es suficientemente confiable.

6.3.3 Ejecución

De acuerdo al diseño planteado, el estudio se realizó en dos fases, en la primera de ellas (Pre-test) se reunió a los estudiantes participantes en este segundo estudio. Se les invito a que utilicen un aula virtual que fue creada de forma tradicional por el docente que dictaba la asignatura, donde una vez completadas, se les pido a los participantes completar el instrumento elaborado y que está disponible en el apéndice C. En esta fase participaron 67 estudiantes, quienes respondieron el instrumento.

De manera similar, en la segunda fase (Post-test), la cual se realizó dos semanas después de la primera fase, se volvió a reunir a los mismos estudiantes participantes indicándoles las nuevas instrucciones, en donde se les pidió accedieran al mismo curso, pero ya creado con el módulo que incorpora el modelo propuesto en esta tesis y personalizado por el docente al dominio de su asignatura.

Posteriormente se les pidió a los estudiantes responder al instrumento previamente elaborado y que está disponible en el Anexo C. En esta fase participaron 61 estudiantes, dado el diseño cuasi-experimental empleado se recomienda que la misma persona responda el instrumento en ambas fases (antes y después de la intervención). Debido que

en esta segunda fase seis estudiantes no respondieron el instrumento, se removieron las respuestas asociadas a estos participantes.

6.3.4 Análisis

En este apartado se presenta tanto el análisis estadístico descriptivo como el análisis estadístico inferencial. Los resultados de los análisis se encuentran organizados de acuerdo al aspecto de interés en cuestión.

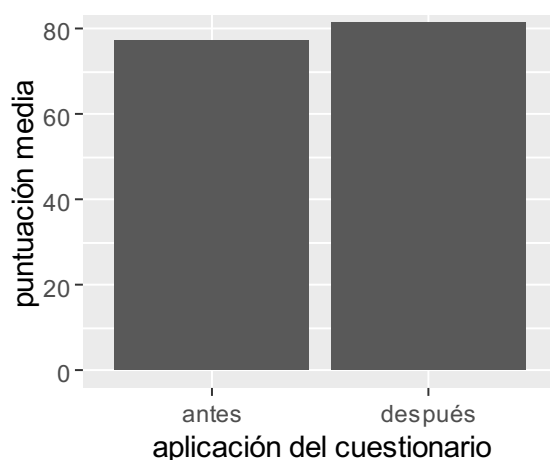
- *Facilidad de uso*: La facilidad de uso se refiere a un atributo de calidad que evalúa la facilidad de emplear el aula virtual por parte del estudiante dentro del LMS que fue creada por un docente con la ayuda del módulo que incorpora el modelo propuesto y define que tan efectivo sería usar el aula personalizada por el docente. Las preguntas propuestas fueron adaptadas de los trabajos (Fisher & Wright, 2010; Najjar et al., 2005; Tomko & Zaitseva, 2011), y están operacionalizadas de acuerdo a las preguntas 2 a 15 del instrumento aplicado a los estudiantes y que se encuentra disponible en el apéndice C. Antes de realizar los análisis estadísticos correspondientes se procesaron en una hoja de cálculo las respuestas de los estudiantes participantes correspondientes a este aspecto. Las respuestas asociadas a las preguntas de este aspecto (facilidad de uso) se sumaron por cada uno de los participantes, tanto en el Pre-test como en el Post-test. La variable de respuesta se definió entonces como una puntuación asociada a la facilidad de uso. Tomando como referencia la escala (Likert, 1932) de 7 puntos usada, la puntuación máxima para estas 14 preguntas es de 98 (14 preguntas x la categoría máxima que es 7), esta puntuación puede obtenerse cuando alguno de los participantes ha elegido la categoría de mayor peso (puntuada con un valor de 7) en cada pregunta. En la Tabla 6-17 se muestra el análisis estadístico descriptivo relacionado con la facilidad de uso que es medida como una puntuación calculada a partir de la sumatoria de los valores Likert de las preguntas asociadas a este aspecto (Sullivan & Artino, 2014).

Tabla 6-17: Análisis descriptivo con respecto a la facilidad de uso

	n	promedio	Desv. Est.	Val. mínimo	Val. máximo
Pre-test	61	77.49	9.75	48	94
Post-test	61	81.69	9.49	53	98

Como se observa en la Tabla 6-17, los participantes en promedio obtuvieron un mayor puntaje una vez que evaluaron el aula virtual creada por un docente que se apoyó del módulo que incorpora el modelo propuesto. Esta diferencia en los puntajes promedio sugiere que los estudiantes participantes han percibido una mejor facilidad de uso en el aula virtual que incorpora el modelo propuesto. Para complementar el análisis descriptivo de la Tabla 6-17, en la Figura 6-7 se muestra el histograma resultante.

Figura 6-7: Histograma resultante con respecto a la facilidad de uso



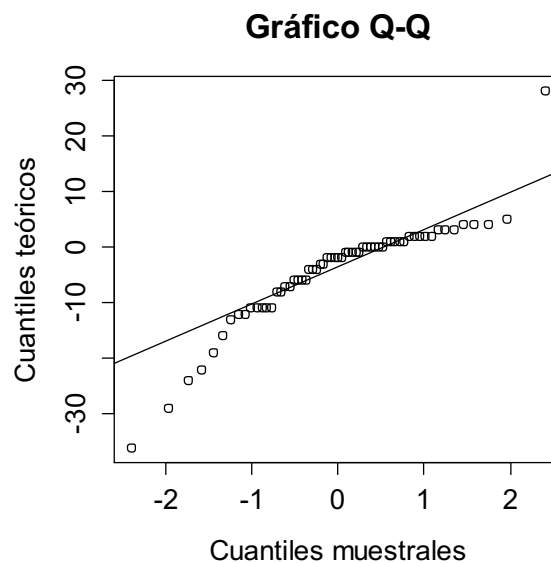
Una vez realizado el análisis descriptivo, a continuación se presenta el análisis inferencial. De manera similar que, en los análisis realizados en el primer estudio, antes de decidir el tipo de prueba estadística a usar (paramétrica o no paramétrica), se evaluará el supuesto de normalidad en las mediciones recolectadas. El supuesto de normalidad se examina en un conjunto de datos para determinar si estos siguen o no una distribución normal. Si los datos se distribuyen de acuerdo a la distribución normal se recomienda utilizar una prueba estadística paramétrica, en caso contrario se recomienda usar una prueba estadística no paramétrica. De igual manera se seleccionó la prueba de (Shapiro & Wilk, 1965) para evaluar la normalidad en las mediciones recabadas. La hipótesis nula de esta prueba asume que la muestra en cuestión proviene de una población normalmente distribuida. En la Tabla 6-18 se presentan los resultados de esta prueba.

Tabla 6-18: Resultado de la prueba Shapiro-Wilk para evaluar la normalidad - Facilidad de uso aula

	Valor p
Prueba Shapiro-Wilk	< 0.001 (1.059^{e-5})

Como se muestra en la Tabla 6-18, el Valor p resultante de esta prueba sugiere rechazar (en un nivel alfa de 0.001) la normalidad de las mediciones recolectadas de la hipótesis nula a favor de la hipótesis alternativa, esto indica que las mediciones referentes a la facilidad de uso no provienen de una distribución normal. Realizando una inspección visual a través de un gráfico Q-Q (Wilk & Gnanadesikan, 1968) que se muestra en la Figura 6-8, se observan diversos valores atípicos por lo implica mayor esfuerzo realizar una inspección individual sobre los diversos valores atípicos.

Figura 6-8: Gráfico de probabilidad normal Q-Q - Faciliad de uso del aula virtual



Dado que no se cumple el supuesto de normalidad en las mediciones asociadas a este aspecto, se eligió la prueba estadística no paramétrica de (Wilcoxon, 1945), que se utiliza como alternativa a la prueba t apareada cuando no se puede suponer la normalidad en una muestra de datos. En la Tabla 6-19 se muestran los resultados de la prueba de Wilcoxon.

Tabla 6-19: Resultado de la prueba Wilcoxon - Faciliad de uso aula

	Valor p
Prueba de Wilcoxon	< 0.001 (0.0003605)

Como se muestra en la Tabla 6-19, la prueba estadística no paramétrica indica una diferencia significativa entre el Pre-test y el Post-test en un nivel alfa de 0.001. En este caso, en cuanto a la facilidad de uso, el puntaje promedio obtenido tras usar el aula virtual creada por un docente con el módulo que incluye el modelo propuesto (81.69) fue significativamente mayor que el puntaje promedio obtenido tras usar el aula creada por un docente de forma tradicional (77.49).

6.3.5 Limitaciones del estudio

De igual modo que en el primer estudio, este segundo estudio también está sujeto a ciertas amenazas de validez (Campbell & Stanley, 1963). Una limitación en el tipo de diseño empleado estriba en la carencia de un grupo control lo que dificulta el establecimiento de argumentos de causalidad acerca de la intervención o tratamiento estudiado. Por tanto las amenazas a la validez interna de este diseño son las características de una comparación intra-sujeto (dos o más mediciones son extraídas de un mismo participante) como principalmente son: historia (los sucesos que han ocurrido entre las mediciones en el Pre-test y Post-test), la regresión estadística, la maduración o instrumentación. En cuanto a las amenazas de historia y madurez, éstas fueron reducidas acotando el periodo de tiempo que hubo entre el Pre-test y el Post-test. En cuanto a la amenaza por regresión estadística, ésta fue minimizada empleando una muestra de estudiantes con características homogéneas. Con respecto a las amenazas por instrumentación, éstas fueron reducidas al realizar la validación del instrumento aplicado a los estudiantes. Con respecto a la validez externa que se refiere a la generalización de los tratamientos así como hallazgos, el tratamiento de interés puede ser generalizado en otras ubicaciones dado que el aula virtual creada por un docente con el módulo aplicando el modelo propuesto cuenta con las características apropiadas para tal fin. En cuanto a la generalización de los resultados observados, estos son parcialmente generalizados a otras muestras con características similares a las empleadas en el segundo estudio.

6.4 Conclusiones

Es este apartado se presentan las conclusiones de los dos estudios realizados para validar el modelo propuesto en esta tesis. Las conclusiones se presentan con respecto a las hipótesis y preguntas de investigación definidas en ambos estudios.

Con respecto al primer estudio, aplicado en docentes universitarios, se observó que en los cuatro aspectos estudiados: facilidad de uso, soporte pedagógico, satisfacción y tiempo; las hipótesis (H_{0a} , H_{0b} , H_{0c} , H_{0d}) asociadas a éstos fueron todas rechazadas de acuerdo con las mediciones recabadas. En base a esta evidencia podemos entonces responder a la pregunta de investigación (RQ) planteada en el primer estudio. En base a la evidencia observada podemos afirmar que sí existe una diferencia significativa a favor de la construcción de cursos virtuales y sus recursos didácticos hospedados en el LMS que incorpora el modelo propuesto. En la Tabla 6-20 se muestra una síntesis de los resultados obtenidos en cada aspecto estudiado, así como el respectivo porcentaje de mejora y factor de mejora alcanzado.

Tabla 6-20: Resumen de resultados obtenidos en el primer estudio

Aspecto estudiado	Promedio en LMS tradicional (Pre-test)	Promedio en LMS con modelo propuesto (Post-test)	Porcentaje de mejora	Factor de mejora
Facilidad de uso	28.37 (puntaje)	35.96 (puntaje)	27%	1.27
Soporte pedagógico	26.22(puntaje)	36.78 (puntaje)	40%	1.4
Satisfacción	20.59 (puntaje)	24.59 (puntaje)	19%	1.19
Tiempo	428.67 (horas)	392.36 (horas)	9%	1.09

En cuanto al segundo estudio, aplicado en estudiantes universitarios, se observó que en el aspecto estudiado (facilidad de uso); la hipótesis (H_{0a}) asociadas a este aspecto fue rechazada de acuerdo con las mediciones recabadas. En base a esta evidencia podemos entonces responder a la pregunta de investigación (**RQ**) planteada en el segundo estudio. En base a la evidencia observada podemos afirmar que sí existe una diferencia significativa a favor del uso del aula virtual usada por los estudiantes y que fue creada por un docente con el módulo que incorpora el modelo propuesto. En la Tabla 6-21 se muestra una síntesis de los resultados obtenidos en cada aspecto estudiado, así como el respectivo porcentaje de mejora y factor de mejora alcanzado.

Para finalizar las conclusiones, se puede afirmar basados en los resultados de las Tablas 6-20 y 6-21, el modelo planteado en este trabajo de investigación ofrece mejoras con respecto al proceso de creación de aulas virtuales tradicional incorporado en un LMS.

Tabla 6-21: Resumen de resultados obtenidos en el segundo estudio

Aspecto estudiado	Promedio en LMS tradicional (Pre-test)	Promedio en LMS con modelo propuesto (Post-test)	Porcentaje de mejora	Factor de mejora
Facilidad de uso	77.49 (puntaje)	81.69 (puntaje)	5%	1.05

7. Conclusiones y trabajos futuros

7.1 Conclusiones

El presente trabajo de investigación logra plantear una alternativa de solución frente a las limitaciones de otros estudios que se encontraron en la revisión sistemática de literatura. Particularmente se pudo evidenciar en la literatura científica que no se considera de forma adecuada aspectos como; el enfoque pedagógico, es decir manejar apropiadamente las teorías de aprendizaje y las teorías de diseño instruccional. Otros aspectos encontrados fueron; el contexto del curso y la secuencia de actividades. A pesar que ciertos trabajos analizados proponen soluciones de modelado de diseño instruccional, muy pocos incluyen el uso de las tecnologías de la web semántica para representar el proceso de creación de cursos virtuales como alternativa de solución. Considerando los aspectos que anteceden, se propone un Modelo para el proceso de construcción de cursos virtuales utilizando tecnologías de la web semántica, considerando los aspectos descritos y al mismo tiempo tomando en cuenta la integración a un LMS tradicional.

Las tecnologías de la web semántica han influido de forma positiva en muchas áreas de la gestión del conocimiento, especialmente en el área de la educación, y a su vez dentro de esta área se han identificado sub-áreas como el aprendizaje adaptativo, objetos de aprendizaje, aprendizaje colaborativo, diseño instruccional y herramientas de autoría. Para cumplir con los objetivos de esta investigación se analizó estudios que han combinado el uso del diseño instruccional con las tecnologías de la web semántica. Esto permitió hacer un análisis más abierto de la literatura, pero a su vez desde una perspectiva integrada.

La revisión sistemática de literatura arrojó resultados novedosos en donde se evidencia cierto número de estudios relacionados a la construcción y uso de ontologías y tecnologías de la web semántica combinados con el contexto del diseño instruccional. Es importante mencionar que, en el análisis muchos de los estudios muestran poco interés en representar

ciertos aspectos del diseño instruccional usando tecnologías de la web semántica, específicamente nos referimos a: el enfoque pedagógico (teorías de aprendizaje/instruccionales), estándares y especificaciones de diseño instruccional, y la compatibilidad con entornos virtuales de aprendizaje.

Otro aspecto analizado en la revisión de literatura fue el uso de herramientas de autoría basadas en la web semántica. Se confirmó que existen muy pocos sistemas de tutoría/educativos inteligentes que ayuden al proceso del diseño instruccional, y casi ninguno incluye las mencionadas tecnologías dentro de VLEs contemporáneos. Por lo tanto, se evidencia la necesidad de incluir dentro de los entornos virtuales de aprendizaje módulos y/o librerías que manejen tecnologías de la web semántica.

El modelo propuesto utiliza un enfoque fundamentado en una base de conocimiento ontológico que permite representar el proceso de construcción de cursos virtuales de forma organizada y pedagógicamente asistida. El enfoque planteado está estructurado en cuatro ontologías: la ontología del modelo del contexto, la ontología del modelo instruccional, la ontología del modelo del dominio (o de contenido), y la ontología del Modelo del usuario. Esta estructura de ontologías junto con las tecnologías de la web semántica; RDF, OWL, SWRL se utilizaron para representar proceso de construcción de cursos, tomando en cuenta las teorías de aprendizaje, las teorías de diseño instruccional, los elementos afines a los recursos educativos y su contexto dentro del sistema de gestión de aprendizaje, la secuencia de contenidos, y las plantillas de cursos pre-diseñadas.

Un enfoque sistemático del proceso de construcción de cursos virtuales fue planteado. Se determinó nueve pasos para el diseño del curso, de los cuales cuatro tareas se relacionan con el contexto general del curso: definición del contexto del curso, definición y selección de los objetivos del curso, generación del curso semántico y el curso en el LMS, y personalización del curso por parte del docente; los cinco pasos restantes se refieren a la generación de cada unidad de aprendizaje y son: estructura del contenido del curso, definición y selección del objetivo de la lección, selección de la teoría de aprendizaje, selección de la teoría de diseño instruccional, revisión y confirmación de cada unidad. Además, están definidos componentes de entrada los cuales son: la taxonomía de Bloom, las teorías de aprendizaje, las teorías de diseño instruccional, las plantillas pedagógicas, y

la información contemplada del LMS; así como los elementos de salida los cuales son: el curso virtual plantilla creado y el curso semántico producido.

Como parte del modelo se definió un conjunto de reglas de inferencia para el contexto del razonamiento, basadas en el lenguaje reglas de la web semántica (SWRL). Se logró definir dos lineamientos basadas en reglas; el primero fue para establecer que plantilla es la adecuada para seleccionar en base al proceso de selección de la teoría de aprendizaje y la teoría de diseño instruccional, el segundo fue para sugerir cual sería la secuencia recomendada de la aplicación de cada teoría de diseño instruccional en base a lo que cada enfoque de teoría de aprendizaje sugiere, es decir al principio, en el medio o al final de los capítulos desarrollados.

Se propone una arquitectura que permite integrar cada uno de los componentes relacionados en el proceso de creación de cursos. Se ha tomado en cuenta: la plataforma LMS, las plantillas de cursos previamente diseñados, las tecnologías/lenguajes de la web semántica, y los diferentes módulos que implican proceso de creación de cursos virtuales. Es importante destacar, que se ha logrado integrar los módulos desarrollados de la aplicación basada en la web semántica, con los componentes típicos de un sistema web tradicional del LMS, lo que permitió trabajar de forma armónica dos plataformas distintas y alcanzando un adecuado funcionamiento del proceso de creación de cursos integrado al LMS.

Los módulos desarrollados para generar tanto el curso plantilla, así como el curso semántico dentro de la plataforma Moodle, posee características de un sistema de tutoría inteligente y está basado en el uso de ontologías para ayudar a los docentes a formar sus lecciones o capítulos teniendo presente las teorías de aprendizaje/diseño instruccional. Todo este proceso se lo realiza de forma asistida y tomando decisiones para seleccionar los recursos de aprendizaje más adecuados de acuerdo a las necesidades del docente.

Para validar el modelo propuesto se aplicó dos estudios: el primero aplicado en docentes universitarios para medir cuatro aspectos relacionados al estudio; facilidad de uso, soporte pedagógico, satisfacción y tiempo. En base a esta evidencia observada se demostró que existe una diferencia significativa a favor de la construcción de cursos virtuales y sus recursos didácticos hospedados en el LMS usando modelo propuesto. El segundo estudio fue aplicado en estudiantes universitarios para medir facilidad de uso. De la misma manera

en base a la evidencia observada se demostró que existe una diferencia significativa a favor del uso del aula virtual usada por los estudiantes y que fue creada por un docente con el módulo que incorpora el modelo propuesto. Por lo tanto, se concluyó que el modelo planteado en este trabajo de investigación ofrece mejoras con respecto al proceso de creación de aulas virtuales tradicional en un LMS.

Finalmente se puede concluir que los objetivos planteados en el presente trabajo de investigación fueron cumplidos completamente. De la misma manera, se ha validado los resultados obtenidos mediante la publicación de artículos tanto en congresos así como en revistas afines al área de investigación.

7.2 Trabajos futuros

El presente trabajo de investigación es un punto de partida para mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje, en especial en el campo de diseño instruccional. Se plantean una serie de aspectos que se podrían realizar en un futuro para emprender investigaciones similares o fortalecer la investigación realizada.

7.2.1 Modelo para la generación de cursos virtuales basados en SWT

- Respecto al enfoque del modelo ontológico planteado se consideró usar cuatro ontologías, de las cuales la ontología del modelo del usuario se la incluyó solo con fines de abarcar un modelo complementario y considerando la mayoría de modelos requeridos para este tipo de ambientes de aprendizaje virtual inteligentes. Por esta razón el modelo de usuario apenas abarcó dos clases y no se tomó en cuenta aspectos más relevantes que podrían ser considerados para representar aspectos de personalización de usuarios. Precizando la idea, se podría ampliar el modelo de usuario para adaptar los recursos de aprendizaje (a través de otros diseños de plantillas de cursos) para presentar a cada estudiante los materiales adecuados y ajustados a sus objetivos de aprendizaje, en función de sus requerimientos individuales.
- En relación al planteamiento del modelo sistemático del proceso de construcción de cursos virtuales se propuso nueve fases que implican el diseño instruccional del curso. Este enfoque está delimitado a utilizar únicamente los recursos de aprendizaje que están incluidos en las plantillas pre-definidas de cada una de las teorías de diseño

instruccional. Como parte de las tareas del proceso, existe una fase que permite personalizar al docente la plantilla pre-definida al dominio de su asignatura, por lo tanto, una vez que el docente ha logrado personalizar su unidad de aprendizaje, prácticamente posee un nuevo objeto de aprendizaje en un dominio específico, que resultaría como una nueva unidad de aprendizaje en un cierto dominio específico del conocimiento. Tal como se observa se podría incluir ciertas fases en el modelo de tal forma que permitan buscar previamente si existe un objeto de aprendizaje ya personalizado (en un repositorio) para que se incluya en el proceso de creación de un nuevo curso.

- Fundamentalmente, la principal contribución del modelo propuesto es la creación un nuevo curso virtual dentro de la plataforma propia del LMS, así como la generación un nuevo curso semántico. Estos se pueden representar a través de ontologías y ciertas tecnologías de la web semántica, tomando en cuenta aspectos pedagógicos (teorías de aprendizaje/instruccionales), secuenciación de contenidos, y articulando con la información de la plataforma del LMS. Una vez que se aplique la creación de cursos a través del modelo propuesto se obtendrán cursos semánticos listos para ser consultados, pero a su vez seguirán existiendo cursos creados con LMS tradicionales que conservarán su estado típico, es decir, cursos almacenados dentro de una base de datos y sin acceso público a su información. En este sentido, dadas las condiciones anteriores, se podría crear un proceso de extracción y/o adaptación de la información de cursos virtuales ya creados tradicionalmente en LMSs, apoyándose de las tecnologías de la web semántica para producir cursos semánticos de acuerdo con nuestra propuesta de formalización.

7.2.2 Arquitectura para la generación de cursos usando SWT

- Básicamente la arquitectura propuesta en el presente estudio tuvo como objetivo combinar dos tipos de aplicaciones, con diferentes estilos arquitectónicos. La primera es la plataforma del LMS Moodle la cual está basada en un patrón Modelo-Vista-Controlador y la segunda es la aplicación basada en la web semántica, la cual posee sus particularidades únicas, ya que construida sobre ontologías y modelos RDF. En este sentido, se podría diseñar nuevas arquitecturas, pero combinando otras plataformas LMS contemporáneas con otros frameworks o toolkits de la web semántica, pero tomando en consideración otros lenguajes como Java, Python, etc.

Esto que permitiría generar nuevos lineamientos en el desarrollo arquitectónico de aplicaciones web y aplicaciones de la web semántica.

7.2.3 Desarrollo de la aplicación para la generación de cursos virtuales

- En referencia al módulo específico para la generación del curso semántico, el cual ejecuta de forma automática y en tiempo real la construcción y publicación de los datos del curso virtual, pero el resultado es un archivo en formato OWL, el cual contiene toda la información del curso creado incluyendo tanto la estructura formal, así como las instancias con formato RDF. Se sugiere incluir un módulo dentro del LMS que permita consultar toda la información contenida en dicho curso semántico generado, pero conservando el estilo de diseño del LMS y a su vez combinando un estilo de consulta semántica.
- De la misma manera respecto al módulo recomendador, el cual se encarga de procesar las sugerencias para sugerir la plantilla adecuada en función de una determinada teoría de diseño instruccional y además informa cual sería la secuencia ideal de los capítulos que se están creando. Se plantea incluir otros mecanismos de recomendación de aspectos como: propuesta de actividades evaluativas en función del objetivo o resultado de aprendizaje, enlazar el enfoque pedagógico (teorías de diseño instruccional) con recursos de aprendizaje personalizados, recomendación semi-automática de un curso en función de una específica teoría de aprendizaje.
- También se puede incluir otros módulos de recomendación en áreas específicas de la gestión de cursos virtuales como:
 - Un módulo recomendador de creación de pruebas de evaluación en donde el asistente pueda ir sugiriendo distintos aspectos inherentes al sistema de evaluación tales como: orden de preguntas, complejidad, retroalimentación, etc.
 - Un módulo recomendador de creación de recursos de aprendizaje en función del perfil del estudiante, es decir, que dependiendo del tipo de categorización que se haga al estudiante, se pueda asignar determinadas estrategias pedagógicas o un personalizado conjunto de recursos y actividades de aprendizaje.
 - Un módulo recomendador para la creación de reportes de actividad y uso personalizados, en donde se pueda asistir en función de ciertos aspectos como rendimiento, participación, etc.

A. Anexo: Historias de usuario y pruebas de aceptación de los Sprints

A continuación, se detalla las Historias Técnicas, Historias de Usuario y prueba de Aceptación de sus respectivos Sprint que se utilizaron para el desarrollo del sistema del proceso de creación de cursos virtuales y fundamentado en el Capítulo 5.

SPRINT 1

Historia Técnica 01			
ID: HT-01		Nombre: Analizar la base de datos de moodle	
Descripción: Como programador del sistema necesito analizar la base de datos del LMS Moodle			
Responsable: Danilo Pastor			
Pruebas de aceptación			
ID	Criterio	Estado	Responsable
1	Coincidir tipos de datos con los utilizados en la lógica de negocio.	Aceptado	Danilo Pastor
Tareas de Ingeniería			
ID	Descripción	Esfuerzo Estimado	
1	Analizar el diccionario de la Base de Datos de Moodle	3	
2	Determinar los campos necesarios y considerarlos en el modelo de negocio	2	
TOTAL			5

Prueba de Aceptación 01			
ID: PA-01		Nombre: Tipos de datos de moodle.	
Descripción: Coincidir tipos de datos con los utilizados en la lógica de negocio			
Responsable: Danilo Pastor		Fecha: 05/Jul/2016	
PreCondiciones: Modelo Físico de la Base de Datos, con las tablas y columnas			
Pasos de ejecución:			
<ul style="list-style-type: none"> - Conexión a la BD Moodle con usuario y contraseña - Identificar las tablas implicadas en el desarrollo del curso inteligente en Moodle - Verificar los tipos de datos de las columnas por cada tabla a implementar 			
Resultado: satisfactorio.			

Historia Técnica 02			
ID: HT-02		Nombre: Estándar de codificación	
Descripción: Como programador necesito establecer un estándar de codificación			
Responsable: Danilo Pastor			
Pruebas de aceptación			
ID	Criterio	Estado	Responsable
1	El estándar debe ser claro	Aceptado	Danilo Pastor

Tareas de Ingeniería		
ID	Descripción	Esfuerzo
1	Determinar el estándar de codificación.	0,5
TOTAL		0,5

Prueba de Aceptación 02	
ID: PA-02	Nombre: El estándar debe ser claro.
Descripción: Analizar el estándar de codificación del desarrollo	
Responsable: Danilo Pastor	Fecha: 6/Jul/2016
PreCondiciones: Considerar el lenguaje de programación a implementar	
Pasos de ejecución:	
<ul style="list-style-type: none"> - Investigar los estándares de codificación - Analizar los estándares de codificación - Establecer el estándar que más se ajuste al proyecto. 	
Resultado: satisfactorio.	

Historia Técnica 03			
ID: HT-03	Nombre: Diseño de bocetos de la interfaz de usuario.		
Descripción: Como programador necesito establecer un wireframe de la interfaz para interactuar con el curso plantilla			
Responsable: Danilo Pastor			
Pruebas de aceptación			
ID	Criterio	Estado	Responsable
1	El boceto debe mostrar contenido de acuerdo a la institución y los datos a manejar.	Aceptado	Danilo Pastor
Tareas de Ingeniería			
ID	Descripción	Esfuerzo	
1	Diseñar la distribución de contenidos de la Página Principal.	1	
TOTAL		1	

Prueba de Aceptación 03	
ID: PA-03	Nombre: Contenido de acuerdo a la institución.
Descripción: Los wireframes deben respetar los colores y la navegabilidad de acuerdo a los datos a manipular	
Responsable: Danilo Pastor	Fecha: 08/Jul/2016
PreCondiciones: Solicitud de colores y navegación.	
Pasos de ejecución:	
<ul style="list-style-type: none"> - Analizar colores y ubicación del contenido en la página. 	
Resultado: satisfactorio.	

Historia Técnica 04			
ID: HT-04	Nombre: Arquitectura del sistema.		
Descripción: Como programador necesito determinar la arquitectura del sistema			
Responsable: Danilo Pastor			
Pruebas de aceptación			
ID	Criterio	Estado	Responsable
1	La arquitectura refleja la distribución de los componentes tecnológicos del sistema.	Aceptado	Danilo Pastor

Tareas de Ingeniería		
ID	Descripción	Esfuerzo
1	Analizar el hardware con el que cuenta la institución	0,5
2	Definición de la arquitectura del sistema	7
3	Establecer la distribución de los componentes del proyecto	7
TOTAL		14,5

Prueba de Aceptación 04	
ID: PA-04	Nombre: Distribución de los componentes del sistema.
Descripción: Establecer la distribución del sistema antes de la implementación.	
Responsable: Danilo Pastor	Fecha: 27/Jul/2016
PreCondiciones: Analizar el hardware con el que cuenta la institución.	
Pasos de ejecución:	
<ul style="list-style-type: none"> - Analizar las arquitecturas de software. - Determinar que arquitectura se ajusta a los equipos con los que cuenta la institución y la tecnología a implementar. 	
Resultado: satisfactorio.	

SPRINT 2

Historia de Usuario 01			
ID: HU-01	Nombre: Instalar y configurar ARC RDF STORE		
Descripción: Como programador necesito instalar y configurar ARC RDF STORE para consulta y serialización de archivos RDF/XML.			
Responsable: Danilo Pastor			
Pruebas de aceptación			
ID	Criterio	Estado	Responsable
1	Verificar los archivos de tuukka arc2 starter pack f9865d2 en el directorio Moodle/arc-moodle	Aceptado	Danilo Pastor
2	Verificar los archivos de semsol arc2 495d10b en el directorio Moodle/arc-moodle	Aceptado	Danilo Pastor
3	Verificar la creación de las tablas sandbox_g2t sandbox_id2val sandbox_o2val sandbox_s2val sandbox_setting sandbox_triple	Aceptado	Danilo Pastor
4	Consular los datos cargados al esquema arc en mysql creado desde el archivo owl	Aceptado	Danilo Pastor
Tareas de Ingeniería			
ID	Descripción	Esfuerzo	
1	Descargar y extraer el archivo tuukka arc2 starter pack f9865d2	0,5	
2	Descargar y extraer el archivo semsol arc2 495d10b	0,5	
3	Instalar el esquema arc2 de Mysql y crear la configuración de conexión	0,5	
4	Instalar y configurar SPARQL endpoint	0,5	
5	Cargar los datos de idt.owl O(WL/RDF)	0,5	
TOTAL		2,5	

Prueba de Aceptación 05	
ID: PA-05	Nombre: Archivos de tuukka arc2 starter pack f9865d2
Descripción: Verificar los archivos de tuukka arc2 starter pack f9865d2 en el directorio Moodle/arc-moodle	
Responsable: Danilo Pastor	Fecha: 05/Ago/2016
PreCondiciones: Credenciales y permisos de directorio arc-moodle	
Pasos de ejecución:	
<ul style="list-style-type: none"> - Autenticarse e ingresar al directorio arc-moodle - Comparar los archivos de arc2 starter pack 	

Resultado: satisfactorio.

Prueba de Aceptación 06	
ID: PA-06	Nombre: Archivos de semsol arc2 495d10b
Descripción: Verificar los archivos de starter semsol arc2 495d10b en el directorio Moodle/arc-moodle	
Responsable: Danilo Pastor	Fecha: 07/Ago/2016
PreCondiciones: Credenciales y permisos de directorio arc-moodle	
Pasos de ejecución:	
<ul style="list-style-type: none"> - Autenticarse e ingresar al directorio arc-moodle - Comparar los archivos de semsol arc2 495d10b 	
Resultado: satisfactorio.	

Prueba de Aceptación 07	
ID: PA-07	Nombre: Tablas sandbox_g2t sandbox_id2val sandbox_o2val sandbox_s2val sandbox_setting sandbox_triple.
Descripción: Verificar la creación de las tablas sandbox_g2t sandbox_id2val sandbox_o2val sandbox_s2val sandbox_setting sandbox_triple	
Responsable: Danilo Pastor	Fecha: 15/Ago/2016
PreCondiciones: Debe entregarse credenciales y permisos de uso de la base de datos	
Pasos de ejecución:	
<ul style="list-style-type: none"> - Ingresar en desde cualquier gestor de Mysql - Usar la base de datos arc2db - Mostrar las tablas creadas sandbox_g2t sandbox_id2val sandbox_o2val sandbox_s2val sandbox_setting sandbox_triple - Verificar el contenido cargado desde el OWL. 	
Resultado: satisfactorio.	

Prueba de Aceptación 08	
ID: PA-08	Nombre: Datos cargados del idt.owl
Descripción: Consultar los datos cargados al esquema arc en mysql creado desde el archivo owl	
Responsable: Danilo Pastor	Fecha: 17/Ago/2016
PreCondiciones: Debe entregarse credenciales y permisos de uso de la base de datos	
Pasos de ejecución:	
<ul style="list-style-type: none"> - Ingresar al endPoint de consulta SPARQL - Ejecutar una consulta valida - Mostrar las tripletas consultadas - Verificar con el contenido cargado desde el OWL. 	
Resultado: satisfactorio.	

Historia de Usuario 02			
ID: HU-02	Nombre: Esquema Mysql para el almacenamiento de RDF		
Descripción: Como programador necesito instalar el esquema Mysql para el almacenamiento de RDF			
Responsable: Danilo Pastor			
Pruebas de aceptación			
ID	Criterio	Estado	Responsable
1	Tablas creadas sandbox para el almacenamiento de las tripletas	Aceptado	Danilo Pastor
Tareas de Ingeniería			
ID	Descripción		Esfuerzo
1	Crear el modelo de conexión de base de datos donde almacenara las tripletas.		1
2	Crear el esquema de la BD sandBox		0,5
TOTAL			1,5

Prueba de Aceptación 09	
ID: PA-09	Nombre: Tablas sandbox

Descripción: Tablas creadas sandbox para el almacenamiento de las tripletas	
Responsable: Danilo Pastor	Fecha: 07/Ago/2016
PreCondiciones: deben existir los métodos para cambios de formatos.	
Pasos de ejecución:	
<ul style="list-style-type: none"> - Ingresar a la BD con usuario y contraseña - Verificar el esquema sandbox - Verificar las tablas creadas 	
Resultado: satisfactorio.	

Historia de Usuario 03			
ID: HU-03		Nombre: SPARQL – Teorías de Bloom.	
Descripción: Como programador necesito consultar y filtrar la información con SPARQL para las Teorías de Bloom			
Responsable: Danilo Pastor			
Pruebas de aceptación			
ID	Criterio	Estado	Responsable
1	Verificar el modelo de datos consultados con SPARQL para las teorías de bloom.	Aceptado	Danilo Pastor
Tareas de Ingeniería			
ID	Descripción	Esfuerzo	
1	Crear el modelo de conexión a consulta sobre idt.owl	0,5	
2	Generar registro de las tripletas en el almacenamiento local Mysql	0,5	
3	Crear el modelo de conexión a consulta a la base local de almacenamiento en Mysql	0,5	
4	Generar la consulta y el modelo de datos sobre las teorías de Bloom	1	
TOTAL			2,5

Prueba de Aceptación 10	
ID: PA-10	Nombre: Modelo de las teorías de Bloom
Descripción: Verificar el modelo de datos consultados con SPARQL para las teorías de Bloom	
Responsable: Danilo Pastor	Fecha: 12/Ago/2016
PreCondiciones: RDF/XML de las teorías de Bloom.	
Pasos de ejecución:	
<ul style="list-style-type: none"> - Generar la consulta RDF mediante ARC2 - Consultar y generar los registros en el almacenamiento local Mysql - Generar el modelo de datos de las teorías de bloom 	
Resultado: satisfactorio.	

Historia de Usuario 04			
ID: HU-04		Nombre: SPARQL – Teoría de aprendizaje.	
Descripción: Como programador necesito consultar y filtrar la información con SPARQL para las Teorías de aprendizaje			
Responsable: Danilo Pastor			
Pruebas de aceptación			
ID	Criterio	Estado	Responsable
1	Verificar el modelo de datos consultados con SPARQL para las teorías de aprendizaje.	Aceptado	Danilo Pastor
Tareas de Ingeniería			
ID	Descripción	Esfuerzo	
1	Crear el modelo de conexión a consulta sobre idt.owl	0,5	
2	Generar registro de las tripletas en el almacenamiento local Mysql	0,5	
3	Crear el modelo de conexión a consulta a la base local de almacenamiento en Mysql	0,5	
4	Generar la consulta y el modelo de datos sobre las teorías de aprendizaje	1	
TOTAL			2,5

Prueba de Aceptación 11	
ID: PA-11	Nombre: Modelo de las teorías de aprendizaje
Descripción: Verificar el modelo de datos consultados con SPARQL para las teorías de Bloom	
Responsable: Danilo Pastor	Fecha: 15/Ago/2016
PreCondiciones: RDF/XML de las teorías de aprendizaje.	
Pasos de ejecución:	
<ul style="list-style-type: none"> - Generar la consulta RDF mediante ARC2 - Consultar y generar los registros en el almacenamiento local Mysql - Generar el modelo de datos de las teorías de aprendizaje 	
Resultado: satisfactorio.	

Historia de Usuario 05			
ID: HU-05	Nombre: SPARQL – Teorías de Diseño Instruccional.		
Descripción: Como programador necesito consultar y filtrar la información con SPARQL para las Teorías de instruccional			
Responsable: Danilo Pastor			
Pruebas de aceptación			
ID	Criterio	Estado	Responsable
1	Verificar el modelo de datos consultados con SPARQL para las teorías de instruccional.	Aceptado	Danilo Pastor
Tareas de Ingeniería			
ID	Descripción	Esfuerzo	
1	Crear el modelo de conexión a consulta sobre idt.owl	0,5	
2	Generar registro de las tripletas en el almacenamiento local Mysql	0,5	
3	Crear el modelo de conexión a consulta a la base local de almacenamiento en Mysql	0,5	
4	Generar la consulta y el modelo de datos sobre las teorías de diseño instruccional	1	
TOTAL			2,5

Prueba de Aceptación 12	
ID: PA-12	Nombre: Modelo de las teorías de diseño instruccional
Descripción: Verificar el modelo de datos consultados con SPARQL para las teorías de diseño instruccional	
Responsable: Danilo Pastor	Fecha: 18/Ago/2016
PreCondiciones: RDF/XML de las teorías de diseño instruccional.	
Pasos de ejecución:	
<ul style="list-style-type: none"> - Generar la consulta RDF mediante ARC2 - Consultar y generar los registros en el almacenamiento local Mysql - Generar el modelo de datos de las teorías de diseño instruccional 	
Resultado: satisfactorio.	

Historia de Usuario 06			
ID: HU-06	Nombre: Reglas de inferencia para la plantilla		
Descripción: Como programador necesito reglas de inferencia reactiva a la selección de Teorías de Aprendizaje y las Teorías de Diseño Instruccional con el objeto de optar por la plantilla recomienda			
Responsable: Danilo Pastor			
Pruebas de aceptación			
ID	Criterio	Estado	Responsable
1	Verificar los recursos de aprendizaje de la plantilla en relación a la selección de las teorías	Aceptado	Danilo Pastor

Tareas de Ingeniería		
ID	Descripción	Esfuerzo
1	Generar las reglas considerando las teorías de aprendizaje y las teorías de diseño instruccional	1
2	Crear conexión a la BD para establecer el bloque correspondiente	2
3	Obtener y formar el bloque de recursos de aprendizaje en el capítulo generado	3
TOTAL		6

Prueba de Aceptación 13	
ID: PA-13	Nombre: Recursos de aprendizaje en relación a la plantilla
Descripción: Verificar los recursos de aprendizaje de la plantilla en relación a la selección de las teorías	
Responsable: Danilo Pastor	Fecha: 24/Ago/2016
PreCondiciones: Archivo RDF/XML	
Pasos de ejecución:	
<ul style="list-style-type: none"> - Ingresar al curso base para obtener las plantillas - Verificar los recursos de aprendizajes en el capítulo formado con el curso base 	
Resultado: satisfactorio.	

Historia de Usuario 07			
ID: HU-07	Nombre: Reglas de inferencia para la secuencia de capítulos		
Descripción: Como programador necesito reglas de inferencia reactiva a la selección de las Teorías de Aprendizaje para recomendar la secuencia ideal del orden de los capítulos			
Responsable: Danilo Pastor			
Pruebas de aceptación			
ID	Criterio	Estado	Responsable
1	Verificar las recomendaciones en relación a la selección de las teorías de aprendizaje y las teorías de diseño instruccional	Aceptado	Danilo Pastor
Tareas de Ingeniería			
ID	Descripción	Esfuerzo	
1	Generar las reglas considerando las teorías de aprendizaje y las teorías de diseño instruccional	1	
2	Verificar en que secuencia está el capítulo actual tratado	2	
3	Verificar correspondencia entre las partes	3	
TOTAL		6	

Prueba de Aceptación 14	
ID: PA-14	Nombre: Recursos de aprendizaje en relación a la plantilla
Descripción: Verificar las recomendaciones en relación a la selección de las teorías de aprendizaje y las teorías de diseño instruccional	
Responsable: Danilo Pastor	Fecha: 30/Ago/2016
PreCondiciones: Teorías de aprendizaje y de diseño instruccional	
Pasos de ejecución:	
<ul style="list-style-type: none"> - Verificar secuencia del actual capitulo - Verificar el mensaje que corresponda con la secuencia del capitulo 	
Resultado: satisfactorio.	

SPRINT 3

Historia de Usuario 08	
ID: HU-08	Nombre: Curso plantilla con recursos de aprendizaje
Descripción: Como programador necesito preparar un curso con todos los recursos de aprendizaje como base para el curso plantilla	
Responsable: Danilo Pastor	

Pruebas de aceptación			
ID	Criterio	Estado	Responsable
1	Verificar los recursos de aprendizaje por cada capítulo que corresponde con la plantilla del curso base	Aceptado	Danilo Pastor
Tareas de Ingeniería			
ID	Descripción	Esfuerzo	
1	Formar la estructura Json para el nuevo Capítulo	1	
2	Formar la estructura Json para el nuevo Subcapítulo	1	
3	Formar la estructura del contexto descripción del curso	1	
4	Formar la estructura Json de las teorías de aprendizaje	3	
5	Generar la vista en HTML para la visualización de estos recursos	1	
TOTAL			7

Prueba de Aceptación 15	
ID: PA-15	Nombre: Verificar los recursos de aprendizaje.
Descripción: Verificar los recursos de aprendizaje por cada capítulo que corresponde con la plantilla del curso base	
Responsable: Danilo Pastor	Fecha: 10/Sep/2016
PreCondiciones: Estructura Json para almacenamiento de cada capítulo y subcapítulo	
Pasos de ejecución:	
<ul style="list-style-type: none"> - Obtener la vista de los capítulos y subcapítulos generados para el curso plantilla - Ingresar al curso base para referir a los recursos de aprendizaje - Verificar los bloques destinados 	
Resultado: satisfactorio.	

Historia de Usuario 09			
ID: HU-09	Nombre: Clasificación de la secuencia ideal de las teorías de diseño instruccional		
Descripción: Como programador necesito clasificar cada una de las plantillas de las teorías de diseño instruccional del curso base, de acuerdo a su correspondiente teoría de aprendizaje			
Responsable: Danilo Pastor			
Pruebas de aceptación			
ID	Criterio	Estado	Responsable
1	Verificar si corresponde una plantilla con un capítulo de acuerdo a las teorías de aprendizaje y diseño instruccional	Aceptado	Danilo Pastor
Tareas de Ingeniería			
ID	Descripción	Esfuerzo	
1	Corresponder las teorías de aprendizaje con la secuencia del capítulo	1	
2	Corresponder las teorías de diseño instruccional	1	
3	Corresponder el bloque de recursos de acuerdo a la correspondencia de ambas teorías	1	
TOTAL			3

Prueba de Aceptación 16	
ID: PA-16	Nombre: Ingreso de datos para las preguntas por materia.
Descripción: Verificar si corresponde una plantilla con un capítulo de acuerdo a las teorías de aprendizaje y diseño instruccional	
Responsable: Danilo Pastor	Fecha: 13/Sep/2016
PreCondiciones: Consulta de las tripletas de cada teoría con ARC2	
Pasos de ejecución:	
<ul style="list-style-type: none"> - Listar por cada par de teoría la correspondiente con el bloque generado - Consultar si le pertenece una y solo una de ellas con la teoría de diseño instruccional 	
Resultado: satisfactorio.	

Historia de Usuario 10

ID: HU-10				Nombre: Generación de capítulos y subcapítulos			
Descripción: Como programador necesito construir los capítulos con los subcapítulos y los recursos de aprendizaje que le pertenece de acuerdo a las teorías seleccionadas							
Responsable: Danilo Pastor							
Pruebas de aceptación							
ID	Criterio			Estado	Responsable		
1	Validar los recursos de aprendizaje si contienen en los capítulos creados			Aceptado	Danilo Pastor		
Tareas de Ingeniería							
ID	Descripción					Esfuerzo	
1	Construir el Json con todos los capítulos					2	
2	Construir el Json con todos los subcapítulos					0,5	
3	Ejecutar la asignación de los recursos de acuerdo a las teorías					0,5	
4	Generar la vista de listado de capítulos					2	
5	Visualizar los recursos de manera instantánea					2	
TOTAL						6	

Prueba de Aceptación 17			
ID: PA-17		Nombre: Capítulos con recursos de aprendizaje	
Descripción: Validar los recursos de aprendizaje si contienen en los capítulos creados			
Responsable: Danilo Pastor		Fecha: 20/Oct/2016	
PreCondiciones: Vista de capítulos y subcapítulos plantilla			
Pasos de ejecución:			
<ul style="list-style-type: none"> - Abrir el visualizador de los capítulos y subcapítulos - Confirmar su estructura 			
Resultado: satisfactorio.			

Historia de Usuario 11			
ID: HU-11		Nombre: Editar el curso plantilla	
Descripción: Como programador necesito editar los recursos de aprendizaje de acuerdo a la nueva selección de las teorías de aprendizaje y diseño instruccional			
Responsable: Danilo Pastor			
Pruebas de aceptación			
ID	Criterio	Estado	Responsable
1	Verificar los recursos del capítulo editado si corresponde a la nueva selección de las teorías de aprendizaje y diseño instruccional	Aceptado	Danilo Pastor
Tareas de Ingeniería			
ID	Descripción		Esfuerzo
1	Verificar la nueva selección de la teoría de aprendizaje		1
2	Verificar la nueva selección del diseño instruccional		1
3	Consultar la plantilla que corresponde		1
4	Generar la nueva estructura del capítulo con los recursos de aprendizaje consultados		1
5	Visualizar el capítulo con los subcapítulos y sus recursos de aprendizaje		1
TOTAL			4

Prueba de Aceptación 18			
ID: PA-18		Nombre: Verificar la plantilla con la selección de las teorías	
Descripción: Verificar los recursos del capítulo editado si corresponde a la nueva selección de las teorías de aprendizaje y diseño instruccional			
Responsable: Danilo Pastor		Fecha: 15/Oct/2016	
PreCondiciones: Listado de los cursos y secciones disponibles como activos.			
Pasos de ejecución:			
<ul style="list-style-type: none"> - Ingresar y consultar las plantillas del curso base. 			

<ul style="list-style-type: none"> - Verificar el bloque seleccionado del curso base. - Visualizar la plantilla editada.
Resultado: satisfactorio.

Historia de Usuario 12			
ID: HU-12		Nombre: Crear exámenes digitales.	
Descripción: Como programador necesito visualizar los capítulos y subcapítulos generados con los recursos de aprendizaje en el curso plantilla			
Responsable: Danilo Pastor			
Pruebas de aceptación			
ID	Criterio	Estado	Responsable
1	Verificar los recursos del capítulo ingresado y los editados si corresponde a la selección de las teorías de aprendizaje y diseño instruccional	Aceptado	Danilo Pastor
Tareas de Ingeniería			
ID	Descripción	Esfuerzo	
1	Verificar la selección de la teoría de aprendizaje	0,5	
2	Verificar la selección del diseño instruccional	0,5	
3	Consultar la plantilla que corresponde	0,5	
5	Visualizar el capítulo con los subcapítulos y sus recursos de aprendizaje	0,5	
TOTAL			2

Prueba de Aceptación 19	
ID: PA-19	Nombre: Visualizar el curso base
Descripción: Verificar los recursos del capítulo ingresado y los editados si corresponde a la selección de las teorías de aprendizaje y diseño instruccional	
Responsable: Danilo Pastor	Fecha: 30/Oct/2016
PreCondiciones: Estructura JSON.	
Pasos de ejecución:	
<ul style="list-style-type: none"> - Ingresar y consultar las plantillas del curso base. - Verificar el bloque seleccionado del curso base. - Visualizar la plantilla editada. 	
Resultado: satisfactorio.	

SPRINT 4

Historia de Usuario 13			
ID: HU-13		Nombre: Estructura del curso en JSON	
Descripción: Como programador necesito generar la estructura de datos Json del curso plantilla con todos los recursos de aprendizaje de acuerdo al capítulo y subcapítulo para la serialización y envío de datos			
Responsable: Danilo Pastor			
Pruebas de aceptación			
ID	Criterio	Estado	Responsable
1	Verificar la correcta forma estructural del curso plantilla sobre json.	Aceptado	Danilo Pastor

Tareas de Ingeniería		
ID	Descripción	Esfuerzo
1	Crear un plantilla jerarquica del curso plantilla (Descripción)	2
2	Crear un plantilla jerarquica del curso plantilla (Capítulos)	5
3	Crear un plantilla jerarquica del curso plantilla (Subcapitulos)	2
4	Funcionalidad de incrementar y dismunior subcapitulos	0,5
5	Funcionalidad de agregar capitulos	0,5
6	Validación de la estructura JSON	1
TOTAL		11

Prueba de Aceptación 20	
ID: PA-20	Nombre: Verificación de la estructura JSON.
Descripción: Verificar la correcta forma estructural del curso plantilla sobre json.	
Responsable: Danilo Pastor	Fecha: 11/Nov/2016
PreCondiciones: Se debe tener las validaciones de string, fechas y números en el formulario de ingreso.	
Pasos de ejecución:	
<ul style="list-style-type: none"> - Ingresar al sistema - Verificar la opción de Iniciar sesión en el sistema a la vista del usuario. - Verificar ingreso de usuario y contraseña 	
PosCondiciones: Visualización del archivo CSV del lado del servidor.	
Resultado: satisfactorio.	

Historia de Usuario 14			
ID: HU-14	Nombre: Vinculación curso y sección.		
Descripción: Como programador necesito generar de forma automatizada los registros en la base de datos que formaran el nuevo curso plantilla			
Responsable: Danilo Pastor			
Pruebas de aceptación			
ID	Criterio	Estado	Responsable
1	Visualizar el curso plantilla creado en el módulo curso propio del LMS Moodle	Aceptado	Danilo Pastor
Tareas de Ingeniería			
ID	Descripción	Esfuerzo	
1	Recorrer la plantilla json generada y enviar los datos por Post..	2	
3	Crear los web services para el envio de datos	5	
4	Embeber JavaScript sobre PHP	1	
5	Crear validaciones de envio y reibo de respuesta del server	3	
TOTAL		11	

Prueba de Aceptación 21	
ID: PA-21	Nombre: Curso y secciones disponibles para estado activo.
Descripción: Visualizar el curso plantilla creado en el módulo curso propio del LMS Moodle	
Responsable: Danilo Pastor	Fecha: 20/Nov/2016
PreCondiciones: Esquema MySQL para el almacenamiento de datos del curso plantilla	
Pasos de ejecución:	
<ul style="list-style-type: none"> - Recorrer la estructura del curso plantilla en el fronted - Enviar por POST a la base de datos - Visualizar el curso plantilla en el module curso del LMS Moodle 	
Resultado: satisfactorio.	

SPRINT 5

Historia de Usuario 15			
ID: HU-15		Nombre: Procesar los datos y el archivo .json del curso plantilla	
Descripción: Como programador necesito almacenar los datos generados de un curso inteligente para ser procesado a nivel OWL.			
Responsable: Danilo Pastor			
Pruebas de aceptación			
ID	Criterio	Estado	Responsable
1	Verificar el archivo json del curso plantilla	Aceptado	Danilo Pastor
Tareas de Ingeniería			
ID	Descripción	Esfuerzo	
1	Preparar el web services para enviar los datos a almacenar	5	
3	Generar un script para la generacion de un archivo .json en su directorio predefinido	0,5	
4	Generar el archivo json	1	
5	Examinar la estructura igual al Json en el frontend generado	0,5	
TOTAL			7

Prueba de Aceptación 22			
ID: PA-22		Nombre: Archivo JSON	
Descripción: Verificar el archivo json del curso plantilla			
Responsable: Danilo Pastor		Fecha: 4/Nov/2016	
PreCondiciones: Directorio de almacenamiento			
Pasos de ejecución:			
<ul style="list-style-type: none"> - Ingresar en el directorio /home/web/owl/ - Visualizar el nuevo archivo generado con la fecha y hora actual. - Verificar la estructura del archivo 			
Resultado: satisfactorio.			

Historia de Usuario 16			
ID: HU-16		Nombre: Script para generar el archivo .owl	
Descripción: Como programador necesito ejecutar un Scprit en segundo plano que genere Object Properties, Data properties, Classes e Individuals de los datos del nuevo curso inteligente.			
Responsable: Danilo Pastor			
Pruebas de aceptación			
ID	Criterio	Estado	Responsable
1	Verificar el archivo .owl generado del curso plantilla mediante el software Protege	Aceptado	Danilo Pastor
Tareas de Ingeniería			
ID	Descripción	Esfuerzo	
1	Consultar el archivo .json todos los datos del curso actual	5	
3	Generar un script para la generacion de un archivo .json en su directorio predefinido	0,5	
4	Generar el archivo owl	1	
5	Examinar la estructura owl mediante el Software Protege	0,5	
TOTAL			7

Prueba de Aceptación 23			
ID: PA-23		Nombre: Verificar el archivo owl mediante Protege	
Descripción: Verificar el archivo .owl generado del curso plantilla mediante el software Protege			
Responsable: Danilo Pastor		Fecha: 16/Nov/2016	
PreCondiciones: Instalar el software Protege.			

Pasos de ejecución:

- Verificar el archivo .owl creado con la hora, fecha y nombre del curso plantilla
- Ejecutar el software protege y cargar el archivo owl del curso plantilla
- Verificar si existe errores de creación del archivo

Resultado: satisfactorio.

B. Anexo: Encuesta acerca de la efectividad de creación de curso en Moodle

El objetivo de este estudio es validar la aplicación de un modelo de generación de cursos a través de un módulo desarrollado en el LMS Moodle. Este módulo apoya al docente en la creación de un curso desde cero. Entonces el proceso de validación se realizará en dos instancias; primero se evaluará la efectividad del proceso de construcción de recursos educativos en cursos virtuales con los docentes de su respectiva asignatura en el entorno virtual que actualmente utilice en su Institución, Segundo se validará la efectividad del proceso de construcción de recursos educativos en cursos virtuales con los docentes en el módulo propuesto en el entorno virtual de pruebas.

Una vez revisado el entorno Moodle ESPOCH_Semantico, por favor llene la siguiente encuesta la cual nos permitirá saber la efectividad del proceso de creación de su curso.

Gracias por su ayuda.

*Obligatorio

1. Nombre *

.....

2. ¿Cuál es su nivel de conocimiento acerca de Diseño Instruccional? *

Marca solo un óvalo.

- Sumamente alto
- Alto
- Parcialmente alto
- Mediano
- Parcialmente bajo
- Bajo
- Sumamente bajo

3. ¿Cuando usted crea un curso en su entorno virtual e-learning, aplica alguna teoría de instruccional y/o de aprendizaje? *

Marca solo un óvalo.

- Siempre
- A veces
- Nunca

4. ¿En caso de haber utilizado alguna teoría instruccional y/o método de aprendizaje, describa cual le llamo más la atención?

.....

5. ¿Considera que el curso que usted ha creado en EL entorno virtual que acaba de probar, se ha fundamentado en algún enfoque pedagógico adecuado? *

Marca solo un óvalo.

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Parcialmente de acuerdo
- Indiferente
- Parcialmente en desacuerdo
- Desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

6. ¿Considera que se ahorra tiempo al crear el curso con el asistente de creación que acaba de probar, incluyendo la personalización del curso a campo de su asignatura? *

Marca solo un óvalo.

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Parcialmente de acuerdo
- Indiferente
- Parcialmente en desacuerdo
- Desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

7. ¿Considera que el entorno virtual que acaba de probar le ayuda a crear cursos virtuales de manera asistida (es decir que el entorno virtual le va apoyando en el proceso)?

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Parcialmente de acuerdo
- Indiferente
- Parcialmente en desacuerdo
- Desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

8. ¿En general, considera que el entorno virtual que acaba de probar es fácil de usar en lo que respecta al proceso de creación de un curso? *

Marca solo un óvalo.

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Parcialmente de acuerdo
- Indiferente
- Parcialmente en desacuerdo
- Desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

9. ¿Indique qué tan fácil o difícil ha sido crear las lecciones de un curso en el entorno virtual que acaba de probar? *

Marca solo un óvalo.

- Sumamente fácil
- Fácil
- Parcialmente fácil
- Ni fácil ni difícil
- Parcialmente difícil
- Difícil
- Sumamente difícil

10. ¿Indique qué tan fácil o difícil ha sido comprender la terminología usada al momento de diseñar un curso y al utilizar los términos pedagógicos en el entorno virtual que acaba de probar? *

Marca solo un óvalo.

- Sumamente fácil
- Fácil
- Parcialmente fácil
- Ni fácil ni difícil
- Parcialmente difícil
- Difícil
- Sumamente difícil

11. ¿Considera que las recomendaciones incluidas el entorno virtual que acaba de utilizar, le guía en el proceso de diseño de un curso virtual? *

Marca solo un óvalo.

- Sumamente fácil
- Fácil
- Parcialmente fácil
- Ni fácil ni difícil
- Parcialmente difícil
- Difícil
- Sumamente difícil

12. ¿Considera que el proceso de construcción de un curso en el entorno virtual que acaba de probar, fue fácil de entender y no hubo necesidad de tener algún tipo de instrucción adicional? *

Marca solo un óvalo.

- Sumamente fácil
- Fácil
- Parcialmente fácil
- Ni fácil ni difícil
- Parcialmente difícil
- Difícil
- Sumamente difícil

13. ¿Considera que el entorno virtual que acaba de utilizar, le ha brindado la ayuda necesaria para completar tareas como; diseño del contenido del curso (capítulos y sub-capítulos), creación de plantillas de cursos, y otros relacionados?*

Marca solo un óvalo.

- a. Totalmente de acuerdo
- b. De acuerdo
- c. Parcialmente de acuerdo

- d. Indiferente
- e. Parcialmente en desacuerdo
- f. Desacuerdo
- g. Totalmente en desacuerdo

14. ¿Considera que el entorno virtual que acaba de probar, le ha permitido definir objetivos tanto a nivel del curso, así como a nivel de cada uno de los capítulos? *

Marca solo un óvalo.

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Parcialmente de acuerdo
- Indiferente
- Parcialmente en desacuerdo
- Desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

15. ¿Considera que el entorno virtual que acaba de utilizar, le a ayudado a decidir que recursos de aprendizaje son los más adecuados en el momento de crear un curso virtual?*

Marca solo un óvalo.

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Parcialmente de acuerdo
- Indiferente
- Parcialmente en desacuerdo
- Desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

16. ¿Considera que el entorno virtual que acaba de utilizar, le brindó un soporte pedagógico en lo relacionado a la aplicación de la Taxonomía de Bloom y su vinculación con los objetivos del curso? *

Marca solo un óvalo.

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Parcialmente de acuerdo
- Indiferente
- Parcialmente en desacuerdo
- Desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

17. ¿Considera que el entorno virtual que acaba de utilizar, le brindó un soporte pedagógico en lo relacionado a la aplicación de las Teorías de aprendizaje/instruccionales y su vinculación con los recursos de aprendizaje? *

Marca solo un óvalo.

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Parcialmente de acuerdo
- Indiferente
- Parcialmente en desacuerdo
- Desacuerdo

- Totalmente en desacuerdo

18. ¿Considera que el entorno virtual que acaba de probar, le guió a decidir cuáles son los métodos instruccionales o los recursos de aprendizaje (actividades o recursos) que deberían colocarse en forma secuencial, ordenada y organizada al momento de crear un curso? *

Marca solo un óvalo.

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Parcialmente de acuerdo
- Indiferente
- Parcialmente en desacuerdo
- Desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

19. ¿En general, indique que tan satisfecho está con el entorno virtual que acaba de probar, en lo que respecta al proceso de creación del curso? *

Marca solo un óvalo.

- Completamente satisfecho
- Satisfecho
- Parcialmente satisfecho
- Ni satisfecho ni tampoco insatisfecho
- Parcialmente insatisfecho
- Insatisfecho
- Completamente insatisfecho

20. ¿Recomendaría a un colega docente el uso del entorno virtual que acaba de probar, manifestándole que para usted ha sido una experiencia enriquecedora? *

Marca solo un óvalo.

- Absolutamente lo recomendaría
- Lo recomendaría
- Probablemente lo recomendaría
- Indiferente
- Probablemente no lo recomendaría
- No lo recomendaría
- No lo recomendaría en lo absoluto

21. ¿Considera que el proceso de creación de cursos dentro del entorno de virtual que acaba de utilizar, cumple sus expectativas y funciona tal como lo esperaba? *

Marca solo un óvalo.

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Parcialmente de acuerdo
- Indiferente
- Parcialmente en desacuerdo
- Desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

22. ¿Considera que el proceso de creación de cursos dentro del entorno virtual que acaba de utilizar, es agradable y amigable? *

Marca solo un óvalo.

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Parcialmente de acuerdo
- Indiferente
- Parcialmente en desacuerdo
- Desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

23. ¿Por favor, mencione rápidamente qué funcionalidad le gustaría que sea incluida en el entorno que usted acaba de probar?

.....
.....
.....

24. ¿Por favor, indique qué es lo que más le ha gustado en el proceso de creación de un curso dentro del entorno virtual que acaba de utilizar?

.....
.....
.....

C. Anexo: Encuesta de la usabilidad del curso con asistente pedagógico

El objetivo de este estudio es validar la usabilidad de un curso creado en el LMS Moodle. Los estudiantes deben usar e interactuar con el curso producido y personalizado por un docente de una materia determinada. Entonces, en esta vez se evaluará la usabilidad de un curso virtual que el docente personalizó con un Asistente Pedagógico.

Una vez revisada la primera aula virtual, el siguiente paso es llenar la presente encuesta.

Gracias por su ayuda.

*Obligatorio

1. Dirección de correo electrónico *

.....

2. Nombre *

.....

3. ¿A su criterio, cual es el nivel de experiencia que posee en el uso de aulas virtuales? *

Marca solo un óvalo.

- Mucha experiencia
- Mediana experiencia
- Ni mucha ni poca experiencia
- Poca experiencia
- Nada de experiencia

4. ¿Considera que un aula bien diseñada y pedagógicamente fundamentada por el docente, le motiva a usarla con entusiasmo e interés? *

Marca solo un óvalo.

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Parcialmente de acuerdo
- Indiferente
- Parcialmente en desacuerdo
- Desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

5. ¿A primera vista, indique que tan claro le pareció ubicarse y manejar el curso? *

Marca solo un óvalo.

- Totalmente claro

- Claro
- Parcialmente claro
- Ni claro ni confuso
- Parcialmente confuso
- Confuso
- Totalmente confuso

6. ¿Indique que tan fácil o difícil fue acceder a los diferentes componentes del curso (objetivos, capítulos, foros, tareas, pruebas, etc.)? *

Marca solo un óvalo.

- Totalmente fácil
- Fácil
- Parcialmente fácil
- Ni fácil ni tampoco difícil
- Parcialmente difícil
- Difícil
- Totalmente difícil

7. ¿Considera que la página de inicio del aula virtual está bien diseñada y crea una primera impresión positiva? *

Marca solo un óvalo.

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Parcialmente de acuerdo
- Indiferente
- Parcialmente en desacuerdo
- Desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

8. ¿Considera que se puede identificar claramente tanto los objetivos del curso, así como los objetivos de cada lección? *

Marca solo un óvalo.

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Parcialmente de acuerdo
- Indiferente
- Parcialmente en desacuerdo
- Desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

9. ¿Considera que los recursos y actividades de aprendizaje utilizados en el curso han contribuido a lograr los objetivos de la asignatura? *

Marca solo un óvalo.

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Parcialmente de acuerdo
- Indiferente
- Parcialmente en desacuerdo
- Desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

10. ¿Indique que tan fácil o difícil fue entender las indicaciones de los métodos o actividades de aprendizaje del curso? *

Marca solo un óvalo.

- Totalmente fácil
- Fácil
- Parcialmente fácil
- Ni fácil ni tampoco difícil
- Parcialmente difícil
- Difícil
- Totalmente difícil

11. ¿Considera que las lecciones del curso estuvieron diseñadas tomando en cuenta algún tipo de enfoque pedagógico? *

Marca solo un óvalo.

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Parcialmente de acuerdo
- Indiferente
- Parcialmente en desacuerdo
- Desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

12. ¿Considera que el curso y las lecciones poseen una estructura ordenada y organizada, es decir, que los recursos y actividades tenían una secuencia lógica de presentación? *

Marca solo un óvalo.

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Parcialmente de acuerdo
- Indiferente
- Parcialmente en desacuerdo
- Desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

13. ¿Considera que la estructura del aula virtual le permite encontrar ágilmente determinada actividad o recurso de aprendizaje? *

Marca solo un óvalo.

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Parcialmente de acuerdo
- Indiferente
- Parcialmente en desacuerdo
- Desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

14. ¿En general, indique que tan satisfecho está con el aula virtual, es decir, si cumple sus expectativas y funciona tal como usted lo esperaba? *

Marca solo un óvalo.

- Completamente satisfecho
- Satisfecho

- Parcialmente satisfecho
- Ni satisfecho ni tampoco insatisfecho
- Parcialmente insatisfecho
- Insatisfecho
- Completamente insatisfecho

15. ¿Considera usted que el aula virtual tiene contenido atractivo y su presentación es agradable a la vista? *

Marca solo un óvalo.

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Parcialmente de acuerdo
- Indiferente
- Parcialmente en desacuerdo
- Desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

16. ¿En general, considera usted que el diseño del aula virtual es fácil de usar y no hubo necesidad de tener algún tipo de instrucción adicional? *

Marca solo un óvalo.

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Parcialmente de acuerdo
- Indiferente
- Parcialmente en desacuerdo
- Desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

17. ¿Considera que el contenido y los recursos de aprendizaje muestran la evidencia de la originalidad y la creatividad en el diseño visual del curso? *

Marca solo un óvalo.

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Parcialmente de acuerdo
- Indiferente
- Parcialmente en desacuerdo
- Desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

18. ¿Por favor, mencione rápidamente qué funcionalidad le gustaría que sea incluida en el curso virtual?

.....
.....
.....

Bibliografía

- Aguilar, R., Muñoz, V., González, E. J., Noda, M., Bruno, A., & Moreno, L. (2011). Fuzzy and MultiAgent Instructional Planner for an Intelligent Tutorial System. *Applied Soft Computing*, 11(2), 2142–2150. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2010.07.013>
- Allemang, D., & Hendler, J. (2008). Chapter 4 - Semantic Web Application Architecture. In D. Allemang & J. Hendler (Eds.), *Semantic Web for the Working Ontologist* (pp. 59–77). San Francisco: Morgan Kaufmann. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978012373556000046>
- Anido-Rifón, L., Fernández-Iglesias, M. J., Llamas-Nistal, M., Caeiro-Rodríguez, M., Santos-Gago, J., & Rodríguez-Estévez, J. S. (2001). A Component Model for Standardized Web-based Education. *J. Educ. Resour. Comput.*, 1(2es). <https://doi.org/10.1145/384055.384056>
- Aroyo, L., & Dicheva, D. (2004). The new challenges for e-learning: The educational semantic web. *Educational Technology & Society*, 7(4), 59–69.
- Aroyo, L. M., Mizoguchi, R., & Tzolov, C. K. (2004). OntoAIMS: ontological approach to courseware authoring. In K. Mitchell & K. T. Lee (Eds.) (pp. 1011–1014). Presented at the The “Second Wave” of ICT in Education: from Facilitating Teaching and Learning to Engendering Education Reform, International Conference on Computers in Education 2003, Hong Kong, China: AACE. Retrieved from <http://doc.utwente.nl/66402/>
- Ato, M. (1995). Tipología de los diseños cuasi-experimentales. *Métodos de Investigación En Psicología*, 245–270.
- Bailey, C., Zalfan, M. T., Davis, H. C., Fill, K., & Conole, G. (2006). Panning for Gold: Designing Pedagogically-inspired Learning Nuggets. *Journal of Educational Technology & Society*, 9(1), 113–122.
- Baleo, R. (2009). El e-learning, una respuesta educativa a las demandas de las sociedades del siglo XXI. *Pixel-Bit*, (35), 87.
- Berners-Lee, T., Hendler, J., & Lassila, O. (2001a). A new form of Web content that is meaningful to computers will unleash a revolution of new possibilities. *Scientific American*, 284(5). Retrieved from http://www.researchgate.net/profile/James_Hendler/publication/225070375_The_Semantic_Web_A_New_Form_of_Web_Content_That_is_Meaningful_to_Computers_Will_Unleash_a_Revolution_of_New_Possibilities/links/0deec527a72c70277e000000.pdf
- Berners-Lee, T., Hendler, J., & Lassila, O. (2001b). The semantic web. *Scientific American*, 284(5), 28–37.
- Bittencourt, I., Bezerra, C., Nunes, C., Costa, E., Tadeu, M., Nunes, R., ... Silva, A. (2006). Ontologia para construção de ambientes interativos de aprendizagem. *Anais Do Simpósio Brasileiro de Informática Na Educação*, 1(1), 567–576.

- Bittencourt, I. I., Costa, E., Silva, M., & Soares, E. (2009). A computational model for developing semantic web-based educational systems. *Knowledge-Based Systems*, 22(4), 302–315. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2009.02.012>
- Bittencourt, I. I., Isotani, S., Costa, E., & Mizoguchi, R. (2008). Research directions on Semantic Web and education. *Interdisciplinary Studies in Computer Science*, 19(1), 60–67.
- Blackboard. (1997). [online]. Retrieved May 7, 2013, from <http://www.blackboard.com/>
- Bonate, P. L. (2000). *Analysis of pretest-posttest designs*. CRC Press. Retrieved from https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=I3fLBQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP10&dq=Analysis+of+Pretest-Posttest+Designs&ots=Ar7xlJ2M8X&sig=_cikYY6H33kHISj8AbEqL3WcvSU
- Borges, V. A. (2010, May 5). A contribution to modeling and automatic generation of educational content [Dissertação de Mestrado]. Retrieved May 13, 2013, from <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/55/55134/tde-21062010-102043/pt-br.php>
- Borges, V., & Barbosa, E. (2009). Uma Contribuição a Modelagem e Geração Automática de Conteúdos Educacionais. In *XVII Workshop sobre Educação em Informática*.
- Bourdeau, J., & Mizoguchi, R. (2002). Collaborative Ontological Engineering of Instructional Design Knowledge for an ITS Authoring Environment. In S. A. Cerri, G. Gouardères, & F. Paraguaçu (Eds.), *Intelligent Tutoring Systems* (pp. 399–409). Springer Berlin Heidelberg. Retrieved from http://link.springer.com.ezproxy.unal.edu.co/chapter/10.1007/3-540-47987-2_43
- Boyle T. (1994). Designing for Usability and Effectiveness in a Resource Rich Learning System (Vol. 1, pp. 37–45). Presented at the East-West Journal of Computers in Education.
- Bray, T., Paoli, J., Sperberg-McQueen, C. M., Maler, E., & Yergeau, F. (1997). Extensible markup language (XML). *World Wide Web Journal*, 2(4), 27–66.
- Brickley, D., & Guha, R. V. (2014, February 23). RDF Schema 1.1. Retrieved from <http://www.w3.org/TR/rdf-schema/>
- Britain, S. (1999, November 25). A framework for pedagogical evaluation of virtual learning environments. Retrieved May 6, 2013, from <http://www.leeds.ac.uk/educol/documents/00001237.htm>
- Brusilovsky, P., & Millán, E. (2007). User models for adaptive hypermedia and adaptive educational systems. In *The adaptive web* (pp. 3–53). Springer-Verlag. Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1768199>
- Brusilovsky, P., & Vassileva, J. (2003). Course sequencing techniques for large-scale web-based education. *International Journal of Continuing Engineering Education and Life Long Learning*, 13(1), 75–94.
- Butuc, M. (2009, December). *Modern PHP RDF toolkits: a comparative study*. Tecnología. Retrieved from <http://es.slideshare.net/mariusbutuc/modern-php-rdf-toolkits-a-comparative-study>
- Campbell, D. T., & Stanley, J. C. (1963). *Experimental and Quasi-Experimental Designs for Research* (Vol. 1). Boston: Houghton Mifflin. Retrieved from <https://www.sfu.ca/~palys/Campbell&Stanley-1959-Exptl&QuasiExptlDesignsForResearch.pdf>
- Cardoso, J. (2008). Developing Course Management Systems Using The Semantic Web. In J. Cardoso, M. Hepp, & M. D. Lytras (Eds.), *The Semantic Web* (pp. 169–188). Springer US. Retrieved from http://www.sinab.unal.edu.co:2483/chapter/10.1007/978-0-387-48531-7_8

- Castellanos-Nieves, D., Fernández-Breis, J. T., Valencia-García, R., Martínez-Béjar, R., & Iniesta-Moreno, M. (2011). Semantic Web Technologies for supporting learning assessment. *Information Sciences*, 181(9), 1517–1537. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2011.01.010>
- Chi, Y.-L. (2009). Ontology-based curriculum content sequencing system with semantic rules. *Expert Systems with Applications*, 36(4), 7838–7847. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2008.11.048>
- Clark, R. C., & Mayer, R. E. (2011). *E-learning and the science of instruction: Proven guidelines for consumers and designers of multimedia learning*. Wiley. com. Retrieved from <http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=twoLz3jlkRgC&oi=fnd&pg=PR17&dq=e-learning+and+the+science+of+instruction&ots=MdF5mmTwp&sig=8b3-GWw6TifU30ZsSdHI4G6k6Rw>
- Cohen, J. (1992). Statistical Power Analysis. *Current Directions in Psychological Science*, 1(3), 98–101.
- Comisión Europea. (2001). Plan de acción eLearning. Retrieved from <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:52001DC0172:ES:HTML>
- Conole, G. (2008). The role of mediating artefacts in learning design. *Handbook of Research on Learning Design and Learning Objects: Issues, Applications and Technologies*, 108–208.
- Conole, G. (2010). Learning design—Making practice explicit. Retrieved from <http://oro.open.ac.uk/21864/>
- Conole, G. (2012). Design Languages and Learning Design. In *Designing for Learning in an Open World* (pp. 101–138). Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8517-0_7
- Conole, G., & Fill, K. (2005). A learning design toolkit to create pedagogically effective learning activities. *Journal of Interactive Media in Education*, 2005(1). Retrieved from <http://jime.open.ac.uk/jime/article/view/2005-8>
- Conole, G., & Weller, M. (2008). Using learning design as a framework for supporting the design and reuse of OER. *Journal of Interactive Media in Education*, 2008(1). Retrieved from <http://www-jime.open.ac.uk/jime/article/view/2008-5>
- Constantinescu, Z., & Vladiu, M. (2013). EVALUATION AND COMPARISON OF EIGHT OPEN COURSEWARE BASED ON A QUALITY MODEL. *Conference Proceedings of «eLearning and Software for Education» (eLSE)*, (01), 436–441.
- Corcho, O., Fernández-López, M., Gómez-Pérez, A., & López-Cima, A. (2005). Construcción de ontologías legales con la metodología METHONTOLOGY y la herramienta WebODE. Retrieved from <http://oa.upm.es/5289/>
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(3), 297–334. <https://doi.org/10.1007/BF02310555>
- Cuéllar, M. P., Delgado, M., & Pegalajar, M. C. (2011a). A common framework for information sharing in e-learning management systems. *Expert Systems with Applications*, 38(3), 2260–2270. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.08.014>
- Cuéllar, M. P., Delgado, M., & Pegalajar, M. C. (2011b). Improving learning management through semantic web and social networks in e-learning environments. *Expert Systems with Applications*, 38(4), 4181–4189. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.09.080>
- da Silva, C. B. (2012). Pedagogical Model Based on Semantic Web Rule Language. In *2012 12th International Conference on Computational Science and Its Applications (ICCSA)* (pp. 125–129). <https://doi.org/10.1109/ICCSA.2012.31>

- Dalziel, J. (2003). *Implementing learning design: The learning activity management system (LAMS)*. December. Retrieved from http://www.wzieu.pl/zn/453/ZN_453.pdf.pdf#page=23
- Dalziel, J. (2008). Learning design: Sharing pedagogical know-how. *Opening up Education: The Collective Advancement of Education through Open Technology, Open Content, and Open Knowledge*, 375–387.
- Decker, S., Melnik, S., van Harmelen, F., Fensel, D., Klein, M., Broekstra, J., ... Horrocks, I. (2000). The Semantic Web: the roles of XML and RDF. *IEEE Internet Computing*, 4(5), 63–73. <https://doi.org/10.1109/4236.877487>
- Deliyska, B., & Manoilov, P. (2010). Research and Conceptualization of Ontologies in Intelligent Learning Systems. *Int. J. Distance Educ. Technol.*, 8(4), 12–28. <https://doi.org/10.4018/jdet.2010100102>
- Derntl, M., Neumann, S., Griffiths, D., & Oberhuemer, P. (2011). *Report on usage of and recommendations for instructional modeling specifications. ICOPER Deliverable D3. 2.*
- Devedzic, V. (2006a). Introduction to the Semantic Web. In *Semantic Web and Education* (pp. 29–69). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-0-387-35417-0_2
- Devedzic, V. (2006b). Ontological Engineering for Semantic Web-Based Education. In *Semantic Web and Education* (pp. 221–283). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-0-387-35417-0_7
- Devedzic, V. (2006c). *Semantic web and education* (Vol. 12). Springer. Retrieved from http://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=Rjdpb5wQu38C&oi=fnd&pg=PP6&dq=semantic+web+and+education+devedzic&ots=_piqL6nski&sig=1QPK-BqQVUJAKlL81nS3lqoZetw
- DeVries, R., & Zan, B. (2003). When children make rules. *Educational Leadership*, 61(1), 64–67.
- Dillenbourg, P., Schneider, D., & Synteta, P. (2002). Virtual learning environments. In *Proceedings of the 3rd Hellenic Conference 'Information & Communication Technologies in Education'* (pp. 3–18). Retrieved from <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00190701/>
- Dobozy, E., & Dalziel, J. (2016). Transdisciplinary Pedagogical Templates and their Potential for Adaptive Reuse. *Journal of Interactive Media in Education*, 2016(1). <https://doi.org/10.5334/jime.402>
- Dobozy, E., Dalziel, J., & Dalziel, B. (2013). Learning design and transdisciplinary pedagogical templates (TPTs). *Learning in Higher Education: Contemporary Standpoints*, 59.
- Dokeos. (2004). [online]. Retrieved May 7, 2013, from <http://www.dokeos.com/>
- El-Ghalayini, H. (2011). E-Course Ontology for Developing E-Learning Courses. In *Proceedings of the 2011 Developments in E-systems Engineering* (pp. 245–249). Washington, DC, USA: IEEE Computer Society. <https://doi.org/10.1109/DeSE.2011.29>
- Esteban-Gil, A., Fernández-Breis, J. T., Castellanos-Nieves, D., Valencia-García, R., & García-Sánchez, F. (2009). Semantic enrichment of SCORM metadata for efficient management of educative contents. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 1(1), 927–932. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2009.01.164>
- Fallside, D. C., & Walmsley, P. (2004). XML schema part 0: primer second edition. *W3C Recommendation*, 16.

- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A.-G., & Buchner, A. (2007). G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, 39(2), 175–191. <https://doi.org/10.3758/BF03193146>
- Fernandez, E. B., Fonoage, M., VanHilst, M., & Marta, M. (2008). The Secure Three-Tier Architecture Pattern. Presented at the International Conference on Complex, Intelligent and Software Intensive Systems. Retrieved from <https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.ieee-art-000004606734>
- Fernández-Breis, J. T., Castellanos-Nieves, D., Hernández-Franco, J., Soler-Segovia, C., Robles-Redondo, M. del C., González-Martínez, R., & Prendes-Espinosa, M. P. (2012). A semantic platform for the management of the educative curriculum. *Expert Systems with Applications*, 39(5), 6011–6019. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.11.123>
- Fernández-Breis, J. T., Frutos-Morales, F., Gil, A. E., Castellanos-Nieves, D., Valencia-García, R., García-Sánchez, F., & Sánchez-Vera, M. del M. (2013). Recommendation of Personalized Learning Contents Supported by Semantic Web Technologies. In M. D. Lytras, D. Ruan, R. D. Tennyson, P. O. D. Pablos, F. J. G. Peñalvo, & L. Rusu (Eds.), *Information Systems, E-learning, and Knowledge Management Research* (pp. 540–545). Springer Berlin Heidelberg. Retrieved from http://www.sinab.unal.edu.co:2483/chapter/10.1007/978-3-642-35879-1_68
- Fielding, R. T. (2000). *Architectural styles and the design of network-based software architectures*. University of California, Irvine. Retrieved from <http://jpkc.fudan.edu.cn/picture/article/216/35/4b/22598d594e3d93239700ce79bce1/7ed3ec2a-03c2-49cb-8bf8-5a90ea42f523.pdf>
- FIPA. (2012). Foundation of physical intelligent agents. Retrieved from <http://www.fipa.org/>
- Fisher, E., & Wright, V. (2010, March). Improving Online Course Design through Usability Testing - ProQuest. Retrieved December 26, 2016, from <http://search.proquest.com/openview/61d26c0785c2bcacf138c7d30c2dcaa5d/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2030650>
- Fry, H., Ketteridge, S., & Marshall, S. (2008). *A handbook for teaching and learning in higher education: enhancing academic practice*. Routledge.
- Gandon, D. F. L., Krummenacher, D. R., Han, P. S.-K., & Toma, I. (2011). Semantic Annotation and Retrieval: RDF. In J. Domingue, D. Fensel, & J. A. Hendler (Eds.), *Handbook of Semantic Web Technologies* (pp. 117–155). Springer Berlin Heidelberg. Retrieved from http://link.springer.com.ezproxy.unal.edu.co/referenceworkentry/10.1007/978-3-540-92913-0_4
- Gascueña, J. M., Fernandez-Caballero, A., & Gonzalez, P. (2006). Domain Ontology for Personalized E-Learning in Educational Systems. In *ICALT* (pp. 456–458). Retrieved from http://www.i3a.uclm.es/louise/nais/investigacion/publicaciones/congresos_2006/ICALT2006-domain.pdf
- Gilbert, J., Morton, S., & Rowley, J. (2007). e-Learning: The student experience. *British Journal of Educational Technology*, 38(4), 560–573. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2007.00723.x>
- Gladun, A., Rogushina, J., García-Sánchez, F., Martínez-Béjar, R., & Fernández-Breis, J. T. (2009). An application of intelligent techniques and semantic web technologies in e-learning environments. *Expert Systems with Applications*, 36(2, Part 1), 1922–1931. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2007.12.019>

- Gómez, O., Ucán, J., & Gómez, G. (2014). Aplicación del proceso de experimentación a la ingeniería de software. *Abstraction and Application Magazine*, 8.
- Gonzalez, M. G. (2007, February 26). Evaluación de la reacción de alumnos y docentes en un modelo mixto de aprendizaje para Educación Superior [Text.Article]. Retrieved February 14, 2014, from http://www.uv.es/RELIEVE/v13n1/RELIEVEv13n1_4.htm
- Griffiths, D., Beauvoir, P., & Sharples, P. (2008). Advances in Editors for IMS LD in the TENCompetence Project. In *Advanced Learning Technologies, IEEE International Conference on* (Vol. 0, pp. 1045–1047). Los Alamitos, CA, USA: IEEE Computer Society. <https://doi.org/10.1109/ICALT.2008.274>
- Griffiths, D., & Blat, J. (2005). The Role Of Teachers In Editing And Authoring Units Of Learning Using IMS Learning Design. Retrieved from <http://dspace.ou.nl/handle/1820/586>
- Gruber, T. (2007, September). Definition of Ontology. Retrieved from <http://tomgruber.org/writing/ontology-in-encyclopedia.htm>
- Guangzuo, C., Haitao, Z., Xinqi, R., Jingbin, Z., Guoqing, Z., & Ronghuai, H. (2008). SMID: A Semantic Model of Instructional Design. In *Proceedings of the 2008 Fourth International Conference on Semantics, Knowledge and Grid* (pp. 489–490). Washington, DC, USA: IEEE Computer Society. <https://doi.org/10.1109/SKG.2008.28>
- Hadi, A. S., Yukawa, T., & Murakami, Y. (2013). A Support System for Generating SCORM Compliant Open Source Software Usage Manuals. *Procedia Computer Science*, 22, 544–550. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.09.134>
- Harper, B., Agostinho, S., Bennett, S., Lukasiak, J., & Lockyer, L. (2005). Constructing high quality learning environments using learning designs and learning objects. In *Fifth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, 2005. ICALT 2005* (pp. 266–270). <https://doi.org/10.1109/ICALT.2005.91>
- Harris, S., & Seaborne, A. (2013, March 21). SPARQL 1.1 Query Language. Retrieved from <http://www.w3.org/TR/sparql11-query/>
- Hayashi, Y., Bourdeau, J., & Mizoguchi, R. (2009). Using ontological engineering to organize learning/instructional theories and build a theory-aware authoring system. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 19(2), 211–252.
- Heitmann, B., Cyganiak, R., Hayes, C., & Decker, S. (2012). An Empirically Grounded Conceptual Architecture for Applications on the Web of Data. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews)*, 42(1), 51–60. <https://doi.org/10.1109/TSMCC.2011.2145370>
- Heitmann, B., Hayes, C., & Oren, E. (2009). Towards a reference architecture for Semantic Web applications. Retrieved from <https://aran.library.nuigalway.ie/handle/10379/563>
- Hernández-Leo, D., Villasclaras-Fernández, E. D., Asensio-Pérez, J. I., Dimitriadis, Y., Jorrín-Abellán, I. M., Ruiz-Requies, I., & Rubia-Avi, B. (2006). COLLAGE: A collaborative Learning Design editor based on patterns. *Journal of Educational Technology & Society*, 9(1), 58–71.
- Hofmeister, C., Nord, R., & Soni, D. (2000). *Applied software architecture*. Addison-Wesley Professional. Retrieved from https://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=3klAPCIB3hQC&oi=fnd&pg=PR13&dq=Applied+Software+Architecture&ots=NnMgIX7FMO&sig=68JJpKZ_pO9Kz3Z_8jSB3MXgkhE

- Horrocks, I., Patel-Schneider, P. F., Boley, H., Tabet, S., Grosz, B., & Dean, M. (2004, May 21). SWRL: A Semantic Web Rule Language Combining OWL and RuleML. Retrieved from <http://www.w3.org/Submission/SWRL/>
- <http://dublincore.org/>. (n.d.). Dublin Core Metadata Initiative.
- <http://lamsfoundation.org/>. (n.d.). LAMS Learning Activity Management System.
- <http://www.adlnet.gov/scorm/>. (2004). ADL SCORM.
- <http://www.adlnet.org/>. (n.d.). Advanced Distributed Learning Initiative.
- <http://www.ieeeltsc.org/>. (n.d.). IEEE Learning Technology Standards Committee (LTSC). Retrieved from <http://www.ieeeltsc.org>
- <http://www.imsglobal.org/learningdesign/>. (n.d.). IMS GLC: Learning Design Specification.
- <http://www.imspj.org/>. (n.d.). IMS Global Learning Consortium.
- <http://www.instructionaldesign.org/>. (n.d.). Instructional Design website. Retrieved from <http://www.instructionaldesign.org/>
- http://www.iso.org/iso/standards_development/technical_committees/other_bodies/iso_technical_committee.htm?commid=45392. (n.d.). ISO/IEC JTC 1/SC 36 Information technology for learning, education and training. Retrieved from http://www.iso.org/iso/standards_development/technical_committees/other_bodies/iso_technical_committee.htm?commid=45392
- <http://www.open.ac.uk/blogs/OULDI/>. (n.d.). OULDI Open University Learning Design Initiative.
- Huang, W., Webster, D., Wood, D., & Ishaya, T. (2006). An intelligent semantic e-learning framework using context-aware Semantic Web technologies. *British Journal of Educational Technology*, 37(3), 351–373.
- Igaki, H., Fukuyasu, N., Saiki, S., Matsumoto, S., & Kusumoto, S. (2014). Quantitative Assessment with Using Ticket Driven Development for Teaching Scrum Framework. In *Companion Proceedings of the 36th International Conference on Software Engineering* (pp. 372–381). New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/2591062.2591162>
- Isotani, S., Inaba, A., Ikeda, M., & Mizoguchi, R. (2009). An ontology engineering approach to the realization of theory-driven group formation. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 4(4), 445–478. <https://doi.org/10.1007/s11412-009-9072-x>
- Isotani, S., & Mizoguchi, R. (2007). Deployment of Ontologies for an Effective Design of Collaborative Learning Scenarios. In J. M. Haake, S. F. Ochoa, & A. Cechich (Eds.), *Groupware: Design, Implementation, and Use* (pp. 223–238). Springer Berlin Heidelberg. Retrieved from http://link.springer.com.ezproxy.unal.edu.co/chapter/10.1007/978-3-540-74812-0_17
- Isotani, S., Mizoguchi, R., Isotani, S., Capeli, O. M., Isotani, N., de Albuquerque, A. R. P. L., ... Jaques, P. (2013). A Semantic Web-based authoring tool to facilitate the planning of collaborative learning scenarios compliant with learning theories. *Computers & Education*, 63, 267–284. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.12.009>
- Jovanovic, J., Devedzic, V., Gasevic, D., Hatala, M., Eap, T., Richards, G., & Brooks, C. (2007). Using Semantic Web Technologies to Analyze Learning Content. *IEEE Internet Computing*, 11(5), 45–53. <https://doi.org/10.1109/MIC.2007.116>
- Jovanović, J., Gašević, D., Knight, C., & Richards, G. (2007). Ontologies for Effective Use of Context in e-Learning Settings. *Journal of Educational Technology & Society*, 10(3), 47–59.

- Jovanović, J., Gašević, D., Verbert, K., & Duval, E. (2005). Ontology of Learning Object Content Structure. In *Proceedings of the 2005 Conference on Artificial Intelligence in Education: Supporting Learning Through Intelligent and Socially Informed Technology* (pp. 322–329). Amsterdam, The Netherlands, The Netherlands: IOS Press. Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1562524.1562571>
- Kalantzis, M., & Cope, B. (2011). The Teacher-as-Designer: Pedagogy in the New Media Age. *ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΗ-Ψηφιακή Παιδεία & Προσληπτική*, (4). Retrieved from <http://pedagogy.gr/index.php/journal/article/viewFile/31/pdf>
- Kenneth S. Rubin. (2012). *Essential Scrum: A Practical Guide to the Most Popular Agile Process*. Addison-Wesley.
- Kitchenham, B. (2004). Procedures for performing systematic reviews. *Keele, UK, Keele University*, 33(2004), 1–26.
- Klein, M., Ateyeh, K., König-Ries, B., & Mülle, J. (2003). Creating, filling, and using a repository of reusable learning objects for database courses. In *BTW-Workshop Datenbanken und E-Learning, Leipzig*. Retrieved from <http://wwwipd.ira.uka.de/SCORE/docs/btw2003.pdf>
- Kleppe, A. G., Warmer, J. B., & Bast, W. (2003). *MDA Explained: The Model Driven Architecture : Practice and Promise*. Addison-Wesley Professional.
- Knight, C., Gašević, D., & Richards, G. (2005). Ontologies for context-dependent reuse of learning designs and learning content. In *I2LOR-2005 Proceedings*.
- Knight, C., Gašević, D., & Richards, G. (2005). Ontologies to integrate learning design and learning content. *Journal of Interactive Media in Education*, 2005(1). Retrieved from <http://www-jime.open.ac.uk/jime/article/viewArticle/2005-7/273>
- Koivunen, M.-R., & Miller, E. (2002). W3C Semantic Web Activity. In *Semantic Web Kick-Off in Finland* (p. 304). Helsinki. Retrieved from <http://www.cs.helsinki.fi/u/eahyvone/stes/semanticweb/kick-off/proceedings.html>
- Kontopoulos, E., Vrakas, D., Kokkoras, F., Bassiliades, N., & Vlahavas, I. (2008). An ontology-based planning system for e-course generation. *Expert Systems with Applications*, 35(1–2), 398–406. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2007.07.034>
- Koper, R. (2004). Use of the Semantic Web to Solve Some Basic Problems in Education: Increase flexible, distributed lifelong learning; decrease teacher's workload. *Journal of Interactive Media in Education*, 2004(1). Retrieved from <http://jime.open.ac.uk/jime/article/viewArticle/2004-6-koper/188>
- Koper, R., & Miao, Y. (2007). Using the IMS LD standard to describe learning designs. Retrieved from <http://lnx-hrl-075v.web.pwo.ou.nl/handle/1820/927>
- Koper, R., & Olivier, B. (2003). Representing the learning design of units of learning. Retrieved from <http://dspace.ou.nl/handle/1820/19>
- Koper, R., & Tattersall, C. (2005). *Learning design: A handbook on modelling and delivering networked education and training*. Springer. Retrieved from <http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=MNQxDKbTpisC&oi=fnd&pg=PR5&dq=A+Review+of+Learning+Design:+Concept,+Specifications+and+Tools+A&ots=dnP0hqIQIh&sig=hsnWbuPeaNIs0j3laki5SjRunNk>
- Kruchten, P. (1995a). Architectural Blueprints—The “4+ 1” View Model of Software Architecture. *Tutorial Proceedings of Tri-Ada*, 95, 540–555.
- Kruchten, P. (1995b). Planos Arquitectónicos: El Modelo de 4+ 1 Vistas de la Arquitectura del Software. *IEEE Software*, 12(6), 42–50.

- Lee, M.-C., Tsai, K. H., & Wang, T. I. (2008). A practical ontology query expansion algorithm for semantic-aware learning objects retrieval. *Computers & Education*, 50(4), 1240–1257. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2006.12.007>
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*. Retrieved from <http://psycnet.apa.org/psycinfo/1933-01885-001>
- Litemind. (2008, June 2). Creative Problem Solving with SCAMPER. Retrieved May 3, 2016, from <https://litemind.com/scamper/>
- Mahdizadeh, H., Biemans, H., & Mulder, M. (2008). Determining factors of the use of e-learning environments by university teachers. *Computers & Education*, 51(1), 142–154. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2007.04.004>
- Marciniak, J. (2014). Building Intelligent Tutoring Systems Immersed in Repositories of E-learning Content. *Procedia Computer Science*, 35, 541–550. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2014.08.135>
- Mariano Fernandez, Asunción Gomez, & Natalia Juristo. (1999). METHONTOLOGY: From Ontology Art Towards Ontological Engineering. UNiversidad Politecnica de Madrid.
- Martinez, M. M. (2000). XML: una solución para modelar documentos y sus interrelaciones basada en la semántica de la información. *Scire: Representación Y Organización Del Conocimiento*, 6(2), 121–151.
- Martins, L. L., & Kellermanns, F. W. (2004). A Model of Business School Students' Acceptance of a Web-Based Course Management System. *Academy of Management Learning & Education*, 3(1), 7–26. <https://doi.org/10.5465/AMLE.2004.12436815>
- Mayer, R. E. (1999). Designing instruction for constructivist learning. *Instructional-Design Theories and Models: A New Paradigm of Instructional Theory*, 2, 141–159.
- McDonald, R. P. (1999). *Test Theory: A Unified Treatment*. Lawrence Erlbaum Associates.
- McGreal, R. (2008). A Typology of Learning Object Repositories. In P. D. H. H. Adelsberger, P. Kinshuk, P. D. J. M. Pawlowski, & P. D. G. Sampson (Eds.), *Handbook on Information Technologies for Education and Training* (pp. 5–28). Springer Berlin Heidelberg. Retrieved from http://link.springer.com.ezproxy.unal.edu.co/chapter/10.1007/978-3-540-74155-8_1
- McGuinness, D. L., & Harmelen, F. van. (2004, February 10). OWL Web Ontology Language Overview. Retrieved from <http://www.w3.org/TR/owl-features/>
- Meccawy, M., Blanchfield, P., Ashman, H., Brailsford, T., & Moore, A. (2008). WHURLE 2.0: Adaptive Learning Meets Web 2.0. In P. Dillenbourg & M. Specht (Eds.), *Times of Convergence. Technologies Across Learning Contexts* (pp. 274–279). Springer Berlin Heidelberg. Retrieved from http://link.springer.com.ezproxy.unal.edu.co/chapter/10.1007/978-3-540-87605-2_30
- Merriam, S. B., Caffarella, R. S., & Baumgartner, L. M. (2012). *Learning in adulthood: A comprehensive guide*. John Wiley & Sons. Retrieved from <https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=ffaKVcPVC84C&oi=fnd&pg=PR3&dq=learning+in+adulthood:+a+comprehensive+guide&ots=JVpSz9rFQB&sig=0k1Juf8FrN0KdhwfZYdDsdDV-7I>
- Miao, Y. (2005). CoSMoS: Facilitating Learning Designers to Author Units of Learning Using IMS LD. In *ICCE* (pp. 275–282). Retrieved from <http://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=23mTPM5->

- GalC&oi=fnd&pg=PA275&dq=CoSMoS%3B+facilitating+learning+designers+to+a+author+units+of+learning+using+IMS+LD&ots=Ljv-UI0SI8&sig=sB3ivo46xgeSofhU9fC6wKXQ9m0
- Mikic Fonte, F. A., Burguillo, J. C., & Nistal, M. L. (2012). An intelligent tutoring module controlled by BDI agents for an e-learning platform. *Expert Systems with Applications*, 39(8), 7546–7554. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.01.161>
- Milligan, C. D., Beauvoir, P., & Sharples, P. (2005). The Reload Learning Design Tools. *Journal of Interactive Media in Education*, 2005(1). Retrieved from <http://www-jime.open.ac.uk/jime/article/view/2005-6>
- Mizoguchi, R., Hayashi, Y., & Bourdeau, J. (2007). Inside Theory-Aware and Standards-Compliant Authoring System. In *SW-EL'07 @ AIED'07 - Fifth International Workshop on Ontologies and Semantic Web for E-Learning, July 9-13, 2007, Marina Del Rey, California, USA*. Retrieved from <http://telearn.archives-ouvertes.fr/hal-00190032>
- Moodle. (2002). [online]. Retrieved from <https://moodle.org/>
- Munassar, N. M. A., & Govardhan, A. (2010). A comparison between five models of software engineering. *IJCSI*, 5, 95–101.
- Muñoz, P. (2009). Teoría de modelado del e-learning y aplicación a un sistema de pistas adaptativo en tutoría inteligente utilizando técnicas de web semántica. Retrieved from <http://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/5568>
- Murray, T. (1999). Authoring Intelligent Tutoring Systems: An analysis of the state of the art. *International Journal of Artificial Intelligence in Education (IJAIED)*, 10, 98–129.
- Musen, M. A., & Team, the P. (2015). The Protégé Project: A Look Back and a Look Forward. *AI Matters*, 1(4), 4. <https://doi.org/10.1145/2757001.2757003>
- Naeve, A., Lytras, M., Nejdl, W., Balacheff, N., & Hardin, J. (2006). Advances of the semantic web for e-learning: expanding learning frontiers. *British Journal of Educational Technology*, 37(3), 321–330.
- Najjar, J., Klerkx, J., Vuorikari, R., & Duval, E. (2005). Finding Appropriate Learning Objects: An Empirical Evaluation. In A. Rauber, S. Christodoulakis, & A. M. Tjoa (Eds.), *Research and Advanced Technology for Digital Libraries* (pp. 323–335). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/11551362_29
- Nielsen, J. (2012, January 4). Usability 101: Introduction to Usability. Retrieved December 26, 2016, from <https://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/>
- Nowack, B. (2004). *semsol/arc2*. Retrieved January 9, 2017, from <https://github.com/semsol/arc2>
- Noy, N. F., & McGuinness, D. L. (2001). *Ontology development 101: A guide to creating your first ontology*. Stanford knowledge systems laboratory technical report KSL-01-05 and Stanford medical informatics technical report SMI-2001-0880. Retrieved from http://liris.cnrs.fr/alain.mille/enseignements/Ecole_Centrale/What%20is%20an%20ontology%20and%20why%20we%20need%20it.htm
- Oblinger, D. G., Hawkins, B. L., Oblinger, D. G., & Hawkins, B. L. (2006). The Myth about Online Course Development: “A Faculty Member Can Individually Develop and Deliver an Effective Online Course.” *EDUCAUSE Review*, 41(1), 14–15.
- O’connor, M., Knublauch, H., Tu, S. W., & Musen, M. A. (2005). Writing rules for the semantic web using SWRL and Jess. *Protégé With Rules WS, Madrid*. Retrieved from http://171.67.213.129/file_asset/index.php/1652/BMIR-2005-1434.pdf

- Pahl, C., & Holohan, E. (2009). Applications of semantic web technology to support learning content development. *Interdisciplinary Journal of E-Learning and Learning Objects*, 5. Retrieved from http://doras.dcu.ie/16007/1/Applications_of_Semantic_Web_Technology_to_Support_Learning_Content_Development.pdf
- Paquette, G., De La Teja, I., Léonard, M., Lundgren-Cayrol, K., & Marino, O. (2005). An instructional engineering method and tool for the design of units of learning. In *Learning Design* (pp. 161–184). Springer. Retrieved from http://link.springer.com/content/pdf/10.1007/3-540-27360-3_9.pdf
- Paulsen, M. (2003). Book Review: Online Education and Learning Management Systems: Global e-learning in a Scandinavian perspective. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 5(3). Retrieved from <http://archive-ouverte.unige.ch/download/unige:17675/ATTACHMENT01>
- Peppers, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M. A., & Chatterjee, S. (2007). A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. *Journal of Management Information Systems*, 24(3), 45–77. <https://doi.org/10.2753/MIS0742-1222240302>
- Peterson, R. A. (1994). A Meta-analysis of Cronbach's Coefficient Alpha. *Journal of Consumer Research*, 21(2), 381–391. <https://doi.org/10.1086/209405>
- Powers, S. (2003). *Practical RDF*. O'Reilly Media, Inc.
- Prieto-Blazquez, J., Garcia-Tora, I., Herrera-Joancomarti, J., & Guerrero-Roldan, A.-E. (2008). Virtual Laboratory ontology for engineering education. In *Frontiers in Education Conference, 2008. FIE 2008. 38th Annual* (p. S2F–1–S2F–6). <https://doi.org/10.1109/FIE.2008.4720470>
- Raju, P., & Ahmed, V. (2012). Enabling technologies for developing next-generation learning object repository for construction. *Automation in Construction*, 22, 247–257. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2011.07.008>
- Rey-López, M., Díaz-Redondo, R. P., Fernández-Vilas, A., Pazos-Arias, J. J., García-Duque, J., Gil-Solla, A., & Ramos-Cabrer, M. (2009). An extension to the ADL SCORM standard to support adaptivity: The t-learning case-study. *Computer Standards & Interfaces*, 31(2), 309–318. <https://doi.org/10.1016/j.csi.2008.02.006>
- Richardson, J. T. E. (2011). Approaches to studying, conceptions of learning and learning styles in higher education. *Learning and Individual Differences*, 21(3), 288–293. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2010.11.015>
- Richey, R. C., Klein, J. D., & Nelson, W. A. (2004). Developmental research: Studies of instructional design and development. *Handbook of Research for Educational Communications and Technology*, 2, 1099–130.
- Rodriguez, W. (2000). Web classroom of the future: Integrating course management software in a java-based environment. *Interactive Multimedia Electronic Journal of Computer-Enhanced Learning*, 2(1). Retrieved from <http://www.imej.wfu.edu/articles/2000/1/07/index.asp>
- Rumbaugh, J., JACOBSON, G., Rumbaugh, Ivarj., Jacobson, I., & Booch, G. (2000). *El lenguaje unificado de modelado: manual de referencia*. Addison Wesley,. Retrieved from <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=UCC.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=049894>
- Sampson, D., Karampiperis, P., & Zervas, P. (2005). ASK-LDT: a web-based learning scenarios authoring environment based on IMS learning design. *International Journal on Advanced Technology for Learning (ATL)*, 2(4), 207–215.

- Schwaber, K., & Sutherland, J. (2016, July). The SCRUM Guide. Retrieved from <http://www.scrumguides.org/docs/scrumguide/v2016/2016-Scrum-Guide-US.pdf#zoom=100>
- Serrat, O. (2009). The SCAMPER Technique. *Open Access Repository*. Retrieved from <https://openaccess.adb.org/handle/11540/2733>
- Shapiro, S. S., & Wilk, M. B. (1965). An Analysis of Variance Test for Normality (Complete Samples). *Biometrika*, 52(3/4), 591–611. <https://doi.org/10.2307/2333709>
- Sharmin, Rashid, Ridgewan, K., & Faysal, A. (2011). *Towards E-Learning Management System Using Semantic Web Technologies.: A Great Proposed Model for E-LMS in Semantic Web and a Unique University Namespace "Univ" for Developing This E-LMS*. Germany: LAP Lambert Academic Publishing.
- Shih, W.-C., Yang, C.-T., & Tseng, S.-S. (2009). Ontology-based content organization and retrieval for SCORM-compliant teaching materials in data grids. *Future Generation Computer Systems*, 25(6), 687–694. <https://doi.org/10.1016/j.future.2009.01.005>
- Sicilia, M.-Á. (2007). Beyond content: sharing the design of open educational resources. *RUSC. Universities and Knowledge Society Journal*, 4(1). Retrieved from <http://www.artnodes.com/ojs/index.php/rusc/article/view/v4n1-sicilia>
- Sicilia, M.-Á., Lytras, M. D., Sánchez-Alonso, S., García-Barriocanal, E., & Zapata-Ros, M. (2011). Modeling instructional-design theories with ontologies: Using methods to check, generate and search learning designs. *Computers in Human Behavior*, 27(4), 1389–1398. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2010.07.040>
- Simonson, M. (2007). Course management systems. *Quarterly Review of Distance Education*, 8(1), 7–9.
- Sims, R. (2006). Beyond instructional design: Making learning design a reality. *Journal of Learning Design*, 1(2), 1–7.
- Soni, D., Nord, R. L., & Hofmeister, C. (1995). Software Architecture in Industrial Applications. In *1995 17th International Conference on Software Engineering* (pp. 196–196). <https://doi.org/10.1145/225014.225033>
- Stewart, C., Bachman, C., & Babb, S. (2009). Replacing professor monologues with online dialogues: A constructivist approach to online course template design. *Journal of Online Learning and Teaching*, 5(3), 511–522.
- Student. (1908). The Probable Error of a Mean. *Biometrika*, 6(1), 1–25. <https://doi.org/10.2307/2331554>
- Sullivan, G. M., & Artino, A. R. (2014, January 7). Analyzing and Interpreting Data From Likert-Type Scales. [Http://Dx.doi.org/10.4300/JGME-5-4-18](http://Dx.doi.org/10.4300/JGME-5-4-18). Retrieved from <http://www.jgme.org/doi/abs/10.4300/JGME-5-4-18>
- Sun, J. (2016). Multi-dimensional alignment between online instruction and course technology: A learner-centered perspective. *Computers & Education*, 101, 102–114. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.06.003>
- Thurlings, M., Vermeulen, M., Bastiaens, T., & Stijnen, S. (2013). Understanding feedback: A learning theory perspective. *Educational Research Review*, 9, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2012.11.004>
- Tomko, V., & Zaitseva, L. (2011). Visual design of e-learning environments. In *2011 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)* (pp. 552–560). <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2011.5773192>
- Ullrich, C. (2005). The learning-resource-type is dead, long live the learning-resource-type. *Learning Objects and Learning Designs*, 1(1), 7–15.

- Ullrich, C. (2008). *Pedagogically founded courseware generation for web-based learning: an HTN-planning-based approach implemented in PAIGOS*. Springer-Verlag. Retrieved from <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1825501>
- Ullrich, C., & Melis, E. (2009). Pedagogically founded courseware generation based on HTN-planning. *Expert Systems with Applications*, 36(5), 9319–9332. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2008.12.043>
- UNESCO. (2012). World open educational resources congress. Retrieved from http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/CI/CI/pdf/Events/Spanish_Paris_OER_Declaration.pdf
- Verbert, K., Ochoa, X., Derntl, M., Wolpers, M., Pardo, A., & Duval, E. (2012). Semi-automatic assembly of learning resources. *Computers & Education*, 59(4), 1257–1272. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.06.005>
- Vesin, B., Ivanović, M., Klačnja-Milićević, A., & Budimac, Z. (2012). Protus 2.0: Ontology-based semantic recommendation in programming tutoring system. *Expert Systems with Applications*, 39(15), 12229–12246. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.04.052>
- Vidal-Castro, C., Sicilia, M.-Á., & Prieto, M. (2012). Representing instructional design methods using ontologies and rules. *Knowledge-Based Systems*, 33, 180–194. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2012.04.005>
- Vladoiu, M., & Constantinescu, Z. (2013). Towards Assessment of Open Educational Resources and Open Courseware Based on a Socio-constructivist Quality Model. In Y. T. Demey & H. Panetto (Eds.), *On the Move to Meaningful Internet Systems: OTM 2013 Workshops* (pp. 684–693). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-41033-8_86
- W3C OWL Working Group. (2012, December 11). OWL 2 Web Ontology Language Document Overview (Second Edition). Retrieved from <http://www.w3.org/TR/owl-overview/>
- Wang, H.-C., & Hsu, C.-W. (2006). Teaching-Material Design Center: An ontology-based system for customizing reusable e-materials. *Computers & Education*, 46(4), 458–470. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2005.09.005>
- Wang, M.-Y., & Hwang, M.-J. (2004). The e-learning library: only a warehouse of learning resources? *Electronic Library, The*, 22(5), 408–415. <https://doi.org/10.1108/02640470410561929>
- Weller, M. (2007). *Virtual Learning Environments: Using, Choosing and Developing your VLE*. Routledge.
- Wilcoxon, F. (1945). Individual Comparisons by Ranking Methods. *Biometrics Bulletin*, 1(6), 80–83. <https://doi.org/10.2307/3001968>
- Wiley, D. A. (2003). *Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy*.
- Wilk, M. B., & Gnanadesikan, R. (1968). Probability plotting methods for the analysis for the analysis of data. *Biometrika*, 55(1), 1–17. <https://doi.org/10.1093/biomet/55.1.1>
- Wisnu Wirawan, P. (2010). MODEL-VIEW-CONTROLLER (MVC) DESIGN PATTERN UNTUK APLIKASI PERANGKAT BERGERAK BERBASIS JAVA. *PROSIDING SEMINAR NASIONAL ILMU KOMPUTER UNIVERSITAS DIPONEGORO 2010*. Retrieved from <http://eprints.undip.ac.id/24585/>
- Wu, W.-H., Chiou, W.-B., Kao, H.-Y., Alex Hu, C.-H., & Huang, S.-H. (2012). Re-exploring game-assisted learning research: The perspective of learning theoretical bases. *Computers & Education*, 59(4), 1153–1161. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.05.003>

- Yaghmaie, M., & Bahreininejad, A. (2011). A context-aware adaptive learning system using agents. *Expert Systems with Applications*, 38(4), 3280–3286. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.08.113>
- Yang, F., Li, F. W. B., & Lau, R. W. H. (2014). A Fine-Grained Outcome-Based Learning Path Model. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, 44(2), 235–245. <https://doi.org/10.1109/TSMCC.2013.2263133>
- Yu, L. (2011). A Web of Data: Toward the Idea of the Semantic Web. In *A Developer's Guide to the Semantic Web* (pp. 1–18). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-15970-1_1
- Zouaq, A., & Nkambou, R. (2009). Enhancing Learning Objects with an Ontology-Based Memory. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 21(6), 881–893. <https://doi.org/10.1109/TKDE.2009.49>