

**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA FACULTAD
DE CIENCIAS POSTGRADO EN CIENCIAS DE LA
COMPUTACIÓN**



**DESARROLLO DE UNA ONTOLOGÍA DE TÉCNICAS
DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE PARA UN
CURRÍCULO BASADO EN COMPETENCIAS**

Trabajo de Grado de Maestría presentado ante la ilustre Universidad Central de Venezuela por la Ingeniero Glendys María Muñoz Gámez, para optar al título de Magister Scientiarum en Ciencias de la Computación

Tutoras: Dra. Haydemar Nuñez
Dra. Nora Montaña

Caracas – Venezuela
Junio, 2016



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE CIENCIAS
COMISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



Comisión de Estudios
de Postgrado

VEREDICTO

Quienes suscriben, miembros del jurado designado por el Consejo de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela, para examinar el Trabajo de Grado presentado por: **GLENDYS MARÍA MUÑOZ GÁMEZ** Cédula de identidad N° 8.586.118, bajo el título "**DESARROLLO DE UNA ONTOLOGÍA DE TÉCNICAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE PARA UN CURRÍCULO BASADO EN COMPETENCIAS**", a fin de cumplir con el requisito legal para optar al grado académico de **MAGÍSTER SCIENTIARUM, MENCIÓN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**, dejan constancia de lo siguiente:

1.- Leído como fue dicho trabajo por cada uno de los miembros del jurado, se fijó el día 27 de Junio de 2016 a las 09:30 AM., para que la autora lo defendiera en forma pública, lo que ésta hizo en la Sala PBIII de la Escuela de Computación, mediante un resumen oral de su contenido, luego de lo cual respondió satisfactoriamente a las preguntas que le fueron formuladas por el jurado, todo ello conforme con lo dispuesto en el Reglamento de Estudios de Postgrado.

2.- Finalizada la defensa del trabajo, el jurado decidió **aprobarlo**, por considerar, sin hacerse solidario con la ideas expuestas por la autora, que se ajusta a lo dispuesto y exigido en el Reglamento de Estudios de Postgrado.

Para dar este veredicto, el jurado estimó que el trabajo examinado constituye un aporte de investigación en el contexto interdisciplinario de la Educación y la Inteligencia Artificial, ya que propone una ontología para las técnicas de enseñanza y aprendizaje en el ámbito de las instituciones de Educación Superior, la cual constituye una herramienta de apoyo para la correcta aplicación del currículo por parte de los docentes, con el fin de lograr en los estudiantes las competencias requeridas en el mercado laboral.

En fe de lo cual se levanta la presente ACTA, a los 27 días del mes de Junio del año 2016, conforme a lo dispuesto en el Reglamento de Estudios de Postgrado, actuó como Coordinadora del jurado la Dra. Haydemar Núñez. El presente trabajo fue realizado bajo la dirección de la Dra. Haydemar Núñez y la Dra. Nora Montaña.

Dr. Mariano Fernández / C.I.5.963.448
UCV

Dra. Vanessa Miguel / C.I.5.963.553
UCV

Dra. Haydemar Núñez / C.I. 5.538.772
UCV
Tutora

HN/27.06.2016



POSTGRADO EN CIENCIAS
DE LA COMPUTACIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA

RESUMEN

A través de la presente investigación y en el marco del diseño curricular con enfoque por competencias, se propone la realización de un desarrollo ontológico para las técnicas de enseñanza y aprendizaje en el ámbito de las instituciones de educación superior, el cual sirva de repositorio común de los conceptos del dominio y que sea de libre acceso a la comunidad interesada. El proyecto pretende disminuir la ambigüedad, malentendidos y esfuerzos improductivos en el manejo de la terminología utilizada y al lenguaje propio de cada actor involucrado, promoviendo la correcta aplicación del currículo por los docentes mediante técnicas de enseñanza y aprendizaje adecuadas que posibiliten el logro de las competencias en los estudiantes, requeridas por el mercado laboral y demandadas por la sociedad del siglo XXI.

PALABRAS CLAVE: aplicación web, diseño curricular basado en competencias (DCBC), educación superior, técnicas de enseñanza y aprendizaje, ontología.

ABSTRACT

Through this research, as part of the curriculum with competency-based approach is proposed to conduct an ontology development to teaching techniques - learning in the field of higher education institutions, which serve as a common repository the concepts of domain and is freely accessible to the community concerned. The project aims to reduce the ambiguity, misunderstanding and unproductive efforts in handling the language used and the language of each actor involved, promoting the correct application of the curriculum by teachers using appropriate teaching and learning techniques that facilitate the achievement of competences in students, as required by the labor market and society demanded by the twenty-first century.

KEYWORDS: web application, competency-based curriculum design (DCBC), higher education, teaching and learning techniques and ontology.

Dedicatoria

Dedico a ustedes mis amigos, estas frases de personas que han impactado mi vida, con la esperanza que les pueda regalar todo lo que han hecho conmigo; personas que sienten y padecen los avatares de la vida; sin embargo, se levantan y siguen adelante el camino que una vez trazaron. Esperando los acompañen siempre...

**Las dificultades raras veces derrotan a las personas;
La falta de fe en Dios y en sí mismas es lo que casi siempre lo hace.**

**Cuando una persona se siente animada,
puede enfrentar lo imposible
y sobreponerse a una adversidad increíble.**

**Los mentores impactan la eternidad
porque no se sabe dónde terminará su influencia.**

Agradecimiento

Hoy quiero agradecer primeramente a **Dios**, por darme la posibilidad de vivir la experiencia de ser magister.

Agradecer a:

La **Universidad Politécnica Territorial del estado Aragua “Federico Brito Figueroa”**, por permitirme compartir mi trabajo y servicio con mi decisión de crecer.

La **Universidad Central de Venezuela**, por permitirme utilizar sus espacios para crecer personal y profesionalmente.

Mis tutoras, **Dra. Haydemar Nuñez y Dra. Nora Montaña**, por la paciencia, el amor, la sutileza y la constancia que mantuvieron a lo largo de todo el período académico que viví junto a ustedes.

A la **Dra. Esmeralda Ramos**, por el amor que siempre mantuvo presente en cada paso que me acompañó, a través de sus sugerencias de vida y de la amistad incondicional que me regala cada día.

A mi hijo, **Lenin Alberto**, que sin saber, le regala a mi vida ganas de seguir adelante, siendo la mitad de mi vida y el orgullo de mi existencia.

A mi **familia**, especialmente a mi **madre**, que desde el cielo vela por mi paz espiritual e ilumina mi andar por este mundo. A mi **padre**, orgullo y pilar de constancia y perseverancia. A mis **hermanos**, por su ejemplo de vida y por su paciencia. Al resto de la **familia**, por estar allí y contar con ellos siempre que los necesite.

Mi incondicional amiga, **Msc. Milagros Barrera**, por su amor, ejemplo de constancia y profesionalismo, por todas las veces que me recordó que sí podía y que a pesar de tantas dificultades valía la pena seguir adelante y alcanzar esta hermosa meta.

Mis **amigos y compañeros de trabajo**, quienes con su ejemplo de vida apoyaron mis decisiones y aportaron soluciones a las necesidades presentes.

TODAS las personas que a veces sin saber, reforzaron mi autoestima, autodeterminación y ganas de seguir adelante a pesar de tantos obstáculos.

Mil gracias...

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | Página |
|--|---------------|
| <i>Dedicatoria</i> | iii |
| <i>Agradecimiento</i> | iv |
| Introducción | 1 |
| Capítulo I. Contexto del Problema | 3-14 |
| I.1 El Diseño Curricular Basado en Competencias | 3 |
| I.2 Planteamiento del Problema | 9 |
| I.3 Antecedentes | 10 |
| I.4 Objetivos | 13 |
| I.4.1 Objetivo General..... | 13 |
| I.4.2 Objetivos Específicos..... | 13 |
| I.5 Aportes | 14 |
| Capítulo II. Marco Referencial | 15-32 |
| II.1 Las Ontologías | 15 |
| II.2 Metodología Methontology..... | 19 |
| II.3 Lenguajes y Herramientas | 21 |
| II.4 Evaluación de las Ontologías..... | 24 |
| II.4.1 Evaluación del contenido de la ontología | 25 |
| II.4.2 Evaluación de la calidad de la ontología | 29 |
| Capítulo III. Ontología de Técnicas de Enseñanza y Aprendizaje | 33-63 |
| III.1 Desarrollo utilizando Methontology | 33 |
| III.2 Aportes de la Ontología de TEA..... | 49 |

| | |
|---|---------|
| III.3 Evaluación de la Ontología de TEA | 49 |
| III.3.1 Evaluación del contenido de la Ontología de TEA | 49 |
| III.3.2 Evaluación de la calidad de la Ontología de TEA en base a métricas | 60 |
| Capítulo IV. Desarrollo de la Aplicación de Visualización | 64-85 |
| IV.1 Arquitectura de la Aplicación OntoTécnicas | 64 |
| IV.2 Requerimientos Funcionales y No Funcionales de la Aplicación OntoTécnicas | 66 |
| IV.3 Diagrama General de Casos de Uso / Especificación de Casos de Uso .. | 67 |
| IV.4 Interfaces de la Aplicación OntoTécnicas..... | 73 |
| Capítulo V. Pruebas y Resultados..... | 86 |
| Conclusiones y Trabajos Futuros | 97 |
| Referencias | 99 |
| Anexos | 105-116 |
| Anexo A. Glosario de Términos | 105 |
| Anexo B. Diagrama de Relaciones Binarias | 112 |
| Anexo C. Diccionario de Conceptos | 113 |
| Anexo D. Descripción de Instancias | 115 |
| Anexo E. Instrumento para las Pruebas de Aceptación ... | 116 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | Página |
|---|---------------|
| Tabla 1: Actores involucrados en el DCBC | 5 |
| Tabla 2: Documento de Especificación de Requerimientos | 33 |
| Tabla 3: Extracto del Glosario de Términos | 36 |
| Tabla 4: Conceptos y su descripción para el dominio de Técnicas de Enseñanza y Aprendizaje | 37 |
| Tabla 5: Extracto del Diccionario de Conceptos | 40 |
| Tabla 6: Atributos de Instancia | 41 |
| Tabla 7: Axiomas Formales | 42 |
| Tabla 8: Extracto de la descripción de Instancias | 44 |
| Tabla 9: Tabla 9: Especificación de Caso de Uso “Visualizar ontología” | 68 |
| Tabla 10: Especificación de Caso de Uso “Buscar en ontología” | 69 |
| Tabla 11: Especificación de Caso de Uso “Autenticar usuario” | 70 |
| Tabla 12: Especificación de Caso de Uso “Gestionar recursos” | 70 |
| Tabla 13: Especificación de Caso de Uso “Visualizar recursos” | 72 |
| Tabla 14: Resultados obtenidos de las pruebas de aceptación aplicadas a docentes de diferentes áreas de conocimiento | 92 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | Página |
|--|---------------|
| Figura 1: Fases del Diseño Curricular Basado en Competencias | 4 |
| Figura 2: Actividades del diseño de un Plan de Estudio | 7 |
| Figura 3: Modelo T | 8 |
| Figura 4: Esquema de la propuesta de desarrollo | 13 |
| Figura 5: Ciclo de Vida de Methontology | 20 |
| Figura 6: Tareas de la fase de Conceptualización | 21 |
| Figura 7: Grafo de la clase prueba | 22 |
| Figura 8: Extracto del Diagrama de Relaciones Binarias | 37 |
| Figura 9: Modelo conceptual del dominio de técnicas de enseñanza y aprendizaje | 38 |
| Figura 10. Interfaz principal de la Ontología de TEA | 45 |
| Figura 11a: Conceptos de la Ontología de TEA | 47 |
| Figura 11b: Propiedades de la Ontología de TEA | 47 |
| Figura 11c: Atributos e instancias del concepto “técnica” | 48 |
| Figura 12: Resultados de aplicar el analizador sintáctico de Manchester al archivo OWL de la ontología de TEA | 51 |
| Figura 13: Extracto del resultado de aplicar el analizador sintáctico “Validador” al archivo OWL de la ontología de TEA | 51 |
| Figura 14: Resultado de aplicar el analizador sintáctico “SKOS Quality Checker” al archivo OWL de la ontología de TEA | 52 |
| Figura 15: Resultado de aplicar el analizador sintáctico OOPS! al archivo OWL de la ontología de TEA | 52 |
| Figura 16: Interfaz del plugin QUERIES, versión 3.4.8 del editor Protegé | 55 |
| Figura 17: Resultado de la consulta sobre Técnica y Actividades | 56 |
| Figura 18: Resultado de la consulta sobre Experiencia de Enseñanza y Aprendizaje y Contexto | 57 |
| Figura 19: Resultados de la consulta sobre Actividad y Técnicas | 58 |
| Figura 20: Resultado de la consulta sobre Experiencia de Enseñanza y Aprendizaje y Competencia Específica | 58 |
| Figura 21: Resultado de la consulta sobre Experiencia de Enseñanza y | 59 |

| | |
|--|-------|
| Aprendizaje y Técnica | |
| Figura 22: Resultado al activar la función <code>OntologyAnalysis</code> del editor <code>Protegé</code> | 60 |
| Figura 23: Arquitectura de la Aplicación <code>OntoTécnicas</code> | 65 |
| Figura 24: Caso de Uso General de la Aplicación <code>OntoTécnicas</code> | 68 |
| Figura 25: Interfaz principal de la Aplicación <code>OntoTécnicas</code> | 74 |
| Figura 26: Interfaz para la opción “Recursos” | 75 |
| Figura 27: Interfaz para validación de usuario | 75 |
| Figura 28: Interfaz para validación de contraseña | 76 |
| Figura 29: Interfaz para Gestionar Recursos | 76 |
| Figura 30: Interfaz para la visualización de la Ontología de TEA | 77 |
| Figura 31: Interfaz para la visualización de la clase “Actividad” | 78 |
| Figura 32: Interfaz para la visualización de un ejemplo de “Actividad” | 79 |
| Figura 33: Interfaz para la búsqueda | 80 |
| Figura 34: Interfaz para la búsqueda de la palabra “técnica” | 80 |
| Figura 35: Interfaz a través del link de una clase o instancia | 81 |
| Figura 36: Interfaz para seleccionar la fuente del recurso | 82 |
| Figura 37a, 37b y 37c: Interfaces para el registro de recursos | 82-83 |
| Figura 38: Interfaz para seleccionar los recursos o enlaces | 84 |
| Figura 39: Interfaz para contactar a las investigadoras | 85 |
| Figura 40: Consulta sobre el concepto “Técnica” | 87 |
| Figura 41: Información de la instancia “Aprendizaje Basado en Problemas”..... | 87 |
| Figura 42: Resultado de la búsqueda de la palabra “aptitud” | 88 |
| Figura 43: Resultado de instancias de Competencia | 89 |
| Figura 44a, 44b: Interfaz para consultar y eliminar recursos | 90 |
| Figura 45: Interfaz para agregar recursos tipo “evento” | 91 |

INTRODUCCIÓN

Actualmente, el diseño de planes de estudios para los diferentes currículos es uno de los más importantes desafíos que enfrenta la educación a nivel superior, ya que deberá optimizar las estrategias utilizadas para preparar las próximas generaciones en la adquisición del conocimiento y las competencias requeridas para poder convivir, trabajar, interactuar, servir y satisfacer las necesidades humanas. El diseño de currículos basados en competencias ha surgido como una alternativa para dar respuesta a las demandas de una sociedad, en la que una de sus mayores exigencias es la búsqueda de una articulación entre ésta, la educación y el ámbito laboral, con la finalidad de que los estudiantes obtengan una formación acorde con los requerimientos sociales, y que a su vez promueva una participación más efectiva en el sector productivo (Umaña, 2008).

El diseño curricular bajo este enfoque se caracteriza, en líneas generales, por ser un proceso complejo del cual se obtiene una oferta educativa denominada currículo, cuyo propósito es orientar la práctica docente en los institutos de formación profesional. Esta oferta está conformada por un perfil de egreso (también denominado perfil profesional), que a su vez exhibe un conjunto de competencias que se pretende sean desarrolladas por el estudiante, y un plan de estudios (o malla curricular) compuesto de módulos o unidades de aprendizaje (denominadas también unidades curriculares) en las cuales se articulan competencias (genéricas y específicas) y contenidos, además de las experiencias de enseñanza y aprendizaje (conjunto de técnicas instruccionales).

La correcta aplicación del currículo por los docentes, posibilitará en los estudiantes el logro de las competencias que son requeridas por el mercado laboral y demandadas por la sociedad. En este sentido, para el diseño de los módulos que conforman un plan de estudios, se debe tener cuidado al formular las respectivas experiencias de enseñanza y aprendizaje, incluyendo la selección adecuada de técnicas y actividades, las cuales deben ser coherentes y consistentes con los resultados pretendidos y los recursos disponibles, a fin de garantizar la calidad de la enseñanza.

En la práctica, y a pesar de que los diseñadores siguen lineamientos generales, la selección de técnicas para componer una determinada experiencia de enseñanza y aprendizaje de un módulo es una actividad compleja. Los resultados tienden a ser diversos, en parte, porque existen numerosos puntos de vista de los actores involucrados

en el diseño curricular, quienes poseen su propio vocabulario, lo que da lugar a la ambigüedad y el abuso del lenguaje. También se observa un conocimiento insuficiente de los profesores en este dominio, lo cual puede hacerles seleccionar las técnicas y actividades menos adecuadas para el logro de las competencias. Por estas razones, sería conveniente y de gran utilidad conceptualizar y estandarizar el conocimiento sobre este dominio y ponerlo a disposición de la comunidad interesada, con la finalidad de facilitar esta selección.

Sobre la conveniencia de estandarizar y formalizar el conocimiento respecto a las experiencias de enseñanza y aprendizaje, y con el fin de disminuir las barreras terminológicas producto de la ambigüedad y abuso del lenguaje en este campo, en este trabajo se presenta por una parte, el desarrollo de una ontología que logra una visión común del dominio de técnicas de enseñanza y aprendizaje para el diseño curricular por competencias, y por la otra, una aplicación web que permita acceder a la misma por aquellos que necesiten utilizar este conocimiento.

Este documento se encuentra estructurado de la siguiente manera: en el Capítulo I, se describe el contexto, planteamiento del problema, los antecedentes y objetivos de la investigación. En el Capítulo II, se muestra el proceso de desarrollo de las ontologías y se hace referencia a la actividad de diseñar unidades de aprendizaje, así como a las dificultades que se presentan durante esta actividad. El desarrollo de la ontología de técnicas de enseñanza y aprendizaje, específicamente la conceptualización del conocimiento del dominio y la formalización de la ontología, así como los beneficios que aporta, se exhiben en el Capítulo III. El capítulo IV muestra el desarrollo de la aplicación web. Las pruebas realizadas para corroborar la funcionalidad de la aplicación y los resultados obtenidos, se describen en el Capítulo V. Por último, se presentan las conclusiones y trabajos futuros.

CAPÍTULO I. CONTEXTO DEL PROBLEMA

Este capítulo describe el contexto del trabajo de investigación, el cual se relaciona con el diseño de unidades de aprendizaje para un currículo con enfoque por competencias. Adicionalmente, se plantea la problemática existente al seleccionar técnicas y actividades para lograr el aprendizaje de los estudiantes y la adquisición de las competencias previstas en estas unidades. A partir de este análisis y con base en los antecedentes, se propone una solución ontológica apoyada en el conocimiento adquirido en el dominio de técnicas de enseñanza y aprendizaje. Posteriormente, se plantean los objetivos y los aportes esperados en el trabajo.

I.1 El Diseño Curricular Basado en Competencias

El Diseño Curricular Basado en Competencias (DCBC) surge como respuesta a las controversias generadas entre los representantes de los sectores industriales y educativos, motivados por el deseo de mejorar la calidad y pertinencia en la formación de profesionales y hacer frente a las demandas de la sociedad. Desde esta perspectiva, se ha señalado que el enfoque de las competencias surgió a raíz de los requerimientos de las empresas de promover el aprendizaje organizacional, la competencia y la movilidad laboral (Mertens, 2000 en Vargas, 2008).

El DCBC está íntimamente relacionado con el modelo educativo socio-cognitivo (Román y Díez, 2001), un modelo social que promueve el aprendizaje en contexto, en el escenario de la vida, de la práctica y del servicio. El currículo planteado bajo este enfoque aporta los elementos fundamentales para la gestión del proceso educativo, por lo que su planeación y diseño es un reto importante que enfrenta hoy la educación superior, a fin de responder eficiente y eficazmente a las demandas del sector laboral.

Es así, como las competencias son requeridas para poder convivir, trabajar, interactuar, servir y satisfacer las necesidades humanas. En este sentido, el Proyecto Tuning (2003), señala que las competencias son una combinación dinámica de atributos, en relación a conocimientos, habilidades, actitudes y responsabilidades, que describen los resultados del aprendizaje de un programa educativo o lo que los estudiantes son capaces de demostrar al final de un proceso educativo. Los estudiantes, también referidos por variedad de literaturas como educandos, construyen el aprendizaje

asumiendo una actitud crítica, creativa y reflexiva que les permite ir aplicando lo que aprenden en los problemas cotidianos (Parra, 2006).

Actualmente, esta tendencia compromete a los institutos de formación profesional a vincular más sus programas académicos con el sector productivo y a organizar los aprendizajes, de modo que resulten relevantes para la incorporación eficiente de sus egresados al campo laboral. Así, el DCBC consiste en la aplicación de conocimientos en ambientes reales.

La formación profesional bajo este enfoque se refleja por un lado, en el planeamiento curricular y por el otro, en la práctica docente. Al respecto, diferentes autores como Schamal y Ruiz-Tangle (2007), Chan (2003), INACAP (2003), INSAFORP (2001) y Gutiérrez (2001), realizan recomendaciones metodológicas para abordar este planeamiento el cual, en líneas generales, consta principalmente de cuatro fases: (1) Análisis, (2) Diseño, (3) Implementación y (4) Evaluación (Figura 1).

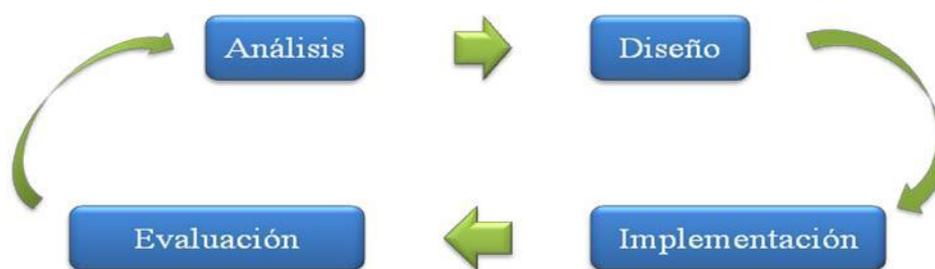


Figura 1. Fases del Diseño Curricular Basado en Competencias

Fuente: Elaboración propia (2014)

- En la fase de análisis, se plantea la revisión de fuentes internas y externas. Entre las internas se encuentran: el plan estratégico de la institución, reglamentos y normativas, así como su proyecto formativo. En cuanto a las fuentes externas, se requiere determinar las demandas formativas del sector laboral y otros proyectos de referencia, como el Tuning Europeo (2003) y el Tuning Latino (Larraín y González, 2007); finalmente, se considera la participación de expertos en el dominio curricular. Luego de esta revisión, se señala como prioritario el análisis de factibilidad en base a aspectos de índole financiero, recurso humano, infraestructura, entre otros.

- La fase de diseño involucra en primer lugar, la determinación y validación del perfil de egreso, conformado por las características que se obtienen y se supone tendrían que estar desarrolladas en un estudiante al término de su proceso de aprendizaje; donde se requiere identificar áreas de acción y definir las competencias adecuadas; en segundo lugar, la descripción de la malla curricular, que incluye la identificación de un conjunto de unidades de aprendizaje; y en tercer lugar, la especificación de los programas de estudio que abarca la selección adecuada de contenidos, de técnicas de enseñanza y aprendizaje, así como de técnicas de evaluación, recursos didácticos, recurso humano y bibliografía. Finalmente, se planea cómo serán implementados los productos obtenidos en esta fase.
- La fase de implementación, por una parte involucra la puesta en marcha de planes y programas de estudio y, por la otra, considera la capacitación y perfeccionamiento docente, así como la socialización de los directivos, docentes y estudiantes.
- La fase referida a la evaluación, abarca el monitoreo del proceso respecto al plan de estudio aplicado, programas de estudio, materiales y recursos didácticos, procedimientos evaluativos, desempeño docente y plan de implementación.

A continuación, en la Tabla 1, se muestran los actores involucrados en cada una de las fases del DCBC.

Tabla 1. Actores involucrados en el DCBC

| Fase | Actores |
|----------------|---|
| Análisis | Sector laboral, comunidades, expertos en el dominio curricular, instituciones de educación superior |
| Diseño | Profesores, sector laboral, comunidades, expertos en el dominio curricular, instituciones de educación superior |
| Implementación | Profesores, estudiantes, instituciones de formación profesional, expertos en el dominio curricular |
| Evaluación | Profesores, estudiantes, instituciones de formación profesional, expertos en el dominio curricular |

Específicamente, al finalizar la fase de diseño se obtiene un documento que algunos autores llaman Plan de Estudio, el cual orientará la práctica educativa en los institutos de formación profesional a través de distintos elementos a saber: intenciones, contenidos, secuencias de contenidos, técnicas de enseñanza y aprendizaje, recursos, criterios de evaluación, entre otros.

I.1.1 Construcción del Plan de Estudios

Siendo el Plan de Estudio una pieza fundamental en el proceso de adquisición de las competencias por parte de los estudiantes, se requiere ser cuidadoso en su obtención. En la siguiente sesión, se presentan los aspectos más importantes en la construcción de un Plan de Estudios para un currículo basado en competencias.

El proceso de construcción de este documento consiste de las siguientes actividades: (a) diseñar el perfil de egreso con las competencias de carácter global que se van a formar en los estudiantes, reflexionando sobre los requerimientos del campo laboral y la particularidad de la profesión; (b) establecer los componentes (en términos de habilidad/destreza y valor/actitud) a partir de las competencias globales, las cuales se van a desarrollar en los respectivos módulos (unidades de aprendizaje); (c) elaborar la malla curricular, indicando los módulos responsables de la formación de las competencias descritas en el perfil de egreso; (d) establecer entre los módulos una secuencia lógica en el tiempo en base a un criterio de precedencia. Como resultado, se tiene una primera malla o plan de estudios (Barrera, Montaña y Ramos, 2012).

Luego de establecer la malla curricular, se sigue con el bosquejo de los diferentes módulos (unidad de aprendizaje). Para ello, se determinan las competencias fundamentales que se van a desarrollar, se organizan los contenidos pertinentes y se seleccionan las técnicas de enseñanza y aprendizaje más adecuadas. Al finalizar, se obtiene el plan de estudios, el cual reúne los productos obtenidos en cada una de las fases. La Figura 2, muestra una representación gráfica de las actividades que se llevan a cabo durante el diseño de un plan de estudios.

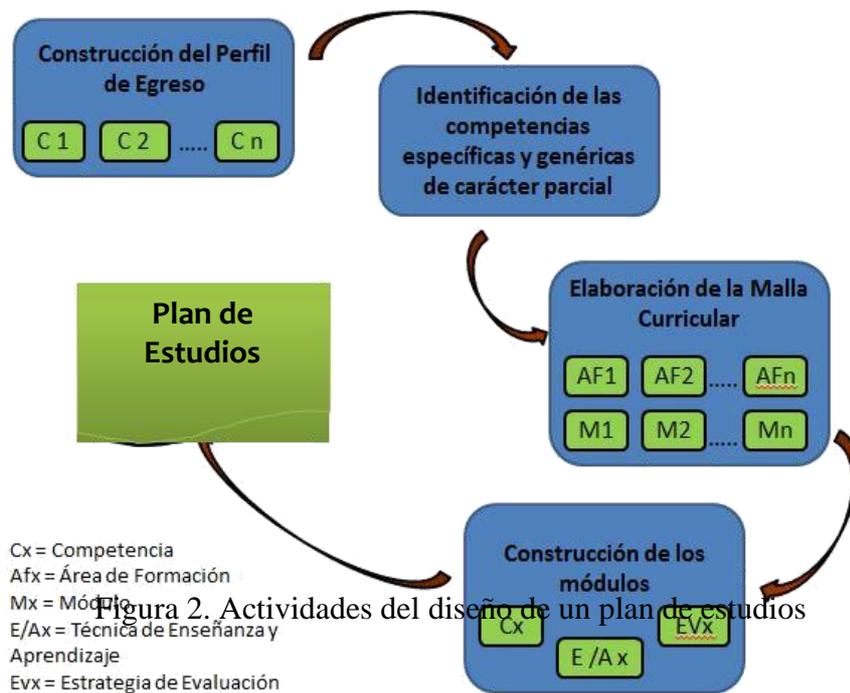


Figura 2. Actividades del diseño de un plan de estudios

I.1.2 Diseño de módulos

Durante el diseño del plan de estudios, se obtiene una malla con un conjunto de módulos secuenciados. La malla será el plan de estudios que regirá la carrera universitaria y los módulos serán las Unidades de Aprendizaje (UA) o los planes de formación responsables de la adquisición de las competencias en los estudiantes (Barrera, Montaña y Ramos, 2012). Con base en el modelo socio-cognitivo, se identifican cuatro elementos fundamentales para el diseño de las UA (Patiño, 2006): capacidades/destrezas, valores/actitudes, contenidos y experiencias de enseñanza y aprendizaje (métodos). Los primeros dos elementos se corresponden con el perfil de egreso, producto que aporta las metas en un currículo, por lo que la primera tarea en el diseño de una UA consiste en descomponer el perfil profesional para obtener las capacidades/destrezas, así como los valores/actitudes, y asociarlos con cada unidad. La segunda tarea radica en seleccionar los contenidos relevantes y esenciales requeridos para el desarrollo de las metas (capacidades y valores) del plan de estudio. Una tercera tarea en el bosquejo de las UA hace referencia a la selección de los procedimientos didácticos más adecuados, los cuales actúan como forma de hacer y que junto a los

contenidos conceptuales serán los medios para el desarrollo de las metas correspondientes.

Una vez identificados los cuatro elementos fundamentales para el diseño de una UA, la técnica de trabajo denominado “Modelo T”, se emplea para integrar las capacidades/destrezas, valores/actitudes, contenidos y métodos de aprendizaje en una sola estructura (Patiño, 2006). Esta técnica desarrollada por los autores del modelo socio-cognitivo, permite que los cuatro elementos básicos de la UA sean percibidos de una manera global. Una representación gráfica de esta plantilla se muestra en la Figura 3.

Cada unidad de aprendizaje puede tener asociadas varias competencias, en términos de capacidades y actitudes, las cuales están relacionadas con el perfil profesional, y para que el estudiante logre adquirirlas, el docente debe escoger los conocimientos, así como las técnicas y actividades más adecuadas, para crear experiencias de enseñanza y aprendizaje que contribuyan a su desarrollo.



Figura 3. Modelo T

Las experiencias de enseñanza y aprendizaje apuntan a las competencias del perfil de egreso e incluyen a su vez una serie de técnicas, que forman junto con las actividades y recursos, tareas o actividades extraclase y asesoría/tutoría del docente, la vivencia significativa que se traduce en el aprendizaje el cual prepara al individuo para el trabajo (García, Cantú, Ochman, 2008). En este particular, la importancia subyace en seleccionar las técnicas y actividades que sean coherentes y consistentes con los

resultados pretendidos y los recursos disponibles a fin de garantizar la calidad de la enseñanza. Desde esta perspectiva, en el modelo socio-cognitivo el cómo enseñar se subordina al cómo aprende el que aprende y en este sentido, el aprender a aprender supone el uso adecuado de estrategias por parte del aprendiz, con la mediación adecuada y oportuna del profesor(a), favoreciendo y respetando los procesos cíclicos del aprendizaje, a través de los recursos adecuados (Patiño, 2006).

I.2 Planteamiento del Problema

Durante el diseño de los módulos, la selección de técnicas suele ser variada y en ocasiones ambigua, producto de los diferentes puntos de vista de los actores involucrados en el diseño curricular, quienes poseen su propio vocabulario, lo que puede generar poca claridad en la información compartida. Esto trae como consecuencia que en muchos casos, sobre todo para aquellos profesionales expertos en contenido pero sin experticia en el diseño instruccional y curricular, se le dificulte la escogencia de las técnicas a aplicar para lograr el aprendizaje de los estudiantes y la adquisición de las competencias previstas en el módulo. Para la realización de esta actividad, los diseñadores requieren suficiente experiencia en la construcción de módulos y amplio conocimiento en el dominio de las técnicas, que les permitan seleccionar las más adecuadas para crear experiencias de enseñanza y aprendizaje eficaces.

Asimismo, es frecuente observar que docentes de secciones de un mismo módulo, apliquen diferentes técnicas para lograr que los estudiantes adquieran las mismas competencias, arrojando resultados diferentes y no deseados. Este esfuerzo improductivo impide que aquellos docentes que planifican el módulo para secciones diferentes, compartan criterios y reutilicen el conocimiento acerca de las técnicas que han tenido éxito.

Adicionalmente, una de las causas reportadas por las cuales los estudiantes no obtienen el aprendizaje deseado, obedece a que los docentes se preocupan más por enseñar su clase que por organizar el aprendizaje, no se interesan por conocer y comprender cómo es que aprenden mejor los estudiantes y a buscar cooperar con ellos (Soria, 2002). Desde esta perspectiva, la práctica del docente no se ha centrado en los estudiantes, en quienes se debe propiciar el logro de las competencias requeridas por el mercado laboral y demandadas por la sociedad.

Considerando los aspectos antes descritos y dada la importancia de seleccionar adecuadamente las estrategias de enseñanza y aprendizaje en el DCBC, sería conveniente y de gran ayuda conceptualizar y estandarizar el conocimiento sobre este dominio y ponerlo a disposición de la comunidad interesada a través de un repositorio común y de libre acceso. En este orden de ideas, se evidencia la siguiente interrogante de investigación:

¿Cómo estandarizar y conceptualizar el dominio de las técnicas de enseñanza y aprendizaje para apoyar el diseño curricular con enfoque por competencias?

I.3 Antecedentes

Durante los últimos años, investigadores y especialistas de los campos educativo y tecnológico, han dirigido su atención al desarrollo de mecanismos que mejoren la calidad de la educación, apoyándose en las potencialidades y facilidades que brindan las tecnologías actuales. Una de las aplicaciones de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) que apoya esta ardua tarea y descansa en las contribuciones hechas por la Inteligencia Artificial (IA), es la Ingeniería del Conocimiento en lo general, y, en lo particular, las Ontologías.

Con base en la revisión bibliográfica realizada, se logró obtener una recopilación de investigaciones realizadas en este ámbito, especialmente de desarrollos que utilizan el campo de la inteligencia artificial para apoyar la selección de técnicas durante el diseño de unidades de aprendizaje. Al respecto se mencionan algunas investigaciones:

- De manera particular, destacan los desarrollos de sistemas basados en conocimiento y aplicaciones con enfoque ontológico; tal es el caso de una herramienta de software propuesta por Oprea (2012), en la que presenta un marco general basado en ontologías para las tres etapas de la actividad didáctica: enseñanza, aprendizaje y evaluación. Esta herramienta de apoyo al proceso educativo incluye términos genéricos y específicos para cada una de las etapas e instancias en la ontología a través de un curso en el campo de la Ciencias de la Computación.

- Una red de ontologías denominada AONet que conceptualiza y formaliza el conocimiento relacionado con el proceso de enseñanza y aprendizaje, fue desarrollada por Romero, Gutiérrez y Caliusco (2012) y se centra en la elección de actividades múltiples, sencillas y populares, que son utilizadas por los educadores en el proceso de enseñanza y aprendizaje.
- Otro importante desarrollo es el presentado por Nguyen, Vo, Bui y Nguyen (2011); se trata de un modelo de red social educativa llamada SoNITS basada en ontologías, que proporciona servicios durante el proceso de aprendizaje de acuerdo al perfil de los estudiantes.
- Un sistema presentado por Jaessoo y Shinn (2010) que asiste y guía a los docentes en la selección de técnicas de enseñanza y aprendizaje, a partir del conocimiento representado en una ontología que forma parte de su arquitectura.
- Por su parte, Salcedo, Labraña y Farrán (2002) desarrollaron un sistema basado en conocimiento que posibilita la generación de cursos electrónicos, permitiendo seleccionar de manera dinámica las estrategias de enseñanza más adecuadas para un estudiante.
- Otra contribución es una herramienta para la construcción de tutores inteligentes que recomiendan estrategias de enseñanza más adecuadas según el perfil de cada estudiante (Salcedo, 2003).
- Sierra, Hossian y García-Martínez (2003), describen un sistema experto para asistir a los diseñadores de currículos en la selección de la mejor técnica dado el dominio del conocimiento a transmitir, las características del educando, el entorno tecnológico y las habilidades que se espera logre el individuo.
- Otro desarrollo es INCUDE (Intelligent Curriculum Designer), un repositorio que alberga estrategias de enseñanza y aprendizaje, el cual es parte de la arquitectura de un sistema basado en conocimiento que asiste a los usuarios con poca experiencia en el diseño de planes de estudio de ingeniería (Borges y Lewis, 1998). Un refinamiento de INCUDE (Borges, Vittori, Nabak y Lewis, 1998), se centra en el subdominio de la aplicación

llamada “Estructura del Curso”, para recomendar estrategias en el diseño de las unidades de aprendizaje.

- También ha reportado Murray (1996), una herramienta que apoya a diseñadores instruccionales de poca experiencia en la construcción de tutores inteligentes. Incluye un vocabulario conceptual y aporta una estructura de representación para describir contenidos, estrategias de enseñanza y perfiles de estudiantes.

Se observa, como resultado de la revisión documental realizada, que los sistemas basados en conocimiento y las ontologías han sido introducidos en el diseño curricular, específicamente en la esquematización de unidades de aprendizaje y la selección adecuada de las técnicas de enseñanza y aprendizaje para el logro de las competencias, por una parte, y por la otra, en la representación del conocimiento en este dominio a través de algunos aportes en la estandarización del conocimiento y con ello, su contribución en la eliminación de las barreras terminológicas y conceptuales, apoyando de esta manera las investigaciones en este proceso.

Fundamentado en estos desarrollos con enfoque ontológico y en el hecho de que las ontologías son usadas con el propósito de formalizar, conceptualizar y compartir el conocimiento en dominios complejos, se propone desarrollar una aplicación web basada en una ontología de técnicas de enseñanza y aprendizaje que logre una visión común en este dominio. Desde esta perspectiva, se espera por una parte, que la aplicación resulte de gran utilidad, ya que propone un sistema de almacenamiento común para compartir y reutilizar el conocimiento entre los interesados, la cual pueda ser accedida y consultada durante el diseño de unidades de aprendizaje para un currículo por competencias; y por la otra, sea el punto de partida para solventar algunos de los planteamientos del problema descrito anteriormente.

En este sentido, contar con una aplicación basada en un repositorio que proporcione la estandarización y formalización del vocabulario y terminología en el dominio de técnicas de enseñanza y aprendizaje, sería beneficioso ya que disminuirán las barreras terminológicas y conceptuales, y con ello, las ambigüedades en el manejo de la información. Al respecto, la ontología a través de la aplicación web pondría a

disposición de los usuarios, los conocimientos que necesiten y cuando los necesiten. En la Figura 4 se puede observar gráficamente el esquema general de la propuesta.

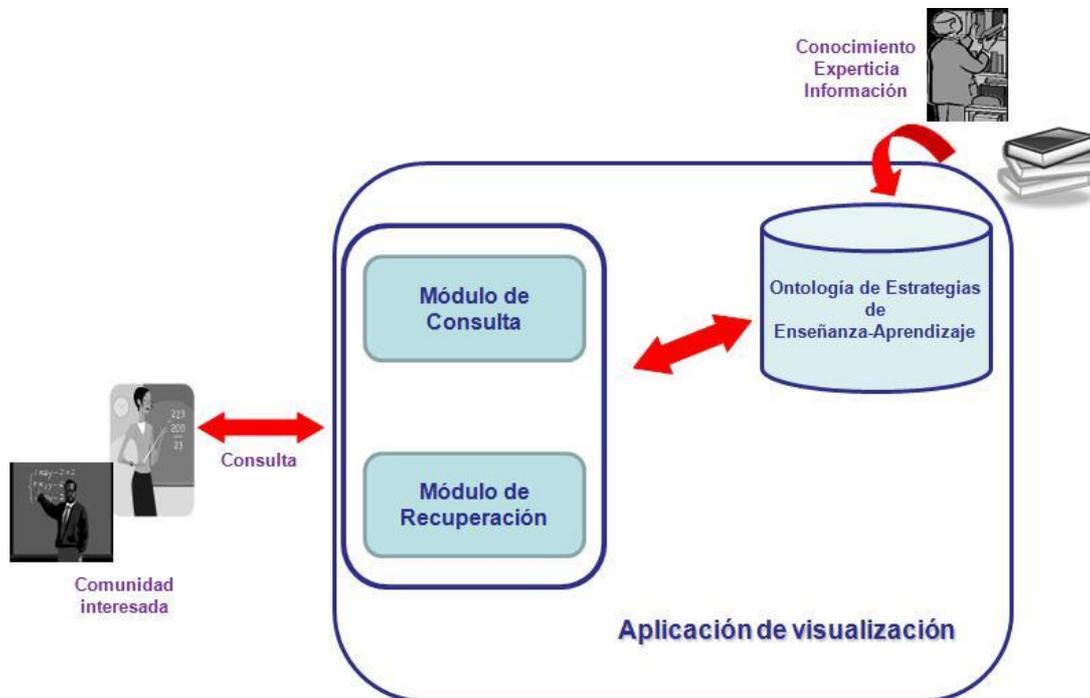


Figura 4. Esquema de la propuesta de desarrollo

I.4 Objetivos de la Investigación

I.4.1 Objetivo General

Desarrollar una ontología de técnicas de enseñanza y aprendizaje, para apoyar el diseño de unidades de aprendizaje en un currículo basado en competencias.

I.4.2 Objetivos Específicos

- Adquirir el conocimiento básico, fundamental y de experticia relacionado con el dominio de técnicas de enseñanza y aprendizaje.
- Conceptualizar el conocimiento relacionado con el dominio de técnicas de enseñanza y aprendizaje.
- Representar mediante una ontología, el conocimiento relacionado con el dominio de técnicas de enseñanza y aprendizaje.
- Desarrollar la aplicación web para la visualización de la ontología de técnicas de enseñanza y aprendizaje.

- Validar y verificar el conocimiento relacionado con el dominio de técnicas de enseñanza y aprendizaje.
- Documentar la aplicación desarrollada para disponer de información de fácil acceso y que sirva de apoyo a futuras investigaciones.

I.5 Aportes

En cuanto a los aportes de la presente investigación se pueden mencionar los siguientes:

- La propuesta permitirá concretar en el dominio del conocimiento que la soporta, de manera que se obtendrá un discernimiento profundo sobre el mismo y constituirá un marco de referencia para describir formalmente las técnicas de enseñanza y aprendizaje, lo que garantizará su estandarización. Propiciará la reutilización del conocimiento al compartir una misma estructura de información.
- A fin de apoyar el diseño de unidades de aprendizaje en un currículo por competencias, este conocimiento podrá ser accedido por cualquier persona que esté interesada, convirtiéndose de esta forma en una guía de referencia y consulta rápida en este dominio. Además, permitirá búsquedas en un repositorio de documentos y trabajos realizados por los investigadores en el área.

CAPÍTULO II. MARCO REFERENCIAL

Este capítulo describe brevemente los conceptos que representan las ontologías, haciendo especial énfasis en Methontology, como metodología de desarrollo ontológico, así como los principales elementos usados para evaluar el contenido y la calidad de la ontología diseñada.

II.1 Las Ontologías

El término ontología se ha empleado desde hace mucho tiempo en el campo de la filosofía y desde varias décadas se introduce en el campo de la Inteligencia Artificial (IA). Actualmente, ha adquirido un nuevo impulso a partir del desarrollo de la Web Semántica, ya que su principal idea es transformar la red en un espacio de conocimiento e información. Al respecto, una ontología define un vocabulario común que describe en un dominio específico conceptos básicos y las relaciones entre ellos (Barrera, Nuñez y Ramos, 2012).

Con las ontologías se pretende definir un esquema conceptual exhaustivo y riguroso de un dominio en particular con la finalidad de facilitar la comunicación, reutilizar y compartir información entre organizaciones, computadores y humanos. Una ontología define un vocabulario común que incluye además la interpretación de los conceptos básicos del dominio y sus relaciones (Ramos, 2004).

Según Studer, Benjamins y Fensel (1998), referenciado en Pastor (2013), “una ontología es una especificación formal y explícita de una conceptualización compartida”.

Se refiere a que es *formal*, porque contempla la organización teórica de términos y relaciones usadas como herramienta para el análisis de los conceptos de un dominio; a *explícita*, porque se refiere a la especificación de los conceptos y a las restricciones sobre éstos; a *conceptualización*, porque describe un modelo abstracto de un fenómeno que puede ser visto como un conjunto de reglas que restringen su estructura, expresado generalmente por un conjunto de conceptos (entidades, atributos, procesos), sus definiciones e interrelaciones (Uschold y Gruninger, 1996), y *compartida*, porque captura conocimiento consensual que es aceptado por una comunidad. Adicionalmente, algunos de los objetivos que se persiguen al desarrollar ontologías son los siguientes

(Noy y McGuinness, 2001): a) proporcionar un vocabulario común entre personas o agentes de software, b) permitir reutilizar el conocimiento de un dominio, c) permitir separar el conocimiento de un dominio del conocimiento operacional, d) analizar el conocimiento del dominio, e) proporcionar una estructura de datos bien justificada, f) reducir la ambigüedad, disminuyendo las confusiones semánticas y g) permitir la interoperabilidad.

II.1.1 Componentes de las Ontologías

Los componentes de una ontología varían de acuerdo al dominio de interés y a lo que necesitan los desarrolladores. Entre los componentes se encuentran (Lozano-Tello, 2002; Gómez-Pérez, Fernández-López y Corcho, 2004):

- Clases: la base de la descripción del conocimiento en las ontologías ya que describen los conceptos del dominio; las clases usualmente se organizan en taxonomías.
- Relaciones: representan las interacciones entre los conceptos del dominio.
- Funciones: tipo concreto de relación donde se identifica un elemento mediante el cálculo de una función que considera varios elementos de la ontología.
- Instancias: representan objetos, elementos o individuos determinados de un concepto.
- Taxonomía: conjunto de conceptos organizados jerárquicamente. Las taxonomías definen las relaciones entre los conceptos pero no los atributos de éstos.
- Axiomas: se usan para modelar sentencias que son siempre ciertas. Los axiomas permiten, junto con la herencia de conceptos, inferir conocimiento que no esté indicado explícitamente en la taxonomía de conceptos.
- Propiedades (Slots): características o atributos que describen a los conceptos. Para un concepto dado, las propiedades y las restricciones sobre éstos son heredadas por las subclases y las instancias de la clase.

II.1.2 Tipos de Ontologías

Las ontologías se pueden clasificar considerando diferentes criterios. En este particular, se hace referencia a las siguientes categorizaciones:

En Uschold (1996), se ofrecen tres dimensiones sobre las cuales varían los tipos de ontologías, a saber:

- **Formalidad:** referido al grado de formalismo del lenguaje usado para expresar la conceptualización, como altamente informal, informal estructurada, semi-formal y rigurosamente formal.

- **Propósito:** referido a la intención de uso de la ontología, entre las que se tienen aquellas para la comunicación entre personas, ontologías para la interoperabilidad entre sistemas y por último, las ontologías para beneficiar la ingeniería de sistemas.

- **Materia:** para expresar la naturaleza de los objetos que la ontología caracteriza. Con respecto a esta dimensión, las ontologías pueden ser: de dominio, de tarea y de representación.

Según el grado de formalismo del lenguaje usado para la conceptualización, se encuentran:

- **Ontología altamente informal:** expresada en lenguaje natural (glosario de términos).
- **Ontología informal estructurada:** expresada en una forma restringida y estructurada de lenguaje natural, que permite incrementar la claridad y reducir la ambigüedad.
- **Ontología semi-formal:** expresada en un lenguaje de definición formal.
- **Ontología rigurosamente formal:** la definición de términos se lleva a cabo de manera meticulosa usando semántica formal y teoremas.

Según Van Heijst, Schereiber y Wielinga (1997), las ontologías pueden clasificarse de acuerdo a la cantidad y tipo de estructura de la conceptualización en:

- **Ontologías terminológicas:** especifican los términos que son usados para representar conocimiento en el universo del discurso. Suelen ser usadas para unificar vocabulario en un campo determinado.

- **Ontologías de información:** especifican la estructura de almacenamiento de bases de datos. Ofrecen un marco para el almacenamiento estandarizado de información.
- **Ontologías de modelado del conocimiento:** especifican conceptualizaciones del conocimiento. Contienen una rica estructura interna y suelen estar ajustadas al uso particular del conocimiento que describen.

Según su dependencia y relación con una tarea específica desde un punto de vista, Guarino (1998) las clasifica en:

- **Ontologías de alto nivel o genéricas:** describen conceptos más generales.
- **Ontologías de dominio:** describen un vocabulario relacionado con un dominio genérico.
- **Ontologías de tareas o técnicas básicas:** describen una tarea, actividad o artefacto.
- **Ontologías de aplicación:** describen conceptos que dependen tanto de un dominio específico como de una tarea específica, y generalmente son una especialización de ambas.

II.1.3 Proceso de Desarrollo de Ontologías

El mecanismo de construcción de una ontología no difiere en líneas generales, del usado para construir software. Las ontologías son productos de software, por lo que su desarrollo deberá seguir los estándares establecidos para esto y ajustados a las características de las ontologías (FIPA, 2000).

Al desarrollar ontologías es importante considerar las siguientes reglas básicas (Noy y McGuinness (2001), referido en Ramos, 2009): a) no existe una manera única y correcta de modelar un dominio, b) el desarrollo ontológico es un proceso iterativo y c) los conceptos de la ontología deberán reflejar lo más fielmente posible a los objetos y relaciones del dominio.

Por lo general, los grupos que llevan adelante desarrollos ontológicos siguen sus propios principios, criterios, reglas o métodos, muchas veces dependiendo del tipo de ontología a desarrollar o de una situación particular. Son numerosas las propuestas de metodologías de construcción que se reportan en la literatura, las cuales tienen por finalidad proporcionar a la comunidad de desarrolladores de un procedimiento de

aceptación común, ampliamente validado y verificado que garantice la consecución de un producto exitoso.

Entre las metodologías existentes se tienen las propuestas iniciales de Uschold y King (1995) y la de Grüninger y Fox (1995), que fueron base de los posteriores planteamientos metodológicos. Destacan de manera particular aquellas metodologías, cuyo ciclo de vida se basan en el desarrollo de prototipos, ya que este modelo permite realizar actualizaciones en cualquier momento de la construcción y de acuerdo a las necesidades que surjan, se encuentran en este grupo On-To-Knowledge (Sure y Studer, 2003) y Methontology (Gómez-Pérez, Fernández-López y Corcho, 2004). A continuación, se describe esta última metodología, la cual fue utilizada en este trabajo.

II.2 Metodología Methontology

La presente investigación muestra el desarrollo de una ontología en el dominio de técnicas de enseñanza y aprendizaje, en tal sentido, se empleó Methontology, la cual tiene sus raíces en las actividades principales identificadas por la IEEE para el proceso de desarrollo de software y las metodologías de la ingeniería del conocimiento. Esta metodología fue seleccionada por innumerables razones, destacándose las siguientes:

- Ha sido propuesta para la construcción de ontologías por la Fundación para Agentes Físicos Inteligentes (FIPA), que promueve la interoperabilidad entre las aplicaciones basadas en agentes (Corcho, Fernández, Gómez y López, 2005).
- En la revisión documental realizada, se pudo notar que es muy utilizada en el desarrollo de aplicaciones ontológicas.
- Su estructura refleja claramente, las técnicas o herramientas a utilizar en cada fase de desarrollo.

En la Figura 5, se muestra el ciclo de vida de Methontology. Al respecto, Fernández (1999) señala que: “las actividades de control, aseguramiento de calidad, adquisición de conocimiento, integración, evaluación, documentación y manejo de configuración se realizan simultáneamente con las actividades de desarrollo. La conceptualización debe ser evaluada cuidadosamente para evitar la propagación de errores a las siguientes etapas del ciclo de vida de la ontología”.

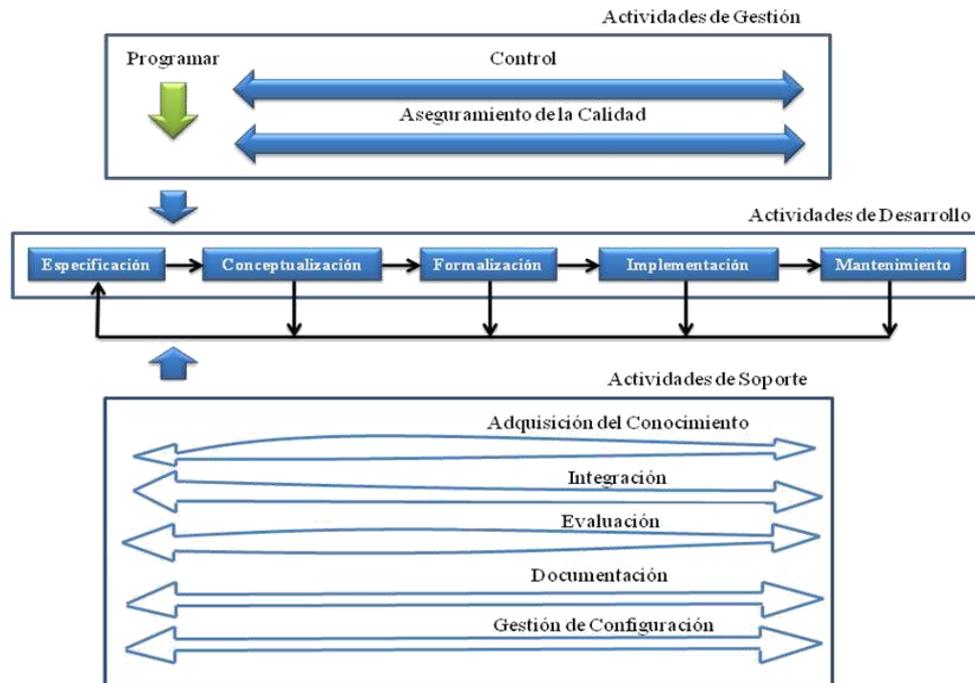


Figura 5. Ciclo de Vida de Methontology (Corcho y otros, 2005)

Las actividades de desarrollo de Methontology son las siguientes:

a) Especificación

Esta actividad consiste en declarar el propósito de la construcción de la ontología, cuáles son los usos que tendrá, y quiénes son los usuarios finales.

b) Conceptualización

A través de esta actividad se organiza y se crea una especificación semi-formal del dominio, usando un conjunto de representaciones intermedias (tablas, diagramas) que puedan ser entendidas por los expertos del dominio y los desarrolladores de ontologías. En la Figura 6 se muestra las tareas que involucra esta fase, las cuales son: construcción del glosario de términos, construcción de la taxonomía de conceptos, construcción del diagrama de relaciones binarias, construcción del diccionario de conceptos, definición de las relaciones binarias en detalle, definición de los atributos de instancia en detalle, definición de los atributos de clases en detalle, definición de las constantes en detalle, definición de los axiomas formales, definición de las reglas y definición de las instancias.

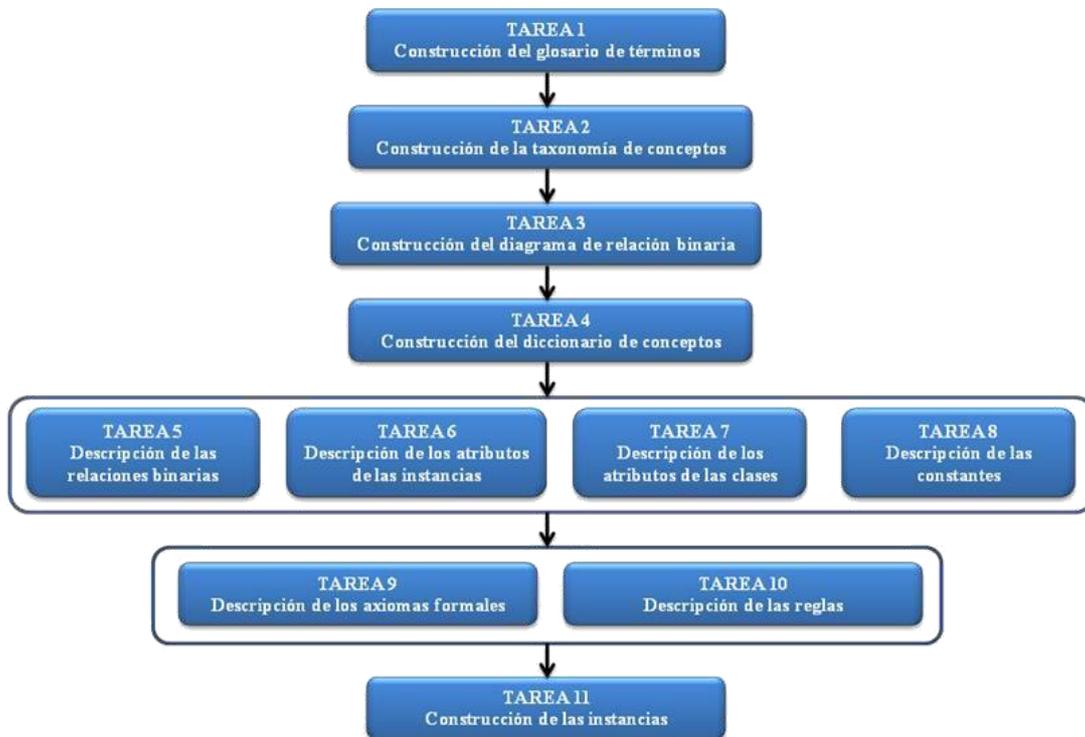


Figura 6. Tareas de la fase de Conceptualización (Corcho y otros, 2005)

c) Formalización

Esta actividad consiste en realizar la transformación del modelo conceptual en un modelo formal o semi-computable.

d) Implementación

Consiste en realizar la codificación de la ontología utilizando un lenguaje formal (Ontolingua, XOL, OIL, DAML, OWL, entre otros).

e) Mantenimiento

Esta actividad permite la actualización y corrección de la ontología.

II.3 Lenguajes y Herramientas

Ramos y Nuñez (2007), mencionan que los lenguajes para representar Ontologías deben contemplar ciertos aspectos tales como: sintaxis bien definida, semántica específica, suficiente expresividad, fácilmente traducible entre los lenguajes ontológicos y permitir eficiencia para realizar razonamientos.

Entre los lenguajes para representar Ontologías existen XML, RDF, OIL, DAML+OIL y OWL, de los cuales la World Wide Web Consortium (W3C) recomienda RDF y OWL. A continuación se describen brevemente RDF y OWL.

II.3.1 Lenguaje RDF

RDF es una recomendación de la W3C para representar metadatos en la Web. Proporciona un medio para agregar semántica a un documento sin referirse a su estructura. RDF es una infraestructura para la codificación, intercambio y reutilización de metadatos estructurados (Fensel, Horrocks, Van Harmelen, Decker, Erdmann y Klein, 2000).

El modelo de datos de RDF está formado por recursos (objetos) y pares de atributos/valores. Un recurso representa cualquier entidad que pueda ser referenciada por un URI (Identificador Único de Recursos). Los atributos representan las propiedades de los recursos, y sus valores pueden ser entidades atómicas (por ejemplo: strings, enteros) u otros recursos. Un modelo RDF puede ser representado como un grafo dirigido, donde los recursos y los valores constituyen los nodos, y los atributos constituyen los arcos, formando una red semántica. En la Figura 7 se muestra un ejemplo sobre una clase (prueba).

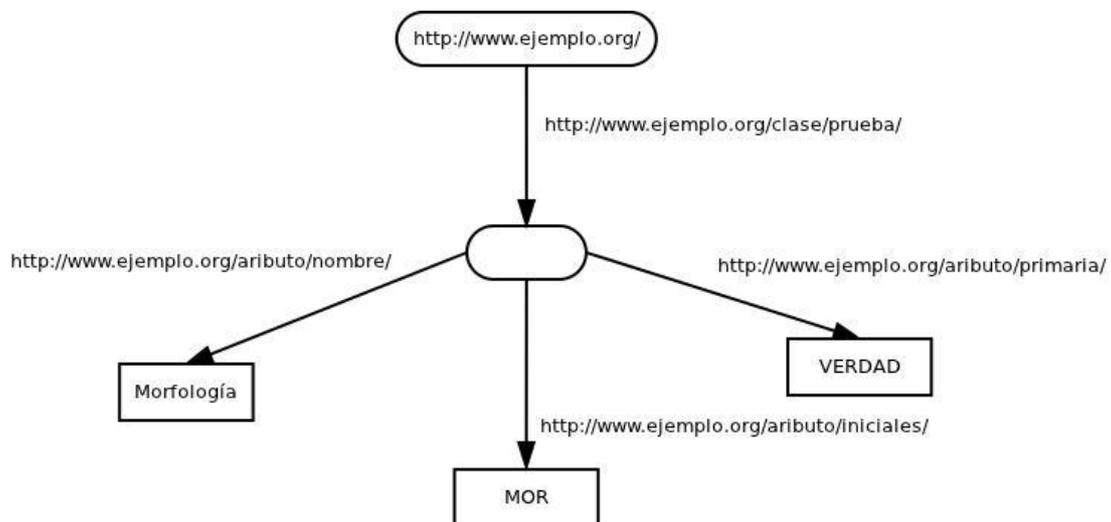


Figura 7. Grafo de la clase prueba

El conjunto de elementos formado por un recurso, un valor y un atributo se le denomina tripleta, sentencia o RDF Graph; en el ejemplo anterior se tienen 4 tripletas.

II.3.2 Lenguaje OWL

Es un lenguaje de marcado semántico desarrollado por la W3C para publicar y compartir Ontologías sobre la World Wide Web⁽¹⁾. Es una extensión del vocabulario de RDF y se deriva de DAML+OIL. OWL está diseñado para ser utilizado por aplicaciones que necesitan procesar el contenido de la información en lugar de sólo presentarla a las personas (McGuinness y Van Harmelen, 2004). Este lenguaje proporciona tres sub-lenguajes diseñados para ser utilizados por comunidades específicas de desarrolladores y usuarios, siendo la característica que define a cada lenguaje su expresividad.

- a) OWL Lite: Es el sub-lenguaje con sintaxis más simple, su intención es ser utilizado en situaciones donde se requiera una jerarquía de clases y restricciones simples.
- b) OWL DL: Es mucho más expresivo que OWL Lite y está basado en lógica descriptiva. Proporciona la máxima expresividad posible sin perder la completitud computacional (todas las conclusiones pueden ser deducidas) y la posibilidad (todos los cálculos se realizan en un tiempo finito).
- c) OWL Full: Es el sub-lenguaje más expresivo, su intención es ser utilizado en situaciones donde una alta expresividad es más importante que la capacidad de garantizar la completitud computacional y la posibilidad.

En cuanto a las *herramientas* utilizadas para el desarrollo de Ontologías, existen editores de Ontologías que apoyan la construcción de éstas. Dichos editores brindan ciertas facilidades que van desde la definición y modificación de conceptos, propiedades, relaciones, axiomas y restricciones, hasta la inspección y navegación.

(1) (<http://www.w3.org/TR/owl-features/>)

Una de las herramientas más utilizadas por los desarrolladores de Ontologías es Protégé⁽²⁾. Esta herramienta es un software de código abierto implementado en Java, desarrollado en la Universidad de Stanford, que permite la construcción de Ontologías de dominio. Es capaz de operar como una plataforma para acceder a otros sistemas basados en conocimiento o aplicaciones integradas, o como una librería que puede ser usada por otras aplicaciones para acceder y visualizar bases de conocimiento. La herramienta ofrece una interfaz gráfica que permite al desarrollador de Ontologías enfocarse en la modelación conceptual sin que requiera de conocimientos respecto a la sintaxis de los lenguajes de salida.

II.4 Evaluación de las Ontologías

Existe una variedad de métodos de evaluación de Ontologías (Brank, Grobelnik y Mladenic, 2005; Obrst, Ashpole, Ceusters, Mani, Ray y Smith, 2007), que por lo general se basan en la comparación con ontologías de referencia, sólo que cuando la ontología que se está desarrollando no tiene precedentes en el dominio, los desarrolladores se ven en la necesidad de utilizar métodos disponibles, que a menudo no garantizan la confiabilidad de la evaluación (Ramos, Nuñez, Casañas, 2009).

Para evaluar la ontología en el presente proyecto de investigación se consideraron dos guías. La primera, supone un conjunto de criterios que permiten verificar el uso correcto del lenguaje ontológico y la validez del vocabulario del dominio expresado en la codificación. La segunda, se basa en el cálculo de métricas de calidad, ya que éstas proporcionan una perspectiva cuantitativa de la calidad de la ontología.

(2) (<http://protege.stanford.edu/>)

II.4.1 Evaluación del contenido de la ontología

La evaluación de la calidad de las Ontologías en cuanto a contenido debe realizarse como a cualquier componente de software, es decir, mediante la emisión de un juicio técnico del contenido respecto a un marco de referencia (requerimientos, preguntas de competencia, uso correcto del lenguaje de codificación, entre otros) durante cada fase del ciclo de desarrollo y considerando la verificación y validación de sus componentes (Gómez-Pérez A., Fernández-López M. y Corcho M., 2004); es así, como en la primera fase se chequea la construcción correcta, es decir, que las definiciones implementen los requerimientos y den respuestas a las preguntas de competencia preestablecidas. La validación se refiere a que las definiciones de la ontología modelen lo más exactamente posible el dominio para el cual fueron creadas.

Las diferentes propuestas para evaluar el contenido de las ontologías coinciden en su mayoría en la evaluación de los siguientes criterios: a) la rigurosidad taxonómica, b) el lenguaje utilizado para la codificación, c) el rendimiento de las aplicaciones o tareas que utilizan las ontologías y d) el vocabulario utilizado para representar los conceptos y relaciones del dominio modelado (Ramos y colaboradores, 2009). Por lo expuesto anteriormente, sería recomendable utilizar métodos para evaluar la calidad de las ontologías que incluyan al menos estos cuatro criterios.

Fundamentado en que la ontología desarrollada es única en el dominio específico de técnicas de enseñanza y aprendizaje, se utilizará para su evaluación un esquema propuesto por Ramos y colaboradores (2009), el cual representa una alternativa práctica para evaluar la calidad de ontologías en estado de modelado sin precedentes en un dominio, sin necesidad de contrastar con ontologías de referencia. Dicho esquema está constituido por cuatro fases, las cuales pueden aplicarse sin un orden estricto y dependiendo del ámbito del conocimiento. A continuación, se describen las fases y las actividades que la componen:

Fase 1. Uso correcto del lenguaje

Es recomendable que el lenguaje seleccionado sea sólido (cualquier expresión pueda ser derivada a partir del conocimiento codificado) y completo (cualquier expresión que esté lógicamente implícita en la base de conocimiento pueda ser

derivada). De esta forma, se pueden aplicar métodos de razonamiento sobre la ontología de manera satisfactoria (Obrst, Ashpole, Ceusters, Mani, Ray y Smith, 2007). También es importante que la escritura esté libre de errores o defectos, para garantizar su futura utilización de manera exitosa.

Las actividades que permitirán evaluar este criterio son:

1. Validar que el lenguaje cumpla con estándares para desarrollos ontológicos, como: OWL (Ontology Web Language), RDF (Resource Description Framework), DAML (DARPA Agent Markup Language), entre otros.
2. Evaluar sintácticamente la Ontología en cada fase del desarrollo. Se sugiere usar: las facilidades de los “test case” (porciones de código que especifican el correcto uso del lenguaje) de OWL (<http://www.w3.org/TR/owl-test/#dfn-OWL-DL-document>) y RDF (<http://www.w3.org/TR/rdf-testcases/>), el marco de prueba que provee el editor de ontologías Protégé-OWL (Horridge, Knublauch, Rector, Stevens, y Wroe, 2004) y analizadores sintácticos como el de DAML (<http://www.daml.org/validator/>) o el de OWL, desarrollado en el proyecto WonderWeb (<http://wonderweb.semanticweb.org/>).

Fase 2. Exactitud de la estructura taxonómica

Para examinar la rigurosidad de la estructura taxonómica que representa los conceptos, términos y clases del dominio, así como la naturaleza de las diferentes relaciones jerárquicas y semánticas, es necesario, y en algunas oportunidades imprescindible, el conocimiento que sólo los expertos humanos pueden proporcionar (Brank, Grobelnik y Mladenic, 2005; Brewster, Alani, Dasmahapatra y Wilks, 2004). La evaluación taxonómica considera la verificación de inconsistencias, completitud y redundancia de los términos de la taxonomía (Gómez-Pérez A y colaboradores, 2004). Los errores más comunes son: clasificaciones semánticas incorrectas (clasificación de conceptos como subclase de una clase a la que no pertenecen), clases e instancias con diferentes nombres pero definiciones similares, omisión de conocimiento disjunto entre clases, ausencia de conceptos, redundancia de relaciones (clases con más de una relación de subclase), clases definidas como generalización o especializaciones de sí misma, entre otros.

Las actividades que se proponen realizar en esta fase son las siguientes:

1. Identificar inconsistencias tales como: clases definidas como generalizaciones o especializaciones de sí mismas
2. Conceptos que no pertenecen a una clase en particular
3. Evaluar la completitud de los conceptos codificados en la Ontología
4. Ausencia de conceptos relevantes del dominio
5. Omisión de conocimiento disjunto entre clases de la estructura
6. Evaluar la existencia de redundancias en clases, instancias y relaciones
7. Clases e instancias con diferentes nombres, pero definiciones similares
8. Clases que tienen más de una relación de subclase

Fase 3. Validez del vocabulario

Chequear que los términos codificados en la Ontología existan y sean significativos en otras fuentes de conocimiento independientes, como por ejemplo, el conocimiento contenido en el corpus del dominio, entendiéndose por corpus, al conjunto más extenso y ordenado posible de datos o textos científicos, literarios, etc., que pueden servir de base a una investigación (RAE, 2012).

Las actividades de esta fase son las siguientes:

1. Analizar el corpus del dominio: Identificar, extraer y organizar (en una tabla) los términos significativos del dominio a partir de los documentos. Es muy posible que en esta actividad sea necesaria la colaboración de los expertos.
2. Evaluar el vocabulario considerando medidas de calidad de resultados usadas en escenarios de recuperación de información (búsqueda de documentos), tales como la precisión y el recall (exhaustividad) (Brank J. y colaboradores, 2005). Los insumos para esta actividad serán la tabla construida en la primera actividad y el glosario de términos de la Ontología.
 - a) **Calcular Precisión:** porcentaje de los términos de la Ontología que aparecen en el corpus con relación a la cantidad total de términos de la Ontología, utilizando la siguiente expresión:

$$\text{Precisión} = \text{CO-C} / \text{COnto} \quad (1)$$

Donde:

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

COnto = Cantidad total de términos de la Ontología

- b) **Calcular Recall:** porcentaje de términos del corpus que aparecen en la de Ontología con relación al total términos en el corpus, utilizando la siguiente expresión:

$$\text{Recall} = \text{CO-C} / \text{CCorp} \quad (2)$$

Donde:

CCorp = Cantidad total de términos del corpus

En función de los valores obtenidos para la Precisión y el Recall, se establece una valoración cualitativa acerca de lo adecuado del vocabulario.

Fase 4. Adecuación a Requerimientos

La principal actividad al inicio del desarrollo de una Ontología, tal como sugieren los métodos de Methontology (Gómez-Perez A. y colaboradores, 2004) y OnTo-Knowledge (Staab, Studer, Schnurr y Sure, 2001), consiste en la elaboración de un documento de requerimientos que especificará para qué se construye la Ontología, cuál es la meta a alcanzar, descripción del dominio, posibles aplicaciones que la utilizarán, nivel de formalidad, fuentes de conocimiento disponibles, usuarios potenciales y escenarios de uso. Además, incluirá preguntas de competencia (posibles preguntas que la Ontología deberá responder), las cuáles serán utilizadas como un indicador del alcance y contenido del dominio representado, ya que pueden comportarse

como un conjunto de pruebas para validar los requerimientos (Obrst y colaboradores, 2007).

Las actividades para evaluar la adecuación a los requerimientos son:

1. Verificar que las especificaciones del documento de requerimientos se cumplan
2. Verificar que las respuestas proporcionadas por la Ontología a las preguntas de competencias sean correctas y pertinentes

Luego de realizada la evaluación, el desarrollador de ontologías o ingeniero ontológico deberá chequear y analizar de forma incremental la validez de los resultados obtenidos; de no ser satisfactorios, se regresará a la fase previa, hasta alcanzar los resultados deseados.

II.4.2 Evaluación de la calidad de la ontología

Un aspecto importante en el proceso de evaluación de ontologías es el uso de métricas que ofrezcan una perspectiva cuantitativa, las cuales busca a través de la ontología recopilar diferentes tipos de estadísticas sobre el conocimiento representado o solicitar al usuario información que no está incluida en la propia ontología. En este contexto, se tiene **OntoQA**: Análisis de calidad de ontologías basado en métricas (Metric-Based Ontology Quality Analysis), que es una herramienta de evaluación de ontologías a partir del análisis de un conjunto de métricas de medición de los diferentes aspectos del esquema de la ontología y de la base de conocimiento, dando así una idea de las características generales de la misma. Este análisis combina métricas de esquemas y métricas de base de conocimiento (Tartir, Arpinar y Sheth, 2010), las cuales se describen a continuación:

- A. Métricas de Esquema:** evalúan el diseño de la ontología y su potencial para representar conocimiento a través de los parámetros: riqueza, amplitud, profundidad y herencia de esquema.

- **Riqueza de Relaciones (RR):** Diversidad de tipos de relaciones presente en la ontología. Una ontología que sólo contiene relaciones de subclase, transmite menos que una que contiene diversos tipos de relaciones.

$$RR = \frac{|P|}{|H| + |P|} \quad 0 \leq RR \leq 1 \quad (3)$$

Donde:

P: número de relaciones de no-herencia (ad-hoc)

H: número de relaciones de herencia (sub_clase_de)

- **Riqueza de Herencia (RH):** Describe la distribución de la información a través de los diferentes niveles de la ontología. Indica que tan bien se agrupan los conocimientos en las diferentes categorías y subcategorías.

$$RH = \frac{|H|}{|C|} \quad 0 \leq RH \leq 1 \quad (4)$$

Donde:

H: número de relaciones definidas en el esquema (herencia)

C: número de clases definidas en la ontología

- **Riqueza de Atributos (RA):** define la cantidad de atributos (slots) que se definen para las clases pueden calificar el diseño y la cantidad de información relativa a datos de la instancia.

$$RA = \frac{|A|}{|C|} \quad (5)$$

Donde:

A: número de atributos definidos en la ontología

C: número de clases definidas en la ontología

B. Métricas de Base de Conocimiento (BC): evalúan la efectividad del diseño ontológico y la cantidad de conocimiento del mundo real representado en la

ontología (instancias), teniendo en cuenta la ubicación de las instancias en la ontología y la utilización eficaz de los conocimientos modelados en el esquema.

- **Riqueza de Clases (RC):** describe cómo las instancias están distribuidas a través de las clases, comparando la cantidad de clases instanciadas contra la cantidad total de clases.

$$RC = \frac{|C'|}{|C|} \quad 0 \leq RC \leq 1 \quad (6)$$

Donde:

C': número total de clases que han sido instanciadas

C: número total de clases

- **Importancia de Clases (IC_i):** define el porcentaje de instancias que pertenecen a un subárbol de la base de conocimiento (BC) con raíz en la clase *i*, en comparación al número total de instancias de clase en la BC.

$$Imp(C_i) = \frac{|Inst(C_i)|}{|BC(C_i)|} \quad (7)$$

Donde:

Inst (C_i): número de instancias de la clase C_i

BC (C_i): número de clases instanciadas

Además, como se presentará en el capítulo III, existen algunas aplicaciones validadoras, las cuales son herramientas que permiten aceptar sintácticamente los archivos generados en lenguajes ontológicos. Entre las cuales se tienen:

- Servicio de validación de la W3: <http://www.w3.org/RDF/Validator/>
- GoodRelations Validator, utilizado para chequear vocabulario Web de e-commerce, rango de valores, máximos y mínimos, etc.: <http://www.ebusiness-unibw.org/tools/goodrelations-validator/check>

- OOPS! – OntOlogy Pitfall Scanner!, aplicación web que permite detectar malas prácticas en ontologías: <http://oeg-lia3.dia.fi.upm.es/oops/index-content.jsp>
- Validador de la Universidad de Manchester, el cual valida ontologías escritas en RDF/XML, OWL/XML, OWL Functional Syntax, Manchester OWL Syntax, OBO Syntax: <http://owl.cs.manchester.ac.uk/validator/>
- SKOS Consistency Checker, chequea la consistencia de vocabulario codificado en SKOS (SKOS modelo de datos para compartir y enlazar sistemas de organización de conocimiento en la Web) y en RDF: <http://qskos.poolparty.biz/>

CAPÍTULO III. ONTOLOGÍA DE TÉCNICAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

En este capítulo se presenta la construcción de una ontología para el dominio de técnicas de enseñanza y aprendizaje, desarrollada con la metodología Methontology e implementada con el editor Protégé.

III.1 Desarrollo utilizando Methontology

Fundamentado en la necesidad de estandarizar y formalizar el conocimiento respecto a las técnicas de enseñanza y aprendizaje, se construyó una ontología que alcanza una visión común en este dominio, la cual pueda ser compartida y accedida por aquellos que necesiten utilizar este conocimiento durante el diseño de unidades de aprendizaje para un currículo por competencias. Este repositorio proporciona la estandarización y formalización del vocabulario y terminología en el dominio de técnicas de enseñanza y aprendizaje.

a) Actividad de Especificación

Incluye los siguientes productos: propósito y alcance de la ontología, las preguntas de competencia (preguntas que la ontología deberá ser capaz de responder), así como sus usuarios finales. La Tabla 2 muestra el documento de especificación de requerimientos, donde se describe cada producto para esta fase.

Tabla 2. Documento de especificación de requerimientos

| | |
|------------------------|---|
| Nombre de la Ontología | Ontología de Técnicas de Enseñanza y Aprendizaje |
| Propósito | Apoyar a los diseñadores de currículos por competencia en la selección de las técnicas más adecuadas durante el diseño de las UA del plan de estudios |
| Alcance | Dominio del conocimiento que abarca sólo técnicas y actividades de enseñanza y aprendizaje |
| Nivel de Formalidad | Formal |
| Tipo de Ontología | Ontología de dominio (proporciona el lenguaje necesario para describir el dominio estudiado) |

| | |
|--------------------------|---|
| | |
| Preguntas de competencia | <ul style="list-style-type: none"> a. Conociendo la(s) técnica(s) a aplicar (Tec_1, Tec_2,..., Tec_n) en una experiencia de enseñanza y aprendizaje, ¿Qué actividad(es) (Act_1, Act_2,..., Act_n) puede seleccionar un docente? b. ¿Cuál es el contexto que sugiere una determinada experiencia de enseñanza y aprendizaje (EEA_1, EEA_2,..., EEA_n) c. Dada una actividad, ¿A qué técnica(s) (Tec_1, Tec_2,..., Tec_n) está asociada? d. ¿Cuáles competencias específicas (CE_1, CE_2,..., CE_n) buscan desarrollar una determinada experiencia de enseñanza y aprendizaje (EEA_1, EEA_2,..., EEA_n)? e. Conociendo la(s) técnica(s) disponible(s) (Tec_1, Tec_2,..., Tec_n), que experiencia(s) de enseñanza y aprendizaje (EEA_1, EEA_2,..., EEA_n) se pueden generar f. Conociendo el contexto (Cont_i), ¿Cuál experiencia de enseñanza y aprendizaje (EEA_i) ha promovido el desarrollo de las competencias? |
| Usuarios finales | Diseñadores de currículos y docentes en general |
| Fuentes de conocimiento | Expertos del dominio curricular basado en competencias (profesionales y docentes), expertos en el dominio ontológico, libros y/o manuales especializados (García, 2009; Córca y Dinerstein, 2009; Larraín y González, 2007; Benito y Cruz, 2005; Gutierrez, 2001; Díaz y Hernández, 1999), artículos relacionados (Oprea, 2012; Romero, Gutiérrez y Calusco, 2012; Nguyen, Vo, Bui y Nguyen, 2011; Umaña, 2008; Schmal y Ruiz-Tagle, 2007), publicaciones especializadas (Ramos, Núñez y Casañas, 2009; Patiño, 2006; De Miguel, 2003), guías, presentaciones, internet, entre otros. |

b) Actividad de Conceptualización

Consiste en organizar y crear una especificación semi-formal del dominio, usando un conjunto de representaciones intermedias que los expertos del dominio y los desarrolladores de ontologías puedan entender. Las tareas que involucra esta fase son: construcción del glosario de términos, construcción de la taxonomía de conceptos, construcción del diagrama de relaciones binarias, construcción del diccionario de conceptos, definición de las relaciones binarias en detalle, definición de los atributos de instancia en detalle, definición de los atributos de clases en detalle, definición de las

constantes en detalle, definición de los axiomas formales, definición de las reglas y definición de las instancias, las cuales se especifican a continuación:

Tarea N°1: Construcción del Glosario de Términos

Se crea un conjunto de los términos relevantes del dominio, las descripciones en lenguaje natural, sinónimos y acrónimos. El glosario contiene un total de 50 términos; en la Tabla 3 se muestra un extracto de éste (ver Anexo A):

Tabla 3. Extracto del Glosario de Términos

| Nombre | Sinónimo | Acrónimo | Descripción | TIPO |
|--|---|-----------------|--|-----------------------|
| Actividad | Acción | | Conjunto de tareas específicas que facilitan la ejecución de las técnicas | Concepto |
| Actividad de apoyo | | | Conjunto de tareas implícitas en la ejecución de las técnicas | Atributo de instancia |
| Análisis de la información | | | Actividad intelectual que permite separar lo principal de lo accesorio y lo trascendental de lo pasajero o superfluo en un producto que será transmitido en un lenguaje sencillo, directo, sin ambigüedades y con un orden lógico | Instancia |
| Competencia | Aptitud, Capacidad | | Capacidad de poner en práctica de forma integrada, en contextos diferentes, los conocimientos, habilidades y características de la personalidad adquiridas. Incluye saberes teóricos, habilidades prácticas y actitudes (compromisos personales) | Concepto |
| Experiencia de enseñanza y aprendizaje | Estrategia didáctica, Estrategia de enseñanza y aprendizaje, método instruccional | | Conjunto de procedimientos, apoyados en técnicas de enseñanza y aprendizaje, que tienen como propósito promover el desarrollo de las competencias en los estudiantes | Concepto |
| Portafolio | | | Técnica que consiste en la aportación de producciones por parte del estudiante, a través de las cuáles se reflejan sus esfuerzos, progresos y logros en un periodo de tiempo y en alguna área específica | Instancia |
| Técnica | | | Procedimiento didáctico que incide en una parte específica de la unidad de aprendizaje y busca obtener eficazmente, a través de una secuencia de acciones, uno o varios productos | Concepto |

Tarea N^o 2: Construcción de la Taxonomía de Conceptos

Se especifica la jerarquía entre los conceptos definidos en la Tarea N^o1 (glosario de términos). Para la ontología construida, no se tiene una taxonomía específica.

Tarea N^o3: Construcción del Diagrama de Relaciones Binarias

En esta tarea se establecen los tipos de relaciones entre los conceptos definidos. La figura 8, muestra un fragmento del diagrama, especificando la relación “aplica una o más” y su inversa “son aplicadas en” (ver Anexo B).

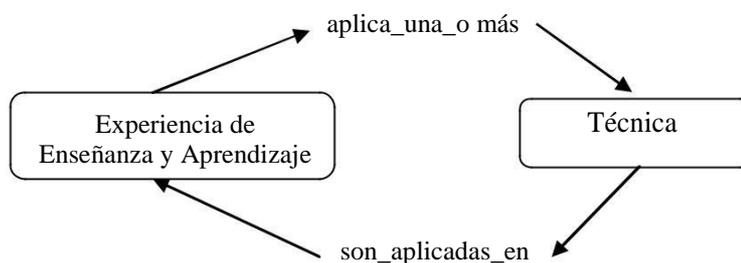


Figura 8: Extracto del Diagrama de Relaciones Binarias

Tarea N^o 4: Construcción del Diccionario de Conceptos

Producto de las múltiples reuniones y entrevistas con los expertos, se alcanzó la identificación, verificación y validación de un conjunto de conceptos considerados por éstos como los más importantes y representativos del dominio de las técnicas de enseñanza y aprendizaje (tabla 4).

Tabla 4: Conceptos y su descripción para el dominio de Técnicas de Enseñanza y Aprendizaje

| Concepto | Descripción |
|-------------|--|
| Actividad | Acción específica que facilita la ejecución de las técnicas |
| Audiencia | Conjunto de personas que presencian un evento, escuchando a la autoridad en el tema |
| Competencia | Capacidad de poner en práctica de forma integrada, en contextos diferentes, los conocimientos, habilidades y características de la personalidad adquiridas. Incluye saberes teóricos, habilidades prácticas y actitudes (compromisos personales) |
| Contexto | Circunstancias en que se encuentran el emisor y el receptor durante el proceso de comunicación y que |

| | |
|--|---|
| | permiten, en ocasiones, entender correctamente el mensaje |
| Entorno | Conjunto de circunstancias en que se produce el mensaje (lugar y tiempo, cultura del emisor y receptor, entre otros) y que permiten su correcta comprensión |
| Experiencia de enseñanza y aprendizaje | Conjunto de procedimientos, apoyados en técnicas de enseñanza y aprendizaje, que tienen como propósito promover el desarrollo de las competencias en los estudiantes |
| Técnica | Procedimiento didáctico que incide en una parte específica de la unidad de aprendizaje y busca obtener eficazmente, a través de una secuencia de acciones, uno o varios productos |

Seguidamente, se establecieron las relaciones entre ellos para finalmente expresarlos a través de un modelo conceptual tal como se muestra en la Figura 9.

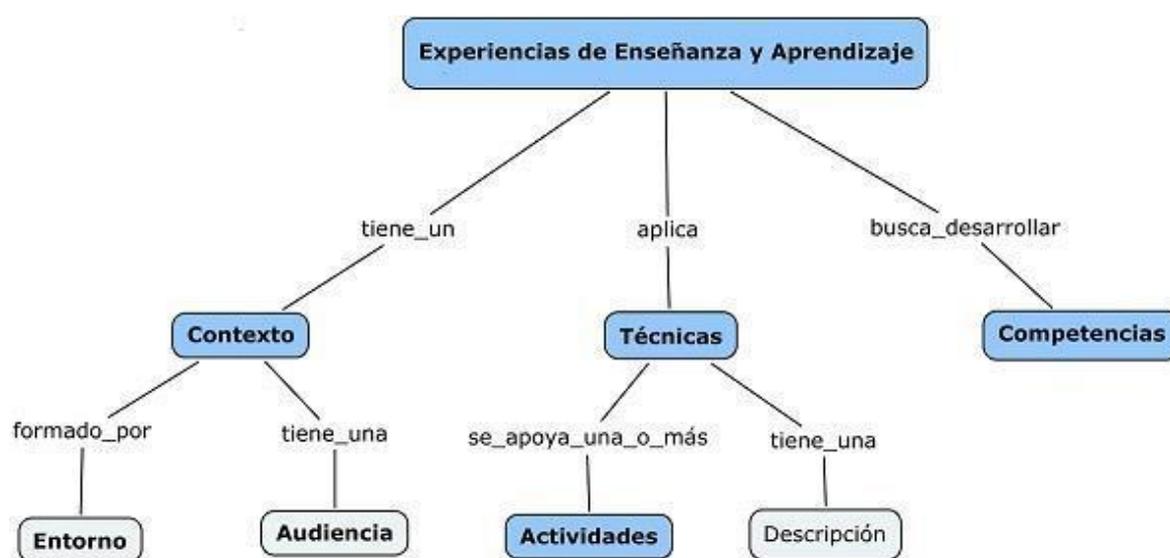


Figura 9: Modelo conceptual del dominio de técnicas de enseñanza y aprendizaje

Como se observa en la Figura 9, del concepto “experiencia de enseñanza y aprendizaje” (EEA), se generan tres relaciones: la primera de ellas establece que una determinada EEA tiene un Contexto (CT), el cual a su vez está formado por un Entorno (E) y tiene una Audiencia (A); la segunda indica que una EEA puede aplicar una o más técnicas (T); y la tercera relación alude a su propósito de desarrollar ciertas

competencias (C) del perfil profesional. Finalmente, para el concepto técnica se acuerda la siguiente relación: una T se apoya en una o más actividades (A).

Además, se definieron relaciones, instancias, atributos de clases y atributos de instancias. La Tabla 5 representa un fragmento del diccionario de conceptos (ver Anexo C).

Tabla 5: Extracto del Diccionario de Conceptos

| Concepto Origen | Instancias | Atributos de Instancias | Atributos de Clase | Relación | Concepto Destino | Card | Relación Inversa |
|-----------------|--|---|--------------------|-----------------------|--|------|-----------------------|
| Actividad | <ul style="list-style-type: none"> • Análisis de la información • Explicación • Lectura • Observación | <ul style="list-style-type: none"> • Nombre • Descripción | | parte_de | Técnica | 1:N | se_apoya_en_una_o_más |
| Competencia | | Descripción | | es_desarrollada_en | Experiencia de enseñanza y aprendizaje | 1:N | busca_desarrollar |
| Técnica | <ul style="list-style-type: none"> • Estudio de casos • Infografía • Mapa conceptual • Portafolio • Aprendizaje Basado en Proyectos | <ul style="list-style-type: none"> • Nombre • Descripción • Descripción procedimental • Recomendación | | se_apoya_en_una_o_más | Actividad | 1:N | parte_de |

Tarea 5. Descripción en detalle de los Atributos de Instancias

Se describe detalladamente todos los atributos de las instancias incluidas en el diccionario de conceptos.

Tabla 6: Atributos de Instancia

| Nombre del atributo de instancia | Concepto | Tipo de valor | Rango de valores | Cardinalidad |
|---|--|----------------------|-------------------------|---------------------|
| Audiencia | Contexto | Cadena de caracteres | - | (1:1) |
| Descripción | Actividad, Técnica | Cadena de caracteres | - | (1:1) |
| Descripción de la experiencia | Experiencia de enseñanza y aprendizaje | Cadena de caracteres | - | (1:1) |
| Descripción procedimental | Técnica | Cadena de caracteres | - | (1:1) |
| Entorno | Contexto | Cadena de caracteres | - | (1:1) |
| Nombre | Actividad, Técnica | Cadena de caracteres | - | (1:1) |
| Recomendación | Técnica | Cadena de caracteres | - | (1:N) |

Tarea N° 6: Definición en detalle de los Atributos de Clases

Se crea una tabla en la que se describen de manera precisa todos los atributos de clases incluidos en el diccionario de conceptos. Para la ontología en el dominio de técnicas de enseñanza y aprendizaje, no existen atributos de clase.

Tarea N° 7: Definición en detalle de las Constantes

Se crea una tabla en la que se describe detalladamente cada una de las constantes definidas en el glosario de términos. Para la ontología en el dominio de técnicas de enseñanza y aprendizaje, no existen constantes.

Tarea N° 8: Definición de los Axiomas Formales

Se identifican los axiomas formales necesarios en la ontología y se describen con precisión en una tabla. La Tabla 6 muestra los axiomas formales que se definieron para la ontología de técnicas de enseñanza y aprendizaje.

Tabla 7: Axiomas Formales

| Nombre del axioma | Descripción | Conceptos | Relaciones |
|--|---|--|-----------------------------|
| Construcción de la técnica | Toda técnica se apoya en una o más actividades | Técnica – Actividad | secuencia_una_o_más |
| Construcción de una Experiencia de enseñanza y aprendizaje | Toda experiencia de enseñanza y aprendizaje aplica una o varias técnicas | Experiencia de enseñanza y aprendizaje – Técnica | aplica_una_o_más |
| | Toda experiencia de enseñanza y aprendizaje tiene un contexto | Experiencia de enseñanza y aprendizaje – Contexto | tiene_un |
| | Toda experiencia de enseñanza y aprendizaje busca desarrollar una o varias competencias | Experiencia de enseñanza y aprendizaje – Competencia | busca_desarrollar_una_o_más |

Tarea N° 9: Definición de las Reglas

Se identifican cuáles reglas son necesarias en la ontología y se describen en una tabla de reglas. Para el caso en estudio no se identificaron reglas.

Tarea N° 10: Definición de las Instancias

Una vez creado el modelo conceptual de la ontología (Figura 9), se define en una tabla las instancias relevantes que aparecen en el diccionario de conceptos. A continuación, se presenta en la Tabla 8, un extracto de las instancias para los conceptos producto del consenso entre expertos del dominio (ver anexo D).

Tabla 8: Extracto de la descripción de Instancias

| Nombre de la instancia | Nombre del concepto | Atributo | Valores |
|---------------------------------------|----------------------------|---|----------------|
| Activación de conocimientos previos | Actividad | Nombre, descripción | --- |
| Análisis de la información | Actividad | Nombre, descripción | --- |
| Aprendizaje Basado en Problemas (ApP) | Técnica | Nombre, descripción, descripción procedimental, recomendación | --- |
| Aprendizaje Basado en Proyecto (ABP) | Técnica | Nombre, descripción, descripción procedimental, recomendación | --- |
| Búsqueda de información | Actividad | Nombre, descripción | --- |
| Estudio de casos | Técnica | Nombre, descripción, descripción procedimental, recomendación | --- |
| Exposición (Conferencia) | Técnica | Nombre, descripción, descripción procedimental, recomendación | --- |
| Lectura | Actividad | Nombre, descripción | --- |
| Mapa conceptual | Técnica | Nombre, descripción, descripción procedimental, recomendación | --- |
| Portafolio | Técnica | Nombre, descripción, descripción procedimental, recomendación | --- |

c) Actividad de Formalización

En ésta se realiza la transformación del modelo conceptual en un modelo formal o semi-computable. Para llevar a cabo esta actividad se seleccionó el sublenguaje de OWL ⁽³⁾, OWL-DL (estándar recomendado por W3C), y el editor de ontologías Protégé (versión 3.4.8).

Protégé es un software libre de código abierto implementado en Java, desarrollado en la Universidad de Stanford, que permite la construcción de ontologías (<http://protege.stanford.edu/>). Posee la capacidad de operar como una plataforma para acceder a otros sistemas basados en conocimiento o aplicaciones integradas, o como una librería que puede ser usada por otras aplicaciones para acceder y visualizar bases de conocimiento (Ramos, 2009). La Figura 10, muestra la interfaz principal de la codificación de la Ontología de Técnicas de Enseñanza y Aprendizaje (OTEA) en Protégé.

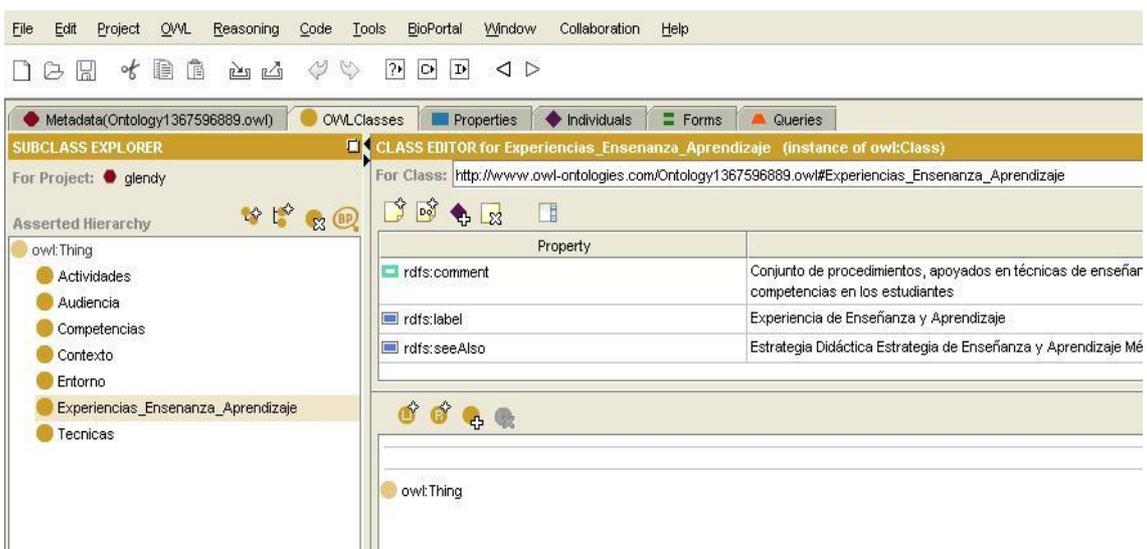


Figura 10. Interfaz principal de la Ontología de TEA

(3) <http://www.w3.org>

d) Actividad de Implementación

La herramienta Protégé, proporciona al desarrollador de ontologías (DO) una interfaz gráfica que permite enfocarse en el modelado conceptual sin necesidad de conocimientos previos sobre la sintaxis de los lenguajes de salida. Además, el modelo de conocimiento de Protégé está basado en marcos (“frames”) y sus elementos proporcionan clases, instancias de esas clases, propiedades que representan los atributos de las clases y sus instancias, y restricciones que expresan información adicional sobre las propiedades. Este software ha sido utilizado como ambiente de desarrollo primario para muchas ontologías en diferentes dominios, permitiendo la codificación de la ontología utilizando un lenguaje formal.

Durante la implantación del modelo conceptual se siguieron una serie de pasos, los cuales se mencionan a continuación:

a) Especificación de los conceptos de la jerarquía utilizando los tipos de clases que proporciona Protégé 3.4.8.

b) Definición de las relaciones entre las clases indicando para cada relación el nombre, clases permitidas, dominio, cardinalidad y relación inversa.

c) Definición de los atributos utilizados para describir los conceptos, indicando su nombre, tipo de valor, cardinalidad, clases a las que pertenece y valores por defecto.

d) Especificación de las instancias pertenecientes a cada clase (concepto) y los valores de sus atributos.

En resumen, la Ontología de Técnicas de Enseñanza y Aprendizaje desarrollada está constituida por: siete (7) conceptos (Figura 11a), doce (12) relaciones (Figura 11b) y sesenta y dos (62) instancias (Figura 11c).

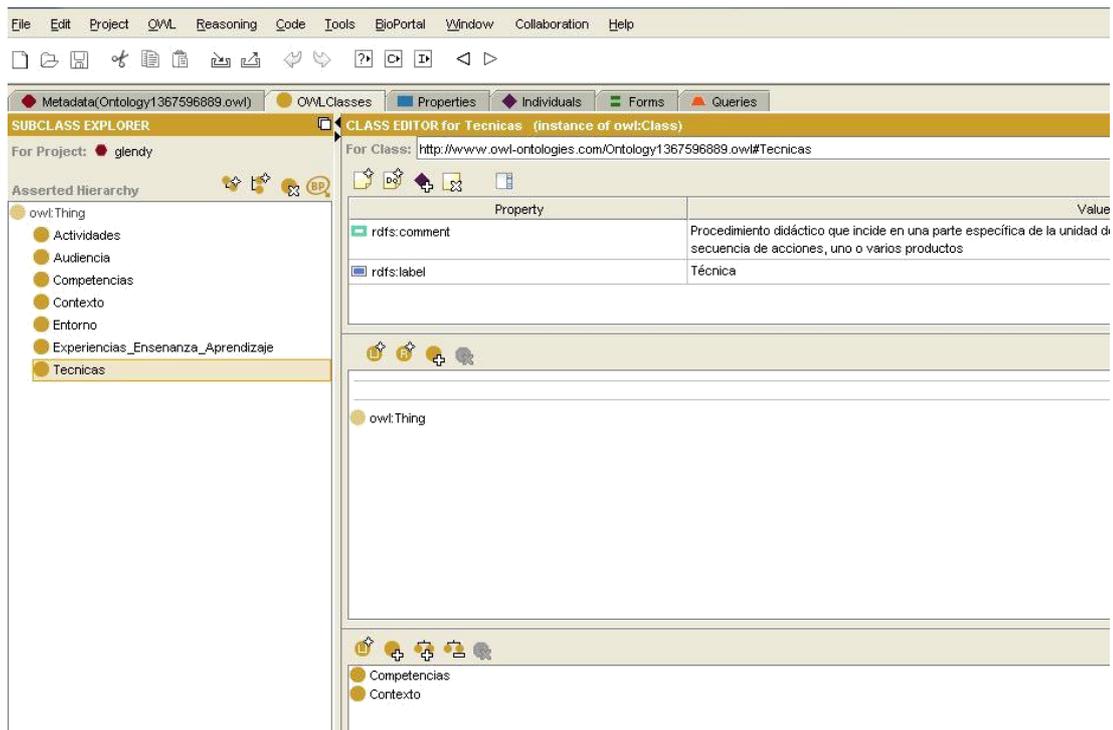


Figura 11a: Conceptos de la Ontología de TEA

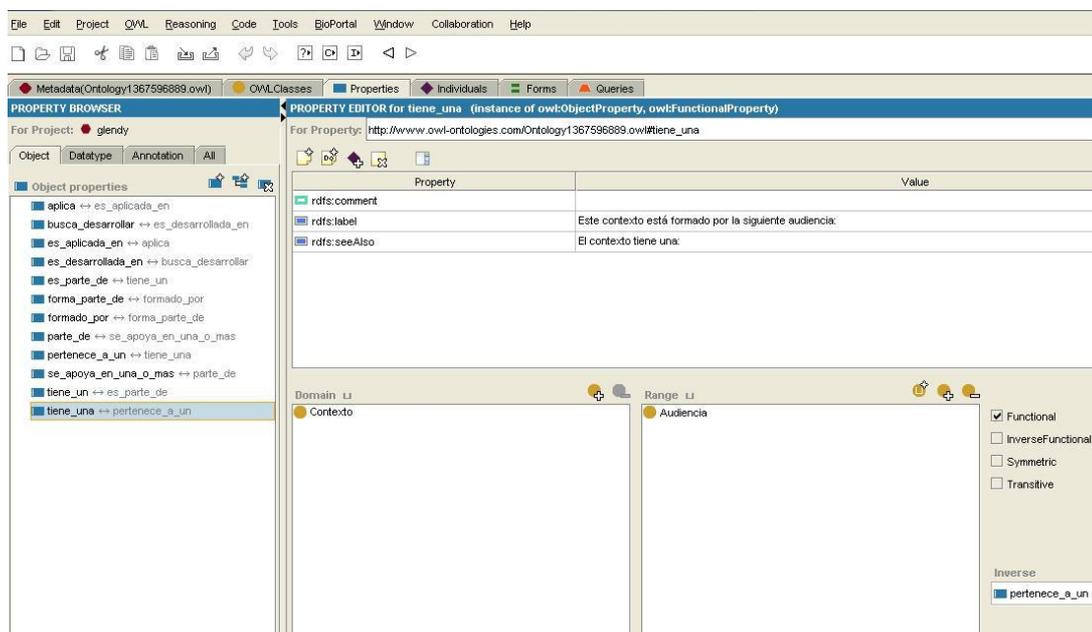


Figura 11b: Propiedades de la Ontología de TEA

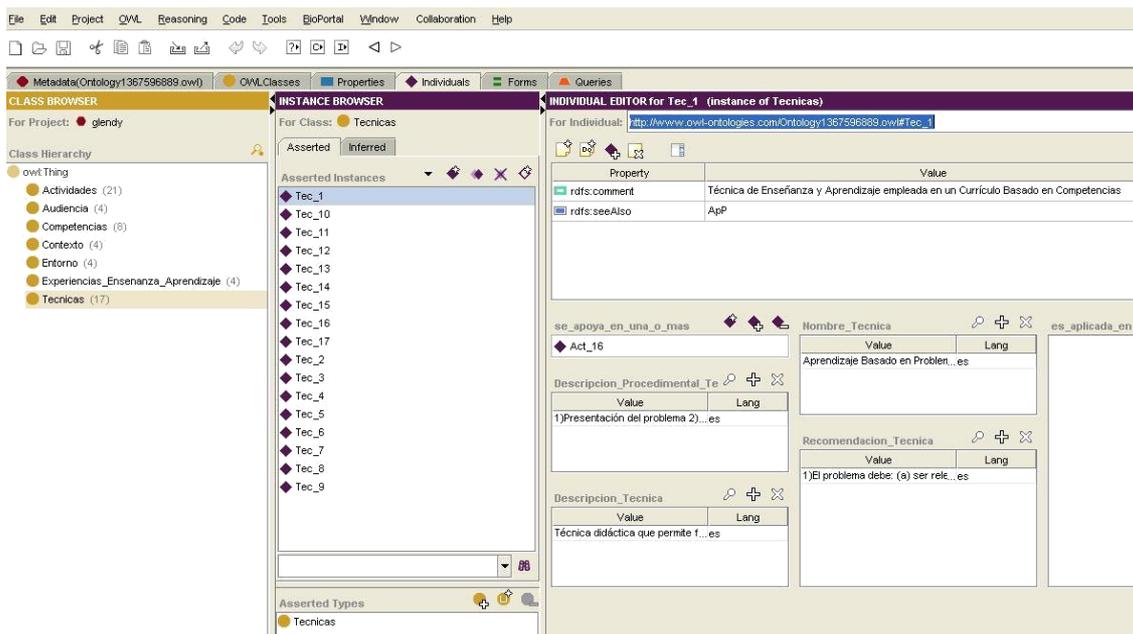


Figura 11c: Atributos e instancias del concepto “técnica”

Cabe destacar que la ontología desarrollada es la única representación con estas características que se conoce en el dominio de TEA; dicha aseveración es fundamentada en la revisión realizada para los antecedentes de este trabajo, adicionalmente, se revisaron las siguientes fuentes:

- a) La librería DAML⁽⁴⁾, la cual organiza cientos de ontologías desarrolladas en DAML.
- b) El directorio SchemaWeb que almacena esquemas RDF expresados en lenguaje RDFS, OWL y DAML+OIL⁽⁵⁾.
- c) El Swoogle⁽⁶⁾, motor de búsqueda de documentos en la Web, que incluye ontologías codificadas en OWL.

(4) (<http://www.daml.org/ontologies>)

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

(6) (<http://swoogle.umbc.edu/>)

e) Actividad de Mantenimiento

La actividad de mantenimiento permite la actualización y corrección de la ontología. Esta actividad, se ejecutará ingresando instancias a los conceptos ya existentes y luego que los usuarios finales utilicen el desarrollo ontológico, se generarán así nuevos requerimientos.

III.2 Aportes de la Ontología de TEA

Entre los aportes de la solución desarrollada se tienen:

- Una estructura de almacenamiento común para compartir y reutilizar el conocimiento entre los interesados. Desde esta perspectiva, la ontología constituye un marco de referencia que describe formalmente las técnicas, garantizando un vocabulario consistente y no ambiguo, lo cual favorece su comprensión.
- Apoyo a los involucrados en el DCBC, específicamente en el diseño de unidades de aprendizaje de cualquier plan de estudios. Este repositorio ofrece respuesta oportuna a las preguntas de competencia (ver Tabla 2) que se plantean los usuarios durante el diseño de las UA.

III.3 Evaluación de la Ontología de TEA

En la presente sesión se especifican las actividades realizadas para evaluar el contenido y la calidad de la ontología desarrollada en el dominio de TEA.

III.3.1 Evaluación del contenido de la Ontología de TEA

A continuación, se describe de manera detallada cómo se evaluó la ontología del dominio de TEA, utilizando el esquema de evaluación descrito en el capítulo II. Se seleccionó dicho esquema, ya que al realizar distintas búsquedas con diferentes buscadores ontológicos como lo son SWSW⁽⁷⁾ y SWOOGLE⁽⁶⁾, no se encontraron Ontologías con características similares en este dominio, lo que sugiere suponer que la Ontología es única.

⁽⁷⁾(<http://swse.deri.org/>)

Fase 1: Uso correcto del lenguaje

En esta fase, se evalúa la calidad de la ontología considerando la manera cómo ha sido escrita y a partir de las siguientes actividades:

- a. Para codificar la ontología se seleccionó el sublenguaje “OWL-DL” de OWL, el cual permite máxima expresividad sin perder la completitud computacional.
- b. En cada fase del ciclo de desarrollo se utilizó el marco de chequeo que proporciona el editor Protégé-OWL. Esta funcionalidad permitió corregir inconsistencias sintácticas, permitiendo alcanzar un código libre de errores. Adicionalmente, se utilizó el analizador sintáctico de archivos OWL, de la Universidad de Manchester (<http://www.mygrid.org.uk/OWL/Validator>). Este analizador chequea la sintaxis del archivo OWL y reporta: a) si el chequeo fue satisfactorio: la conclusión alcanzada y los constructores del lenguaje que fueron utilizados; b) en caso contrario, indica las violaciones en las que se incurrieron y la cantidad de errores encontrados. Además, se validó sintácticamente la información a través de los validadores de archivos RDF (<http://www.w3.org/RDF/Validator/>), el validador Manchester (<http://mowl-power.cs.man.ac.uk:8080/validator/>), el validador OOPS (o3lia3.dia.fi.upm.es/oops/response.jsp) y el validador QSKOS (<http://qskos.poolparty.biz/login>).

En la Figura 12 se muestra la información proporcionada por la herramienta de validación para un archivo OWL de la ontología de TEA, sintácticamente correcto. En la Figura 13, se muestra un extracto de la información reportada por la herramienta “Validador”. Adicionalmente, se muestra en la Figura 14, el reporte del resultado final de la validación de la ontología de TEA a través de la herramienta “QSKOS” y en la Figura 15 a partir de la herramienta OOPS!.

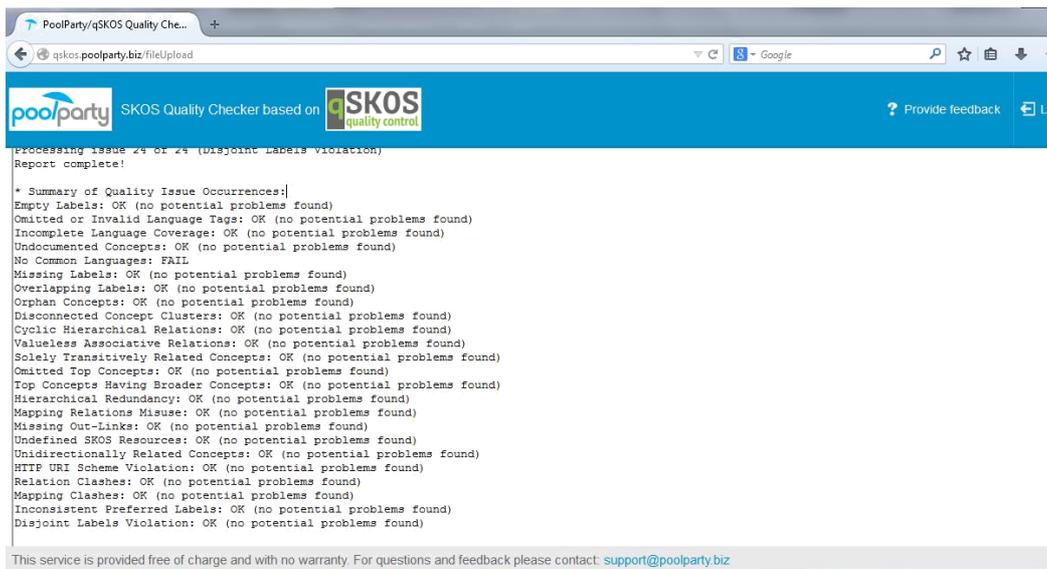


Figura 14: Resultado de aplicar el analizador sintáctico “SKOS Quality Checker” al archivo OWL de la ontología de TEA

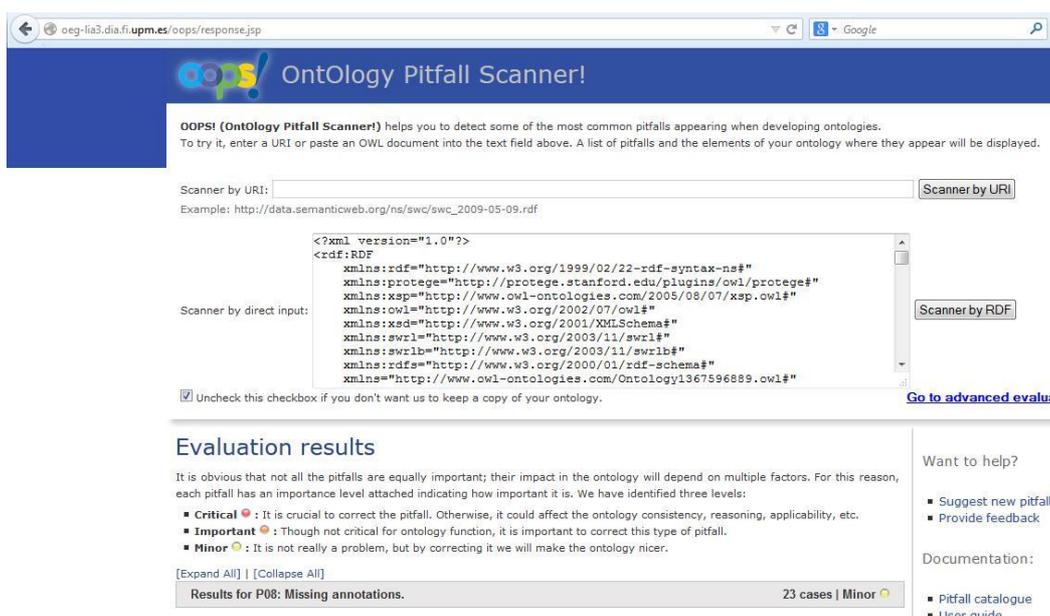


Figura 15: Resultado de aplicar el analizador sintáctico OOPS! al archivo OWL de la ontología de TEA

A partir del uso de las herramientas para validar la ontología de técnicas de enseñanza y aprendizaje mostradas anteriormente, se puede apreciar que todas arrojan resultados que indican la correctitud sintáctica de la ontología.

Fase 2. Exactitud de la estructura taxonómica

Los elementos a considerar son: identificación de inconsistencias, completitud de conceptos y existencia de redundancias en clases, instancias y relaciones. Durante este chequeo fue posible identificar definiciones similares para clases (o instancias) con diferentes nombres, así como también ubicaciones erradas en la jerarquía de conceptos. La ubicación oportuna de estas inconsistencias permitió su corrección de manera satisfactoria

Fase 3. Validez del vocabulario

En esta fase se evalúa el vocabulario usado para describir el conocimiento, utilizando el corpus del dominio construido a partir de textos especializados (García, 2009; Córlica y Dinerstein, 2009; Larraín y González, 2007; Benito y Cruz, 2005; Díaz y Hernández, 1999; Monereo, 1999; Auzubel, 1993), una colección de artículos del área (Oprea, 2012; Romero, Gutiérrez y Caliusco, 2012; Nguyen, Vo, Bui y Nguyen, 2011; Umaña, 2008; Schmal y Ruiz-Tagle, 2007; Figueroa, 2006; Parra, 2006; De Miguel, 2003) y otros artículos disponibles en el portal del Laboratorio de Inteligencia Artificial de la UCV⁽⁸⁾, los cuales referencian trabajos realizados en el área de Ingeniería Ontológica, Sistemas Basados en Conocimiento, entre otras técnicas de la IA.

- a. Se identificaron y extrajeron los términos significativos del corpus. En los documentos digitales se hizo de manera semiautomática y en los textos se llevó a cabo en forma manual. En total se extrajeron 98 términos que fueron organizados alfabéticamente en una tabla. Por otro lado, el glosario de términos de la ontología contabilizó 50 entradas.

Seguidamente, se contaron la cantidad de términos que se solaparon entre la ontología y el corpus, obteniendo coincidencias para 42 términos.

En resumen se tiene:

CCorp= Cantidad de términos del corpus = 98

COnto= Cantidad de términos de la ontología = 50

CO_C= Cantidad de términos que se solapan entre la ontología y el corpus = 42

⁽⁸⁾<http://lia.ciens.ucv.ve/>

b. Evaluar el vocabulario utilizando medidas de calidad de resultados:

- Cálculo de la precisión utilizando la siguiente expresión:

$$\text{Precisión} = \text{CO-C} / \text{COnto} \quad (1)$$

$$\text{Precisión} = 42/50 = 0,84$$

El resultado indica que 84% de los términos codificados en la ontología existen en el corpus.

- Cálculo del recall, utilizando la siguiente expresión:

$$\text{Recall} = \text{CO-C} / \text{CCorp} \quad (2)$$

$$\text{Recall} = 42/98 = 0,43$$

El valor del Recall refiere que 43% de los términos del corpus, existen en la ontología.

Analizando los resultados obtenidos, se puede inferir que los términos del dominio son altamente especializados, son difíciles de identificar y se utilizan siglas y acrónimos para etiquetarlos, por ello no fueron incluidos en la primera versión de la ontología. Se sugiere incrementar el vocabulario, extendiendo la revisión bibliográfica de manera conjunta con los expertos del dominio. También se puede observar que en función de los valores obtenidos para la *Precisión* y el *Recall*, se establece una valoración cualitativa acerca de lo adecuado del vocabulario.

Fase 4. Adecuación a requerimientos

En esta fase se verifica y valida que los requerimientos especificados se alcancen de manera satisfactoria.

- a. Esta actividad se realizó en cada fase del ciclo de vida del desarrollo de la ontología, verificando que las especificaciones del documento se alcanzaran, haciendo especial énfasis en el cumplimiento de los objetivos, en los formalismos de representación del conocimiento y en la consecución de respuestas correctas para las preguntas de competencia. Producto de las reuniones con expertos, la revisión de las fuentes de conocimiento disponibles y la continua discusión del grupo de desarrolladores, se logró

alcanzar el objetivo planteado que fue representar, organizar, formalizar y estandarizar el conocimiento del dominio de técnicas de enseñanza y aprendizaje.

- b. Conjuntamente con los expertos, se realizaron recorridos sobre la ontología para verificar que el conocimiento representado permitiera responder las preguntas de competencia, entre las cuales destacan las siguientes:
- Conociendo la(s) técnica(s) a aplicar (Tec_1, Tec_2,..., Tec_n) en una experiencia de enseñanza y aprendizaje, ¿Qué actividad(es) (Act_1, Act_2,..., Act_n) puede seleccionar un docente?
 - ¿Cuál es el contexto que sugiere una determinada experiencia de enseñanza y aprendizaje (EEA_1, EEA_2,..., EEA_n)
 - Dada una actividad, ¿A qué técnica(s) (Tec_1, Tec_2,..., Tec_n) está asociada?
 - ¿Cuáles competencias específicas (CE_1, CE_2,..., CE_n) buscan desarrollar una determinada experiencia de enseñanza y aprendizaje (EEA_1, EEA_2,..., EEA_n)?
 - Conociendo la(s) técnica(s) disponible(s) (Tec_1, Tec_2,..., Tec_n), ¿Qué experiencia(s) de enseñanza y aprendizaje (EEA_1, EEA_2,..., EEA_n) se puede crear?

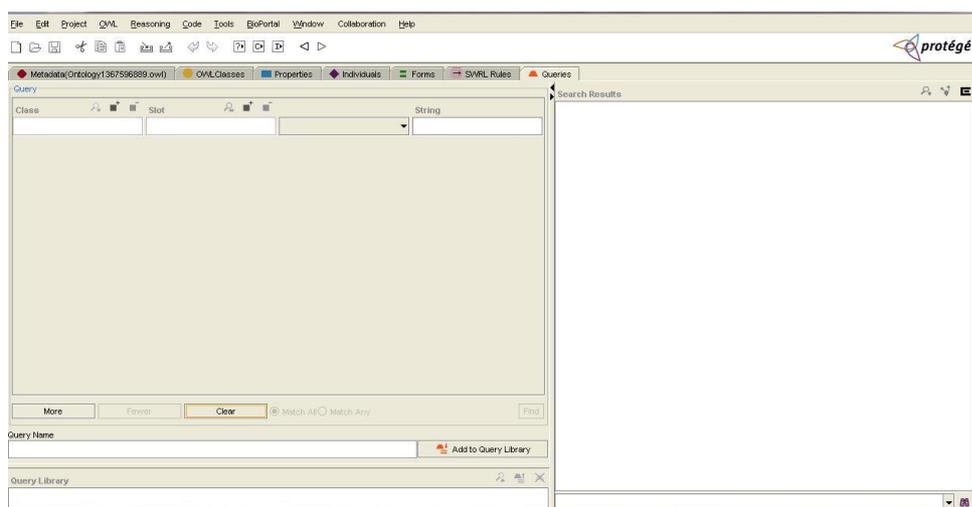


Figura 16. Interfaz del plugin QUERIES, versión 3.4.8 del editor Protegé

Los recorridos sobre la estructura conceptual permitieron dar respuestas a todas las preguntas de competencia. Para este aspecto, se presenta a continuación algunos de

los resultados obtenidos al ejecutar el plugin QUERIES disponible en la versión 3.4.8 del editor Protégé (Figura 16) para las siguientes preguntas de competencias:

1. Conociendo la(s) técnica(s) a aplicar (Tec_1, Tec_2,..., Tec_n) en una experiencia de enseñanza y aprendizaje, ¿Qué actividad(es) (Act_1, Act_2,..., Act_n) puede seleccionar un docente?

Se muestra en la Figura 17, que al seleccionar la técnica uno (Tec_1: Aprendizaje Basado en Problemas), en una experiencia de enseñanza y aprendizaje se sugiere que el docente seleccione la actividad dieciséis (Act_16: Registro de Novedades).

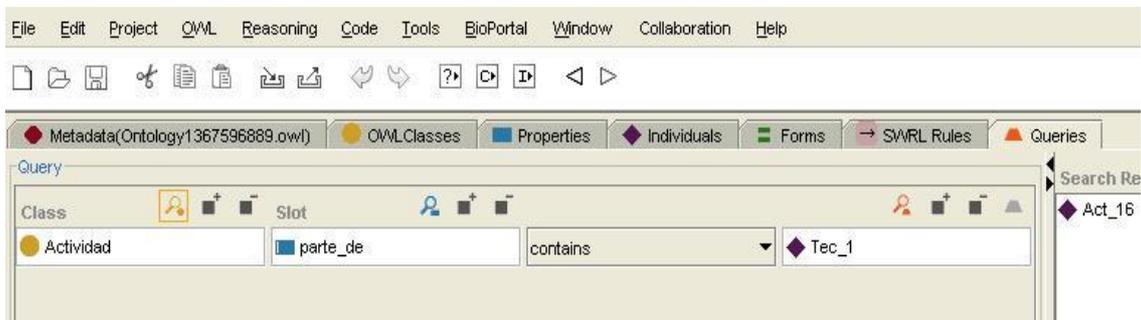


Figura 17. Resultado de la consulta sobre Técnica y Actividades

2. ¿Cuál es el contexto que sugiere una determinada experiencia de enseñanza y aprendizaje (EEA_1, EEA_2,..., EEA_n)?

Se muestra en la Figura 18, que en el contexto “Educativo” (Cont_1), se sugiere crear la experiencia de enseñanza y aprendizaje uno (EEA_1: Experiencia de EA que utiliza la técnica de Estudio de Casos y busca desarrollar la competencia específica: Interpretar los resultados de la historia clínica, el examen físico y los estudios complementarios).

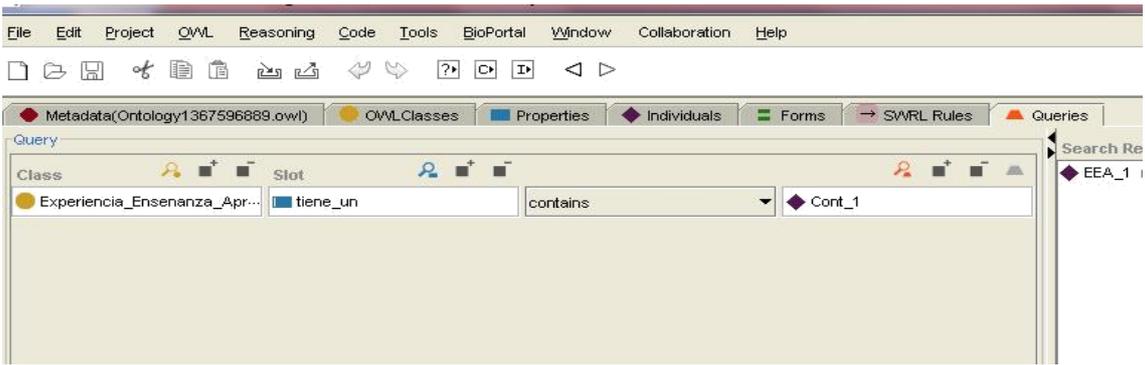
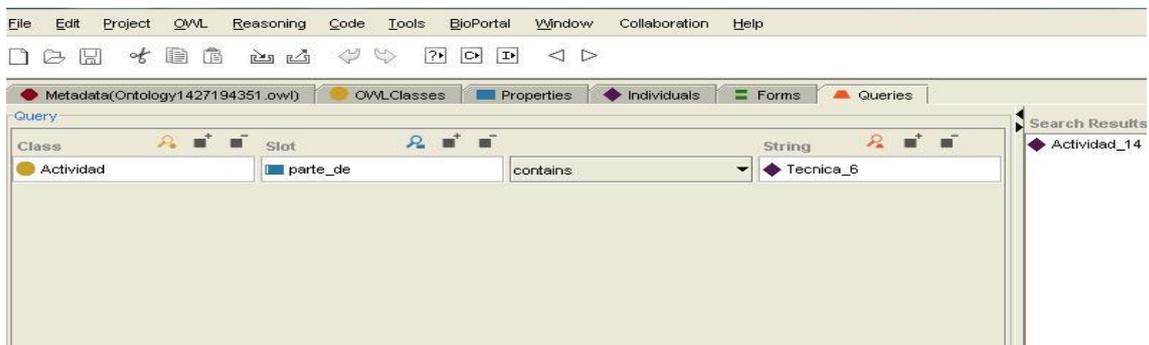
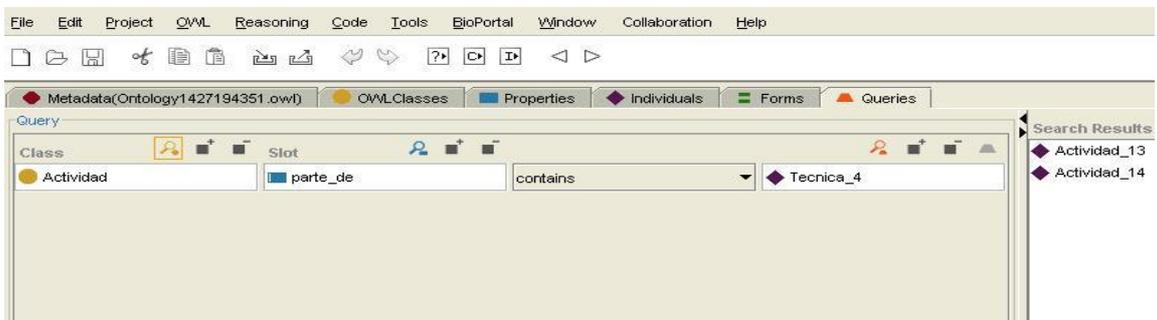


Figura 18. Resultado de la consulta sobre Experiencia de Enseñanza y Aprendizaje y Contexto

3. Dada una actividad, ¿A qué técnica(s) (Tec_1, Tec_2,..., Tec_n) está asociada?

Se muestra en la Figura 19, que las actividades seleccionadas (Act_13: Observación y/o Act_14: Planteamiento de Acciones) se asocian con las técnicas 4, 6 y 11 (Tec_4: Cine foro, Tec_6: Demostración y Tec_11: Juego de roles), respectivamente.



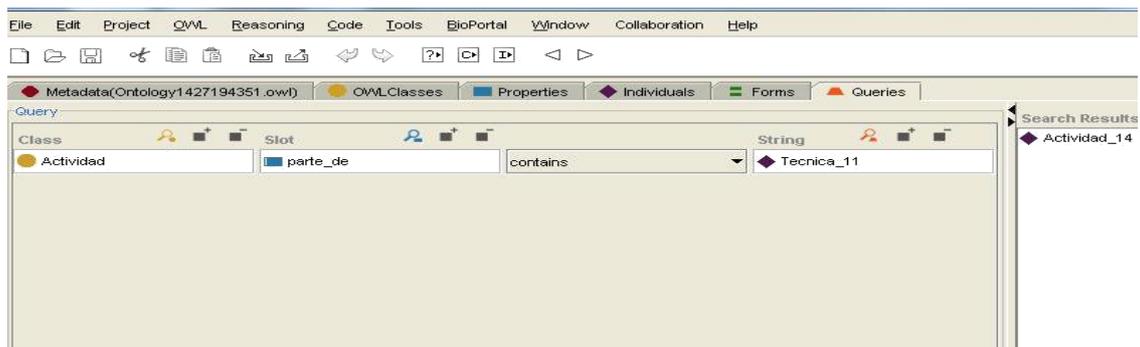


Figura 19. Resultados de la consulta sobre Actividad y Técnicas

4. ¿Cuáles competencias específicas (CE₁, CE₂,..., CE_n) buscan desarrollar una determinada experiencia de enseñanza y aprendizaje (EEA₁, EEA₂,..., EEA_n)?

Se muestra en la Figura 20, que la competencia específica ocho (CE₈: Usar racionalmente la terapéutica farmacológica) es desarrollada en las experiencias de enseñanza y aprendizaje cuatro (EEA₄: Experiencia de EA que utiliza la técnica “Mesa Redonda”).

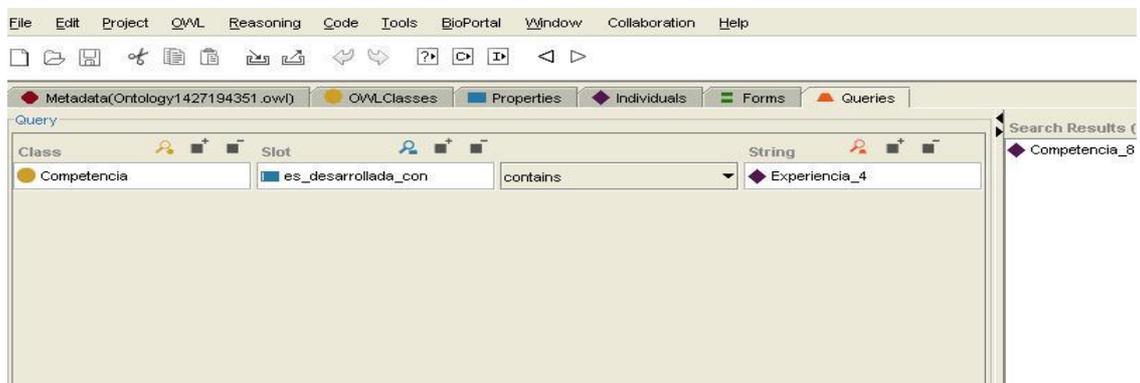


Figura 20. Resultado de la consulta sobre Experiencia de Enseñanza y Aprendizaje y Competencia Específica

5. Conociendo la(s) técnica(s) disponible(s) (Tec₁, Tec₂,..., Tec_n), Qué experiencia(s) de enseñanza y aprendizaje (EEA₁, EEA₂,..., EEA_n) se puede(n) crear?

Se muestra en la Figura 21, que para crear la experiencia de enseñanza y aprendizaje uno (EEA_1: Experiencia de EA que utiliza la técnica de Estudio de Casos y busca desarrollar la Competencia Específica: Interpretar los resultados de la historia clínica, el examen físico y los estudios complementarios), se sugiere utilizar las técnicas “Estudio de Casos” (Tec_7), “Mapa Conceptual” (Tec_13) y “Aprendizaje Basado en Proyectos” (Tec_2).

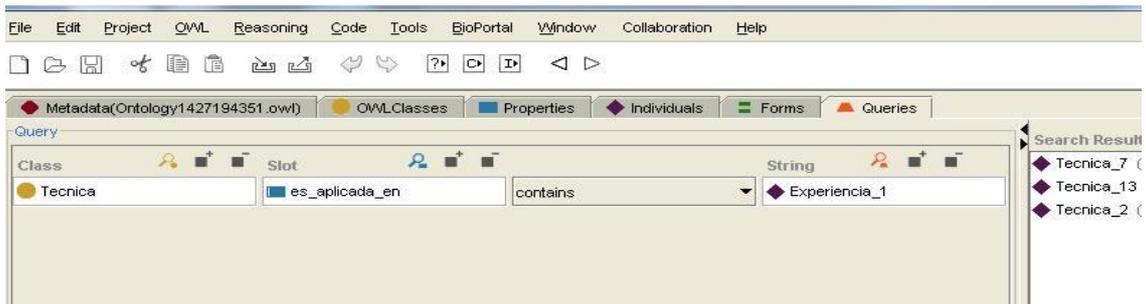


Figura 21. Resultado de la consulta sobre Experiencia de Enseñanza y Aprendizaje y Técnica

La aplicación del esquema de evaluación propuesto durante cada fase del ciclo de desarrollo de la ontología de TEA, permitió identificar errores e inconsistencias sintácticas en el archivo OWL-DL, redundancia e inconstancias para algunas clases e instancias, así como algunas omisiones en el vocabulario utilizado para representar el conocimiento del dominio. La oportuna identificación e inmediata corrección de estos errores, permitió obtener un primer desarrollo ontológico de calidad para este dominio.

Respecto a la evaluación que se realizó a través del Queri de Protégé, en general las preguntas de competencias sugeridas por los expertos fueron respondidas, lo que sugiere que puede ser usada y comprendida por los interesados en el dominio de técnicas de enseñanza y aprendizaje.

III.3.2 Evaluación de la calidad de la Ontología de TEA en base a métricas

Para complementar la evaluación de la ontología de TEA, se aplicaron un grupo de métricas propuestas en Tartir, Arpinar y Sheth (2010), las cuales aportan información acerca de la calidad de la ontología. Para el cálculo de las métricas se tomaron en consideración los datos que proporciona la funcionalidad del editor Protegé, *OntologyAnalysis*; el cual muestra la cantidad de clases, atributos e instancias presentes en la ontología (Figura 22).

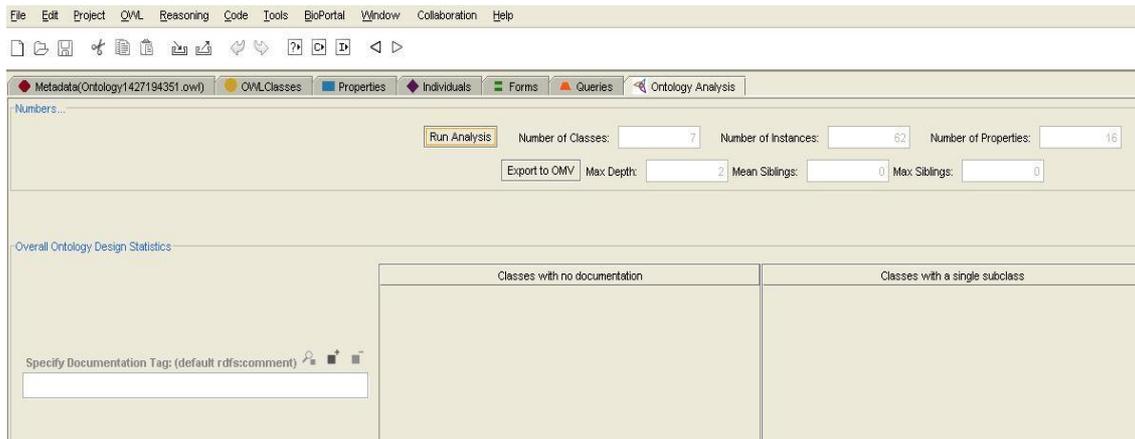


Figura 22: Resultado al activar la función *OntologyAnalysis* del editor Protegé

Los resultados estadísticos ofrecidos por la función, fueron completados con información solicitada a los expertos. Luego se procedió a calcular los valores de calidad, los cuales dan una perspectiva cuantitativa de la calidad del conocimiento representado en el dominio específico de la ontología; y lo presenta a través de métricas de esquemas y métricas de base de conocimiento.

Para las métricas de esquema se tiene:

- **Riqueza de Relaciones (RR):** Diversidad de tipos de relaciones presentes en la ontología. Una ontología que sólo contiene relaciones de subclase, transmite menos que una que contiene diversos tipos de relaciones.

$$RR = \frac{|P|}{|H| + |P|} \quad 0 \leq RR \leq 1$$

Donde:

P: número de relaciones de no-herencia (ad-hoc) = 12

H: número de relaciones de herencia (sub_clase_de) = 0

$$RR = \frac{12}{0+12} = 1$$

Como RR es igual uno (1), la mayoría de las relaciones no son de tipo herencia, lo cual agrega mayor expresividad a las descripciones.

- **Riqueza de Herencia (RH):** Indica que tan bien se agrupa el conocimiento en las diferentes categorías y subcategorías, siendo el promedio de subclases por clases del esquema.

$$RH = \frac{|H|}{|C|} \quad 0 \leq RH \leq 1$$

Donde:

H: número de relaciones definidas en el esquema (herencia) = 0

C: número de clases definidas en la ontología = 7

$$RH = \frac{0}{7} = 0$$

Como RH es igual cero (0), entonces la ontología posee una riqueza en profundidad, es decir, cubre un dominio muy específico en detalle.

- **Riqueza de Atributos (RA):** La cantidad de atributos (slots) que se definen para las clases pueden calificar el diseño y la cantidad de información relativa a datos de la instancia, siendo el promedio de atributos por clases del esquema.

$$RA = \frac{|A|}{|C|}$$

Donde:

A: número de atributos definidos en la ontología = 11

C: número de clases definidas en la ontología = 7

$$RA = \frac{11}{7} = 1,57$$

El valor de RA obtenido ($1,57 \approx 2$), refiere que la ontología proporciona mediana cantidad de conocimiento por cada clase; ya que las clases de la ontología son descritas en promedio, con al menos 2 atributos.

Para las métricas de la base de conocimiento se tiene:

- **Riqueza de Clases (RC):** Describe cómo las instancias están distribuidas a través de las clases, comparando la cantidad de clases instanciadas contra la cantidad total de clases.

$$RC = \frac{|C'|}{|C|} \quad 0 \leq RC \leq 1$$

Donde:

C': número total de clases que han sido instanciadas = 7

C: número total de clases = 7

$$RC = \frac{7}{7} = 1$$

El valor de RC es uno (1), lo cual refiere que la ontología representa en gran medida el conocimiento del dominio.

- **Importancia de Clases (ICi):** Define el porcentaje de instancias que pertenecen a un subárbol de la base de conocimiento (BC) con raíz en la clase i, en comparación al número total de instancias de clase en la BC.

$$Imp (Ci) = \frac{|Inst (Ci)|}{|BC (CI)|}$$

Donde:

Inst (Ci): número de instancias de la clase Ci (i= 1 hasta 7)

BC (CI): número de clases instanciadas = 7

Calculando la importancia de las clases ($\text{Imp}(C_i)$) para cada clase (i), se tiene:

$$\text{Inst}(C_1) = \text{Inst}(\text{Actividades}) = 21/7 = 3$$

$$\text{Inst}(C_2) = \text{Inst}(\text{Audiencia}) = 4/7 = 0,57$$

$$\text{Inst}(C_3) = \text{Inst}(\text{Competencias}) = 8/7 = 1,14$$

$$\text{Inst}(C_4) = \text{Inst}(\text{Contexto}) = 4/7 = 0,57$$

$$\text{Inst}(C_5) = \text{Inst}(\text{Entorno}) = 4/7 = 0,57$$

$$\text{Inst}(C_6) = \text{Inst}(\text{Experiencia de Enseñanza y Aprendizaje}) = 4/7 = 0,57$$

$$\text{Inst}(C_7) = \text{Inst}(\text{Técnicas}) = 17/7 = 2,43$$

Esta medida es un indicador de qué clases de la ontología se destacan (representan el mundo real) y cuáles se encuentran en los bordes. Se puede notar que las áreas del dominio que son más representativas son aquellas con valores altos de la *Importancia de las Clases* (C_1 , C_3 y C_7); mientras que las áreas con poca representación poseen valores bajos (C_2 , C_4 , C_5 , C_6).

CAPÍTULO IV. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN DE VISUALIZACIÓN

En el presente capítulo, se aborda el desarrollo de la Aplicación de Visualización de Técnicas de Enseñanza y Aprendizaje (OntoTécnicas), dividido en varias secciones que explican lo referente a la arquitectura de la aplicación y el desarrollo de los diferentes módulos, los cuales permiten alcanzar las funcionalidades requeridas.

La aplicación web para la visualización de la ontología, fue construida a través del Modelo Incremental, el cual combina el modelo lineal con la filosofía iterativa de producción de prototipos, además, presenta ciertas ventajas, entre las cuales se destacan:

- El usuario dispone de pequeños subsistemas operativos que ayudan a perfilar mejor las necesidades reales del sistema en su conjunto.
- El modelo produce entregas parciales en períodos cortos de tiempo, comparados con el tiempo necesario para la construcción de la aplicación en su conjunto.
- Permite la incorporación de nuevos requisitos que pueden no estar disponibles o no ser conocidos al iniciar el desarrollo.

IV.1 Arquitectura de la Aplicación OntoTécnicas

Como es sabido, una arquitectura describe los componentes y sus relaciones, considerándose como una organización fundamental de un sistema encarnada en sus componentes, las relaciones entre ellos y el ambiente, y los principios que orientan su diseño y evolución (IEEE 1471-2000). Es así como la aplicación web diseñada para este trabajo (OntoTécnicas) obedece en líneas generales a una arquitectura de dos capas (Cliente-Servidor). La primera capa (Servidor), contiene el sistema operativo que la soporta, la ontología de TEA diseñada, los archivos generados en SQL y los archivos usados para el intercambio de información, los cuales garantizan la integridad y persistencia de los datos. En la segunda capa (Cliente), se encuentra la interfaz diseñada para visualizar la información, la cual posee dos niveles de usuarios (administrador y visitante). Esta arquitectura se muestra a continuación (Figura 23):

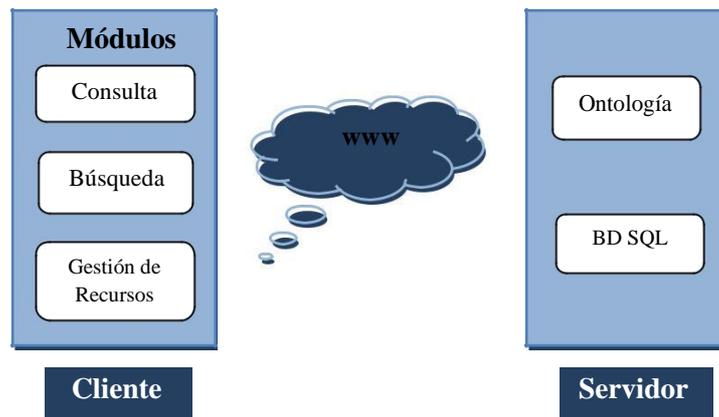


Figura 23. Arquitectura de la Aplicación OntoTécnicas

Adicionalmente en la capa cliente, la aplicación OntoTécnicas posee tres módulos que apoyan el acceso al conocimiento adquirido: Módulo de Consulta, Módulo de Búsqueda y Módulo de Gestión de Recursos.

- **Módulo de Consulta**

Permite la visualización de la Ontología mostrando su organización y a través de ésta, acceder a la información de los conceptos e instancias utilizados y almacenados en la estructura de la ontología.

- **Módulo de Búsqueda**

Permite la búsqueda a través de cada uno de los elementos que componen la ontología de TEA (conceptos, instancias o propiedades) de manera que por medio de una palabra o frase acceder a la información de los conceptos e instancias utilizados.

- **Módulo de Gestión de Recursos**

Permite administrar los recursos adicionales seleccionados para apoyar el conocimiento representado a través de la ontología de TEA, en ella el usuario puede consultar, agregar y eliminar recursos que apoyen o no el conocimiento adquirido.

IV.2 Requerimientos Funcionales y No Funcionales de la Aplicación OntoTécnicas

Al diseñar los módulos descritos anteriormente, la aplicación Web OntoTécnicas da respuesta oportuna a los requisitos funcionales y no funcionales descritos a continuación.

IV.2.1 Requerimientos Funcionales

La aplicación OntoTécnicas permite visualizar el conocimiento adquirido en el dominio de técnicas de enseñanza y aprendizaje a través de la ontología de TEA, así como consultar, agregar y eliminar recursos adicionales a los disponibles en la ontología, los cuales se consideran de apoyo al conocimiento adquirido, por lo tanto los usuarios podrán:

- A. Visualizar la ontología, tanto para el usuario administrador como el visitante
- B. Buscar información, tanto para el usuario administrador como el visitante
- C. Visualizar recursos, tanto para el usuario administrador como el visitante
- D. Gestionar los recursos adicionales, para el usuario administrador

IV.2.2 Requerimientos No Funcionales

La aplicación OntoTécnicas esta diseñada para cubrir los principales requisitos no funcionales en cuanto a: rendimiento, seguridad, entorno de protección, fiabilidad, mantenibilidad, portabilidad e implementación.

- A. La aplicación no debe permitir el cierre de una operación hasta que todos sus procesos y tareas relacionadas, hayan sido terminados y cerrados satisfactoriamente.
- B. La aplicación debe estar en capacidad de dar respuesta al acceso de los usuarios y a los procesos con tiempo de respuesta aceptable y uniforme.
- C. El acceso a la opción “Gestión de Recursos” debe estar restringido por el uso de clave asignada al usuario administrador.
- D. La aplicación cuenta con la identificación del usuario administrador mediante el uso de un nombre de usuario y contraseña, a partir de la cual tiene acceso a todas las funcionalidades.

- E. La aplicación OntoTécnicas está diseñada para que el usuario administrador pueda acceder a todas las operaciones; es el encargado de manejar y mantener la aplicación, teniendo acceso a todas las funcionalidades de la misma.
- F. El usuario visitante sólo puede consultar y recuperar información almacenada en la ontología de TEA y los recursos disponibles.
- G. La aplicación debe emitir mensajes de error para identificar la falla que se presente.
- H. La aplicación debe estar en capacidad de permitir su fácil mantenimiento respecto a los posibles errores que se puedan presentar durante su operación.
- I. Para el respaldo de la información, éste debe efectuarse cada vez que se actualice la ontología. Respecto al archivo de recursos, se sugiere respaldar trimestralmente.
- J. La aplicación OntoTécnicas, tiene una interfaz de usuario estándar y compatible con la aplicación de visualización con quien se relaciona (OntoCompetencias).
- K. La aplicación debe operar de manera independiente del navegador que se utilice.
- L. La aplicación debe tener interfaces gráficas de administración y de operación en idioma español y en ambiente 100% Web, para permitir su utilización.
- M. Para el desarrollo de la aplicación se transformaron las tablas OWL en una base de datos relacional.
- N. El servidor Web usado es AppServ versión 2.5.9 for Windows y el manejador de base de datos es el phpMyAdmin.

IV.3 Diagrama General de Casos de Uso

Se utilizó el Lenguaje de Modelado Unificado (UML) para el diseño del diagrama de Casos de Uso General (Figura 24), determinando así las funcionalidades esperadas para cada uno de los módulos de la aplicación OntoTécnicas, las cuales están disponibles para los usuarios finales en su rol de visitante y administrador/expertos en el dominio.

A continuación, se describe cada módulo con sus respectivas especificaciones de Casos de Uso.

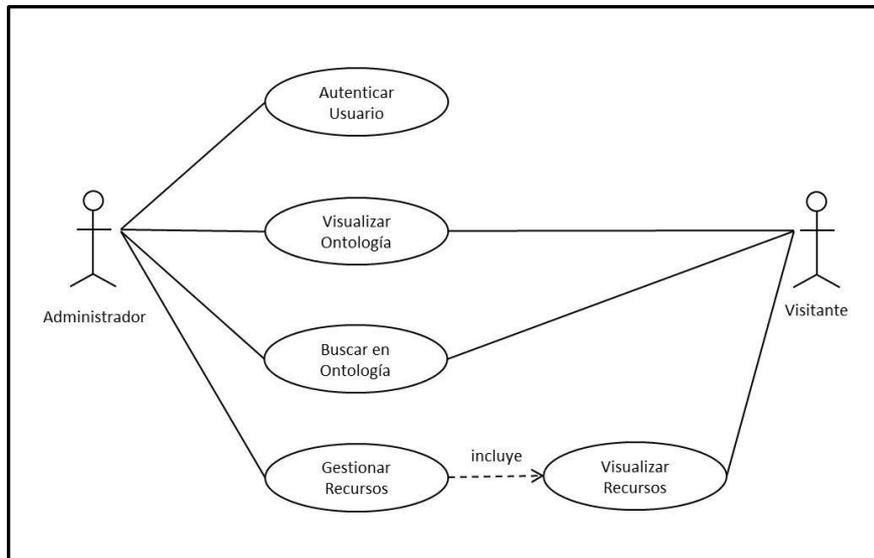


Figura 24. Caso de Uso General de la Aplicación OntoTécnicas

IV.3.1 Módulo de Consulta

Para el módulo de consulta o visualización se presenta la siguiente especificación de Caso de Uso (Tabla 9):

Tabla 9: Especificación de Caso de Uso “Visualizar ontología”

| Caso de Uso | Visualizar Ontología |
|--------------|---|
| Resumen | Consultar la información contenida en la ontología de TEA |
| Actor(es) | Administrador, Visitante |
| Precondición | La ontología debe estar cargada |
| Descripción | <ol style="list-style-type: none"> 1. Se muestra la interfaz de inicio de la aplicación OntoTécnicas, tanto para el usuario administrador como para el visitante 2. El usuario selecciona en el menú principal (menú horizontal) la opción “Ontología” 3. El usuario puede visualizar la información contenida en la ontología recorriendo la misma a través de la organización de clases mostrada a la izquierda, y seleccionando si la |

| | |
|---------------|--|
| | <p>desea observar en forma textual o gráfica</p> <p>4. Al hacer clic en alguna opción, la aplicación mostrará la información contenida en la ontología referente al elemento seleccionado (descripción, relaciones y algunos ejemplos de instancias)</p> |
| Postcondición | Mostrar los detalles de la clase, instancia o relación seleccionada |

IV.3.2 Módulo de Búsqueda

Esta opción muestra la información almacenada en la ontología de TEA en dos niveles de búsqueda (nombre y descripción de clase, nombre y descripción de instancia), presentando la siguiente especificación de Caso de Uso (Tabla 10):

Tabla 10: Especificación de Caso de Uso “Buscar en ontología”

| | |
|--------------|--|
| Caso de Uso | Buscar en ontología |
| Resumen | Buscar información contenida en la ontología de TEA |
| Actor(es) | Administrador, Visitante |
| Precondición | La ontología debe estar cargada |
| Descripción | <ol style="list-style-type: none"> 1. Se muestra la interfaz de inicio de la aplicación OntoTécnicas, tanto para el usuario administrador como para el visitante 2. El usuario selecciona en el menú principal (menú horizontal) la opción “Buscador” 3. El usuario introduce la palabra o frase que desea buscar 4. Hacer clic en el botón de “buscar” 5. El usuario visualiza (en el cuadro a la izquierda) información de los dos niveles de búsqueda: nombre y descripción de clase, nombre y descripción de instancia, que contienen la palabra o frase solicitada 6. Si se encuentra (en el cuadro a la izquierda) más de una opción, el usuario puede posicionarse en la que desee y al |

| | |
|---------------|--|
| | hacer clic sobre ella, se le presentará (en el cuadro a la derecha) otra pantalla con la información adicional |
| Postcondición | Mostrar información de los conceptos, instancias o propiedades que contienen la palabra o frase solicitada |

IV.3.3 Módulo de Gestión de Recursos

Para el módulo de Gestión de Recursos se presentan las siguientes especificaciones de Casos de Uso (Tablas 11, 12 y 13):

Tabla 11: Especificación de Caso de Uso “Autenticar usuario”

| | |
|---------------|---|
| Caso de Uso | Autenticar usuario administrador |
| Resumen | Validar el acceso a la aplicación OntoTécnicas como usuario administrador |
| Actor(es) | Administrador |
| Precondición | El usuario debe estar registrado |
| Descripción | <ol style="list-style-type: none"> 1. Se introduce el nombre de usuario y la contraseña 2. Se verifica si el usuario y contraseña son correctos: <ol style="list-style-type: none"> 2.1 Si el usuario es correcto, entonces se habilita el acceso como administrador, sino se anuncia que la entrada es inválida y se debe ir al paso uno (1) 2.2 Si el usuario introduce más de tres veces datos erróneos, la aplicación se cerrará |
| Postcondición | El acceso como administrador fue validado, de manera que puede tener acceso a los recursos de la aplicación |

Tabla 12: Especificación de Caso de Uso “Gestionar recursos”

| | |
|--------------|---|
| Caso de Uso | Gestionar Recursos |
| Resumen | Agregar recursos a la aplicación, consultarlos o eliminarlos |
| Actor(es) | Administrador |
| Precondición | <ul style="list-style-type: none"> • El administrador debe haber hecho la autenticación de |

| | |
|-------------|---|
| | <p>acceso</p> <ul style="list-style-type: none"> • Debe haber recursos almacenados para que el usuario pueda ejecutar la opción de visualizar o eliminar recursos • El administrador debe tener a la mano la información del recurso a agregar y el respectivo archivo contentivo del recurso |
| Descripción | <ol style="list-style-type: none"> 1. Se muestra la interfaz principal de la aplicación OntoTécnicas 2. El usuario selecciona en el menú principal (menú horizontal) la opción “Recursos” 3. El usuario administrador introduce los datos de autenticación (usuario y contraseña) 4. Si desea agregar un recurso entonces: <ol style="list-style-type: none"> 4.1 Se mostrará una pantalla, donde indica el tipo de recurso (revista, evento o documento electrónico) 4.2 Al seleccionar el tipo de recurso a agregar, se mostrará una pantalla donde agregará su información y la que identifica al recurso 4.3 El usuario a través de la opción “seleccionar archivo”, seleccionará desde el espacio donde lo tenga almacenado (unidad de almacenamiento secundario), el archico contentivo del documento a cargar 4.3 Al terminar de registrar la información, debe pulsar el botón “guardar” para que se agregue a la base de datos de recursos 5. Si el usuario desea consultar un recurso entonces: <ol style="list-style-type: none"> 5.1 Debe seleccionar la opción “consultar recurso”, el tipo y pulsar el botón “siguiente” 5.2 Se mostrará una pantalla emergente donde podrá seleccionar el recurso que desea visualizar 5.3 Al hacer clip sobre la metáfora de la opción “ver”, se mostrará toda la información del recurso, con su |

| | |
|---------------|---|
| | <p>respectiva opción de descarga</p> <p>5.4 Al pulsar el botón “descargar”, se presenta el documento en pdf, con sus respectivas opciones de ampliación, guardado e impresión</p> <p>6. Si el usuario desea eliminar el recurso entonces:</p> <p>6.1 Debe seleccionar la opción “eliminar recurso”, luego el tipo de fuente (revista, evento o documento electrónico) y pulsar el botón “siguiente”</p> <p>6.2 Se mostrará una pantalla emergente donde podrá seleccionar el recurso que desea eliminar</p> <p>6.3 Al hacer clip sobre la metáfora de la opción “eliminar”, se mostrará un mensaje para describir que la operación fue realizada exitosamente</p> |
| Postcondición | La base de datos de recursos se modifico |

Tabla 13: Especificación de Caso de Uso “Visualizar recursos”

| | |
|--------------|---|
| Caso de Uso | Visualizar Recursos |
| Resumen | Consultar la información de los recursos almacenados en la aplicación OntoTécnicas |
| Actor(es) | Visitante |
| Precondición | Debe estar almacenado algún recurso |
| Descripción | <p>1. Se muestra la interfaz de inicio de la aplicación OntoTécnicas</p> <p>2. El usuario selecciona en el menú principal (menú horizontal) la opción “Recursos” y luego se despliegan dos opciones “documentos” o “enlaces”</p> <p>3. Al seleccionar la opción “documentos”, se despliega una pantalla contentiva de los tipos de recursos que puede visualizar (revista, evento o documento electrónico)</p> <p>3.1 Luego de seleccionar el tipo de recurso, debe pulsar el botón “siguiente”</p> |

| | |
|---------------|--|
| | <p>3.2 Se mostrará una pantalla emergente donde podrá seleccionar el recurso que desea visualizar</p> <p>3.3 Al hacer click sobre la metáfora de la opción “ver”, se mostrará toda la información del recurso, con su respectiva opción de descarga</p> <p>3.4 Al pulsar el botón “descargar”, se presenta el documento en pdf, con sus respectivas opciones de ampliación, guardado e impresión</p> <p>4. Al seleccionar la opción “enlaces”, se despliega una pantalla contentiva de los link de las instituciones relacionadas con la investigación</p> <p>5. Al seleccionar un enlace, lo conducirá a la página principal de la institución referida</p> |
| Postcondición | Mostrar los detalles del recurso o enlace seleccionado |

IV.4 Interfaces de la Aplicación OntoTécnicas

A continuación se explican brevemente las interfaces que componen la aplicación de visualización, haciendo un recorrido a través de las principales pantallas utilizadas para mostrar la información contenida en la ontología de TEA y en los recursos adicionales, de manera de comprender su funcionamiento.

A. Interfaz Principal

En la Figura 25, se observa la pantalla principal de la aplicación OntoTécnicas, la cual consta de un menú principal (horizontal) donde el usuario visitante puede seleccionar que opción desea ejecutar: Inicio, Ontología, Buscador, Recursos y Quienes somos. En esta pantalla se muestra información general del dominio de técnicas de enseñanza y aprendizaje y algunos link de instituciones relacionadas con el dominio de la investigación.



Figura 25. Interfaz principal de la Aplicación OntoTécnicas

B. Iniciar Sesión

Si el usuario posee el rol de administrador y desea gestionar los recursos disponibles, debe iniciar sesión. Al hacer clic en la opción “Recursos” (Figura 26), se despliega un menú vertical, el cual posee tres opciones (Administrador de Recursos, Documentos y Enlaces). Al seleccionar la opción “Administrador de Recursos”, se presenta el inicio de sesión para que el usuario acceda a los recursos almacenados en la aplicación y pueda utilizar todas las opciones de la misma.

Si el usuario posee el rol de visitante, no requiere autenticación para consultar o buscar información contenida en la ontología de TEA.



Figura 26. Interfaz para la opción “Recursos”

Seguidamente, el usuario administrador podrá iniciar sesión, tomando en cuenta las validaciones respecto a “usuario y contraseña” (Figura 27 y Figura 28), de manera de poder gestionar (consultar, agregar o eliminar) los recursos contenidos en la aplicación (Figura 29). Cuando no desee seguir gestionando recursos, debe cerrar sesión y la aplicación lo llevará a la pantalla principal.



Figura 27. Interfaz para validación de usuario



Figura 28. Interfaz para validación de contraseña



Figura 29. Interfaz para Gestionar Recursos

C. Visualizar la Ontología

Para visualizar el conocimiento adquirido en el dominio de TEA, una vez seleccionada en el menú principal la opción “Ontología”, se muestra una pantalla donde se aprecian dos cuadros: el primero, ubicado a la izquierda, presenta la organización de clases de la Ontología de TEA (Figura 30). Al ubicarse y hacer clic en una de ellas, se muestra en el cuadro a su derecha, la información (gráfica y textual) referente a la clase, sus atributos y relaciones (Figura 31).



Figura 30. Interfaz para la visualización de la Ontología de TEA

INICIO ONTOLOGÍA BUSCADOR RECURSOS CONTACTO

• Ontología Volver

Visualizador de Ontología

Ontología de técnicas de enseñanza aprendizaje, que estandariza el vocabulario utilizado por profesionales de la docencia, durante la construcción de las unidades de aprendizaje de un currículo basado en competencias

- + Actividades
- + Audiencia
- + Competencias
- + Contexto
- + Entorno
- + Experiencias
- + Técnicas

Técnica

Actividad

Actividades

Acciones específicas que facilitan la ejecución de las técnicas

Las actividades son parte de las: Técnicas

[| Inicio |](#)
[| Ontología |](#)
[| Buscador |](#)
[| Recursos |](#)
[| Contacto |](#)

Universidad Central de Venezuela - Derechos Reservados

Figura 31. Interfaz para la visualización de la clase “Actividad”

Si el usuario desea profundizar en la visualización a través de un ejemplo de la clase Actividad (Análisis de Información), debe hacer clic en el link asociado y se presentará la siguiente pantalla (Figura 32), de manera que pueda recorrer por la información mostrada.

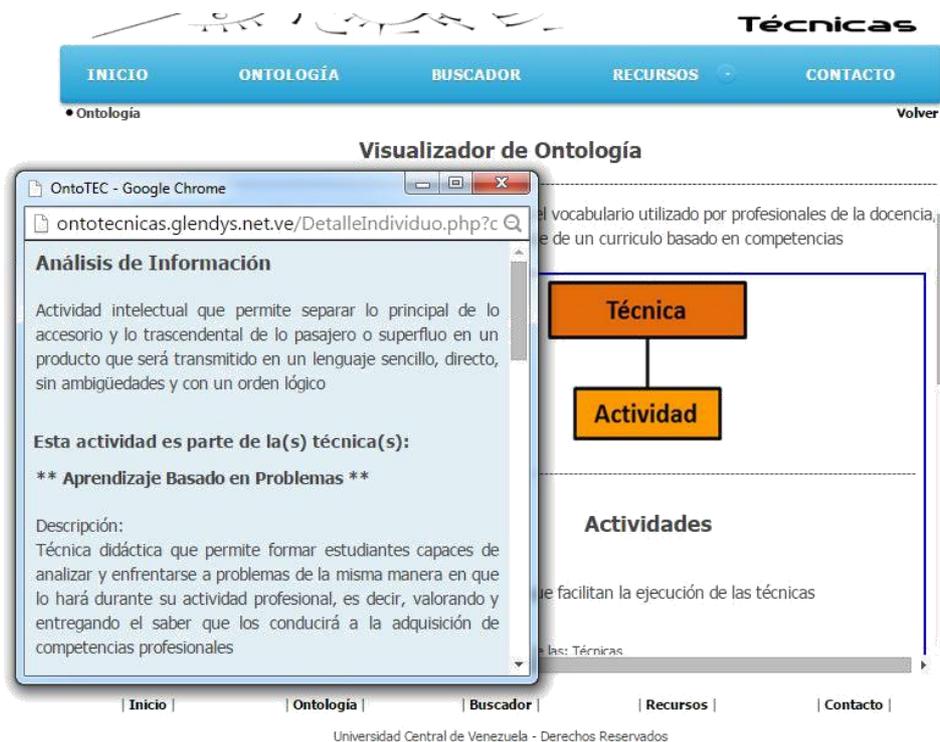


Figura 32. Interfaz para la visualización de un ejemplo de “Actividad”

D. Buscar en Ontología

Para buscar información, el usuario debe seleccionar la opción “Buscador” en el menú principal, presentándose la pantalla de la Figura 33, en ésta debe indicar la palabra o frase que desea buscar. La aplicación devuelve en una pantalla emergente, información de las clases e instancias donde se encuentra la palabra o frase solicitada. Si se encuentra más de una opción, el usuario puede posicionarse en la que desee y al hacer clic, se le presenta otra pantalla con información adicional.



Figura 33. Interfaz para la búsqueda

En la interfaz que se muestra a continuación (Figura 34), se presenta la búsqueda de la palabra “técnica”, mostrándose información de los conceptos y ejemplos donde se encuentra.



Figura 34. Interfaz para la búsqueda de la palabra “técnica”

Seguidamente (Figura 35), si la palabra buscada es una clase o instancia, al hacer clic en su link (Experiencias), se muestra la información asociada (gráfico, descripción, relaciones y algunos ejemplos).

Figura 35. Interfaz a través del link de una clase o instancia

E. Gestionar recursos

Luego de iniciar sesión, la aplicación da la bienvenida al usuario administrador y muestra las opciones que posee: inicio, gestión de recursos y cerrar sesión, de manera que al gestionar recursos éste pueda registrar, consultar y eliminar recursos.

Seguidamente, si el usuario administrador desea registrar un recurso, debe seleccionar la fuente del recurso (Figura 36).



Figura 36. Interfaz para seleccionar la fuente del recurso

Posteriormente, dependiendo del tipo de recurso (revista, evento o documento electrónico) tendrá que registrar los datos solicitados (Figura 37a, 37b o 37c).

The screenshot shows the 'Registro de Recurso Proveniente de Revista' (Registration of Resource from Magazine) page. At the top, there is a navigation bar with 'INICIO', 'GESTIÓN DE RECURSOS', and 'CERRAR SESIÓN'. Below the navigation bar, there is a breadcrumb trail: 'Registro Recurso' and 'Revista', and a 'Volver' link. The main heading is 'Registro de Recurso Proveniente de Revista'. Underneath, there is a section titled 'Fuente' with several input fields: 'Tipo de Recurso:' (with 'Revista' selected), 'Nombre:', 'Pais:', 'Volumen/Número:', 'URL:', and 'I.S.S.N:'. At the bottom of the page, there are links for 'Inicio' and 'Cerrar Sesión', and a footer that reads 'Universidad Central de Venezuela - Derechos Reservados'.

Figura 37a: Interfaz para el registro de recursos tipo revista

Onto Técnicas
 INICIO GESTIÓN DE RECURSOS CERRAR SESIÓN

• Registro Recurso • Evento Volver

Registro de Recurso Proveniente de Evento

Evento

Tipo de evento:

Área:

Institución:

I.S.B.N.:

País:

Recurso

Título:

Autor:

| Inicio | | Cerrar Sesión |

Universidad Central de Venezuela - Derechos Reservados

Figura 37b: Interfaz para el registro de recursos tipo evento

Onto Técnicas
 INICIO GESTIÓN DE RECURSOS CERRAR SESIÓN

• Registro Recurso • Documento Volver

Registro de Recurso Proveniente de Documento Electrónico

Documento

Tipo de Recurso:

Área:

Institución:

I.S.B.N.:

País:

Dep. Legal:

Recurso

Título:

| Inicio | | Cerrar Sesión |

Universidad Central de Venezuela - Derechos Reservados

Figura 37c: Interfaz para el registro de recursos tipo documento electrónico

Luego, si el usuario administrador desea consultar o eliminar algún recurso, ubica el recurso y ejecuta la acción deseada.

Si el usuario es visitante, al seleccionar la opción “recursos” del menú principal, puede optar por consultar los recursos existentes en la base de datos o conectarse con las

instituciones involucradas en la investigación a través de sus link (Figura 38). Si selecciona la opción “documentos” y hace clic, la aplicación muestra una pantalla donde puede elegir el tipo de recurso a consultar y al ubicarse en el registro del recurso deseado, sólo puede ejecutar la acción de consultar la información del mismo.



Figura 38: Interfaz para seleccionar los recursos o enlaces

F. Contactar

Esta opción (Figura 39) permite al usuario contactar a las investigadoras, de manera que pueda comunicarse con ellas a través de un correo electrónico.



Figura 39. Interfaz para contactar a las investigadoras

CAPÍTULO V. PRUEBAS Y RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos al realizar un conjunto de pruebas sobre la aplicación de visualización desarrollada, adicionales a las pruebas efectuadas en el diseño y evaluación de la ontología presentadas en el capítulo III.

Estos resultados, hacen referencia en primer lugar, a la evaluación de los expertos en el dominio respecto al conocimiento adquirido a través de la ontología de TEA, ya sea validando la información almacenada o verificación el funcionamiento de la aplicación OntoTécnicas (pruebas V&V); y en segundo lugar, a las pruebas de aceptación dirigidas a los docentes en general para corroborar su conformidad ante las respuestas proporcionadas por la aplicación respecto a las técnicas de enseñanza y aprendizaje y otros aspectos del dominio (Sommerville, 2005).

V.1 Evaluación de la aplicación Web por los expertos del dominio

El proceso de validación y verificación (V&V) requiere de pruebas que aseguren la inexistencia de errores (verificación) y la satisfacción de los usuarios de la aplicación (validación). Para el primer aspecto, se consideraron y corrigieron errores en el diseño de la interfaz, funcionalidades, conexión con la base de datos, conexión con el servidor donde fue instalado, información semánticamente comprensible, entre otros aspectos. Para garantizar la satisfacción de los expertos del dominio, se consultó y busco información contenida en la Ontología de TEA a través de las siguientes interrogantes:

V.1.1 ¿Los usuarios finales (administrador y expertos en el dominio) pueden visualizar la información almacenada en la ontología?

Haciendo una consulta sobre el concepto “Técnica” (Figura 40), se observa gráficamente su relación con el concepto “Experiencia de Enseñanza y Aprendizaje”, su descripción, la relación que tiene con el concepto “Actividad” y algunas instancias, tal es el caso del “Aprendizaje Basado en Problemas”. Si se hace clic en el link de esta instancia, se obtiene información detallada de la misma y las actividades en que se apoya (Figura 41).



Figura 40. Consulta sobre el concepto “Técnica”

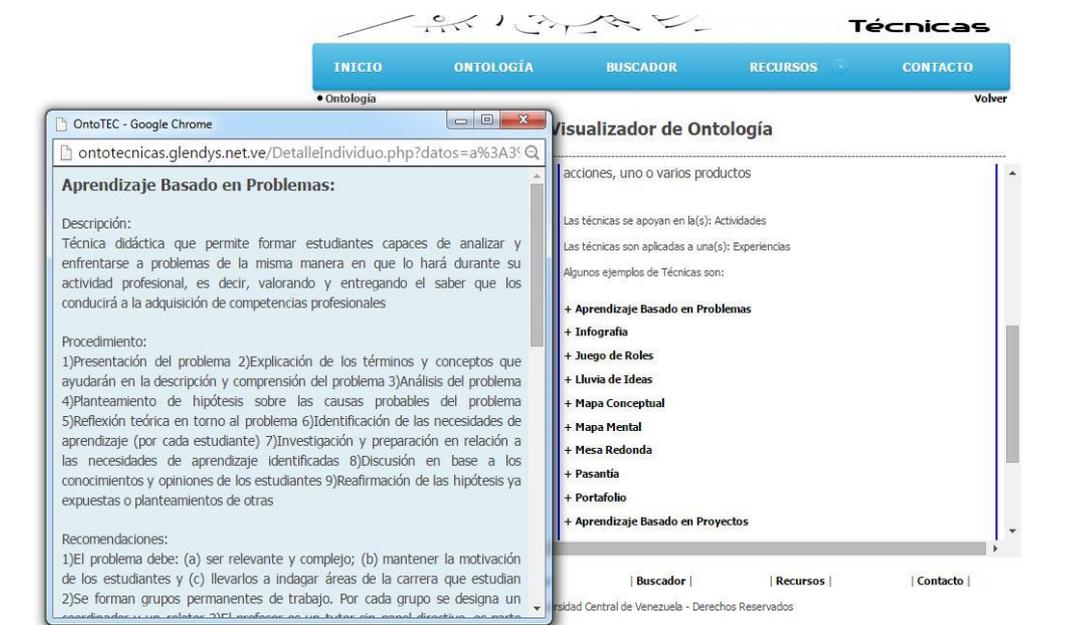


Figura 41. Información de la instancia “Aprendizaje Basado en Problemas”

V.1.2 ¿Los usuarios finales (administrador y expertos en el dominio) pueden buscar información almacenada en la ontología a través de palabras o frases?

Ingresando cualquier palabra (ejemplo: aptitud), la aplicación hace una búsqueda sobre los conceptos, instancias y etiquetas en que aparece contenida (Figura 42), de manera que el usuario pueda corroborar el conocimiento adquirido.

The screenshot shows the 'Onto Técnicas' website's search page. At the top, there is a navigation bar with links for 'INICIO', 'ONTOLOGÍA', 'BUSCADOR', 'RECURSOS', and 'CONTACTO'. Below the navigation bar, the page title is 'Buscador'. A search input field contains the text 'Introduzca la palabra o frase a buscar: Escriba aquí' and a 'Buscar' button. The search results are displayed in a light blue box. On the left, it says 'La palabra buscada: aptitud' and 'Se encontró en los siguientes conceptos: + Competencias'. On the right, there is a hierarchical diagram with two orange boxes: 'Experiencia de Enseñanza y Aprendizaje' at the top, connected by a vertical line to 'Competencia' below it. Below the diagram, the word 'Competencias' is written in bold. Underneath, there is a definition: 'Capacidad de poner en práctica de forma integrada, en contextos diferentes, los conocimientos, habilidades y características de la personalidad adquirida. Incluye saberes teóricos, habilidades prácticas y...'. At the bottom of the page, there is a footer with navigation links: '| Inicio |', '| Ontología |', '| Buscador |', '| Recursos |', and '| Contacto |'.

Figura 42. Resultado de la búsqueda de la palabra “aptitud”

Al profundizar en la búsqueda de los elementos relacionados con la palabra seleccionada, se encuentra con las instancias del concepto “Competencia”; al seleccionar una de ellas (“Usar racionalmente la terapéutica farmacológica”), se muestran las Experiencias de Enseñanza y Aprendizaje en que es desarrollada esa Competencia Específica (Figura 43).

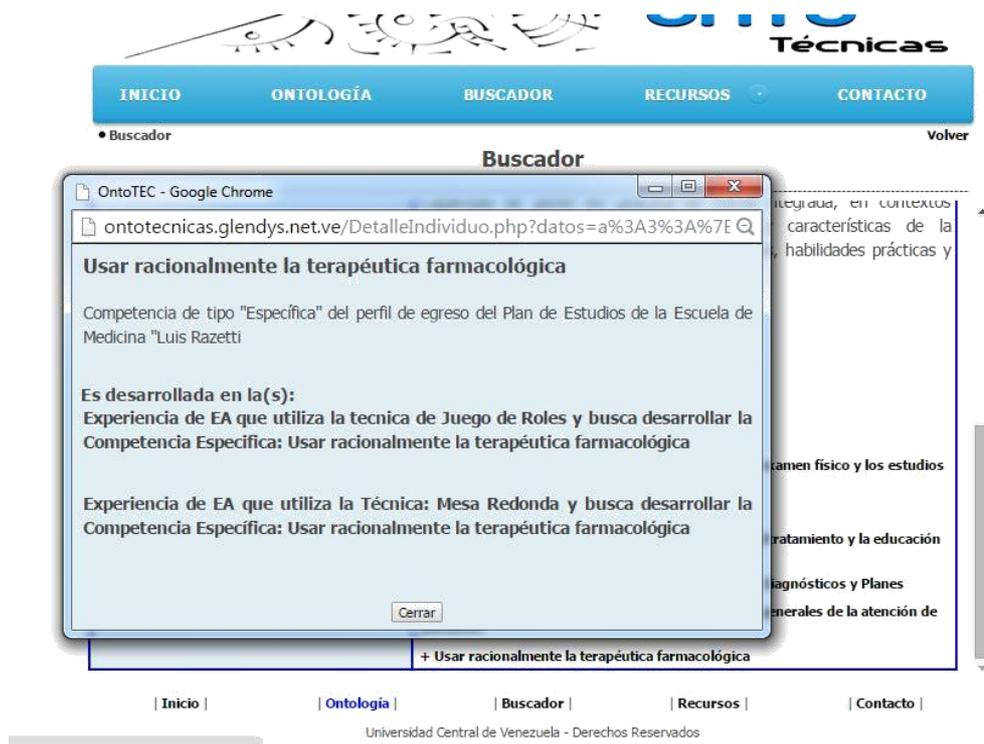


Figura 43. Resultado de instancias de Competencia

V.1.3 ¿Los usuarios finales (administrador y expertos en el dominio) pueden gestionar recursos que apoyen el conocimiento adquirido?

El usuario experto en el dominio logra gestionar recursos que contribuyan al conocimiento adquirido, de manera que puede una vez seleccionado el tipo de recurso (revista, evento o documento electrónico), consultar y/o eliminar la información almacenada (Figura 44a y Figura 44b) o agregar otro recurso que considere relevante (Figura 45).



INICIO GESTIÓN DE RECURSOS CERRAR SESIÓN

• Consulta Recurso • Volver

Seleccione el Recurso a Consultar

| Nombre | Ver |
|---|---|
| • Aprendizaje Basado en Proyectos |  |
| • El Cine-Forum como recurso Educativo |  |
| • El juego de roles como estrategia de evaluación de aprendizajes universitarios |  |
| • La evaluación de competencias complejas: la práctica del portafolio |  |
| • Aprendizaje Basado en Proyectos |  |
| • Aprendizaje basado en problemas (ABP): una innovación didáctica para la enseñanza universitaria |  |
| • ¿De qué hablamos cuando hablamos de aprendizaje servicio? |  |
| • Enseñanza del liderazgo a través del cine |  |

| Inicio | | Cerrar Sesión |

Universidad Central de Venezuela - Derechos Reservados

Figura 44a. Interfaz para consultar recursos



INICIO GESTIÓN DE RECURSOS CERRAR SESIÓN

• Elimina Recurso • Volver

Seleccione el Recurso a Eliminar

| Nombre | Eliminar |
|---|---|
| • Aprendizaje Basado en Proyectos |  |
| • El Cine-Forum como recurso Educativo |  |
| • El juego de roles como estrategia de evaluación de aprendizajes universitarios |  |
| • La evaluación de competencias complejas: la práctica del portafolio |  |
| • Aprendizaje Basado en Proyectos |  |
| • Aprendizaje basado en problemas (ABP): una innovación didáctica para la enseñanza universitaria |  |
| • ¿De qué hablamos cuando hablamos de aprendizaje servicio? |  |
| • Enseñanza del liderazgo a través del cine |  |

| Inicio | | Cerrar Sesión |

Universidad Central de Venezuela - Derechos Reservados

Figura 44b. Interfaz para eliminar recursos

Figura 45. Interfaz para agregar recursos tipo “evento”

V.2 Evaluación de la aplicación Web por docentes

La mayoría de los desarrolladores de productos de software llevan a cabo un proceso denominado pruebas de aceptación (pruebas alfa y beta) para descubrir errores que frecuentemente sólo el usuario final puede descubrir. Las pruebas alfa se llevan a cabo por el cliente en el lugar de desarrollo, con el desarrollador como observador del usuario, registrando los errores y problemas detectados (entorno controlado). Las pruebas beta se llevan a cabo por los usuarios finales del software en los lugares de trabajo de los clientes (entornos no controlados). A diferencia de la prueba alfa, el desarrollador normalmente no está presente, así que el cliente registra todos los problemas (reales o imaginarios) que encuentra e informa al desarrollador. Posteriormente, éste lleva a cabo las modificaciones y prepara la versión final del producto de software (Pressman, 2002).

Para validar la satisfacción de los docentes respecto al uso de la aplicación de visualización OntoTécnicas y su apoyo en el proceso de selección de las técnicas y actividades de enseñanza y aprendizaje más adecuadas, en esta sesión se solicitó que los mismos realizaran pruebas de aceptación (tipo alfa) a partir de la consulta sobre la ontología de técnicas de enseñanza y aprendizaje y mediante las siguientes interrogantes:

1. ¿Es posible consultar las técnicas de enseñanza y aprendizaje aplicadas en las experiencias de enseñanza y aprendizaje?
2. ¿Dada una técnica de enseñanza y aprendizaje, es posible consultar las actividades en que se apoya?
3. ¿Al seleccionar una competencia específica, usted puede conocer en qué experiencia de enseñanza y aprendizaje es desarrollada?
4. ¿Para una experiencia de enseñanza y aprendizaje dada, es posible conocer qué competencia específica busca desarrollar y en qué contexto se recomienda?
5. ¿Dado un contexto, usted puede consultar para qué audiencia está recomendada y qué entorno lo conforma?

A continuación, se presentan los resultados arrojados a través de las pruebas (Tabla 14):

Tabla 14: Resultados obtenidos de las pruebas de aceptación aplicadas a docentes de diferentes áreas de conocimiento

| ÁREA DE CONOCIMIENTO | DOCENTE | PREGUNTA | SI | NO |
|---|----------------|--|----|----|
| Comisión de Currículo de la Escuela “Luis Rasetti” de la Facultad de Medicina de la UCV | Vanessa Miguel | 1. ¿Es posible consultar las técnicas de enseñanza y aprendizaje aplicadas en las experiencias de enseñanza y aprendizaje? | X | |
| | | 2. ¿Dada la técnica de enseñanza y aprendizaje “Mapa Conceptual”, es posible consultar las actividades en que se apoya? | X | |
| | | 3. ¿Al seleccionar la competencia específica “Llevar Registros de las Observaciones, Hallazgos, Diagnósticos y Planes”, usted pudo conocer en qué experiencia de enseñanza y | X | |

| | | | | |
|----------------------------------|-------------------|--|---|--|
| | | aprendizaje es desarrollada? | | |
| | | 4. ¿Para la experiencia de enseñanza y aprendizaje “Experiencia de EA que utiliza la técnica de Mapa Mental”, es posible conocer qué competencia específica busca desarrollar y en qué contexto se recomienda? | X | |
| | | 5. ¿Dado el contexto “Educativo”, usted pudo consultar para qué audiencia está recomendado y qué entorno lo conforma? | X | |
| Matemáticas de la UPT Aragua FBF | Yainally Arrieche | 1. ¿Es posible consultar las técnicas de enseñanza y aprendizaje aplicadas en las experiencias de enseñanza y aprendizaje? | X | |
| | | 2. ¿Dada la técnica de enseñanza y aprendizaje “Portafolio”, es posible consultar las actividades en que se apoya? | X | |
| | | 3. ¿Al seleccionar la competencia específica “Usar racionalmente la terapéutica farmacológica”, usted pudo conocer en qué experiencia de enseñanza y aprendizaje es desarrollada? | X | |
| | | 4. ¿Para la experiencia de enseñanza y aprendizaje “Experiencia de EA que utiliza la técnica de Estudio de Casos”, es posible conocer qué competencia | X | |

| | | | | |
|---|-----------------|---|---|--|
| | | específica busca desarrollar y en qué contexto se recomienda? | | |
| | | 5. ¿Dado el contexto “Médico”, usted pudo consultar para qué audiencia está recomendado y qué entorno lo conforma? | X | |
| Estudios Generales de la UPT Aragua FBF | Jazira Mosquera | 1. ¿Es posible consultar las técnicas de enseñanza y aprendizaje aplicadas en las experiencias de enseñanza y aprendizaje? | X | |
| | | 2. ¿Dada la técnica de enseñanza y aprendizaje “Juego de Roles”, es posible consultar las actividades en que se apoya? | X | |
| | | 3. ¿Al seleccionar la competencia específica “Realizar Anamnesis”, usted pudo conocer en qué experiencia de enseñanza y aprendizaje es desarrollada? | X | |
| | | 4. ¿Para la experiencia de enseñanza y aprendizaje “Experiencia de EA que utiliza la técnica de Estudio de Casos”, es posible conocer qué competencia específica busca desarrollar y en qué contexto se recomienda? | X | |
| | | 5. ¿Dado el contexto “Educativo”, usted pudo consultar para qué audiencia está recomendado y qué entorno lo conforma? | X | |

V.3 Análisis de Resultados

Luego de analizar la información recopilada de las pruebas de validación y verificación aplicadas por expertos en el dominio de técnicas de enseñanza y aprendizaje (TEA) y las pruebas de aceptación aplicadas por docentes de diferentes áreas de conocimiento, se presentan algunos resultados:

Respecto a la verificación en las entregas parciales de la aplicación:

- Se obtuvieron valores no deseados respecto a los requerimientos de usabilidad y guías de diseño, por lo cual se revisaron y resolvieron esos inconvenientes.
- Luego de la ejecución de las pruebas, se observa que la aplicación cumple con los atributos de calidad mínimos requeridos: confiabilidad, eficiencia, usabilidad, reusabilidad, portabilidad e interoperabilidad.
- Al ejecutar la aplicación en diferentes navegadores (Chrome, Mozilla Firefox, etc.) se encontraron incidencias a partir de algunas fallas técnicas: corte de electricidad, error de sistema operativo, caída de sistema sin pérdida de datos, funcionalidad incorrecta, los cuales fueron subsanados posteriormente.

Respecto a las pruebas de validación y aceptación:

- En las pruebas de validación, la aplicación respondió satisfactoriamente, al mostrar a los expertos en el dominio la información disponible de técnicas de enseñanza y aprendizaje, actividades, experiencias de enseñanza y aprendizaje, competencias específicas y contextos seleccionados, así mismo, las descripciones de cada uno de los conceptos, instancias y propiedades almacenados en la ontología de TEA.
- En las pruebas de aceptación, la aplicación mostró una respuesta apropiada a cada una de las preguntas realizadas por los docentes, relacionadas con la consulta de información descriptiva de los elementos almacenados en la ontología. Cada uno de los profesores expresó que se sintió asistido por la aplicación al momento de seleccionar las técnicas y actividades de enseñanza y aprendizaje más adecuadas para alcanzar las competencias en la construcción de unidades de aprendizaje.

Respecto a los productos entregables:

- Se desarrolló una ontología que logra una visión común del dominio de TEA para el diseño curricular basado en competencias, con el fin de disminuir las barreras terminológicas producto de la ambigüedad y abuso del lenguaje en este campo.
- La ontología de TEA fue validada y evaluada respecto a la calidad del contenido almacenado, al esquema y a la base de conocimiento adquirido; la cual es lo suficientemente completa, concisa y consistente con los requerimientos de los usuarios.
- Se desarrolló una aplicación de visualización (OntoTécnicas) que permite representar y recuperar el conocimiento adquirido a través de la ontología de TEA y poder ser accedida por la comunidad de interesados en el dominio de técnicas de enseñanza y aprendizaje a partir de las opciones que posee.
- Se pone a disposición de los futuros investigadores en el área de la ingeniería ontológica y en el dominio del Diseño Curricular Basados en Competencias, el conocimiento adquirido a través de la Ontología de TEA, de manera que pueda ser reutilizado y ampliado.

CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

En la presente investigación, la disciplina de la Ingeniería del Conocimiento, y en particular la Ingeniería Ontológica, facilitó el desarrollo de una solución inteligente para apoyar el diseño de unidades de aprendizaje en un currículo basado en competencias.

Durante el proceso de diseñar unidades de aprendizaje, los diseñadores requieren suficiente experiencia y amplio conocimiento en el dominio de técnicas de enseñanza y aprendizaje, que les permitan seleccionar las más adecuadas, ya que hasta ahora ha sido una selección variada y en ocasiones ambigua, producto de los diferentes puntos de vista de los actores involucrados en el diseño curricular, quienes poseen su propio vocabulario, generando poca claridad en la información compartida. Desde esta perspectiva, se construyó por una parte, una ontología que alcanza una visión común en este dominio; y por la otra, una aplicación web para visualizar el conocimiento representado a través de la ontología.

Los resultados alcanzados fueron satisfactorios ya que la aplicación es capaz de:

- a) proveer información debidamente organizada y estandarizada acerca del conocimiento del dominio, presentada a través de una organización de clases de fácil comprensión y búsqueda; y b) conocimiento que puede ser compartido y accedido por aquellos que necesiten utilizarlo durante el diseño de unidades de aprendizaje.

Se aplicaron técnicas para validar y evaluar la calidad del contenido de la ontología de TEA a través de parámetros estadísticos; los cuales arrojaron resultados favorables a la conceptualización del dominio de técnicas de enseñanza y aprendizaje.

La implementación de la aplicación se llevó a cabo con AppServ versión 2.5.9 for Windows y el manejador de base de datos phpMyAdmin, con el cual se transformaron las tablas generadas en OWL en una base de datos relacional. Su arquitectura es de dos capas Cliente-Servidor. La primera capa (Servidor), contiene el sistema operativo que la soporta, la ontología de TEA diseñada, los archivos generados en SQL y los archivos usados para el intercambio de información; y en la segunda capa (Cliente), se encuentra la interfaz diseñada para visualizar el conocimiento a través de tres módulos funcionales y para dos niveles de usuarios: administrador/experto y visitante.

La ontología desarrollada puede ser modificada utilizando algún editor de ontologías como Protegé, a fin de incorporar conocimiento actualizado en el dominio de técnicas de enseñanza y aprendizaje.

Con el propósito de obtener otros aportes que enriquezcan aún más el área objeto de estudio, la investigación favorece la exploración de aspectos susceptibles de ser mejorados, entre los que destacan:

Con respecto a la Ontología del dominio:

Extender el vocabulario de la ontología de técnicas de enseñanza y aprendizaje, incrementando la medida de recall (43%) obtenida durante la evaluación y de esta manera hacer más confiable su uso.

Adicionalmente, los valores de calidad calculados dieron una perspectiva cuantitativa de la calidad del conocimiento representado en el dominio específico de la ontología de TEA.

Con respecto al uso de la Ontología:

Se sugiere a los nuevos investigadores en el dominio de currículos basados en competencias, utilizar la ontología desarrollada, con el propósito de facilitar la selección de técnicas y actividades más adecuadas durante el diseño de unidades de aprendizaje para planes de estudios bajo este enfoque. Al respecto, cabe destacar que la presente investigación es parte de un trabajo doctoral, llevado a cabo por la Msc. Milagros Barrera, junto al equipo de investigadoras de la Escuela de Computación de la Universidad Central de Venezuela (UCV) y cuyo caso de estudio es la Comisión de Currículo de la Escuela “Luis Rasetti” de la Facultad de Medicina de la UCV.

Con respecto a las funcionalidades de la aplicación:

Se recomienda incorporar un módulo para la gestión de la ontología de TEA a la aplicación OntoTécnicas, de manera de administrar (crear, actualizar y eliminar) los elementos que la componen (clases, instancias y propiedades), haciendo más completo el contenido representado.

REFERENCIAS

- Ausubel, D., Novak, J. y Hanesian, H. (1983). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. 2ª Ed. México: Trillas
- Barrera, M., Montaña, N. y Ramos, E. (2012). *Un enfoque ontológico para apoyar el diseño de currículos basados en competencia*, CLEI 2012, paper ciesc-11, p.101
- Benito, A., y Cruz, A. (2005). *Nuevas claves para la Docencia Universitaria en el Espacio Europeo de Educación Superior*. Editores Narcea. Madrid-España. ISBN: 84-277-501-3
- Borges, M. y Lewis, M. (1998). *Intelligent Curriculum Designer – Practical Implementation of Curricula for Engineering Courses*. Disponible Enero 2009 en: <http://www.ineer.org/Events/ICEE2000/Proceedings/papers/TuB1-4.pdf>
- Borges, M., Vittori, K., Nabak, M. y Lewis, M. (1998). *Intelligent Course Structure – a Framework for Improving the Pedagogical Approach Engineering Education*. Disponible Enero 2009 en: <http://www.ineer.org/Events/ICEE1998/Icee/papers/146.pdf>
- Brank J., Grobelnik M. y Mladenic D (2005). *Survey of Ontology Evaluation.*, In International Conference on Language Resources and Evaluation, Techniques. SIKDD 2005 Multiconference IS. Ljubljana. Slovenia. Disponible Diciembre 2008 en: <http://kt.ijs.si/dunja/sikdd2005/Papers/BrankEvaluationSiKDD2005.pdf>
- Brewster C., Alani H., Dasmahapatra S. y Wilks Y. (2004). *Data driven ontology evaluation*. In Proceeding of International Conference on Language Resources and Evaluation. Lisbon, Portugal. Disponible Julio 2008 en: Sitio Web de la Universidad de Southampton: <http://eprints.ecs.soton.ac.uk/9062/>
- Chan, M. (2003). *Guía para el diseño curricular por competencias*. Universidad Autónoma del Estado de México. Disponible Enero 2009 en: Biblioteca Virtual: Browse by Title. <http://148.202.105.241/biblioteca/browse-title?top=123456789>
- Corcho, O., Fernández, M., Gómez, A. y López, A. (2005). *Building legal ontologies with METHONTOLOGY and WebODE*. Law and the Semantic Web. Legal Ontologies, Methodologies, Legal Information Retrieval, and Applications. Springer-Verlag, LNAI 3369, (pp. 143-152). Disponible en: http://www.cs.man.ac.uk/~ocorcho/documents/LawSemWeb2004_CorchoEtAl.pdf
- Córica, J. y Dinerstein, P. (2009). *Diseño curricular y nuevas generaciones: incorporando a la generación NET*. 1ra ed Mendoza: Editorial Virtual Argentina
- De Miguel, M. (2003). *Calidad de la enseñanza universitaria y desarrollo profesional del profesorado*. Revista de Educación. 331:13-34. © SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA. Subdirección General de Documentación y Publicaciones
- Díaz, F. y Hernández, G. (1999). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*. Capítulo 5. México, McGraw Hill

- Fensel D., Horrocks I., Van Harmelen F., Decker S., Erdmann M. y Klein M. (2000). *OIL in a Nutshell, In Proceedings of the 12th European Workshop on Knowledge Acquisition, Modeling and Management (EKAW-2000)*
- Fernández López M. (1999). *Overview of methodology for building ontologies*. Proceedings of the IJCAI-99 workshop on Ontologies and Problem-Solving Methods (KRR5) Stockholm, Sweden, August. Disponible Diciembre 2010 en: <http://www.lsi.upc.es/~bejar/aia/aia-web/4-fernandez.pdf>
- Figuroa, E. (2006). *Estrategias en la Resolución de Problemas Matemáticos. Educare*. Vol. 10 N° 2, Julio. ISSN: 1316-6212, depósito legal: pp199702LA124, (pp. 5-9)
- FIPA Ontology Service Specification. *FOUNDATION FOR INTELLIGENT PHYSICAL AGENTS*. Número de documento: XC00086C. (2000). Recuperado en Febrero de 2011 en: <http://www.fipa.org/specs/fipa00086/XC00086C.pdf>
- García, M., Cantú, M. y Ochman, M. (2008). *El estado de las competencias ciudadanas: Una propuesta metodológica para comunidad universitarias*. ITESM
- Gómez-Pérez A., Fernández-López M. y Corcho M. (2004). *Ontological Engineering*, Springer Verlag, Londres
- Gruber, T. (1993). *Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing*. Technical Report KSL 93-04, Knowledge Systems Laboratory, Stanford University. Disponible Febrero 2007 en: <http://citeseer.ist.psu.edu/gruber93toward.html>
- Grüninger M., Fox M. (2005). *Methodology for the Design and Evaluation of Ontologies*, IJCAI'95 Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing. Disponible Febrero 2009 en: <http://citeseer.ist.psu.edu/grninger95methodology.html>
- Guarino, N. (1998). *Formal Ontology and Information Systems. Proceedings of FOIS '98*. National Research Council, LADSEB-CNR. 1998. Disponible Septiembre 2011 en: <http://www.loa.istc.cnr.it/Papers/FOIS98.pdf>
- Gutierrez, J. (2001). *Diseño Curricular Basado en Competencias*. Editorial Universitaria, (pp. 154). ISBN: 9789567472581
- Horridge M., Knublauch H., Rector A., Stevens R., y Wroe C. (2004). *A Practical guide to building OWL ontologies using the Protégé-OWL Plugin and CO-ODE Tools Edition 1.0*, Disponible Abril de 2008 en el sitio Web de la Universidad de Stanford: <http://www.co-ode.org/resources/tutorials/ProtegeOWLTutorial.pdf>.
- INACAP** (Instituto Nacional de Capacitación - 2003). *Diseño Curricular e Instruccional. Enfoques Metodológicos*. Universidad Tecnológica de Chile (Documento de difusión interna)
- INSAFORP** (2001). Instituto Salvadoreño de Formación Profesional. *Una Metodología de Diseño Curricular para Programas de Formación Profesional por Competencias*. Primera edición. San Salvador, El Salvador (Documento de difusión interna)

INTECO (2009). Instituto Nacional de Tecnologías de Comunicación

Jaessoo, K. y Shinn, Y. (2010). *An Instructional Strategy Selection Model Based on Agent and Ontology for an Intelligent Tutoring System*. Dpto. of Comput. Sci. & Eng., Seoul Nat. Univ. of Technol. (SeoulTech), Seoul, South Korea. This paper appears in: 2010 IEEE 24th International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops (WAINA), (pp. 848-853). ISBN: 978-0-7695-4019-1

Larraín, A. y González, L. (2007). *Proyecto Tuning América Latina*. Disponible Abril 2007 en: <http://tuning.unideusto.org/tuningal>

Lozano-Tello, A. (2002). Métrica de idoneidad de ontologías. Tesis Doctoral, Escuela Politécnica de Cáceres. Departamento de Informática. Universidad de Extremadura. España. ISBN: 84-7723-537-6

Martínez P., J. (1999). Planificación y Gestión de Sistemas de Información. Estándar IEEE 1219 de Mantenimiento del Software. Universidad de Castilla La Mancha. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática (Ciudad Real)

McGuinness D. y Van Harmelen F. (2004). *OWL Web Ontology Language Overview*. W3C Recommendation, 10 February 2004. Disponible Enero 2007 en: <http://www.w3.org/TR/2004/REC-owl-features-20040210/#s1.3>.

Monereo, C. (1999). Concepciones sobre el concepto de estrategias de aprendizaje y sobre su enseñanza. El aprendizaje estratégico, (pp. 79-111). España: Aula XXI Santillana

Murray, T. (1996). *Special Purpose Ontologies and the Representation of Pedagogical Knowledge*. Proceedings International Conference on Learning Sciences. Evanston, Illinois, (pp. 235-242)

Nguyen, C.D., Vo, K.D., Bui, D.B., Nguyen, D.T. (2011). An ontology-based IT student model in an educational social network. In Proceedings of the 13th Int. Conf. on Information Integration and Webbased Applications and Services – iiWAS'11, 379-382

Noy N. y McGuinness D. (2001). *Ontology development 101: A Guide to creating your first ontology*. Stanford University. Stanford knowledge Systems Laboratory. Technical Report KSL-01-05

Obrst L., Ashpole B., Ceusters W., Mani I., Ray S. y Smith B. (2007). The evaluation of ontologies: Toward improved semantic interoperability. En Baker, C. y Cheung, KH. (eds.) *Semantic Web Revolutionizing Knowledge in the Life Science*. Springer US. 139-158

Oprea, M. (2012) On the Use of Educational Ontologies as Support Tools for Didactical Activities. University Petroleum-Gas of Ploiesti, Department of Automatics, Computers and Electronics. The 7th International Conference on Virtual Learning ICVL 2012

- Parra, H. (2006). *El modelo educativo por competencias centrado en el aprendizaje y sus implicaciones en la formación integral del estudiante universitario*. 6to. Congreso Internacional, Retos y Expectativas de la Universidad "El papel de la universidad en la transformación de la sociedad". Universidad Autónoma de Chihuahua, México. Disponible Julio 2011 en:
http://www.congresoretosyexpectativas.udg.mx/Congreso 6/Eje 2/Ponencia_212.pdf
- Pastor, J. (2013). *Tecnologías de la Web Semántica*. Editorial UOC. ISBN: 978-84-9029-844-2
- Patiño, M. (2006). Modelo socio-cognitivo: Teoría educativa y de diseño curricular. *Revista Medicina Interna, Educación Médica y Comunidad*, vol. 22(1), p- 40, 2006. Disponible:
http://www.svmi.web.ve/documentos/doc_files/Modelo%20SC%20Teoria%20Educ.pdf
- Pressman, R. (2002). *Ingeniería del Software. Un enfoque práctico*, 5ta Edición. ISBN: 0-07-709677-0. Depósito Legal: M. 42.852-2001. McGrawHill, Madrid - España
- Pozo, I. (1990). Estrategias de Aprendizaje. En C. Coll, A. Marchesi y J. Palacios (Comp.). *Desarrollo psicológico y Educación. Psicología de la Educación*, (pp.199-224). Madrid: Alianza
- Protégé: ontology editor and knowledge-base system. [En línea]. Disponible:
<http://protege.stanford.edu/>
- Proyecto Tuning (2003). *Tuning Educational Structure in Europe. Informe final*. Bilbao (España). Universidad de Deusto
- Ramos, E. (2004). *Ontologías*. Universidad Central de Venezuela, Escuela de Computación. Nota de Docencia ND: 2004-01. Lecturas en Ciencias de la Computación. ISSN 1316-6239. Venezuela. Disponible en:
<http://lia.ciens.ucv.ve/LIA/publicaciones.php>
- Ramos E. y Nuñez H. (2007). *ONTOLOGÍAS: Componentes, Metodologías, Lenguajes, Herramientas y Aplicaciones*, Lecturas en Ciencias de la Computación, Universidad Central de Venezuela, ISSN 1316-6239
- Ramos, E., Núñez, H. y Casañas, R. (2009). *Esquema para evaluar ontologías únicas para un dominio de conocimiento*. Enl@ce: *Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento*, ISSN: 1690-7515, Año 6: No. 1, Enero-Abril 2009, pp. 57-71
- Ramos, E. y Núñez, H. (2007). *ONTOLOGÍAS: componentes, metodologías, lenguajes, herramientas y aplicaciones*. RT 2007-12. Lecturas en Ciencias de la Computación Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias. Escuela de Computación. ISSN 1316-6239.

- Real Academia Española** (2012). Diccionario de la lengua española (22.a ed). Madrid, España: Autor.
- Román, M. y Diez, E. (2001). Una nueva forma de planificación en el aula: El Modelo T. Departamento de Didáctica y Organización Escolar, Universidad Complutense de Madrid
- Román, M. y Diez, E. (2001). Conceptos básicos de las reformas educativas iberoamericanas: un modelo de aprendizaje-enseñanza. Editorial Andrés Bello. Santiago de Chile. ISBN: 9561317281 9789561317284
- Romero, L., Gutiérrez, M. y Caliusco, M. (2012). *Conceptualizing the e-Learning Assessment Domain using an Ontology Network*. International Journal of Artificial Intelligence and Interactive Multimedia, Vol. 1, N° 6
- Salcedo, P., Labraña, C., Farrán, Y. (2002). *Una Plataforma Inteligente de Educación a Distancia que incorpora la Adaptabilidad de Estrategias de Enseñanza al Perfil, Estilos de Aprendizaje y Conocimiento de los Alumnos*. infoUYclei, X Congreso Iberoamericano de Educación Superior en Computación (CIESC), del 25 al 29 de Noviembre del 2002 y XXVIII Latin-American Conference on Informatics (CLEI 2002). Montevideo, Uruguay (<http://www.fing.edu.uy/clei2002/>)
- Salcedo, P. (2003). *Inteligencia Artificial Distribuida y Razonamiento Basado en Casos en la Arquitectura de un Sistema Basado en el Conocimiento para la Educación a Distancia (SBC-ED)*. Departamento de Metodología de la Investigación Informática Educativa, Facultad de Educación, Universidad de Concepción. Disponible Julio 2010 en: <http://www.inf.udec.cl/~revista/ediciones/edicion9/psalcedo.pdf>
- Schmal, R. y Ruiz-Tagle, A. (2007). *Una metodología para el diseño de un currículo orientado a las competencias*. Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, vol. 16 N° 1, 2008, (pp. 147-158)
- Sierra, A., Hossian, A. y García-Martínez, R. (2000). *Sistemas Expertos que recomiendan estrategias de instrucción. Un modelo para su desarrollo*. Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa. Volumen 1 N° 1, (pp. 19-30). Facultad de Educación. Universidad de Extremadura. ISSN: 1695-288X. 2003
- Sommerville, I. (2005). Ingeniería del Software. 7ma Edición. ISBN: 84-7829-074-5, Depósito Legal: M-31.467-2005. PEARSON Educación S.A. Madrid - España
- Soria, O. (2002). Ciencia, Experiencia e Intuición. México: Universidad de Carmen, Campeche
- Staab S., Studer R., Schnurr H. y Sure Y (2001). *Knowledge Process and Ontologies, IEEE Intelligent Systems*. 16(1):26-34
- Sure Y. y Studer R. (2003). A Methodology for Ontology-based Knowledge Management. Towards the Semantic Web Ontology-driven Knowledge Management. Edited by Davies John, Fensel Dieter y van Harmelen Frank. Chapter

3. John Wiley & Sons, LTD

Tartir, S., Arpinar, B. y Sheth, A. (2010). *Ontological evaluation and validation*. In R. Poli (Editor): *Theory and Applications of Ontology (TAO)*, volume II: Ontology: The Information-science Stance. Springer, June-2010

The Institute of Electrical and Electronics Engineers. Inc. 1993, IEEE Standard for Software Maintenance

The Institute of Electrical and Electronics Engineers. Inc. IEEE Std 1471-2000. Published 9 October 2000. Printed in the United States of America. ISBN 0-7381-2518-0 SH94869

Tuning Europeo (2003). Universidad de Deusto, Bilbao (España). Disponible Mayo 2002 en: www.relint.deusto.es/TuningProject/index.htm y Universidad de Groningen (Países Bajos). Disponible Mayo 2002 en: www.let.rug.nl/TuningProject/index.htm

Van Heijst, G., Schreiber, A. y Wielinga, B. (1997). *Using Explicit Ontologies in KBS Development*. *International Journal of Human and Computer Studies*, 46(2/3), pp. 293–310. 1997. Disponible en fecha enero de 20129 en: <http://www.cs.vu.nl/~guus/papers/Heijst97a.pdf>

Vargas, M. (2008). *Educación basada en competencias*. Revista Entre Aulas. Febrero 2008. Gaceta Pedagógica Mensual Electrónica – 1. México

Umaña, A. (2008). *Reflexiones sobre el diseño Curricular por Competencias en la Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica*. Revista Cognición N° 13. Comunicaciones 13. ISSN 1850-1974. Edición Especial del II CONGRESO CREAD ANDES y II ENCUENTRO VIRTUAL EDUCA UTPLoja, Ecuador

Uschold M. (1996). *Building Ontologies: Towards a Unified Methodology*. Artificial Intelligence Application Institute. University of Edinburgh. Reino Unido. Disponible en: <http://citeseer.nj.nec.com/uschold96building.html>

Uschold M. y Gruninger M. (1996). *Ontologies: Principles, Methods and Applications*. AIAI-TR-191. Knowledge Engineering Review. Vol 11 Number 2. Disponible Febrero 2007 en: <http://citeseer.ist.psu.edu/uschold96ontologie.html>

Uschold M., King M. (1995). *Towards a Methodology for Building Ontologies*, IJCAI'95 Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing. Disponible Noviembre 2011 en: <http://citeseer.ist.psu.edu/uschold95toward.html>.

ANEXOS

Anexo A. Glosario de términos

| NOMBRE | SINÓNIMO | ACRÓNIMO | DESCRIPCIÓN | TIPO |
|-------------------------------------|-----------------------------------|----------|---|-----------|
| Activación de conocimientos previos | Conocimientos Previos | | Manera de accionar alguna información o conocimiento que tiene el estudiante, para que pueda entender, asimilar e interpretar la información nueva o relacionarla pertinentemente con los nuevos conocimientos | Instancia |
| Actividad | Acción | | Conjunto de tareas específicas que facilitan la ejecución de las técnicas | Concepto |
| Análisis de la información | | | Actividad intelectual que permite separar lo principal de lo accesorio y lo trascendental de lo pasajero o superfluo en un producto que será transmitido en un lenguaje sencillo, directo, sin ambigüedades y con un orden lógico | Instancia |
| Aprendizaje basado en problemas | | ApP | Técnica didáctica que permite formar estudiantes capaces de analizar y enfrentarse a problemas de la misma manera en que lo hará durante su actividad profesional, es decir, valorando y entregando el saber que los conducirá a la adquisición de competencias profesionales | Instancia |
| Aprendizaje basado en proyectos | Aprendizaje Orientado a Proyectos | ABP | Procedimiento didáctico que busca enfrentar a los estudiantes a situaciones que los lleven a rescatar, comprender y aplicar aquello que aprenden como una herramienta para resolver problemas o proponer mejoras en las comunidades en donde se desenvuelven | Instancia |
| Aprendizaje servicio | | ApS | Propuesta educativa que combina procesos de aprendizaje y de servicio a la comunidad en un solo proyecto bien articulado, donde los participantes aprenden al trabajar en necesidades reales del entorno, con la finalidad de mejorarlo | Instancia |

| | | | | |
|-------------------------|-----------------------|--|--|-----------------------|
| | | | | |
| Audiencia | | | Conjunto de personas que presencian un evento público | Atributo de instancia |
| Búsqueda de información | | | Conjunto de acciones que tienen por objeto poner al alcance del interesado (estudiante, profesor, investigador y/o profesional) la información que de respuesta a sus inquietudes | Instancia |
| Cine foro | Foro | | Proyección de una película para mostrar con claridad una situación o una acción, a través del impacto emotivo que genera el lenguaje cinematográfico, y luego realizar un coloquio sobre la misma | Instancia |
| Comparación y contraste | | | Recursos del habla o de la escritura que se utilizan para establecer los elementos a partir de los cuales objetos, personas o situaciones son similares entre sí o muestran condiciones opuestas y diferenciadas | Instancia |
| Competencia | Aptitud, Capacidad | | Capacidad de poner en práctica de forma integrada, en contextos diferentes, los conocimientos, habilidades y características de la personalidad adquiridas. Incluye saberes teóricos, habilidades prácticas y actitudes (compromisos personales) | Concepto |
| Contexto | | | Conjunto de circunstancias en que se encuentran el emisor y el receptor durante el proceso de comunicación y que permiten, en ocasiones, entender correctamente el mensaje | Concepto |
| Debate | Discusión Grupal | | Intercambio de opiniones antagónicas sobre un tema, realizado por un grupo, bajo la conducción estimulante y dinámica de una persona que hace de moderador | Instancia |

| | | | | |
|---------------------------|--|--|--|-----------------------|
| Demostración | Comprobación | | Proceso deductivo en el que se coleccionan juicios que presentan razones encadenadas lógicamente a hechos concretos, ratificando determinadas afirmaciones o conduciendo a un determinado resultado | Instancia |
| Descripción | Caracterización | | Explicación de cómo es una cosa seleccionando los detalles más característicos y relevantes de ellas | Atributo de instancia |
| Descripción procedimental | Procedimiento, Método | | Explicación, de forma detallada y ordenada de algún procedimiento | Atributo de instancia |
| Ejemplificación | | | Argumentación apoyada en una serie de premisas en las que se ofrecen diversos ejemplos que sustentan la afirmación o negación expresada en el argumento | Instancia |
| Entorno | | | Conjunto de circunstancias físicas y morales que rodean a una persona | Atributo de instancia |
| Entrevista | | | Mecanismo de comunicación que se establece entre dos o más personas, que tiene una estructura particular organizada a través de la formulación de preguntas y respuestas sobre ciertos temas y con un fin determinado | Instancia |
| Escribir en blog | Blog | | Actividad intelectual que permite compartir cualquier contenido a través de un sitio web con un grupo de lectores | Instancia |
| Estudio de Casos | Análisis de Casos, Estudio de Situación Problemática | | Procedimiento didáctico que consiste en el análisis de una situación problemática real o hipotética, con el propósito de determinar las causas y efectos, realizar un diagnóstico claro y plantear posibles soluciones | Instancia |
| Experiencia de | Estrategia Didáctica, | | Conjunto de procedimientos, apoyados en técnicas de enseñanza y aprendizaje, que tienen como propósito promover el desarrollo de las | Concepto |

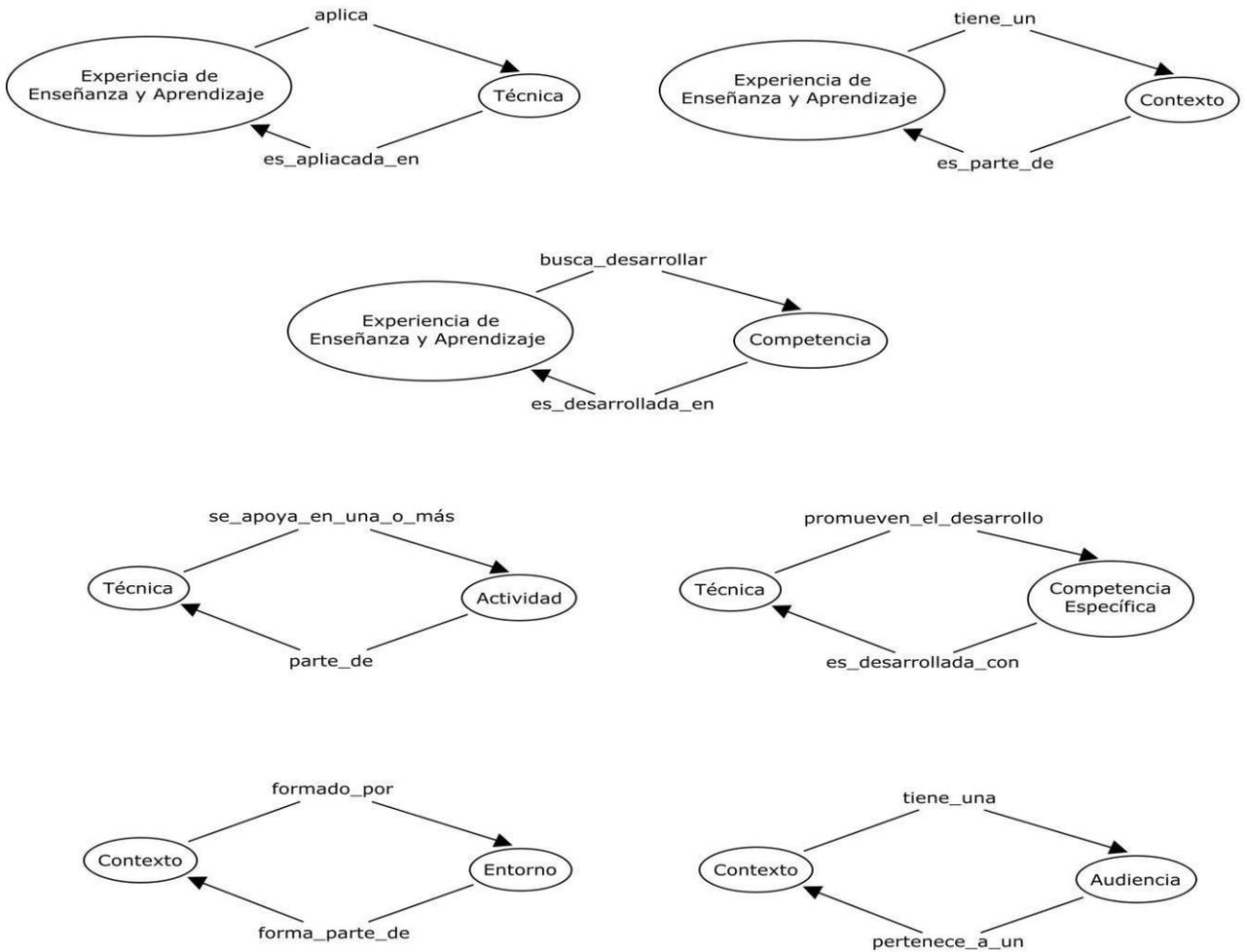
| | | | | |
|-------------------------|---|--|---|-----------|
| enseñanza y aprendizaje | Estrategia de Enseñanza y Aprendizaje, Método Instruccional | | competencias en los estudiantes | |
| Explicación | | | Proceso cognitivo que manifiesta el que, el cómo, el por qué y el para qué de un suceso, la cual debe hacerse con palabras que la hagan más comprensible o perceptible | Instancia |
| Exposición | Conferencia, Presentación | | Desarrollo de un tema lógicamente estructurado, debidamente justificado en relación con los contenidos del curso, en donde el recurso principal es el lenguaje oral, aunque también puede serlo un texto escrito | Instancia |
| Foro | | | Técnica a través de la cual distintas personas conversan sobre un tema de interés común | Instancia |
| Generalización | | | Tratamiento amplio de algo, sin detenerse en ningún aspecto particular, lo cual implica la extensión o propagación de algo positivo negativo | Instancia |
| Hacer Wiki | Wiki | | Elaboración de páginas web cuyos contenidos pueden ser editados por múltiples usuarios a través de cualquier navegador, por lo tanto, se desarrollan a partir de la colaboración de los internautas, quienes pueden agregar, modificar o eliminar información | Instancia |
| Infografía | Representación Gráfica | | Representación más visual que los propios textos; en la que intervienen descripciones, narraciones o interpretaciones, presentadas de manera gráfica normalmente figurativa, que pueden o no coincidir con grafismos abstractos y/o sonidos | Instancia |

| | | | | |
|-----------------|--|--|--|-----------|
| Juego de Roles | Role Playing Game, Juego de Interpretación de Papeles, Dramatización | | Simulación de roles con la finalidad de ejemplificar experiencias que llevan a adoptar habilidades/destrezas y/o cambios de actitud, observándose desde diferentes perspectivas los comportamientos de cada actor según el papel que ejerce | Instancia |
| Justificación | | | Explicación razonada de por qué determinado hecho sucede o por qué tales actitudes son consideradas justas y apropiadas para determinadas situaciones | Instancia |
| Lectura | | | Comprensión de algún tipo de información almacenada en un soporte y transmitida mediante algún tipo de código, usualmente un lenguaje | Instancia |
| Lluvia de Ideas | Tormenta de Ideas, Brainstorm | | Procedimiento didáctico que facilita el surgimiento de nuevas ideas sobre un tema o problema determinado y en un ambiente relajado | Instancia |
| Mapa conceptual | Conceptual Map | | Representación gráfica y semántica de esquemas de información o conocimientos previa identificación de conceptos y relaciones entre ellos | Instancia |
| Mapa Mental | Mind Map | | Procedimiento lógico y creativo para tomar notas y expresar ideas que consisten en cartografiar las reflexiones sobre un tema. Este procedimiento articula: (a) palabras claves e ideas, (b) imágenes, logos y símbolos, y (c) líneas, ramas y figuras geométricas | Instancia |
| Mesa redonda | | | Procedimiento didáctico donde un grupo de personas se reúnen para estudiar un asunto, debatir un tema o problema determinado, a través de la discusión generada por la diversidad en los puntos de vista hasta ponerse | Instancia |

| | | | | |
|--|----------------------|--|---|-----------------------|
| | | | de acuerdo en algo positivo y deducir acuerdos o recomendaciones | |
| Nombre | Denominación | | Designación verbal que se le da a una técnica o actividad, para distinguirla de otras | Atributo de instancia |
| Observación | | | Proceso sistemático de atención, recopilación y registro de información en la memoria sobre el desarrollo de actividades, actuaciones, comportamientos o hechos presentes en un contexto determinado, sin intervenir sobre ellos o manipularlos | Instancia |
| Pasantía | Práctica Profesional | | Procedimiento didáctico para comprender los entornos reales-laborales y en los que el participante (pasante) emplea las competencias adquiridas en su formación profesional para resolver situaciones dentro de su ámbito de acción | Instancia |
| Planteamiento de acciones en situaciones específicas | | | Formulación de tareas respecto a una situación particular | Instancia |
| Planteamiento de hipótesis | | | Formulación de un vínculo claro y concreto entre los hechos que el investigador va aclarando en la medida en que pueda generar explicaciones lógicas del porqué se produce este vínculo | Instancia |
| Portafolio | | | Técnica que consiste en la aportación de producciones por parte del estudiante, a través de las cuáles se reflejan sus esfuerzos, progresos y logros en un periodo de tiempo y en alguna área específica | Instancia |
| Recomendación | | | Sugerencia para llevar a cabo una técnica | Atributo de instancia |

| | | | | |
|----------------------------|--------------------------|--|---|-----------|
| Registro de novedades | | | Asiento de una información concreta de elementos, situaciones o fenómenos que son novedosos, no utilizados, recién creados o producidos | Instancia |
| Repaso | | | Rememoración de los puntos más importantes de un asunto ya concluido o de una lección ya explicada | Instancia |
| Resolución de problemas | Resolución de Ejercicios | | Explicación coherente de un conjunto de datos relacionados dentro del contexto, los cuales demandan procesos de razonamiento más o menos complejos y no simplemente una actividad asociativa y rutinaria | Instancia |
| Síntesis de la información | | | Versión abreviada de los aspectos más relevantes sobre el tratamiento de un tema determinado, realizado por una persona a fin de extraer la información o los contenidos más importantes del mismo | Instancia |
| Tareas grupales | | | Acciones concretas que realizan dos o más personas, interactuando libremente y compartiendo normas, objetivos e identidad para obtener un resultado deseado, expresado en un producto o subproducto final | Instancia |
| Tareas individuales | | | Acciones concretas que realiza una persona durante un tiempo limitado, interactuando libremente y respetando normas para obtener un resultado deseado, expresado en un producto o subproducto final | Instancia |
| Técnica | | | Procedimiento didáctico que incide en una parte específica de la unidad de aprendizaje y busca obtener eficazmente, a través de una secuencia de acciones, uno o varios productos | Concepto |

Anexo B. Diagrama de relaciones binarias



Anexo C. Diccionario de conceptos

| Concepto Origen | Instancias | Atributos de Instancias | Atributos de Clase | Relación | Concepto Destino | Card | Relación Inversa |
|-----------------|---|---|--------------------|-------------|------------------|------|---------------------|
| Actividad | <ul style="list-style-type: none"> • Activación de conocimientos previos • Análisis de la información • Escribir en blog • Búsqueda de información • Comparación y contraste • Ejemplificación • Entrevista • Explicación • Generalización • Justificación • Lectura • Observación • Planteamiento de acciones en situaciones específicas • Planteamiento de hipótesis • Registro de novedades • Repaso | <ul style="list-style-type: none"> • Nombre • Descripción | | es_parte_de | Técnica | 1:N | Secuencia_una_o_más |

| | | | | | | | |
|--|---|---|--|---|--|-------------------|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Resolución de problemas/ejercicios • Síntesis de la información • Tareas grupales • Tareas individuales • Hacer Wiki | | | | | | |
| Competencia | | Descripción | | es_desarrollada_por | Experiencia de enseñanza y aprendizaje | 1:N | busca_desarrollar_una_o_más |
| Experiencia de enseñanza y aprendizaje | | Descripción de la experiencia | | aplica_una_o_más tiene_un busca_desarrollar_una_o_más | Técnica Contexto Competencia | 1:N 1:1 1:N | es_aplicada_en es_parte_de es_desarrollada_por |
| Técnica | <ul style="list-style-type: none"> • Aprendizaje basado en problemas (ABP) • Aprendizaje basado en proyectos (ApP) • Aprendizaje servicio (ApS) • Cine foro • Debate • Demostración • Estudio de casos • Exposición • Foro • Infografía | <ul style="list-style-type: none"> • Nombre • Descripción • Descripción procedimental • Recomendación | | secuencia_una_o_más | Actividad | 1:N | es_parte_de |

| | | | | | | | |
|--|---|--|--|--|--|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Juego de roles • Lluvia de ideas • Mapa conceptual • Mapa mental • Mesa redonda • Pasantía • Portafolio | | | | | | |
|--|---|--|--|--|--|--|--|

Anexo D. Descripción de instancias

| Nombre del atributo de instancia | Concepto | Tipo de valor | Rango de valores | Cardinalidad |
|----------------------------------|--|----------------------|------------------|--------------|
| Actividad de apoyo | Técnica | Cadena de caracteres | . | (1:N) |
| Audiencia | Contexto | Cadena de caracteres | - | (1:1) |
| Descripción | Actividad, Técnica | Cadena de caracteres | - | (1:1) |
| Descripción de la experiencia | Experiencia de enseñanza y aprendizaje | Cadena de caracteres | - | (1:1) |
| Descripción procedimental | Técnica | Cadena de caracteres | - | (1:1) |
| Entorno | Contexto | Cadena de caracteres | - | (1:1) |
| Nombre | Actividad, Técnica | Cadena de caracteres | - | (1:1) |
| Recomendación | Técnica | Cadena de caracteres | - | (1:N) |

Anexo E. Instrumento para las Pruebas de Aceptación

Lugar: _____ Fecha: ___ / ___ / ___

Nombre del probador: _____

Tipo de probador: Administrador () Experto en el dominio () Docente ()

Por favor, marque con una "X" en la columna que mejor represente lo que piensa respecto a la pregunta formulada.

| PRUEBA DE ACEPTACIÓN | | SI | NO |
|----------------------|---|----|----|
| 1 | ¿Es posible consultar las técnicas de enseñanza y aprendizaje aplicadas en las experiencias de enseñanza y aprendizaje? | | |
| 2 | ¿Dada una técnica de enseñanza y aprendizaje, es posible consultar las actividades en que se apoya? | | |
| 3 | ¿Al seleccionar una competencia específica, usted puede conocer en qué experiencia de enseñanza y aprendizaje es desarrollada? | | |
| 4 | ¿Para una experiencia de enseñanza y aprendizaje dada, es posible conocer qué competencia específica busca desarrollar y en qué contexto se recomienda? | | |
| 5 | ¿Dado un contexto, usted puede consultar para qué audiencia está recomendada y qué entorno lo conforma? | | |

Sugerencias:

Firma del probador: _____