

Currículo adaptativo inteligente basado en ontologías de descripción de competencias

Intelligent adaptive curriculum based on competency description ontologies

Manuel Bolaños González*

Jesús Insuasty Portilla**

Jairo Guerrero García***

Fecha de recepción: 5 de abril 5 de 2013

Fecha de aceptación: 5 de mayo 5 de 2013

Resumen

En este proyecto de investigación se planteó identificar las características de un currículo basado en competencias, y los requerimientos necesarios que permitan identificar las necesidades que debe satisfacer un currículo adaptativo, de manera que ayude a un estudiante a elegir la mejor opción entre una de serie de posibilidades de oferta de cursos virtuales.

Con base en este panorama se adquirió el conocimiento necesario para desarrollar un prototipo, que mediante una ontología basada en competencias pueda inferir un nuevo conocimiento, a través de una red semántica y una serie de reglas previamente definidas, permitiendo a un estudiante generar un curso coherente con sus competencias (ser, hacer, y saber hacer), garantizando de alguna manera un mejor desempeño y comprensión de las temáticas abordadas o tratadas en el curso. Además,

* Grupo de investigación Galeras.net. Departamento de Sistemas Universidad de Nariño, Pasto. Colombia. Correo electrónico: mbolanos@udenar.edu.co

** Grupo de investigación Galeras.net. Departamento de Sistemas Universidad de Nariño, Pasto. Colombia. Correo electrónico: jinsuasty@udenar.edu.co

*** Grupo de investigación Galeras.net. Departamento de Sistemas Universidad de Nariño, Pasto. Colombia. Correo electrónico: jg@udenar.edu.co

el resultado de la inferencia indicará a un estudiante si es pertinente o no tomar un curso.

La implementación del prototipo se realizó mediante paquetes IMS-CP, utilizando registros de metadatos basados en ontologías de descripción de competencias de manera aleatoria, con herramientas como *Protege* versión *Protege_4.0.2* para el diseño y construcción de la ontología, *NetBeans IDE 7.0* para la creación y programación, *Apache Tomcat 7.0.11* como Servidor web, *Mysql* como gestor de base de datos y *mysql-connector-java-5.1.17* para la conexión con la base de datos.

Con el desarrollo de este proyecto se pretende solucionar en parte el inconveniente que presentan muchas de las plataformas existentes que tienen una inclinación comercial, por lo que el contenido de los cursos generados se basa en una temática específica y rígida, que en la mayoría de los casos no se adecua a los requerimientos propios de cada estudiante, por ende los procesos de aprendizaje no se desarrollan de la mejor manera conllevando así a un alto nivel de deserción.

Palabras clave: Ontología, currículo basado en competencias, currículo adaptativo, datos semánticos, e-Learning.

Abstract

In this research project was proposed to identify the characteristics of a competency-based curriculum, and the requirements necessary to identify the needs that must satisfy an adaptive curriculum, so it helps a student to choose the best option among a number of possibilities of offering online courses.

Based on this scenario, necessary knowledge was acquired to develop a prototype, using a competency-based ontology to infer new knowledge through a semantic network and a set of predefined rules, allowing a student to generate a consistent course according to his/her skills (to be, to do, and to know-how). Somehow ensuring better performance and understanding of the issues addressed or addressed in the course. Furthermore, the result of inference indicate whether a student is relevant or not to take a course.

The prototype implementation was performed using IMS-CP packages, metadata records using ontologies based on description of competencies at random, with tools such as *Protege_4.0.2* version for the design and construction of ontology, *NetBeans IDE 7.0* to create and programming, *Apache Tomcat 7.0.11* as web server, *Mysql* as database manager and *Mysql-connector-java-5.1.17* to connect to the database.

With the development of this project is to partly solve the disadvantage of many existing platform having a commercial inclination, since the course content generated is based on a specific and rigid subject, which in most cases it's not adapted to the requirements of each student, thus learning processes do not develop in the best way, which generate a high dropout rate.

Key words: Ontology, competency-based curriculum, curriculum adaptive, semantic data, e-Learning.

1. Introducción

Para todos es conocido que la tecnología de información se encuentra presente en casi todos los campos de aprendizaje, por ende es fácil deducir que el conocimiento también, una manera óptima de llegar a él ha sido el uso de Internet que brinda de manera rápida una gran cantidad de información. Hoy en día las instituciones educativas se preocupan por llegar a aquellos estudiantes que buscan la mejor manera de aprender y dar rienda a sus aptitudes y conocimientos. Las universidades optan por carreras y cursos diseñados de forma estratégica, para lograr un buen posicionamiento utilizando múltiples formas de difundir sus competencias.

El aprendizaje a través de la computadora está en la cima y la demanda de e-Learning aumenta gradualmente. La educación electrónica se está desarrollando en busca de su máximo potencial y existe un gran incremento en las expectativas y requisitos hacia los sistemas de aprendizaje basados en la Web. Internet provee una infraestructura distribuida que permite compartir información a una población de millones de usuarios en todo el mundo y que crece a medida que se facilita el acceso a la tecnología.

Gracias a la evolución tecnológica, el e-Learning es una de las áreas más beneficiadas con los diferentes avances experimentados, lo que posibilita la creación de nuevos productos y servicios, permitiéndole evolucionar desde un modelo inicial basado en contenidos visualizados en computadoras, hasta abarcar un amplio rango de tecnologías para el trabajo colaborativo y la distribución y administración de contenido. El surgimiento de los Sistemas de Administración de Aprendizaje (LMS, Learning Management Systems), es uno de los principales avances que

ha permitido satisfacer las necesidades de enseñanza.

La generación de currículos tiene un alto nivel de complejidad, ya que debe poseer una estructura coherente que permita al estudiante una fácil comprensión de su contenido, la información más importante de los objetos de aprendizaje sobre un determinado tema. Para lograr la construcción de un currículo que se adapte inteligentemente a los requerimientos de un estudiante que busca enfatizar en una determinada área, se necesitará la ayuda de ontologías específicas basadas en competencias que identifiquen de manera óptima el contenido correcto, además de la utilización de IMS-CP para empaquetar el contenido de la información y el buen manejo de los metadatos.

En la actualidad existen herramientas para la creación de cursos orientados a la web que sirven de apoyo en la obtención del conocimiento, el prototipo desarrollado en este proyecto además de generar ese apoyo, construirá un currículo adaptado principalmente a las necesidades de un estudiante, logrando así disminuir la posibilidad de deserción que se presenta por el hecho de realizar un curso en el que no ha logrado su satisfacción educativa.

2. Estudio de la situación actual de la composición automática de cursos virtuales

Opinión de Sergio Gago en un documento que habla de la educación virtual y lo que vendrá: "Actualmente la educación virtual todavía está en vías de desarrollo. Si bien es cierto que disponemos de sistemas muy completos que nos permiten ejecutar prácticamente todas las fases de la realización de un curso (planificación, búsqueda y acceso de alumnos, realización del curso, evaluacio-

nes, valoración final y revisión de temarios, y áreas de profesores), aún no hemos llegado (ni en un futuro cercano), a conseguir el mismo grado de eficiencia que la educación presencial" [1].

Los intereses constantes de poder llevar la calidad de educación a un nivel superior se han fortalecido con el avance de las TICs (Tecnologías de la Información y la Comunicación), los avances que presentan las plataformas e-Learning han sido de mucho apoyo para que los estudiantes interesados aprendan más y a su propio ritmo, además, ya existen organismos y procesos de investigación que velan por alcanzar el ideal de individualizar la enseñanza y mejorar los ambientes educativos [2].

Cabe mencionar que un curso virtual necesariamente está orientado a la web y está conformado por múltiples herramientas, que hacen que la gestión de elementos educativos sea más fácil de asimilar.

Internet se muestra como un transformador de la metodología de enseñanza, de la forma en que las instituciones brindan la enseñanza, y también un transformador del "mercado" de la enseñanza [3].

Estas transformaciones serán cada vez más aceleradas a medida que los distintos componentes de la cadena productiva (de la producción de cursos en general) se vayan haciendo accesibles a un espectro más amplio de personas. La accesibilidad está relacionada directamente con la facilidad de manejo brindada por las herramientas. La facilidad de manejo a su vez es influida directamente por el gran desarrollo hecho en el área de las interfaces gráficas, que permiten el manejo de herramientas complicadas de una manera intuitiva y con una curva de aprendizaje pronunciada [3].

La composición automática de cursos hoy en día se ve limitada o todavía no se encuentran de manera aglomerada, se dice que estos proyectos están a nivel mundial en etapas de investigación y desarrollo, además el docente promedio no se encuentra totalmente preparado para aprovechar toda la potencia brindada por Internet, también existen empresas que tratan de dar soluciones parciales para resolver algunos problemas específicos en lo que respecta al ámbito educativo.

Debido a que la construcción de herramientas para el apoyo a la educación y el aprendizaje se encuentra en su mayoría en etapas de investigación y desarrollo, las aplicaciones existentes son escasas y de muy alto costo, lo que hace más rentable seguir en la construcción de herramientas propias y de más alta calidad.

3. Las plataformas LCMS

Antes de definir que es una plataforma LCMS se debe definir lo que es una plataforma e-Learning "Dado un escenario educativo de e-Learning, la plataforma para e-Learning es la herramienta tecnológica basada en Internet que se utiliza para distribuir el conocimiento" [4].

Además, se debe definir que es un sistema CMS y un sistema LMS: un CMS (Content Management System) es un "Software para crear, editar, gestionar y publicar contenido digital en diversos formatos. Interactúa con el servidor para generar dinámicamente la página web bajo petición del usuario, con el formato predefinido y el contenido extraído de la base de datos del servidor" y un LMS (Learning Management System) es un "Software instalado en un servidor que se emplea para administrar, distribuir y controlar las actividades de formación no presencial o

de e-Learning de una institución u organización” [4].

Con estos conceptos más claros es fácil entender el propósito de una plataforma LCMS, que en pocas palabras es un software que combina las funcionalidades de las CMS y de las LMS, generando una herramienta más compleja que además de crear contenidos trabaja para su distribución; esta unión hará que personas dedicadas al manejo de elementos educativos puedan con más facilidad crear, diseñar y distribuir procesos de aprendizaje [4] [5].

4. Competencias

“La competencia se refiere a la formación o preparación de un individuo para intervenir de un modo eficaz en un proceso o un contexto. En la competencia se incluye tanto la actuación, como los conocimientos y los valores de los individuos. Se diferencia del concepto de capacidad, en que además de incluirse la noción de poder en el de la competencia, el énfasis está en la adquisición por medio del aprendizaje estructurado, del poder para intervenir de una manera que sea observable. Por lo tanto la competencia no solo es la adquisición de un poder específico sino que es algo que se sitúa en el ámbito de lo demostrable” [2].

4.1. Estándares y especificaciones

Problema. Hoy en día gracias a las ventajas que brinda el avance de la computación, se desarrollan herramientas que gestionan la organización y generación de cursos, es impresionante el número de estas herramientas que se encuentran en el mercado, y de la mano la infinidad de plataformas e-Learning que han sido fabricadas por particulares, por empresas y hasta por las universidades que necesitan gestionar sus cursos para ofrecer-

los a la amplia y variada demanda de estudiantes [7].

Los LMS han sido impulsados por empresas que ven en estos sistemas una gran posibilidad comercial. Las plataformas e-Learning no son sistemas independientes, estos se pueden apoyar con herramientas de terceros o por integraciones fabricadas por las propias instituciones, pero se ven limitadas debido a la especificidad de sus modelos y la improbabilidad de fabricación de herramientas o avances para su institución, y depende únicamente de ellas mismas el avance en sus mejoras [7].

Por lo anterior las herramientas son muy diversas cuando de autonomía se trata, y en la actualidad cada LMS ha creado y lo seguirá haciendo sus propios formatos de estructuración de contenidos, lo que en realidad hace imposible la interoperabilidad [7].

Objetivo. El objetivo cuando se establecen estándares para definir metadatos educativos, es buscar el punto en el cual las características que un elemento debe tener para permitir que un ambiente e-Learning cuente con las siguientes habilidades [8]:

- Accesibilidad para ubicar y acceder materiales instruccionales independientemente de su localización.
- Adaptabilidad para ajustar la instrucción a las necesidades individuales de los estudiantes.
- Asequibilidad para aumentar la eficiencia y productividad disminuyendo el tiempo y costos del proceso.
- Durabilidad para resistir los cambios tecnológicos sin necesidad de rediseñar, recodificar o reconfigurar.
- Gestionabilidad para monitorear información sobre el estudiante y los contenidos de aprendizaje.

- Reusabilidad para integrar los componentes instruccionales en una variedad de aplicaciones, sistemas y contextos.

5. Currículo basado en competencias

“Un currículo basado en competencias, parte de la premisa que son éstas las que orientan el proceso de enseñanza y son los contenidos los que se deberán movilizar para su adquisición” [9].

Para poder mejorar la calidad de educación se debe enfatizar en la mejora de los currículos que se aplican, ya que los estudiantes no alcanzan el máximo potencial de un tema si los profesores no saben de pedagogía pero saben de su cátedra, o saben de pedagogía pero no de su cátedra.

En alusión al tema de pedagogía es común escuchar o se asocia mucho el concepto de un currículo basado en competencias y este en la actualidad ha tomado cada vez más fuerza cuando de educación se trata.

La importancia de formar currículos que se basen en competencias que el mundo ofrece y que en la actualidad han cambiado de manera acelerada gracias a todos los avances que la sociedad implementa no puede ser baja, ya que se deben formar personas aptas para combatir las tendencias de este mundo cambiante, tendencias tales como: avance tecnológico en la informática, las telecomunicaciones etc., también el alto desempleo que existe debido a la incompatibilidad de destrezas no muy bien desarrolladas de los profesionales para con sus actividades laborales y el consumo masivo de países desarrollados entre otras.

“Es necesario tomar nota del cambio entre un currículo tradicional y uno basado en com-

petencias. En tanto el primero está centrado en el contenido, el segundo en los indicadores de desempeño. Para el primero los tiempos de enseñanza son fijos y para el segundo son variables ya que se tiene en cuenta el ritmo personal de aprendizaje, es decir, centrado en las necesidades individuales” [9].

El currículo basado en competencias se caracteriza por ser una tendencia que la sociedad debe asimilar y seguir, “porque aporta una visión nueva e integradora de la educación, a la vez que proporciona un léxico y una lógica que permiten sistematizar prácticas ya vigentes en muchos ámbitos del medio educativo” [10].

Gracias a la importancia que se le ha dado a las competencias, se puede afirmar que la formulación del currículo basado en competencias se está haciendo cada vez más común para los diferentes niveles de educación y en distintas partes del mundo.

5.1. Características de los nuevos modelos curriculares

Como se mencionó anteriormente los currículos basados en competencias se diferencian a los currículos tradicionales de diferentes maneras, una de ellas son sus características, mencionamos a continuación algunas de los nuevos modelos curriculares[11]: pertinencia, calidad, flexibilidad, polivalencia, internacionalización, interdisciplinariedad y otras modalidades de organización del conocimiento, integralidad, vinculación con diversos sectores, innovación, aplicabilidad y transferibilidad, énfasis en valores, movilidad y centrado en el estudiante.

5.2. Estudios pedagógicos – Modo de hacer un currículo

A partir de la propuesta estructural de un currículo por competencias para la formación

de profesionales presentada en un seminario internacional patrocinado por la Universidad del Norte (Colombia) y CINDA (Chile), y de la socialización de la misma en la Universidad Politécnica de Nicaragua y las Universidades Católica y Javeriana de Bogotá, se presenta este trabajo, en el que se cualifica la estructura y los procesos funcionales de un currículo basado en competencias bajo la concepción de una formación integral y adecuada a las circunstancias determinadas como los “retos de la modernidad” [6].

5.2.1. Las bases de un currículo basado en competencias

Para la construcción de un currículo basado en competencias es estratégico el documento de Alonso Tejada Zabaleta, orienta en este camino basando la construcción en una estructura que posibilita la mejor formación de un profesional apoyándose en las siguientes bases o pilares como él los llama [6]:

- Las bases ontológicas y epistemológicas
- Las bases conceptuales y teóricas
- Las bases metodológicas
- Las bases tecnológicas y aplicadas o de acción

5.2.2. Las bases ontológicas y epistemológicas

“La propuesta se basa en las bases epistemológicas y ontológicas que sostienen que el concepto de competencias debe ser definido como un complejo total e integral, en contraposición a las miradas dualistas, reduccionistas y fragmentarias que aún son dominantes en los estudios sobre competencias” [6].

Se propone:

- “Confrontar el paradigma dominante dualista, mecanicista, reduccionista y fragmentario que se debate entre dos polos: o desde las competencias reducidas

a lo cognitivo, o la reducción al concepto de competencias laborales” [6].

- “Proponer, legitimar y validar una concepción sobre las competencias como una dimensión total, integral, compleja, procesal e interaccional; significadas en las competencias para la vida” [6].

5.2.3. Las bases conceptuales y teóricas

Se define un complemento entre el conocimiento, el aprendizaje y las competencias [6].

5.2.4. Las bases metodológicas

“Desde el punto de vista metodológico se propone un diseño que posibilite la interacción sistemática, contextual y significativa de las Dimensiones del Conocimiento con los procesos del aprendizaje y con la progresión de las competencias claves en la formación de un profesional. Esta integración y sistematización da valor a una interacción permanente entre la teoría y la práctica a través de la investigación y a una relación coherente y consistente entre la Educación o Formación y el medio productivo y del trabajo” [6].

5.2.5. Las bases tecnológicas y aplicadas o de acción

“Desde el punto de vista tecnológico y técnico-aplicado, la propuesta las integra al marco total del diseño curricular por competencias. Así:” [6]

- “Se explicita la racionalidad entre la utilización de instrumentos y el desarrollo de estrategias de intervención profesional a través de un proceso explícito e intencionado de relacionar la teoría y la práctica en una interacción sustentada en la investigación y en una condición de proceso de complejidad creciente. Esto se

fortalece en el inter-juego de la acción y la reflexión como proceso continuo” [6].

- “Se valida la evaluación de las competencias como productos totales, que impliquen la construcción individual y colectiva y no como fragmentos. Metodologías como la de Problema>Proyecto>Producto a través de Portafolios, o las de estudios de casos, o las de las Practicas Supervisadas y Acompañadas o los Trabajos de Grado, son ejemplos de productos terminales que pueden especificar el logro de competencias” [6].

6. Desarrollo e implementación

Para llevar a cabo este modelo se tuvo en cuenta los estándares de creación de cursos propuestos en el mercado, las características de los LCMS y el diseño de cursos basados en competencias.

6.1. Identificación de áreas de conocimiento

El currículo es el conjunto de competencias básicas, objetivos, contenidos, criterios metodológicos y de evaluación que los estudiantes deben alcanzar en un determinado nivel educativo. Responde a las preguntas ¿qué enseñar?, ¿cómo enseñar?, ¿cuándo enseñar? y ¿qué, cómo y cuándo evaluar? El currículo, en el sentido educativo, es el diseño que permite planificar las actividades académicas.

6.2. Identificación de competencias

Para implementar un curso es necesario identificar las competencias necesarias que garanticen el conocimiento y la apropiación de las temáticas. En este caso se tomó como base para la implementación, la asignatura Estructuras de Datos, correspondiente al V semestre del Programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Nariño, las competencias identificadas se observan en la tabla 1.

Tabla 1. Competencias del curso

Curso	Competencias
Estructuras de datos	<p>Describe la representación de datos numéricos y el carácter.</p> <p>Comprende cómo la precisión y la complejidad pueden afectar los cálculos numéricos.</p> <p>Discute el uso de tipos de datos primitivos y contruidos en las estructuras de datos.</p> <p>Describe las aplicaciones más comunes para cada estructura de datos.</p> <p>Pone en práctica las estructuras definidas por el usuario y los datos en un lenguaje de alto nivel.</p> <p>Compara implementaciones alternativas de estructuras de datos con respecto al desempeño.</p> <p>Escribe programas que utilizan cada una de las siguientes estructuras de datos: matrices, cadenas enlazadas, pilas, colas y tablas hash.</p> <p>Compara y contrasta los costos y beneficios de las implementaciones de la estructura dinámica y estática de los datos.</p> <p>Elige la estructura de datos adecuada para el modelado de un problema dado.</p>

Fuente: elaboración propia.

6.3. Identificación de las herramientas de desarrollo

Para implementar el prototipo, primero se debía analizar algunas de las herramientas, e identificar cuál tenía las características necesarias con base en la información y el conocimiento adquiridos en las fases anteriores del proyecto.

Las herramientas seleccionadas fueron: *Protege* versión “*Protege_4.0.2*” para el diseño y construcción de la ontología, *NetBeans IDE 7.0* para la creación y programación del prototipo utilizando como Servidor web “*Apache Tomcat 7.0.11*”, y *mysql-connector-java-5.1.17*: para la conexión con la base de datos.

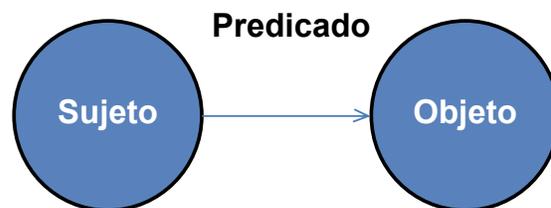
Protege además de ayudar a construir la ontología, proporciona información de referencia sobre el soporte para los datos manejados en las tecnologías semánticas, incluido el almacenamiento, la inferencia, y la capacidad de consultar los datos, es adaptable a la hora de trabajar con RDF Schema (RDFS) y Web Ontology Language (OWL). Permite almacenar datos semánticos y puede ampliar la potencia de las consultas sobre los datos semánticos, haciendo deducciones lógicas mediante complementos basados en la ontología. Se debe tener en cuenta que los datos semánticos se gestionan de manera más eficaz a través de la librería *Jena-2-6-4* mediante *Netbeans*.

Además de su semántica formal, la semántica de datos tiene una estructura simple que se modela con un grafo dirigido. Las declaraciones de metadatos se representan como tripletas: en donde los nodos se utilizan para representar a dos partes de la tripleta, y la tercera parte está representada por un enlace dirigido que describe la relación entre los nodos. Las tripletas se almacenan en la ontología. Además, la información se mantie-

ne sobre determinados modelos de datos semánticos creados por la aplicación web y la interacción de los usuarios finales. Un modelo creado tiene un nombre identificado por un URI, y se refiere a tripletas almacenadas en el archivo “owl” generado por la ontología.

Las declaraciones se expresan en tripletas: tema o un recurso, predicado o propiedad, objeto o valor. En este documento sujeto, predicado y objeto se utilizan para describir una tripleta, y los términos de la declaración se pueden usar indistintamente. Los sujetos y objetos de cada tripleta se asignan en nodos, y los predicados se asignan a los enlaces de red que tiene su nodo inicial (sujeto) y nodo final (objeto). Cada tripleta es un hecho completo y exclusivo de un dominio específico, y puede ser representado por un enlace en un grafo dirigido. Como se muestra en la figura 1.

Figura 1. Tripleta



Fuente: elaboración propia.

6.4. Construcción de la ontología

Teniendo las características de las herramientas descritas anteriormente en especial *Protege*, a la hora de trabajar con tripletas, se analizó cada una de las competencias definidas en el curso, además, y como parte fundamental se deben tener en cuenta el glosario de términos que arroja el contexto de un estudiante al momento de realizar la búsqueda,

inscripción y matrícula de un curso, con el propósito de identificar palabras que se encuentren repetidas varias veces y de esta manera poder asociar la información del curso hacia conceptos propios de la disciplina, los conceptos identificados se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Conceptos

Estudiantes	Contenido	Profesores	Curso
Materia	Programa	Prerrequisito	Aplicación
Metodología	Objetivo	Unidades	Facultad
Persona	Usuario	Pregrado	Postgrado
Código	Competencia	Argumentativa	Propositiva
Datos	Web	Bibliografía	Valor
Interpretativa	Cuestionarios	Talleres	Procedimiento
Currículo	Definición	Respuestas	Dirección

Fuente: elaboración propia.

El proceso de creación de la ontología semántica partió del análisis de cada uno de los conceptos identificados, para determinar las posibles tripletas que se podían definir y que permitirán tener los datos semánticos que conformarán la ontología. Una vez

se identificaron las tripletas, se definió cada uno de los objetos para hacer claridad en el hecho que representa cada triplete, y ayudar a determinar si se acepta o se elimina. Las tripletas se pueden observar en la tabla 3.

Tabla 3. Tripletas

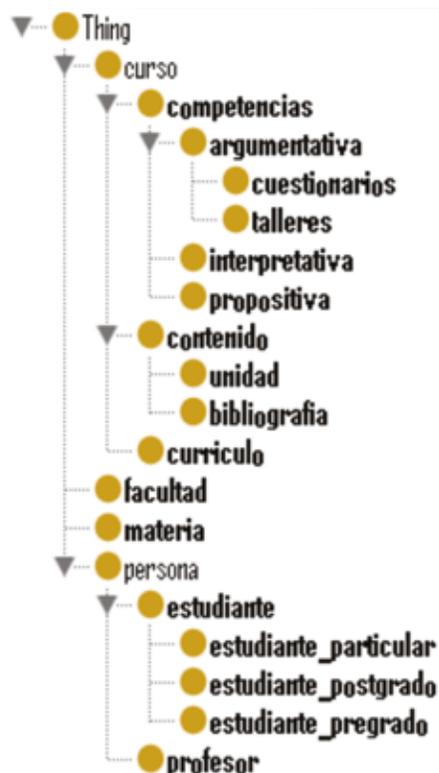
Sujeto	Predicado	Objeto	Definición de objetos
Principio del formulario Profesor. Final del formulario	Principio del formulario DictaFinal del formulario	Principio del formulario CursoFinal del formulario	La asignatura que será dictada por el docente a cargo, en este caso específico se puede decir que es Estructuras de Datos.
Estudiante	Cursa	Curso	La asignatura que será dictada por el docente a cargo, en este caso específico se puede decir que es Estructuras de Datos
Profesor	Dirige	Estudiante	Uno de los usuarios del sistema, en este caso la persona que se encargará de aportar la información necesaria para la generación del currículo.
Curso	Contiene	Competencias	Aquellas que el estudiante aporta al sistema para que estas sean evaluadas.
Curso	Es cursado	Estudiante	Uno de los usuarios del sistema en este caso la persona que se encargará de aportar la información necesaria para la generación del currículo.
Curso	Es dictado	Profesor	El docente a cargo del curso.
Estudiante	Es dirigido	Profesor	El docente a cargo del curso.

Fuente: elaboración propia.

Otros conceptos son inferidos en la construcción de la ontología por ser subclases de otros conceptos, por ejemplo, *persona* es superclase de *estudiante* por ello como tripleta no se la menciona (*estudiante es_Una persona*). En la ontología que se creó, su dominio consta de diferentes clases que describen conceptos del mundo real. Esta ontología define tipos de recursos estableciendo algunos subtipos muy comunes como subtipos de estos.

La estructura general de las clases parte de una clase raíz que inicia el árbol, a partir de esta clase se extienden las clases *Curso* y *Persona* que se refieren a las clases más generales de la ontología y son el núcleo de la misma, de la clase *Curso* se extienden las clases *Prerrequisito*, *Contenido* y *Currículo* que se refieren respectivamente al prerrequisito o prueba que un estudiante debe realizar para verificar si tiene las competencias, contenido del curso (datos básicos del curso), el currículo generado para cada estudiante después de haber realizado satisfactoriamente las pruebas. Cabe resaltar que la clase *Contenido* posee a su vez la clase *Unidades* y esta es superclase de *Competencias* que es una clase muy importante en el desarrollo de la aplicación, ya que aquí se encuentran las pruebas con las que el alumno demostrará sus aptitudes para que el sistema genere el currículo correspondiente. La estructura generada por *Protege* se ve en la figura 2.

Figura 2. Estructura jerárquica de la ontología. Clases y subclases



Fuente: elaboración propia.

Protege genera las relaciones entre las clases antes mencionadas, como se observa en la figura 3. Para esta aplicación como se mencionó anteriormente la ontología que se creó en el archivo con extensión .owl, en su dominio consta de diferentes clases que describen conceptos del mundo real.

Figura 3. Relaciones entre clases



Fuente: elaboración propia.

Teniendo la integración de cada una de las tripletas que identifican las relaciones internas de las competencias, se creó una red semántica asociativa, la cual establece las relaciones de los Sujetos con los Objetos.

6.5. Implementación del prototipo

El primer paso en la implementación fue la instalación de las herramientas necesarias ya descritas, para posteriormente crear la base de datos, las tablas e insertar cada uno de los registros que contienen información básica de los usuarios que interactuaran con el prototipo.

Para que se pueda hacer inferencia, es decir razonar a partir del conocimiento de hechos o pruebas, representados en la ontología, es necesaria la definición de reglas. Nuevas relaciones (tripletas) son inferidas desde el grafo RDF / OWL mediante la aplicación de las reglas del modelo, utilizando encadenamiento hacia adelante y reduciendo el tiempo de búsqueda.

Es conveniente aclarar que por ser un prototipo, es posible que no se tengan todas relaciones necesarias para cubrir cada una de las competencias, por lo cual es conveniente que los profesores de cada uno de los cursos, identifiquen las competencias requeridas para desarrollarlo, y de esta manera determinar las tripletas necesarias para poder definir el universo de todos los datos semánticos que deben hacer parte de la red semántica conceptual.

6.5.1. Análisis de funcionalidades

A partir de los requerimientos identificados, se puede confeccionar la siguiente lista de funcionalidades:

- La aplicación ha de acceder a la ontología creada para realizar múltiples búsquedas.
- La aplicación realiza consultas sobre cursos, estudiantes, profesores, unidades, competencias, prerrequisitos, etc. Para trabajar con ellos posteriormente.
- El usuario puede registrarse, y una vez registrado autenticarse para ingresar al sistema siempre y cuando cumpla con parámetros válidos.
- El usuario puede una vez registrado tomar un rol en el sistema (profesor o estudiante).
- El profesor puede ingresar el curso al sistema, en este caso "Estructuras de datos" el sistema brindará la opción de ingresar.
- El Profesor debe ingresar el prerrequisito para este curso que servirá de prueba para saber si el estudiante cursante es apto para cursarlo.
- El profesor puede ingresar el número de competencias que sean necesarias para evaluar al estudiante y el sistema permitirá el acceso a los datos respectivos.
- El profesor deberá dar de alta el curso para que esté disponible para ser cursado por un estudiante.

- El estudiante puede registrarse a un curso, para este caso “Estructuras de datos” mientras esté disponible y de esta acción se realizará una prueba.
- El sistema calificará el prerrequisito que el estudiante realiza en la función anterior y permitirá avanzar en el proceso de matrícula si esta evaluación es positiva.
- El estudiante puede matricularse a un curso, en este caso “Estructuras de datos” en esta función el sistema evalúa al estudiante mediante las competencias previamente incorporadas.
- El sistema evalúa al estudiante en el proceso de la función anterior y dependiendo el resultado genera el currículo correspondiente.
- El sistema empaquetará los archivos resultantes en con el estándar IMS-CP.

Cabe resaltar que para lograr el cumplimiento de las anteriores funcionalidades del sistema, se utiliza a la ontología como fuente de búsqueda de información, además de la inferencia que las ontologías permiten.

7. Conclusiones

Las ontologías y la propuesta de diferentes estándares para la representación de datos, ofrece a e-Learning la posibilidad de solucionar los problemas de comunicación entre tutores, estudiantes y sistemas de aprendizaje TIC, ya que los nuevos enfoques pedagógicos son más interactivos y permiten una mejor identificación de las temáticas y herramientas que requiere alguien que desea capacitarse a través de e-Learning.

La eficiencia de una estrategia de E-Learning, está determinada en gran parte por las características de los cursos implementados. Una ontología basada en competencias permite identificar las necesidades reales de un estudiante, de tal forma que se puedan crear

de manera sistemática cada una de las actividades de aprendizaje, garantizando una estructuración que permita a los aprendices la interacción directa y continua con los diferentes materiales de estudio, incluyendo procesos evaluativos para determinar el impacto sobre los procesos de construcción del conocimiento.

El trabajo colaborativo de expertos en las diferentes disciplinas de la computación, permitirá la definición de una ontología que contenga el universo de los datos semánticos y sus relaciones, de manera que se pueda inferir información correspondiente a cada uno de los cursos asociados a dichas disciplinas y sus competencias.

8. Referencias

- [1] Karpicius, A. Educación Virtual y lo que vendrá. http://karpicius.freeflux.net/files/educacion_virtual_lo_que_vendra.pdf
- [2] Duque, M, N., Ovalle, D. y Jiménez J. 2007. Modelo Adaptativo para Cursos Virtuales basado en Técnicas de Planificación Inteligente. Universidad Nacional de Colombia sede Medellín.
- [3] Fernández, E. y Pi, G. C. P.C.D Un asistente en el desarrollo de Cursos a Distancia para Internet. <http://cumincades.scix.net/data/works/att/a65b.content.pdf>
- [4] González, M. 2009. Uns - Dcic - Didáctica De La Computación. Universidad nacional del sur. Buenos Aires. Argentina.
- [5] Romo, U. J. y Gomez, M. E-Learning: perspectivas de las plataformas que lo soportan. http://www.uv.es/ticape/docs/lcms_castellano.pdf
- [6] Tejada, Z. A. 2006. Diseño Curricular Basado En Competencias Para Formar Profesionales Integrales. Universidad del Valle. Cali - Colombia.

- [7] Hernández, E. Estándares y Especificaciones de E-learning: Ordenando el Desorden. http://www.hugocarrion.com/index_archivos/Docs/A_elearning.pdf
- [8] Berlanga, F. A. y García, P. F. Introducción a los Estándares y Especificaciones para Ambientes e-learning. Universidad de Salamanca, España.
- [9] Sosa, S. M. Apuntes Para Un Curriculum Basado En Competencias. Una Mirada Desde VYGOTSKI.
- [10] Hawes, B. G. QBC: El curriculum Basado en Competencias. Instituto de investigación y desarrollo educacional. Universidad de Talca. Chile.
- [11] Diseño curricular Basado en competencias. http://educacion.ucv.cl/prontus_formation/site/artic/20061220/asocfile/ASOCFILE120061220151232.pdf