

**THE ONTOLOGIES DOMINANCE AS A MECHANISM FOR THE CONCEPTUAL  
MODEL IN THE ANALYSIS OF REQUIREMENTS FOR A VIRTUAL UNIVERSITY  
SYSTEM**

**LAS ONTOLOGIAS DE DOMINIO COMO MECANISMO PARA EL MODELAMIENTO  
CONCEPTUAL EN EL ANALISIS DE REQUERIMIENTOS DE UN SISTEMA DE  
UNIVERSIDAD VIRTUAL**

**MSc. Mauricio Rojas Contreras\*, PhD. Jonas Montilva\*\***

**\* Universidad de Pamplona.** Grupo de Investigación CICOM  
Ciudadela Universitaria. Pamplona, Norte de Santander, Colombia.  
Tel.: (+57) 75685303, Fax: (+57) 75685303, Ext. 156.  
E-mail: mrojas@unipamplona.edu.co

**\*\* Universidad de los Andes.** Postgrado en Computación de la Universidad de Los Andes.  
Facultad de Ingeniería. Sector La Hechicera, Edif. B, 3° piso, Ala Sur.  
Mérida – Venezuela. 5101. Tel.: (+58) 0274 - 2402811.  
E-mail: jonas@ula.ve

**Abstract:** In the body of knowledge of software engineering one of the areas of analysis requirements appears within this area as a conceptual model subarea that helps understand the problem of the real world before starting with the design of the solution software. This document proposes a way of doing conceptual modelling through the domination of ontologies, identifying concepts and relationships of domination for the problem to improve understanding and unifying language among the different actors involved in the process of software development.

**Resumen:** En el cuerpo de conocimiento de la Ingeniería del software aparece como una de las áreas el análisis de requerimientos, dentro de esta área aparece el modelamiento conceptual como una subárea que ayuda a comprender el problema del mundo real antes de iniciar con el diseño de la solución de software. Este documento propone una forma de hacer modelamiento conceptual por medio de ontologías de dominio, identificando conceptos y relaciones del dominio del problema para mejorar la comprensión y unificar el lenguaje de los diferentes actores que intervienen en el proceso de desarrollo de software.

**Keywords:** Software engineering, ontology, virtual education, conceptual model.

## 1. INTRODUCCIÓN

El contexto de este trabajo tiene su fundamentación en los modelos de universidad virtual que ofrecen programas académicos de diferentes áreas del conocimiento a través de herramientas

desarrolladas por las instituciones de educación superior y en otros casos utilizando herramientas de uso general de gestión de contenidos o cursos virtuales que están disponibles de forma gratuita en el Web.

La debilidad de estos modelos de educación virtual radica en que los procesos académicos se llevan a cabo de una forma virtual pero los procesos de soporte a esos programas académicos virtuales se hacen de una manera tradicional en la mayoría de los casos, es decir, la gestión de procesos académicos, financieros, recursos se siguen llevando a cabo de la misma forma como se hacen los procesos en los programas académicos de modalidad presencial.

La propuesta de este documento busca construir un modelo conceptual de Universidad virtual por medio de ontologías. Este tipo de modelamiento permite conocer de una forma más profunda el dominio del problema y unificar el lenguaje de comunicación entre los diferentes actores que intervienen en el proceso de construcción del sistema de Universidad Virtual.

En forma prospectiva, el proyecto tiene por objetivo el diseño de un modelo de Universidad virtual soportado por Arquitecturas Orientadas a Servicios, lo cual trae como valor agregado el hecho de que diferentes Universidades pueden utilizar los servicios que demanden para su modelo de Educación virtual. En forma general para alcanzar este objetivo se proponen tres fases: en la primera parte se busca construir un modelo conceptual de Universidad Virtual, en la segunda parte se toma como punto de partida el modelo conceptual de la primera parte para hacer el modelo del negocio del sistema y en la última fase se busca se tiene por objetivo el diseño del sistema basado en Arquitectura orientada a Servicios lo cual permite mayor flexibilidad, interoperabilidad y reutilización de cada uno de los módulos del sistema.

En forma específica, este documento pretende hacer una descripción de la forma como se lleva a cabo la construcción del modelo conceptual. Para el diseño se utilizan conceptos relacionados con las ontologías y las metodologías para la construcción de las mismas.

En este artículo se describe la experiencia en la construcción de un modelo conceptual de Universidad virtual con una propuesta metodológica soportada en Ontologías. Para ello, en la sección 2 se presentan los fundamentos de Ontologías utilizados en la construcción de un modelo conceptual; en la sección 3 se explicita la metodología utilizada para la construcción del modelo; posteriormente en la sección 4 se describe

la aplicación de la propuesta metodológica en la construcción de un modelo conceptual para un sistema de universidad virtual y para finalizar se presentan las conclusiones y trabajos futuros.

## 2. FUNDAMENTOS DE ONTOLOGÍAS UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO CONCEPTUAL

Con el fin de poder diseñar un modelo conceptual a través de los conceptos de ontologías en esta sección del documento se presentan los fundamentos de ontologías, las metodologías existentes para la construcción y por último la descripción de una propuesta metodológica para la construcción de un modelo conceptual de universidad virtual.

### 2.1 Concepto de Ontología

Aunque existen muy diversas definiciones del concepto de ontología, una de las más ampliamente aceptadas es la sugerida por Gruber (Gruber, 1995):

**“Una Ontología es una especificación formal y explícita de una conceptualización compartida”:**

- El término “conceptualización” implica que toda ontología desarrolla un modelo abstracto del dominio o fenómeno del mundo que representa. Dicho modelo abstracto se basa esencialmente en el empleo de conceptos, atributos, valores y relaciones.
- Con “especificación explícita” se quiere expresar que una ontología supone la descripción y representación de un dominio concreto mediante conceptos, atributos, valores, relaciones, funciones definidas explícitamente. Las máquinas no pueden dar nada por supuesto o por obvio, y todo conocimiento debe ser explícitamente representado.
- El término “formal” alude al hecho de que cualquier representación ha de ser expresada en una ontología mediante un formalismo siempre idéntico, de manera que pueda ser reutilizada y leída por cualquier máquina independientemente del lugar o de la plataforma o idioma del sistema que lo emplee.
- Quizá el término más restrictivo e importante de los que figuran en la definición sea el de “compartida”. En efecto, una ontología lo es cuando dicha conceptualización y su representación formal y explícita ha sido

favorablemente acogida por todos los usuarios de la misma. Ello permite por una parte distinguir claramente las ontologías de las bases de datos (en las que también puede hablarse de conceptualización y especificación formal y explícita mediante conceptos, atributos y valores, pero en la que el creador no tiene que lograr el consenso de nadie). Sin embargo, al mismo tiempo plantea una gran dificultad, pues en la práctica es imposible o casi imposible conseguir el consenso de todos los involucrados en un dominio específico. De ahí que, en la práctica, se considere imposible desarrollar una ontología de carácter genérico o global, y sin embargo, se desarrollen ontologías en ámbitos mucho más restringidos.

Cuanto más genérico es el ámbito, en mayor medida el proceso hasta alcanzar el consenso se produce mediante una guerra de estándares inicial (varios organismos lanzan sus ontologías, esperando que cada una de ellas alcance el consenso de los demás), de las que surgen con el tiempo 2 ó 3 estándares de facto por área o sector, normalizándose finalmente hasta alcanzar una variante con el consenso de todos (Martínez, 2004).

## 2.2 Metodologías para la construcción de ontologías<sup>1</sup>

Existen varias metodologías generales para el desarrollo de ontologías, con diverso grado de dificultad y especificación en su aplicación. Todas ellas exponen los procedimientos y las herramientas que pueden usarse para el desarrollo y validación de ontologías. Entre ellas se destacan las siguientes:

**2.2.1 Diligence:** Metodología de desarrollo de ontologías basada en la colaboración de múltiples participantes, de manera que la creación de una ontología se concibe como un proceso social, distribuido y muy poco controlado. Se hace hincapié en el consenso, facilitando un marco para la discusión de diferentes propuestas y el intercambio de argumentos a favor de las diferentes posibilidades hasta llegar a un acuerdo final. Se asume también que toda ontología debe evolucionar constantemente a lo largo del tiempo, de forma que permite introducir nuevas etapas en ellas, en las cuales los usuarios pueden introducir sucesivas modificaciones.

**2.2.2 Competency Questions:** La metodología de las “Preguntas Relevantes” o “Preguntas de

Verificación” es una de las más sencillas de aplicar (Uschold, 1996). Consiste en determinar el dominio y el alcance de la ontología mediante la lista de preguntas que el sistema debería ser capaz de contestar. Las respuestas a estas preguntas (Grüninger; Fox, 1995) sugieren lo que podrían ser las instancias de la ontología, a partir de las cuales se deducirían (generalizando) las clases de la misma. Al mismo tiempo, estas preguntas servirán como factor decisivo a la hora de evaluar la propia ontología, permitiendo comprobar si se ha representado la suficiente información como para poder responder a dichas cuestiones, especialmente relevantes.

**2.2.3 Methontology:** Desarrollado en la Universidad Politécnica de Madrid. Propone un ciclo de vida de construcción de la ontología basado en prototipos evolutivos, porque esto permite agregar, cambiar y renovar términos en cada nueva versión (prototipo) (Fernández-López M, 1999). Para cada prototipo, el proceso consta de los siguientes pasos esenciales:

- **Especificación:** Consiste en delimitar los objetivos de su creación (compartir información entre personas o por agentes software; permitir la reutilización del conocimiento de un dominio; hacer explícitas las suposiciones que se efectúan en un dominio; separar el conocimiento del dominio del conocimiento sobre su fabricación o forma de operación; o simplemente analizar el conocimiento del dominio), decidir el dominio de actuación de la ontología (para no modelizar objetos poco relevantes en perjuicio de otros más importantes), quién la usará y para qué, las preguntas a las que deberá responder (ayuda al establecimiento de las dos anteriores), y quién se encargará de su mantenimiento (decidiendo si se limitará a introducir nuevas instancias, se permitirá la modificación de conceptos o atributos).
- **Conceptualización:** Consiste en crear un glosario de términos que pertenecen al dominio, definirlos y crear una taxonomía (estableciendo una clasificación o jerarquía entre los conceptos, sus niveles, las relaciones entre ellos, sus instancias, sus propiedades o atributos, e igualmente los axiomas o reglas).
- **Formalización:** Proceso consistente en convertir el modelo anterior en un modelo formal o semi computable.
- **Implementación:** Convierte el modelo formalizado en un modelo computable mediante un lenguaje para construcción de ontologías.
- **Mantenimiento:** Labor que puede acarrerar desde el borrado de instancias ya inútiles o la

<sup>1</sup> Tomado de (Martínez y Contreras, 2004)

incorporación de nuevas instancias que se han ido produciendo con el tiempo, hasta las tareas de introducción de cambios en el contenido de la información, ya sea redefiniendo atributos, relaciones o incluso conceptos.

**2.2.4 On-To-Knowledge:** Desarrollado por la Universidad de Karlsruhe, hace hincapié en las aplicaciones futuras de la ontología a la hora de diseñarla (Jeen, 2001). Los pasos esenciales de que consta son:

- Estudio de viabilidad: Previo al desarrollo de la ontología y base para el proceso siguiente.
- Inicio: Proceso de delimitación del dominio y objetivo de la ontología, extracción de las fuentes de conocimiento (libros, revistas, documentos, etc.), junto con la descripción de sus usuarios y aplicaciones futuras.
- Refinamiento: Producción de una ontología orientada a sus aplicaciones, conforme las especificaciones extraídas del proceso anterior.
- Evaluación: Prueba de la utilidad de la ontología y del entorno de software asociado a ella en la aplicación para la que fue diseñada.
- Mantenimiento: Decisión sobre el responsable de esta tarea y de los procesos posibles en ella.

### 3. PROPUESTA METODOLOGICA PARA LA CONSTRUCCION DE UNA ONTOLOGIA DE DOMINIO PARA UN MODELO CONCEPTUAL DE UN SISTEMA DE UNIVERSIDAD VIRTUAL

La propuesta metodológica en referencia está basada en la colaboración de múltiples participantes de diferentes escenarios y con diferentes roles. En forma específica consta de las siguientes etapas:

A continuación se describe cada una de las etapas de la propuesta metodológica:

#### 3.1 Identificación de fuentes de información

Consiste en identificar las fuentes de información directas que van a participar en el proceso de construcción de la ontología de dominio. En forma específica, se deben identificar personas, repositorios de ontologías y sistemas existentes.

#### 3.2 Construcción de diccionario de conceptos

Consiste en identificar los conceptos básicos y su definición a partir de los cuales se debe iniciar el proceso evolutivo de construcción de la ontología de dominio.

#### 3.3 Especificación

Consiste en delimitar los objetivos y alcances del modelo de acuerdo al dominio del conocimiento.

#### 3.4 Formalización

Consiste en integrar los conceptos estableciendo las relaciones entre ellos en un modelo formal.

#### 3.5 Socialización

Proceso mediante el cual se coloca a disposición de las personas seleccionadas en la identificación de fuentes de información el primer prototipo de la ontología de dominio para incorporar nuevos conceptos y adicionar o mejorar las relaciones lo cual convierte el proceso general de construcción de la ontología en un proceso evolutivo.

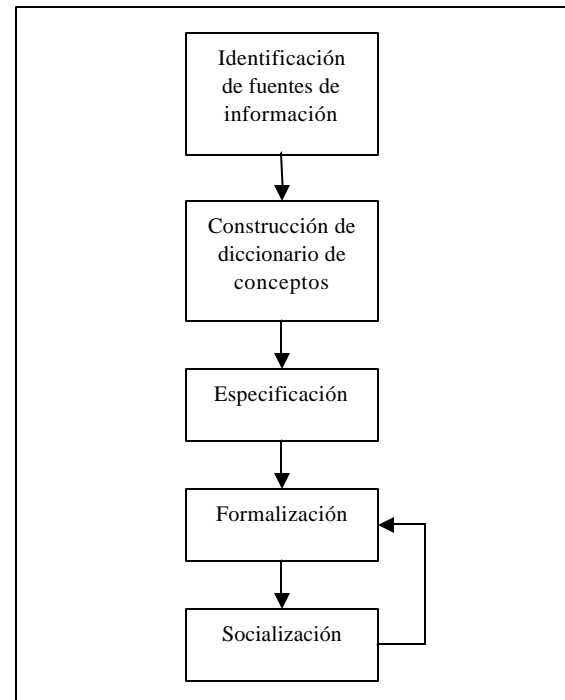


Fig. 1. Propuesta metodológica para la construcción de ontologías de dominio

### 4. APLICACIÓN DE LA PROPUESTA METODOLOGICA EN LA CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO CONCEPTUAL PARA UNA UNIVERSIDAD VIRTUAL

En esta sección del artículo se aplica la propuesta metodológica a la construcción de un modelo conceptual para un sistema de universidad virtual.

#### 4.1 Identificación de fuentes de información

En esta etapa se seleccionaron personas que interactúan con programas académicos de modalidad virtual como son profesores del área de modelamiento de sistemas, alumnos, expertos en contenidos, directores de programas, expertos en acreditación, expertos en modelos educativos.

De igual manera se identificó el repositorio de ontologías ubicado en las direcciones:

<http://www.daml.org/ontologies>

<http://www.ksl.stanford.edu/software/ontolingua>.

<http://www.unspsc.org>.

<http://www.rosettanet.org>

<http://www.dmoz.org>

Dentro de este repositorio se identificaron las siguientes ontologías del dominio de conocimiento específico:

<http://www.daml.org/ontologies/221>

<http://www.daml.org/ontologies/36>

<http://www.daml.org/ontologies/77>

<http://www.daml.org/ontologies/63>

<http://www.daml.org/ontologies/188>

En forma paralela se exploraron sistemas que soportan modelos de Universidad virtual que fuesen fáciles de acceder.

#### 4.2 Construcción de diccionario de conceptos

En esta etapa se identificaron los siguientes conceptos para el primer prototipo:

Actividades	Herramientas
Asignatura	Investigación
Bienestar	Lecciones
Comunicaciones	Métodos
Convenio	Modelo
Currículo	Profesor
Docencia	Programas
Egresados	Proyectos
Estrategia	Software
Estudiante	Tecnología
Extensión	Tipo
Facultad	Universidad
Hardware	Virtual

#### 4.3 Especificación

En esta etapa se determinan los aspectos a tener en cuenta para la construcción de la ontología de dominio como se muestra en la figura 2.

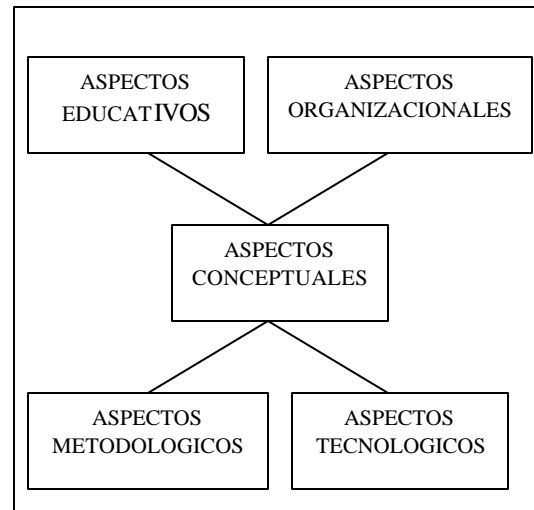


Fig. 2. Especificación de aspectos para construcción de ontología

#### 4.4 Formalización

En esta etapa se seleccionan los conceptos y se integran a través de relaciones como en la figura 3.

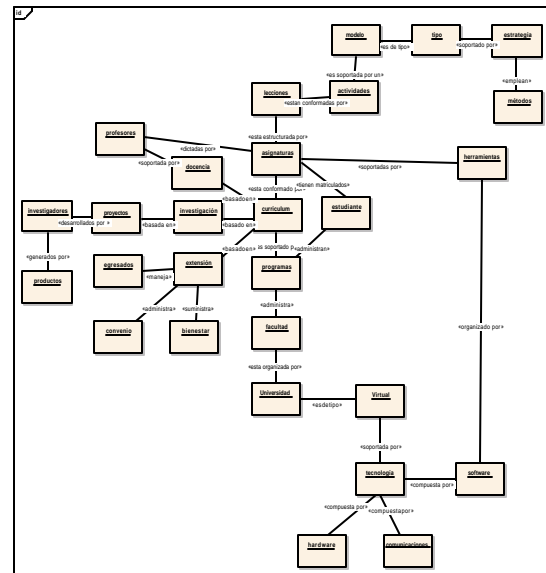


Fig. 3. Prototipo ontología de dominio para un modelo conceptual de universidad virtual

#### 4.5 Socialización

En esta etapa se transmite el primer prototipo de ontología de dominio a las personas seleccionadas en la etapa de identificación de fuentes de información para mejorar el primer prototipo a través del consenso de las observaciones de cada uno de los participantes en el proceso de selección.

## 5. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Las ontologías, consideradas como repositorios formales de conocimiento, siguen un ciclo de vida que modela desde su construcción, refinamiento, modificaciones, uso o explotación hasta su retiro.

Las ontologías no son formalismos cerrados y están sujetos a procesos evolutivos que se pueden evidenciar en la construcción de prototipos que deben ser construidos basados en procesos sociales de colaboración, socialización y discusión por parte de las fuentes de información.

Articulando los conceptos de ontologías con la subárea de análisis de requerimientos se evidencia la oportunidad de utilizar una propuesta metodológica para la construcción de ontologías de dominio en la conformación de modelos conceptuales de los sistemas a desarrollar, lo cual permite ampliar la visión del dominio del problema que se pretende solucionar.

La propuesta metodológica para la construcción de ontologías de dominio se puede transformar como propuesta metodológica para el diseño de modelos conceptuales en la etapa de análisis de requerimientos de software a través de procesos evolutivos basados en prototipos.

Como ventaja de la utilización de metodologías para la construcción de modelos conceptuales se puede referir la oportunidad que presentan para incorporar a las fuentes de información a los clientes del sistema de software lo cual permite unificar y validar los conceptos que se deben manejar en el proceso de desarrollo de software. De igual manera, esta ventaja organizacional permite unificar el lenguaje de comunicación entre los diferentes actores que participan en el proceso de desarrollo.

La incorporación de los clientes a las fuentes de información trae como consecuencia la claridad y uniformidad en los conceptos y definiciones en cada uno de los prototipos que se generan a través del proceso evolutivo debido a que el mantenimiento de cada uno de los prototipos se hace teniendo como política el consenso de todas las personas que actúan como fuente de información para un dominio específico.

La reutilización de conceptos que tienen su origen en ontologías identificadas en repositorios web permite optimizar el tiempo de construcción de

modelos conceptuales debido a que permite a las fuentes de información ampliar las vistas que tienen sobre el dominio que se estudia.

Las ontologías y los modelos conceptuales son conceptos que se pueden aplicar a diferentes áreas del conocimiento, en el caso específico de este documento se puede apreciar la aplicación que se le da al campo de la ingeniería del software especialmente al área de análisis de requerimientos en lo concerniente a la construcción del modelo conceptual del dominio del problema que se pretende solucionar a través del sistema propuesto.

Como trabajos futuros, se tiene planeado dentro del proyecto la socialización del primer prototipo con la participación de las personas seleccionadas en la identificación de las fuentes de información y aplicar la propuesta metodológica con el fin de generar un segundo prototipo y validarlo con expertos de otros contextos con el fin de generalizar y evaluar el modelo conceptual resultante.

Una vez que se ha construido el modelo conceptual del dominio del problema que para el caso descrito es el de una Universidad virtual, se hace tránsito hacia la construcción del modelo del negocio lo cual permite identificar los procesos de negocio que intervienen en la cadena de valor y por último como artefacto complementario permite generar el modelo funcional del sistema propuesto.

La última etapa dentro del proyecto tiene planeado tomar el modelo del negocio y el modelo funcional para generar un diseño del sistema fundamentado en los conceptos de arquitecturas orientadas a servicios el cual debe soportar el modelo conceptual que se propone y describe en el presente artículo.

El diseño basado en Arquitecturas orientadas a servicios presenta ventajas relacionadas con la interoperabilidad, la reutilización y la flexibilidad en cada uno de los módulos que van a ser soportados por un conjunto de servicios.

De igual manera, permite que algunos módulos diseñados puedan ser usados por otras organizaciones que traten de implementar un modelo de Universidad virtual y solo necesitan soluciones parciales que sean susceptibles de atender a través de un conjunto de servicios web generados en el diseño.

**REFERENCIAS**

- Jeen Broekstra and Arjohn Kampman (2001). Query Language Definition. On-To-Knowledge (IST-1999-10132) Deliverable 9, Administrator Nederland b.v., April 2001. See <http://www.ontoknowledge.org/>.
- Fernández-López M. (1999), Gómez-Pérez A, Pazos A, Pazos J. Building a Chemical Ontology Using Methontology and the Ontology Design Environment. IEEE Intelligent Systems & their applications 4(1): 37-46, 1999
- Gruber, T. R. (1995). Towards principles for the design of ontologies used for knowledge sharing. International Journal of Human-Computer Studies, 1995, 43(4-5): 907-928. Disponible en: <http://tomgruber.org/writing/onto-design.htm>.
- Grüninger, M.; Fox, M. S. (1995). Methodology for the Design and Evaluation of Ontologies. En: Proceedings of the Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing, IJCAI-95, Montreal.
- Martínez, J.; Contreras, J. (2004). Tutorial de Ontologías.
- Uschold, M. (1996) Building Ontologies: Towards a Unified Methodology. AIAI-TR-197. September 1996. University of Edimburg.