

# Metodologías y métodos para la construcción de ontologías

## Methodologies and methods for building ontologies.

PhD. Jaime Alberto Guzmán Luna. M.S. Mauricio López Bonilla, Ing. Ingrid Durley Torres

*Facultad de Ingenierías, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia*

*Facultad de Ingenierías, Fundación Universitaria Luis Amigó, Medellín, Colombia*

jafuzman@una.edu.co

mauricio.lopezbo@amigo.edu.co

ingrig.torrespa@amigo.edu.co

**Resumen**— Este artículo presenta un análisis comparativo de las diferentes metodologías y métodos existentes en el estado del arte orientados al diseño e implementación de ontologías. El trabajo incluye además algunos aspectos como la especificación de lenguajes y herramientas de implementación de las propias ontologías. Finalmente, los resultados se resumen en un caso de aplicación de un dominio específico formulado en el área de las artes plásticas.

**Palabras clave**— Lenguajes, Método, Metodología, Ontología.

**Abstract**— This paper presents a comparative analysis of the different approaches and methods existing in the state of the art-oriented design and implementation of ontologies. The article includes some aspects such as specification languages and tools to implement their own ontologies. Finally, the results are summarized in a case of application of a specific domain made in the field of visual arts.

**Key Word** —Languages, Method, Methodology, Ontology.

## I. INTRODUCCIÓN

Desde el comienzo de los noventa, las ontologías se convirtieron en un área de interés común para algunos grupos de investigación: de la línea de inteligencia artificial (AI) [16], ingeniería del conocimiento [17], procesamiento del lenguaje natural [1] y representación del conocimiento [17] entre otros. De manera más reciente, la noción de ontología se ha extendido a áreas tales como: integración inteligente de información desde orígenes heterogéneos [2], recuperación de información [4] y la gestión del conocimiento [17], incluso han llegado a abarcar el campo de los servicios Web [21]. La razón de su alta popularidad esta sustentada en alcanzar una común y compartida comprensión de algún dominio particular que puede ser comunicado entre personas y computadores, lo cual permite considerar la automatización de procesos.

La creación de una ontología es un proceso y como tal, está compuesto de una serie de actividades que se realizan en un determinado orden, para un fin específico. Sin embargo no todas las posibles ontologías se encuentran ya creadas, razón por la cual, es necesario desarrollarlas e implementarlas de alguna forma para que sean utilizadas por la comunidad en general. ¿Pero cómo diseñar una ontología si no existe una única metodología? ¿A cuáles herramientas de desarrollo se puede acudir para implementarla? ¿Con qué lenguaje pueden ser marcadas? Además, en que orden se debe aplicar cada elemento (metodología, Herramienta y Lenguaje) y que relación guardan unos con otros.

Sustentados en los cuestionamientos anteriores el objetivo del presente artículo, no consiste en proporcionar novedosas visiones de aplicación de las ontologías, por el contrario, presenta un breve análisis y comparación de las metodologías, herramientas y lenguajes más relevantes del estado del arte, que pueden participar en el diseño e implementación de una ontología. Con el fin de aportar al lector las características básicas de cada elemento, que se deben considerar cuando de construir una ontología se trata. Adicionalmente, a manera de ejemplo de aplicación se diseña e implementa una ontología que describe la semántica de un dominio de aplicación específico, valiéndose de una de las metodologías, herramientas y lenguaje de marcado de ontologías, presentados.

## II. DEFINICIÓN DE ONTOLOGÍA

Ontología es una antigua disciplina que en sentido filosófico, se define como un esquema específico de categorías que refleja una visión específica del mundo. Desde el punto de vista informático ontologías son teorías que especifican un vocabulario relativo a un cierto dominio. Este vocabulario define entidades, clases, propiedades, predicados, funciones y las relaciones entre estos componentes. Las ontologías toman un papel clave en la resolución de interoperabilidad semántica entre sistemas de información y su uso.

Con el fin de formalizar la definición de ontología desde el campo de la informática, citaremos algunas definiciones que por su contenido se consideran valiosas dentro del estado del arte.

La primera, fue dada por Neches y colegas [14], quienes propusieron que: "Una ontología define las condiciones básicas y relaciones que comprenden el vocabulario de un área del tema así como las reglas para combinar condiciones y las relaciones para definir extensiones del vocabulario". Esta definición descriptiva dice qué hacer para construir una ontología, y nos da algunas pautas vagas: la definición identifica condiciones básicas y relaciones entre las condiciones, identifica las reglas para combinar las condiciones, y proporciona las definiciones de tales condiciones y relaciones. Note que, según la definición de Neches, una ontología incluye no sólo las condiciones que se definen explícitamente en ella, sino que también incluye el conocimiento que puede ser inferido.

La definición más popular de Ontología en la Informática es la dada por Gruber [9], quien define una ontología como "Una especificación explícita de una conceptualización, es decir, que proporciona una estructura y contenidos de forma explícita que codifica las reglas implícitas de una parte de la realidad; estas declaraciones explícitas son independientes del fin y del dominio de la aplicación en el que se usarán o reutilizarán sus definiciones".

Para Guarino [12], "La ontología describe una cierta realidad con un vocabulario específico, usando un conjunto de premisas de acuerdo con un sentido intencional de palabras del vocabulario".

Para una definición aún más formal citaremos apartes del documento de Web Ontology Language de la W3C [24] que indica que "Una ontología define los términos a utilizar para describir y representar un área de conocimiento. Las ontologías son utilizadas por las personas, las bases de datos, y las aplicaciones que necesitan compartir un dominio de información (un dominio es simplemente un área de temática específica o un área de conocimiento, tales como medicina, fabricación de herramientas, bienes inmuebles, reparación automovilística, gestión financiera, entre otras). Las ontologías incluyen definiciones de conceptos básicos del dominio, y las relaciones entre ellos, que son útiles para los computadores [22]. Codifican el conocimiento de un dominio y también el conocimiento que extiende los dominios. En este sentido, hacen el conocimiento reutilizable".

Pese a la rigurosidad de los anteriores conceptos, podemos afirmar que cualquier persona tiene en su cabeza ontologías mediante las que representa y entiende el mundo que lo rodea. Estas ontologías no son explícitas, en el sentido de que no se detallan en un documento ni se organizan de forma jerárquica o matemática. Todos usamos ontologías, un ejemplo habitual es cuando citamos automóvil, inmediatamente nuestra mente representa un medio de transporte que tiene cuatro ruedas. ¿Formalizamos este tipo de ontologías? Sería innecesario debido a que los

automóviles son tan habituales que todos compartimos la información de lo que son. Lo mismo sucede cuando pensamos en el dominio familiar: sabemos que una familia se compone de varios miembros, que un hijo no puede tener más de un padre y una madre biológicos, que los padres tienen o han tenido padres. No necesitamos explicitar este conocimiento, pues forma parte de lo que todo el mundo sabe. Sin embargo, cuando se tratan términos poco comunes o cuando se quiere que estos términos sean procesados por máquinas, se precisa explicitar las ontologías; esto es, desarrollarlas en un documento o darles una forma que sea inteligible para las máquinas. Las máquinas carecen de las ontologías con las que nosotros contamos para entender el mundo y comunicarse entre ellas; por eso necesita ontologías explícitas, las ontologías explícitas se pueden expresar de muchas maneras según las metodologías y métodos que usemos para desarrollarlas y definir las.

### III. UTILIDAD DE LAS ONTOLOGÍAS

Las ontologías favorecen la comunicación entre personas, organizaciones y aplicaciones porque proporcionan una comprensión común de un dominio, de modo que se eliminan confusiones conceptuales y terminológicas. Los problemas derivados de la falta de comprensión común entre personas revisten una gran importancia en la ciencia y en la tecnología. Por ejemplo, hasta hace muy poco (septiembre de 2005) no existía un consenso general sobre la nomenclatura y clasificación de las neuronas corticales. Por lo tanto, al estudiar enfermedades como la esquizofrenia, la depresión, el trastorno bipolar y el Alzheimer, los médicos no se ponían de acuerdo sobre qué tipos de neuronas estaban afectadas. Pese a todas las investigaciones relacionadas con el cerebro, no había unanimidad a la hora de clasificar las neuronas corticales. La situación era sorprendente, tanto más cuanto que las investigaciones sobre la corteza cerebral comenzaron hace unos cien años, con el premio Nobel español Santiago Ramón y Cajal. El resultado final de dicha falta de entendimiento común durante cien años ha sido un gran retraso en las investigaciones sobre el cerebro, así como una bibliografía científica confusa y a veces contradictoria.

En los campos de la Inteligencia Artificial, la Teoría de Decisiones y la Teoría de Sistemas Distribuidos (campos muy relacionados con la Web semántica), sucede algo parecido: los investigadores de un campo no pueden leer fácilmente los resultados de los investigadores de los otros, pues se usan diferentes perspectivas y términos para las mismas ideas y conceptos. Construyendo una ontología común para los tres campos, las investigaciones de un campo serían inmediatamente aplicables a los otros.

El mundo empresarial no es tampoco ajeno a los problemas derivados de la falta de un entendimiento común: algunas empresas usan el término "recursos" para lo que son "máquinas" para otras empresas. Para otras, en cambio, los "recursos" son las "materias primas" que usan. Mediante las ontologías, se

favorece la gestión de contenidos, la integración de la cadena de suministro y de la cadena de valor, así como la estandarización de la información de los mercados electrónicos (e-marketplaces). Esta estandarización resulta imperiosa para el comercio electrónico automático: si cada vendedor llama o clasifica de una manera a sus productos, resulta muy difícil automatizar las operaciones electrónicas. Por ejemplo, si un agente inteligente quiere comprar una memoria USB para un usuario o una empresa, deberá tener en cuenta que "memoria USB", "pen drive", "memoria flash USB" y "lápiz USB" designan un mismo dispositivo. En caso contrario, la aplicación no verá a muchos fabricantes y vendedores del dispositivo y, por ende, perderá muchas oportunidades de negocio.

Las ontologías favorecen también la comunicación entre aplicaciones y la comprensión común de la información entre ellas. Las ontologías serán imprescindibles en la Web semántica y en los futuros sistemas de gestión empresarial porque permitirán que las aplicaciones estén de acuerdo en los términos que usan cuando se comunican. Mediante ellas, será mucho más fácil recuperar información relacionada temáticamente, aun cuando no existan enlaces directos entre las páginas web. Por ejemplo, una ontología puede usarse para especificar que las termitas son un tipo de isóptero. De este modo, un buscador que use esa ontología mostrará páginas web sobre termitas cuando un usuario busque información sobre los isópteros.

Del mismo modo, si en una intranet empresarial se quisiese encontrar información sobre las ferias que ha visitado el director de la compañía, resultaría muy útil disponer de una ontología que incluyera una relación Visita, con relaciones "hijas" como Visita Feria, Visita Empresa, etc. Clasificando los documentos con esa ontología, una búsqueda en la intranet mostraría enseguida los documentos relacionados con las visitas del director a ferias. Sin la ontología, la búsqueda se haría mediante palabras clave como "visita", "feria" y el nombre del director, lo que arrojaría una gran cantidad de resultados (muchos inútiles), que deberían ser evaluados, para determinar su pertinencia, por una o más personas.

Las ontologías también sirven para conseguir que los sistemas operen mutuamente. Dos sistemas son inter-operables si pueden trabajar conjuntamente de una forma automática, sin esfuerzo por parte del usuario. Por ejemplo, dos teléfonos móviles de distintos fabricantes y abonados a diferentes compañías telefónicas inter-operan para que los usuarios puedan hablar entre sí. En el campo de la informática, las ontologías sirven para traducir los términos usados por una aplicación a otra (las aplicaciones pueden estar escritas en distintos lenguajes de programación). Consideremos una aplicación empresarial que usa el término "materia prima" y otra que emplea "suministro": ambas no podrían trabajar juntas. Para lograr que inter-operen, una ontología haría de traductora entre ambas (la

ontología podría usar el término "recurso"). La ontología actuaría como puente entre ambas, como una especie de lengua común. Si por ejemplo, se quiere que cuatro aplicaciones (A1, A2, A3 y A4) inter-operen se necesitan seis aplicaciones que actúen de "traductores" (A1-A2, A1-A3, A1-A4, A2-A3, A2-A4, A3-A4); con una ontología común (O), sólo se necesitarían cuatro "traductores" (A1-O, A2-O, A3-O, A4-O). Según aumenta el número de aplicaciones que deben inter-operar, más necesario se hace emplear ontologías traductoras.

Las ontologías resultan muy útiles para facilitar el razonamiento automático, es decir, sin intervención humana. Partiendo de unas reglas de inferencia, un motor de razonamiento puede usar los datos de las ontologías para inferir conclusiones de ellos. Por ejemplo, si establecemos estas reglas: "Todos los ríos desembocan en un mar, en un océano o en un lago" y "Si el curso de un río termina en una población, esa población está junto al mar, océano o lago donde desemboca", las máquinas pueden hacer deducciones.

#### IV. METODOLOGÍAS Y MÉTODOS

Para el diseño de cualquier ontología es necesario contar con una metodología específica. Son muchas las propuestas existentes. De entre ellas podemos destacar algunas como la metodología CYC, publicada por Lenat y Guha desde 1990 [13], en la que divulgaron algunos pasos generales para la construcción de ontologías; el primero consiste en extraer manualmente el conocimiento común que está implícito en diferentes fuentes para después, cuando se tenga suficiente conocimiento en la ontología, adquirir nuevo conocimiento común usando herramientas de procesamiento de lenguaje natural o aprendizaje computacional.

Algunos años después, en 1995, con base en la experiencia recaudada en el desarrollo de una ontología de la Empresa, surge la Metodología de USCHOLD Y KING [21] que recrean una serie de pasos que permiten plasmar y especificar los conocimientos que se tienen sobre un dominio específico, centrando sus esfuerzos en la forma en la cual representar los conocimientos. Entre sus pasos para desarrollar ontologías propone: (1) identificar el propósito; (2) capturar los conceptos y relaciones entre estos conceptos y los términos utilizados para referirse a estos conceptos y relaciones; (3) codificar la ontología. La ontología debe ser documentada y evaluada, y se pueden usar otras ontologías para crear la nueva. El proyecto más importante que se desarrolló usando esta metodología es The Enterprise Ontology [24], que es una colección de términos y definiciones relevantes a empresas de negocios. La ontología fue desarrollada bajo el Enterprise Project del Artificial Intelligence Applications Institute de la Universidad de Edimburgo, con la colaboración de IBM [25].

Paralelamente, surge la metodología de GRÜNINGER Y FOX [10], cuyo primer paso consiste en identificar intuitivamente las aplicaciones posibles en las que se usará la ontología. Luego, se

utilizan un conjunto de preguntas en lenguaje natural, llamadas cuestiones de competencia, para determinar el ámbito de la ontología. Se usan estas preguntas para extraer los conceptos principales, sus propiedades, relaciones y axiomas, los cuales se definen formalmente en Prolog. Esta metodología fue usada para construir las ontologías del proyecto TOVE (Toronto Virtual Enterprise) en el Enterprise Integration laboratory de la Universidad de Toronto [27]. Dichas ontologías constituyen un modelo integrado y formalizado usando lógica de primer orden que incluye Enterprise Design Ontology, Project Ontology, Scheduling Ontology y Service Ontology.

En la décimo segunda Conferencia europea para Inteligencia de Artificial (ECAI96) [1] se presentó un método que construía una ontología en el dominio de redes eléctricas como parte del proyecto Esprit KACTUS [18]. Dicha metodología se conoce como Kactus [1] y en ella se construye la ontología sobre una base de conocimiento por medio de un proceso de abstracción. Kactus define los siguientes pasos (1) Especificación de la aplicación, (2) diseño preliminar basado en categorías ontológicas top-level relevantes y (3) refinamiento y estructuración de la ontología.

La herramienta mas importante que se ha desarrollado es Enterprise Toolset. Esta herramienta usa una arquitectura basada en agentes para integrar herramientas “off-the-self” en estilo plug-and-play. Los componentes básicos son un Procedure Bulder para capturar modelos de procesos, un Agent Toolking para soportar el desarrollo de agentes, un Task Manager para la integración, visualización y soporte a pedidos de los procesos y una Enterprise Ontology para comunicación. [25].

La metodología METHONTOLOGY [8] aparecía al mismo tiempo e iría a ser publicada en artículos más tarde [6, 5, 7]. Esta es una de las propuestas mas completas ya que toma la creación de ontologías como un proyecto informático. Así, además de las actividades propias de la generación de la ontología esta metodología abarca actividades para la planificación del proyecto, la calidad del resultado, la documentación, etc. Además permite construir ontologías totalmente nuevas o reutilizar otras ontologías. El entorno incluye la identificación del proceso de desarrollo de la ontología donde se incluyen las principales actividades (evaluación, conceptualización, configuración, integración, implementación, etc.), un ciclo de vida basado en prototipos evolucionados y la metodología propiamente dicha, que especifica los pasos a ejecutar en cada actividad, las técnicas usadas, los productos a obtener y su forma de evaluación. Esta metodología está parcialmente soportada por el entorno de desarrollo ontológico WebODE y propone las siguientes etapas: (1) especificación, (2) conceptualización, (3) formalización, (4) implementación y (5) mantenimiento.

En 1997, un nuevo método fue propuesto para construir ontologías, este estaba basado en la ontología de SENSUS [20]. La cual constituye un enfoque top-down para derivar ontologías específicas del dominio a partir de grandes ontologías. En esta metodología se identifican un conjunto de términos semilla que son relevantes en un dominio particular. Tales términos se enlazan manualmente a una ontología de amplia cobertura. Los usuarios seleccionan automáticamente los términos relevantes para describir el dominio y acotar la ontología Sensus. Consecuentemente, el algoritmo devuelve el conjunto de términos estructurados jerárquicamente para describir un dominio, que puede ser usado como esqueleto para la base de conocimiento.

Algunos años mas tarde, aparece la metodología de ON-TO-KNOWLEDGE como resultado del proyecto con el mismo nombre [19]. Esta aplica ontologías a la información disponible electrónicamente para mejorar la calidad de la gestión de conocimiento en organizaciones grandes y distribuidas. Además, incluye la identificación de metas que deberían ser conseguidas por herramientas de gestión de conocimiento y está basada en el análisis de escenarios de uso y en los diferentes papeles desempeñados por trabajadores de conocimiento y accionistas en las organizaciones.

Ya para el 2002, aparece la metodología TERMINAE [2] la cual aporta tanto una metodología como una herramienta para la construcción de ontologías a partir de textos. Se basa en un análisis lingüístico de los textos, el cual se realiza mediante la aplicación de diferentes herramientas para el procesamiento del lenguaje natural. En particular se usan dos herramientas: (1) Syntex para identificar términos y relaciones; y (2) Camélion para identificar roles o relaciones. La metodología funciona como sigue. Mediante la aplicación de Syntex obtenemos una lista de posibles palabras y frases del texto y algunas dependencias sintácticas y gramaticales entre ellas. Estos datos se usan como entrada para el proceso de modelado junto con el texto original.

Existen otras propuestas, como la metodología para la creación de ontologías “ONTOLOGY DEVELOPMENT 101” propuesta por la Universidad de Stanford EEUU [17], en donde sus principales recomendaciones radican en: (1) Determinar el dominio y ámbito de la ontología, (2) Determinar la intención de uso de la ontología, (3) Reutilizar ontologías o vocabularios controlados existentes. (4) Enumerar los términos importantes del dominio. (5) Definir jerarquía de clases. (6) Crear las instancias.

Con el fin de definir las estructuras conceptuales que contendrá la ontología, Ding y Foo [27] realizan un repaso a cerca de los métodos mas empleados: (1) Datos fuente: Vocabularios controlados, corpus de sentencias, extracción de texto libre, preguntas a usuarios. (2) Métodos para la extracción de conceptos: las diferentes técnicas empleadas para la extracción de información (análisis sintáctico, procesamiento del lenguaje natural, implicación humana, etc.) (3) Métodos para la

extracción de relaciones: puede ser de forma automática o basándose en algoritmos que en ocasiones se aplican de forma manual. (4) Reutilización de ontologías: puede ser habitual utilizar otros instrumentos terminológicos. (5) representación de la ontología, que va desde la estructura jerárquica, pasando por la lógica de descripción hasta los grafos conceptuales y el XML.

En general se puede afirmar que la elaboración y construcción de una ontología debe tener en cuenta su relación con la arquitectura del sistema de información en el que va a estar inmersa, sin olvidar la importancia que se deriva de formular teorías del cocimiento sobre un dominio determinado.

## V. HERRAMIENTAS DE DESARROLLO

Así como son variadas las metodologías de diseño de desarrollo de las ontologías, también son variadas las herramientas relacionadas con las ontologías. Desde las iniciales de ontología server, Ontosaurus hasta las más recientes Protégé, WebODE y OntoEdit. Gómez –Pérez [7] ofrece la siguiente tipología: (1) Herramientas de desarrollo de ontologías: este grupo incluye las herramientas que sirven para la construcción de nuevas ontologías o bien para la reutilización de las existentes. Destacan entre sus funcionalidades la edición y la consulta, así como la exportación e importación de ontologías, la visualización en diversos formatos gráficos, etc. (2) Herramientas de la fusión y de la integración de las ontologías: pretenden solucionar el problema de la combinación y la integración de diversas ontologías del mismo dominio, lo que ocurre cuando se unen dos organizaciones diferenciadas, o cuando se pretende obtener una ontología de calidad, a partir de las ya existentes. (3) Herramientas de evaluación de ontologías: aparecen como instrumentos de apoyo que deben asegurar que tanto las ontologías como las tecnologías relacionadas tengan un nivel mínimo de calidad. Para el futuro, este esfuerzo pudo también conducir a las certificaciones estandarizadas. (4) Herramientas basadas de la anotación: estas herramientas se han diseñado para permitir a usuarios que inserten informaciones y datos. La mayoría de estas herramientas han aparecido recientemente, junto con la aparición de la idea de web semántica. (5) Herramientas de almacenaje y de preguntas: son instrumentos que se han creado para permitir usar fácilmente las ontologías. La clave está en el intento de que la web se convierta en una auténtica plataforma para transmitir conocimiento. (6) Herramientas de aprendizaje: se utilizan semi-automáticamente para construir ontologías a partir de la lengua natural.

## VI. LENGUAJES DE ONTOLOGÍAS

De otro lado, hay que destacar la existencia de muchos lenguajes que permiten la creación de ontologías, o dicho de otro modo los lenguajes de marcado de ontologías o lenguajes de ontologías basados en Web. Como una de las principales características que presentan tales lenguajes es que están en continua evolución y que pueden estar contruidos por ejemplos en sintaxis XML ó en RDF(S) como OIL (Ontology Inference Layer), DAML (DARPA Agent Mark-Up Language) + OIL y OWL (Web Ontology Language). En cualquier caso, hay que decir que los lenguajes de marcado de las ontologías están todavía en fase de desarrollo, aunque con una progresión muy clara y evidente y con claras implicaciones en la propia elaboración y puesta en marcha de estos dispositivos de representación del conocimiento.

En cualquier caso, según parece no siempre hay correspondencia entre las metodologías y las herramientas de construcción de ontologías. Y cuando existe, casi siempre sólo permiten cubrir algunos de los aspectos del ciclo de vida de las ontologías: adquisición del conocimiento, edición, fusión, integración, mapping, navegación, diseño, evaluación, traducción a diferentes lenguajes y formatos, e intercambio de contenido con otros instrumentos. Además, las herramientas de construcción de ontologías son similares unas a otras, aun cuando muestren problemas de convergencia y de adaptación a los cambiantes lenguajes. De igual forma, se entiende que lo que hace falta es un marco de trabajo común para el desarrollo de ontologías que tenga en cuenta todo su ciclo de vida.

## VII. UN CASO DE APLICACIÓN

La ontología construida, que se describe en este apartado, incluye la definición de los conceptos, y sus relaciones, necesarios para definir el plan de estudios del programa curricular de Artes plásticas de la facultad de Arquitectura de la universidad Nacional; Para su construcción se han seguido los pasos descritos en la metodología ONTOLOGY DEVELOPMENT 101. A manera de ejemplo, a continuación detallamos su diseño, desarrollo e Implementación. Como se menciono anteriormente la metodología ONTOLOGY DEVELOPMENT 101, se compone de los siguientes pasos:

(1) Determinar el dominio y ámbito de la ontología. Aunque aparente la cuestión de determinar el dominio estaba clara, el tema de artes plásticas, presenta una amplia categorización de elementos y conceptos, razón por la cual establecer un límite de profundización para cada rama fue una tarea muy cuidadosa aunque poco justa, ya que cada una de ellas podía generar por sí sola, otra ontología completa. La definición de cada categoría temática, fue el reflejo el plan de estudios del programa curricular de Artes plásticas de la facultad de Arquitectura de la universidad Nacional y la labor de consenso llevada a cabo entre varios docentes expertos en el tema y el encargado de la catalogación de los documentos del centro documental adscrito al mismo programa. Como resultado, las áreas temáticas en nuestra ontología se limitan a la definición de categorías genéricas por tema y subtemas. (2) Determinar la intención de

uso de la ontología. La intención de uso de la ontología, era de las tareas más claras hasta ahora: la gestión documental, por ello, (3) Reutilizar ontologías o vocabularios controlados existentes. la recomendación en la que más se centro la atención, fue precisamente en la reutilización de ontologías existentes, así que a la hora de considerar la reutilización de estándares de tipo ontológico en este campo, se siguió la propuesta de instanciación del dominio bajo un esquema de Tesauro [9], por ello la primera constatación hecha, apuntó a la decisión de reutilizar una ontología que ha sido creada precisamente para modelar conceptos bajo esquemas de tesauros [10 15, 16] y en general bajo diversas taxonomías; dicha ontología fue elaborada por la W3C [25] y es conocida como *SKOS-Core* [22], esta contiene además de clases, diferentes relaciones que pueden hacer una realización exhaustiva de una base de conocimiento. En la Tabla I, se resumen las propiedades principales.

TABLA I. PROPIEDADES SKOS-Core

Propiedades SKOS-Core	Tipo/Actúa	Definición
<i>Skos:prefLabel</i>	Términos	Preferente o descriptor
<i>Skos:altLabel</i>	Términos	No preferente o no descriptor
<i>Skos:Hidden</i>	Términos	Definición errada del descriptor
Relaciones Semánticas	Tipo/Actúa	Definición
<i>Skos:narrower</i>	Términos	Término específico
<i>Skos:broader</i>	Términos	Término general
<i>Skos:related</i>	Términos	Término relacionado

Tabla 1. Resumen de las propiedades de *Skos-Core* con sus definiciones

(4) Enumerar los términos importantes del dominio. En el proceso de diseño como primer paso se procedió a extraer los términos más relevantes del plan de estudios del programa curricular de Artes plásticas de la facultad de Arquitectura de la universidad Nacional (5) Definir jerarquía de clases. En este caso el orden jerárquico dependía directamente del término Artes plásticas (término más General en el esquema de conceptos). En este proceso se definieron ocho categorías principales que cubren sus temáticas más generales del dominio, donde cada una de estas categorías representa un concepto. A cada categoría (concepto mas general), se le realizó un mapeo de las relaciones de herencia que tenían, con otros conceptos. Es decir se efectuó el recorrido a todo el plan de estudios y se fueron extrayendo otros conceptos que pudieran estar referenciados como conceptos subordinados de ese concepto, con el fin de categorizar otros conceptos cada vez más específicos, para esto se utilizó las propiedades *skos:broader* y *skos:narrower* definidas en el *SKOS:Core*. El proceso anterior, se repitió con cada una de las ocho categorías, generándose un árbol jerárquico por cada una

de ellas. Cada categoría del árbol fue validada con un grupo limitado de docentes o estudiantes, que se identifican por tener trayectoria académica en alguna línea de investigación o por reportar una elevada intensidad horaria de cátedra impartida, en el plan de estudios de la escuela de artes de la facultad de arquitectura de la Universidad nacional, sede Medellín, con el fin de consensar y corroborar la correcta selección, jerarquización y catalogación de cada concepto en el árbol constituido. El segundo paso consistió en adicionar relaciones de asociación entre los conceptos, es decir representar como se relacionaba cada concepto con los demás conceptos bajo un tipo de relación de asociación, la cual representa una similitud temática entre los conceptos, lo que la hace diferente a la de jerarquía definida en el paso anterior. Para su implementación se utilizó las propiedades *skos:related* del *SKOS:Core*. (6) Crear las instancias. Como resultado, se identificaron e incluyeron 209 conceptos, los cuales conformaron el árbol jerárquico casi siempre hasta un segundo o tercer nivel, sin omitir que algunas ramas contienen más niveles de profundidad (La figura 2, muestra el esquema jerárquico del primer nivel de conceptos). El primer nivel que es en el cual se encuentran los conceptos principales bajo el concepto Arte, esta conformado por ocho descriptores los cuales son: Artes plásticas, Temática, Soporte, Herramienta, Material, Género, Técnica y Época. La adquisición de los conceptos siempre redondo alrededor de la posibilidad de que estos en algún momento pudieran ser descriptores de un documento digital del acervo del centro documental. Aunque, siempre queda abierta la posibilidad de extender la ontología adicionando otros conceptos y descripciones. Esto es posible, gracias a la propiedad que tienen las tecnologías de la web semántica de facilitar este proceso.

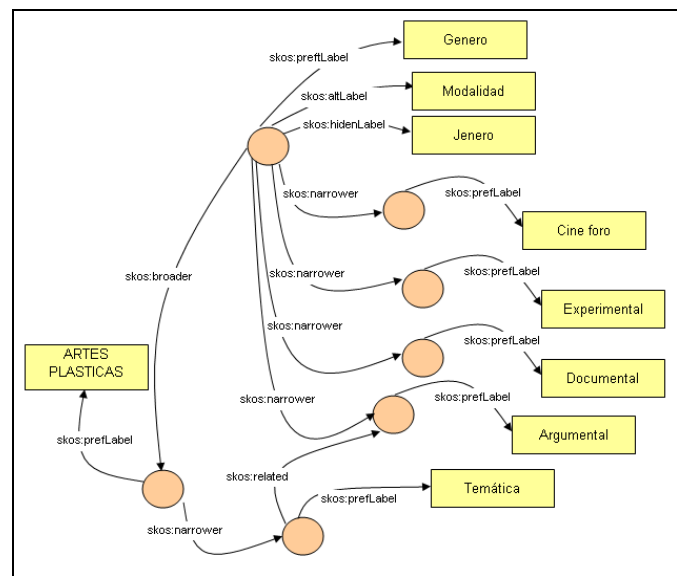


Figura 1. Apartes de una ontología primer nivel jerárquico

Por último, tanto la ontología del *SKOS-Core* como las instancias que conforman el dominio de Artes plásticas, fueron implementadas utilizando el lenguaje *OWL* [20], y convertidas a *RDF-Schema* [19] y *RDF* [3, 19] respectivamente, lenguajes menos expresivos que el *OWL* pero que permiten su

manipulación mediante una API llamada *JENA* [14], un ambiente de trabajo para construir aplicaciones en la Web Semántica. Mediante esta API, la ontología del *SKOS:Core* y sus instancias se guardaron en una base de Datos como *MySQL* para su posterior manipulación.

La implementación de la ontología fue realizada sobre la herramienta *protégé* [21]; la figura 2, detalla apartes de las relaciones jerárquicas relacionadas con el concepto Género, utilizando la herramienta de visualización *TGViztab* del *protégé*.

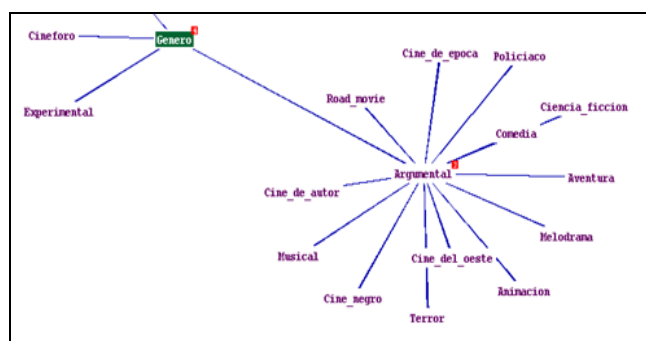


Figura 2. Apartes esquema jerárquico *TGViztab*

Debido a la gran cantidad de términos identificados, la ontología se organiza en varios espacios de nombres (o sub-ontologías). Existe un espacio de nombres base, donde se definen los conceptos fundamentales y una serie de sub-ontologías que incluyen las propiedades, con sus vocabularios correspondientes, que pueden ser utilizadas para describir en detalle las instancias de las clases más básicas.

## VIII. CONCLUSIONES

Las metodologías, herramientas y lenguajes más relevantes del estado del arte usados como mecanismos de implementación de ontologías, proporcionan múltiples recursos para la formalización del conocimiento, en un determinado dominio. Tales mecanismos si bien pueden tener puntos en común, también difieren en su naturaleza y aplicaciones. Determinar la conveniencia de selección de una metodología, herramienta o lenguaje dependerá en gran medida de la subjetividad del uso y alcance de la aplicación, permitiendo enriquecer la diversidad del mundo del conocimiento. Por estas razones, en esta visión generalizada, se proporcionan herramientas básicas para la implementación de una aplicación en la web semántica, cuyo eje central inicia en el diseño y construcción de ontologías.

## RECOMENDACIONES

Este artículo de investigación hace parte de los resultados preliminares del proyecto de investigación titulado “un Sistema de Recuperación Semántico de Objetos de Aprendizaje Bilingüe en el área de Ingeniería”, financiado por la Fundación Universitaria “Luis Amigó” y la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín.

## REFERENCIAS

- [1] Bernaras A., Laresgoiti I, Corera J. (1996), Building and reusing ontologies for electrical network applications, in: Proc. European Conference on Artificial Intelligence (ECAI-96), Budapest, Hungary, pp. 298–302.
- [2] Corcho O., Fernandez-lopez M., Gomez-Perez Asuncion, (2003), Methodologies, tools and languages for building ontologies. Where is their meeting point?, Data & Knowledge Engineering 46 41–64.
- [3] Euzenat J., (1996) Corporate memory through cooperative creation of knowledge bases and hyperdocuments, in: Proc. 10th Knowledge Acquisition for Knowledge-Based Systems Workshop (KAW96), Banff.
- [4] Fernandez-Lopez M., Gomez-Perez A., Pazos-Sierra J. (1999), Building a chemical ontology using METHONTOLOGY and the ontology design environment, IEEE Intelligent Systems & their applications 4 (1) 37–46.
- [5] Fernandez-Lopez M., Gomez-Perez A., Juristo N., (1997) METHONTOLOGY: From Ontological Art Towards Ontological Engineering, AAAI Symposium on Ontological Engineering, Stanford.
- [6] Fernandez-Lopez M., (1999) Overview of Methodologies for Building Ontologies, in: IJCAI99 Workshop on Ontologies and Problem-Solving Methods: Lessons Learned and Future Trends, Stockholm.
- [7] Gomez-Perez A., (1998) Knowledge sharing and reuse, in: J. Liebowitz (Ed.), Handbook of Expert Systems, CRC, New York, Chapter 10.
- [8] Gomez-Perez A., M. Fernandez-Lopez, A. de Vicente (1996), Towards a Method to Conceptualize Domain Ontologies, in: ECAI96 Workshop on Ontological Engineering, Budapest, pp. 41–51.
- [9] Gruber, T. R., (1992) "Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing" en International Journal of Human and Computer Studies, 43 (5-6), p.907-928
- [10] Gruninger M., Fox M.S., (1995) Methodology for the design and evaluation of ontologies, in: Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing, Montreal.
- [11] Guarino N., (1995) "Formal Ontology, Conceptual

- Analysis and Knowledge Representation" en *International Journal of Human and Computer Studies*, 43(5-6), p. 625-640
- [12] Guarino, N. "Understanding, Building, and Using Ontologies" en *Knowledge Acquisition Workshop 1996*.  
<http://ksi.cpsc.ucalgary.ca/KAW/KAW96/guarino.html> (consultado el 15-10-2005)
- [13] Lenat D.B., Guha R.V., (1990) *Building Large Knowledge-Based Systems: Representation and Inference in the Cyc Project*, Addison-Wesley, Boston.
- [14] Neches R., Fikes R.E., Finin T., Gruber T.R., Senator T., Swartout W.R., (1991) *Enabling technology for knowledge sharing*, *AI Magazine* 12 (3) 36–56.
- [15] Pérez Hernández Chantal. *Estudios de Lingüística Española*. Volumen 18, año 2002. ISSN: 1139-8736.
- [16] Russell S. y Norvig P., *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, 2nd. Edition, Upper Saddle River, (ed) Prentice Hall, 2003.
- [17] Sánchez Lázaro, A. L.. *Representación de Conocimiento. Orientación a usuario*. En *La Representación y Organización del Conocimiento: metodologías, modelos y aplicaciones*, (Actas del V Congreso ISKO-España, 25, 26 y 27 de abril de 2001, Alcalá de H), 2001. Universidad de Alcalá, Facultad de Documentación, ISKO-España, p. 372-382.
- [18] Schreiber Ath., Wielinga B., Jansweijer W., (1995) *The KACTUS view on the 'O' word*. Technical Report, ESPRIT Project 8145 KACTUS, University of Amsterdam, The Netherlands.
- [19] Staab S., Schnurr H.P., Studer R., Sure Y., (2001) *Knowledge processes and ontologies*, *IEEE Intelligent Systems* 16 (1) 26–34.
- [20] Swartout B., Ramesh B. Swartout K., Ramesh P., Knight K., Russ T., (1997) *Toward Distributed Use of Large-Scale Ontologies*, *AAAI Symposium on Ontological Engineering*, Stanford.
- [21] Uschold M., King M., (1995) *Towards a Methodology for Building Ontologies*, in: *IJCAI95 Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing*, Montreal.
- [22] Uschold M., (1996) *Building Ontologies: Towards A Unified Methodology*, *Expert Systems*, Cambridge, 1996.
- [23] Uschold M., Greuninger (1996), *Ontologies: Principles methods and applications*, *The Knowledge Engineering Review* 11 (2) 93–155.
- [24] <http://www.ie.utoronto.ca/EIL> última visita Septiembre 1 de 2011.
- [25] <http://www.aiai.ed.ac.uk/proyect/enterprise/> última visita Agosto 30 de 2011
- [26] <http://www.aiai.ed.ac.uk/proyect/enterprise/enterprise/ontology.htm> última visita Septiembre 1 de 2008.
- [27] <http://www.w3.org/TR/2004/REC-webont-req-20040210/> última visita septiembre 21 de 2011.