

Construcción de ontologías legales con la metodología METHONTOLOGY y la herramienta WebODE

Oscar Corcho¹, Mariano Fernández-López, Asunción Gómez-Pérez, Angel López-Cima

Facultad de Informática. Universidad Politécnica de Madrid
Campus de Montegancedo, s/n. 28660 Boadilla del Monte. Madrid. España
{ocorcho,mfernandez,asun,alopez}@fi.upm.es

Resumen. Este artículo describe cómo construir una ontología en el dominio legal utilizando la metodología y la plataforma de desarrollo de ontologías METHONTOLOGY y WebODE, respectivamente. Ambas han sido usadas ampliamente para desarrollar ontologías en diversos dominios. La ontología utilizada para ilustrar este artículo es una adaptación al ámbito legal español de una taxonomía de clases sobre entidades legales propuesta por Breuker.

1. Introducción

Cuando la aplicación de la tecnología en un determinado campo llega a un cierto grado de madurez, ésta deja de ser un arte para convertirse en una ingeniería. Una de las características de una ingeniería es que proporciona métodos, metodologías y herramientas para llevar a cabo las tareas del campo de aplicación. Los métodos establecen “cómo” se debe realizar una determinada actividad, las metodologías establecen “qué”, “quién” y “cuándo” [5], y las herramientas dan soporte a dichas actividades. La Ingeniería Ontológica abarca el conjunto de actividades relacionadas con el proceso de desarrollo de ontologías, con su ciclo de vida, con los métodos y metodologías de construcción de ontologías, y con las herramientas y lenguajes que les dan soporte [10].

Los trabajos más importantes que describen cómo desarrollar ontologías desde una perspectiva metodológica son, entre otros: los de Uschold y King [22], los de Grüninger y Fox [12], METHONTOLOGY [7, 8], y On-To-Knowledge [18]. Con respecto a las herramientas de desarrollo de ontologías, se pueden mencionar, entre otras, Protégé-2000 [16], OntoEdit [19], KAON [15], y WebODE [1].

En este artículo se describe cómo desarrollar una ontología sobre entidades legales utilizando METHONTOLOGY y WebODE (la metodología y herramienta desarrolladas por el Grupo de Ingeniería Ontológica de la Universidad Politécnica de Madrid). Esta metodología y esta herramienta han sido utilizadas para construir ontologías en diversos dominios, como la Química, la Gestión de Conocimientos, el Comercio Electrónico, etc.

¹ Ahora en Intelligent Software Components (ocorcho@isoco.com)

Este artículo está especialmente dirigido a expertos en el ámbito legal que desean construir ontologías en este dominio. Para ello, se presenta cómo se ha adaptado al dominio legal español una taxonomía de clases sobre entidades legales propuesta por Breuker². Los detalles sobre la aplicación de la metodología METHONTOLOGY se describen en la sección 2, y los correspondientes al uso de la herramienta WebODE se describen en la sección 3. La sección 4 describe brevemente algunos otros métodos, metodologías y herramientas que se pueden utilizar en el desarrollo de ontologías. Finalmente, en la sección 5 se proporcionan algunas conclusiones al trabajo presentado.

2. Construcción de una ontología sobre entidades legales aplicando METHONTOLOGY

2.1 METHONTOLOGY

METHONTOLOGY [7, 8] ha sido desarrollada por el Grupo de Ingeniería Ontológica de la Universidad Politécnica de Madrid. Esta metodología permite construir ontologías en el nivel de conocimientos, y tiene sus raíces en las actividades identificadas por el proceso de desarrollo de software propuesto por la organización IEEE [13] y en otras metodologías de ingeniería de conocimientos [11].

ODE y WebODE [1] se construyeron para dar soporte tecnológico a METHONTOLOGY, aunque esto no descarta que también se pueda utilizar cualquier otra herramienta como soporte tecnológico a esta metodología. METHONTOLOGY ha sido recomendada como metodología de construcción de ontologías por la Fundación de los Agentes Físicos Inteligentes³, la cual promueve la interoperabilidad entre aplicaciones basadas en agentes. METHONTOLOGY proporciona guías sobre cómo llevar a cabo el desarrollo de la ontología a través de las actividades de especificación, conceptualización, formalización, implementación y mantenimiento, tal y como se muestra en la figura 1. A continuación se describe brevemente en qué consiste cada una de estas actividades:

- La actividad de *especificación* permite determinar por qué se construye la ontología, cuál será su uso, y quiénes serán sus usuarios finales.
- La actividad de *conceptualización* se encarga de organizar y convertir una percepción informal del dominio en una especificación semi-formal, para lo cual utiliza un conjunto de representaciones intermedias (RRII), basadas en notaciones tabulares y gráficas, que pueden ser fácilmente comprendidas por los expertos de dominio y los desarrolladores de ontologías. El resultado de esta actividad es el modelo conceptual de la ontología. La actividad de *formalización* se encarga de la transformación de dicho modelo conceptual en un modelo formal o semi-computable. La actividad de *implementación* construye modelos computables en un lenguaje de ontologías (Ontolingua, RDF Schema, OWL, etc.). La mayor parte de las herramientas de ontologías permiten llevar a cabo esta actividad de

²http://zeus.ics.forth.gr/forth/ics/isl/projects/ontoweb/_notes/legal-ontol-ontoweb-sard-2002.ppt

³ Foundation for Intelligent Physical Agents (FIPA). <http://www.fipa.org/specs/fipa00086/>

manera automática. Por ejemplo, WebODE puede importar y exportar ontologías desde y a los siguientes lenguajes: XML, RDF(S), OIL, DAML+OIL, OWL, CARIN, FLogic, Jess y Prolog.

- La actividad de *mantenimiento* se encarga de la actualización y/o corrección de la ontología, en caso necesario.

METHONTOLOGY también identifica actividades de gestión (planificación, control y aseguramiento de la calidad), y de soporte (adquisición de conocimientos, integración, evaluación, documentación y gestión de la configuración).

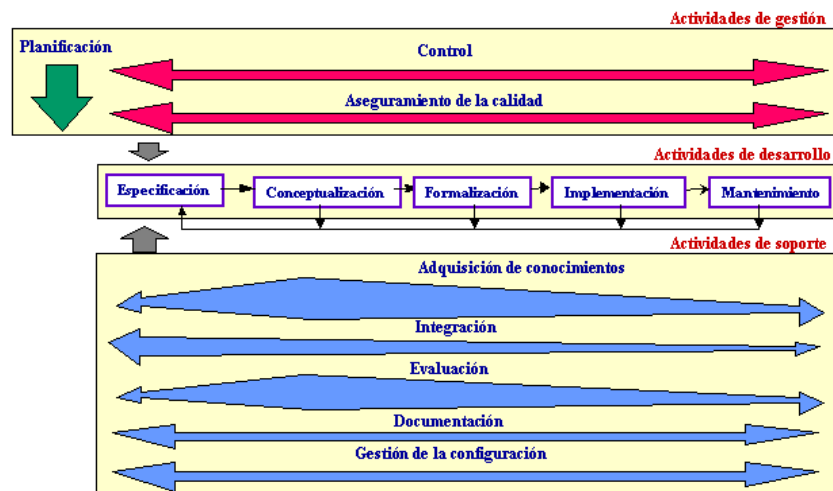


Fig. 1: Actividades de desarrollo de ontologías propuestas por METHONTOLOGY.

En la sección 2.3 se muestra el proceso seguido para la conceptualización de una ontología sobre entidades legales (personas jurídicas, organizaciones, etc.) en el dominio legal español. Como ya se ha comentado anteriormente, se ha adaptado una taxonomía de clases existente. Asimismo, las definiciones de algunos de los términos legales de esta ontología han sido adaptadas del lexicón LEGAMedia⁴. En la sección 2.2 se describen los componentes que habitualmente se utilizan en el modelado de ontologías.

2.2 Principales componentes de modelado de ontologías

METHONTOLOGY propone conceptualizar las ontologías utilizando un conjunto de representaciones intermedias tabulares y gráficas. Dichas representaciones intermedias permiten modelar los componentes que se describen en esta sección.

Los *conceptos* son objetos o entidades, considerados desde un punto de vista amplio. Por ejemplo, en el dominio legal son conceptos los siguientes: *persona física*, *tribunal*, *menor de edad*, etc. Los conceptos de una ontología están normalmente organizados en taxonomías en las cuales se pueden aplicar mecanismos

⁴ <http://www.legamedia.net/lx/lx.php>

de herencia. Por ejemplo, se puede representar una taxonomía de entidades legales, donde una persona jurídica es subclase de persona, una compañía es subclase de persona jurídica, una compañía privada es subclase de compañía, etc.

Las *relaciones* representan un tipo de asociación entre conceptos del dominio. Si la relación une dos conceptos –por ejemplo, la relación se celebra en que une un juzgado y un juicio– se denomina relación binaria. Una relación binaria relevante es *Subclase-de*, que se utiliza para construir taxonomías de clase, como se ha especificado anteriormente.

Las *instancias* se utilizan para representar individuos en la ontología. Ejemplos de instancias del concepto tribunal son la Audiencia Provincial de Albacete o el Tribunal Constitucional. Las relaciones también se pueden instanciar. Por ejemplo, se podría expresar que en la Audiencia Provincial de Albacete se celebra el juicio 127/2004.

Las *constantes* son valores numéricos que no cambian en un largo período de tiempo. Por ejemplo, en España la edad de mayoría de edad es de 18 años.

Los *atributos* describen propiedades. Se pueden distinguir dos tipos de atributos: de instancia y de clase. Los *atributos de instancia* describen propiedades de las instancias de los conceptos, en las cuales toman su(s) valor(es). Estos atributos se definen en un concepto y se heredan a sus subconceptos e instancias. Por ejemplo, el nombre de una persona física es propio de cada instancia. Los *atributos de clase* describen conceptos y toman su(s) valor(es) en el concepto en el cual se definen. Estos atributos no se heredan ni a los subconceptos ni a las instancias. Un ejemplo es el atributo tipo de control del concepto compañía, que puede ser utilizado para determinar el tipo de control de una compañía privada, de una compañía pública y de una compañía de control privado y público.

Los *axiomas formales* son expresiones lógicas siempre verdaderas que suelen utilizarse para definir restricciones en la ontología. Un ejemplo de axioma es que una persona no puede ser el demandado y el demandante en el mismo juicio.

Las *reglas* se utilizan normalmente para inferir conocimientos en la ontología, tales como valores de atributos, instancias de relaciones, etc. Un ejemplo de una regla es la siguiente: un juicio donde el acusado es un menor de edad que tiene más de 14 años se celebra en un tribunal de menores.

2.3 Conceptualización de una ontología sobre entidades legales

Para asegurar en cierta medida la consistencia y completitud de la ontología que se construye, las metodologías recomiendan realizar una serie de tareas en un orden determinado. Por ejemplo, no se debería definir una relación binaria si los conceptos

origen y destino de la relación no han sido definidos aún en la ontología. La figura 2 presenta las tareas propuestas por METHONTOLOGY para la actividad de conceptualización, haciendo énfasis en los componentes (conceptos, atributos, relaciones, constantes, axiomas formales, reglas e instancias) que se construyen en cada una de las tareas. El orden propuesto en la figura no es estrictamente secuencial.

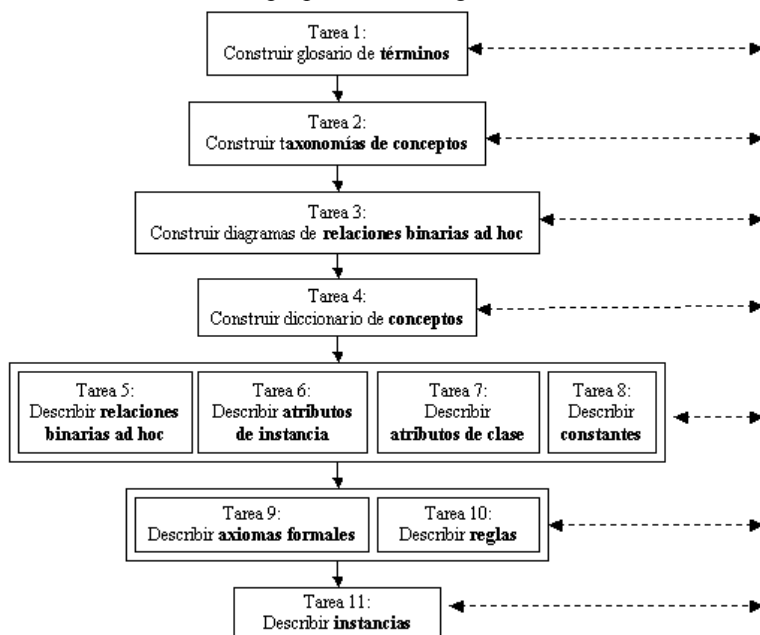


Fig. 2: Tareas incluidas en la actividad de conceptualización de METHONTOLOGY.

Tarea 1: Construir el glosario de términos. En primer lugar, el desarrollador de la ontología construye un glosario de términos que incluye todos los términos relevantes del dominio (conceptos, instancias, atributos, relaciones entre conceptos, etc.), sus descripciones en lenguaje natural, y sus sinónimos y acrónimos. La tabla 1 muestra una parte del glosario de términos de la ontología de entidades legales. Es importante mencionar que en las fases iniciales de conceptualización el glosario de términos puede llegar a contener varios términos que se refieran al mismo componente. En tal caso, el desarrollador de la ontología debe detectar que se trata de sinónimos.

Nombre	Sinónimos	Acrónimos	Descripción	Tipo
edad de mayoría de edad	--	--	La edad de mayoría de edad en España es 18	Constante
tribunal	corte	--	Aunque "tribunal" puede ser entendido como un lugar físico, en esta ontología se refiere a la entidad que representa a una corte judicial	Concepto
fecha de nacimiento	--	--	Fecha de nacimiento de una persona	Atributo de instancia
demandado (juicio, persona)	--	--	La persona demandada en un juicio	Relación

Tabla 1: Sección del Glosario de Términos de la ontología de entidades legales.

Tarea 2: Construir taxonomías de conceptos. Una vez que el glosario de términos contiene suficientes términos, el desarrollador de la ontología construye las taxonomías de conceptos que definen su jerarquía.

Para construir taxonomías de conceptos, se seleccionan del glosario de términos aquellos términos que son conceptos. METHONTOLOGY propone utilizar las cuatro relaciones taxonómicas definidas en la Frame Ontology [6] y en la OKBC Ontology [4]: *Subclase-de*, *Descomposición-Disjunta*, *Descomposición-Exhaustiva*, y *Partición*.

Un concepto C_1 es *Subclase-de* otro concepto C_2 si y sólo si todas las instancias de C_1 son también instancias de C_2 . Por ejemplo, como muestra la figura 3, *persona física* es subclase de *persona*, dado que todas las personas físicas son personas. Un concepto puede ser subclase de más de un concepto en la taxonomía. Por ejemplo, el concepto *compañía de control público y privado* es subclase de los conceptos *compañía privada* y *compañía pública*.

Una *Descomposición-Disjunta* de un concepto C es un conjunto de subconceptos de C que no tienen instancias comunes y que no cubren C , es decir, puede haber instancias del concepto C que no son instancias de ninguno de los conceptos que forman la descomposición. Por ejemplo (como se muestra en la figura 3), los conceptos *ministerio* y *juzgado* forman una descomposición disjunta del concepto *organización* porque una organización no puede ser simultáneamente un ministerio y un juzgado. Además, pueden existir instancias o subclases del concepto *organización* que no son instancias o subclases de ninguno de esos dos conceptos.

Una *Descomposición-Exhaustiva* de un concepto C es un conjunto de subconceptos de C que lo cubren, es decir, tal que no existe ninguna instancia de C que no sea instancia de al menos uno de los conceptos de la descomposición. Los conceptos que pertenecen a este conjunto pueden tener instancias y subconceptos comunes. Por ejemplo (como se muestra en la figura 3), los conceptos *compañía privada* y *compañía pública* forman una descomposición exhaustiva del concepto *compañía* porque no hay compañías que no sean instancia de al menos uno de esos conceptos, y pueden existir instancias y subclases comunes.

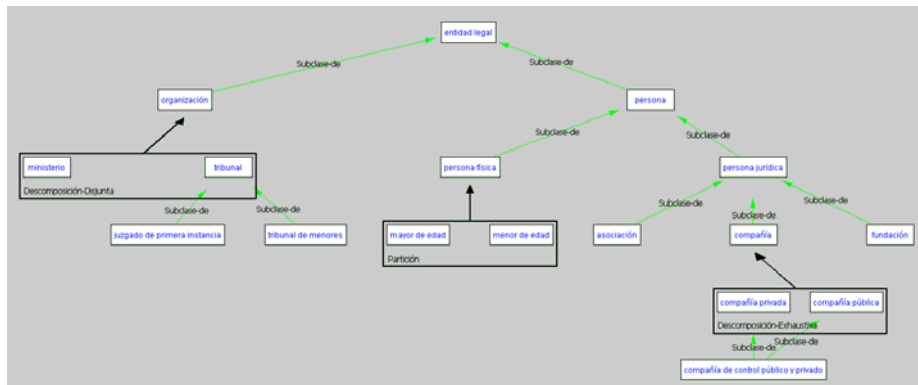


Fig. 3: Sección de la Taxonomía de Conceptos de la ontología de entidades legales.

Una *Partición* de un concepto *C* es un conjunto de subconceptos de *C* que no tienen instancias ni subconceptos comunes y que cubren *C*. Por ejemplo, la figura 3 muestra que los conceptos *menor de edad* y *mayor de edad* forman una partición del concepto *persona física*, dado que una persona física debe ser menor o mayor de edad, y nunca ambos.

Una vez que el desarrollador de la ontología ha estructurado los conceptos en la taxonomía de conceptos, y antes de proseguir con la especificación de nuevos conocimientos, éste debe examinar que las taxonomías no contienen errores [9]. Por ejemplo, debe verificar que un elemento no es simultáneamente instancia de dos clases que forman parte de una descomposición disjunta, que no hay ciclos en la taxonomía de conceptos, que no existen varios términos que se refieren al mismo concepto, etc.

Tarea 3: Construir diagramas de relaciones binarias ad hoc. Una vez construida y evaluada la taxonomía, la actividad de conceptualización propone construir diagramas de relaciones binarias ad hoc. El objetivo de este diagrama es establecer las relaciones ad hoc existentes entre conceptos de la misma o de distintas taxonomías de conceptos. La figura 4 presenta un fragmento de un diagrama de relaciones binarias de la ontología de entidades legales, con las relaciones *es demandante en* y *es demandado en*, y sus inversas *demandante* y *demandado*. Estas relaciones conectan los conceptos raíz de las taxonomías de conceptos de entidades legales y juicios. Desde un punto de vista de integración de ontologías, estas relaciones ad hoc expresan que la ontología de entidades legales incluye a la de juicios y viceversa.

Del mismo modo que en la tarea anterior, el desarrollador de ontologías debe verificar que los diagramas construidos no contienen errores. El desarrollador de ontologías debe verificar que el origen y destino de todas las relaciones delimitan con exactitud y precisión los conceptos apropiados. En este punto, los errores suelen aparecer cuando el origen o el destino de una relación es impreciso o está sobre-especificado.



Fig. 4: Sección del Diagrama de Relaciones Binarias ad hoc de la ontología de entidades legales.

Tarea 4: Construir el diccionario de conceptos. Una vez que las taxonomías de conceptos y los diagramas de relaciones binarias ad hoc han sido generados, el desarrollador de la ontología debe especificar cuáles son las propiedades que describen cada concepto de la taxonomía, así como las relaciones identificadas en el diagrama anterior y las instancias de cada uno de los conceptos.

El diccionario de conceptos contiene todos los conceptos del dominio, sus relaciones, sus instancias, y sus atributos de clase y de instancia. Las relaciones especificadas para cada concepto son aquéllas en las que el concepto es el origen de la misma. Por ejemplo, el concepto *juicio* es el origen de tres relaciones ad hoc: *demandante*, *demandado* y *se celebra en*. Las relaciones y los atributos de instancia y de clase son locales a los conceptos, lo que significa que sus nombres pueden ser repetidos en diversos conceptos. La tabla 2 muestra una pequeña parte del diccionario de conceptos de la ontología de entidades legales.

Nombre del concepto	Instancias	Atributos de clase	Atributos de instancia	Relaciones
tribunal	Tribunal Constitucional Audiencia Nacional Tribunal Supremo Audiencia Provincial de Albacete	--	número de miembros localización jurisdicción territorial	celebra
compañía	--	tipo de control	nombre	--
juicio	--	--	--	demandante demandado se celebra en
persona	--	--	--	es demandante de es demandado en
persona física	--	--	edad fecha de nacimiento fecha de defunción nombre primer apellido segundo apellido nacionalidad	--

Tabla 2: Sección del Diccionario de Conceptos de la ontología de entidades legales.

Como se comentó anteriormente, una vez construido el diccionario de conceptos, el desarrollador de la ontología debe describir con detalle cada una de las relaciones binarias ad hoc y de los atributos de clase e instancia que aparecen. Además, debe describir de manera precisa cada una de las constantes que aparecen en el glosario de términos. Para estas tareas no se propone un orden específico en METHONTOLOGY.

Tarea 5: Describir las relaciones binarias ad hoc. El objetivo de esta tarea es describir en detalle todas las relaciones binarias ad hoc identificadas en el diagrama de relaciones binarias e incluidas en el diccionario de conceptos. Para cada relación binaria ad hoc, el desarrollador de la ontología debe especificar su nombre, los nombres de sus conceptos origen y destino, su cardinalidad y su relación inversa, si existe. La tabla 3 muestra una sección de la tabla de relaciones binarias ad hoc de la ontología de entidades legales, que contiene la definición de las relaciones *demandante* y *demandado* y de sus inversas.

Nombre de la relación	Concepto origen	Cardinalidad máxima	Concepto destino	Relación inversa
demandante	juicio	N	persona	es demandante en
demandado	juicio	N	persona	es demandado en

Tabla 3: Sección de la Tabla de Relaciones Binarias de la ontología de entidades legales.

Tarea 6: Describir los atributos de instancia. El objetivo de esta tarea es describir en detalle todos los atributos de instancia incluidos en el diccionario de conceptos. Cada fila de la tabla de atributos de instancia contiene la descripción detallada de un atributo de instancia. Como ya se comentó anteriormente, los atributos de instancia describen a las instancias del concepto y sus valores pueden ser distintos para cada una de dichas instancias. Por cada atributo de instancia, el desarrollador de la ontología debe especificar su nombre, el concepto al que el atributo pertenece (los atributos son locales a los conceptos), su tipo de valor, su rango de valores (en el caso de atributos numéricos), y sus cardinalidades mínima y máxima. La tabla 4 muestra un fragmento de la tabla de atributos de instancia de la ontología de entidades legales. Esta tabla contiene los siguientes atributos de instancia del concepto `tribunal`: `número de miembros`, `localización`, y `jurisdicción territorial`.

En el caso de atributos cuyo tipo de valor es numérico, se suele integrar alguna ontología de unidades de medida. Este es un ejemplo de cómo METHONTOLOGY propone integrar ontologías durante la actividad de conceptualización, y no posponer dicha integración para la actividad de implementación de la ontología.

Nombre del atributo de instancia	Concepto	Tipo de valor	Rango de valores	Cardinalidad
número de miembros	tribunal	Entero	1 ..	(1, 1)
localización	tribunal	Cadena de caracteres	--	(1, 1)
jurisdicción territorial	tribunal	Cadena de caracteres	--	(1, 1)

Tabla 4: Sección de la Tabla de Atributos de Instancia de la ontología de entidades legales.

Tarea 7: Describir los atributos de clase. El objetivo de esta tarea es describir en detalle todos los atributos de clase incluidos en el diccionario de conceptos. Para cada atributo de clase, el desarrollador de la ontología debe rellenar la siguiente información: nombre del atributo, nombre del concepto donde el atributo se define, tipo de valor, cardinalidad y valor(es). Por ejemplo, el atributo de clase `tipo de control` se definiría para los conceptos `compañía privada` y `compañía pública` tal y como se muestra en la tabla 5.

Nombre del atributo de clase	Concepto	Tipo de valor	Cardinalidad	Valores
tipo de control	compañía privada	[privado,público]	(1,2)	privado
tipo de control	compañía pública	[privado,público]	(1,2)	público

Tabla 5: Sección de la Tabla de Atributos de Instancia de la ontología de entidades legales.

Tarea 8: Describir las constantes. El objetivo de esta tarea es describir en detalle cada una de las constantes identificadas en el glosario de términos. Para cada constante, el desarrollador de la ontología debe especificar su nombre, tipo de valor, valor y unidad de medida en el caso de constantes numéricas. La tabla 6 muestra un fragmento de la tabla de constantes de la ontología de entidades legales, donde se define la constante `edad de mayoría de edad para España`.

Nombre	Tipo de valor	Valor	Unidad de medida
edad de mayoría de edad	Cardinal	18	año

Tabla 6: Sección de la Tabla de Atributos de Instancia de la ontología de entidades legales.

Una vez que se han terminado de describir los conocimientos anteriores, METHONTOLOGY propone describir los axiomas formales y las reglas en paralelo.

Tarea 9: Definir axiomas formales. Para realizar esta tarea, el desarrollador de ontologías debe identificar los axiomas formales que son necesarios en la ontología y describirlos de manera precisa. Para cada definición de axioma formal, METHONTOLOGY propone especificar la siguiente información: nombre, descripción en lenguaje natural, expresión lógica que define de manera formal el axioma usando lógica de primer orden, y los conceptos, atributos y relaciones ad hoc utilizadas en el axioma, así como las variables utilizadas.

Nombre del axioma	Descripción	Expresión	Conceptos	Relaciones	Variables
incompatibilidad acusado-demandante	una misma persona no puede ser el acusado y el demandante en el mismo juicio	no (existe(?X,?Y) (persona(?X) y juicio(?Y) y demandado(?Y,?X) y demandante(?Y,?X)))	persona juicio	demandado demandante	?X ?Y

Tabla 7: Sección de la Tabla de Axiomas Formales de la ontología de entidades legales.

La tabla 7 muestra un axioma formal de la ontología de entidades legales, que establece que “una misma persona no puede ser el acusado y el demandante en el mismo juicio”. Las columnas que corresponden a conceptos y relaciones ad hoc referidas contienen los conceptos y relaciones utilizados en la expresión formal del axioma. Asimismo, las variables utilizadas son ?X para persona, e ?Y para juicio.

Se debe comentar en este punto que la definición de la expresión lógica puede resultar difícil para un experto que no tenga ninguna experiencia con la lógica de primer orden.

Tarea 10: Definir reglas. De manera similar a la tarea previa, en esta tarea el desarrollador de la ontología debe identificar en primer lugar qué reglas se necesitan en la ontología, y entonces describirlas en la tabla de reglas. Para cada regla, METHONTOLOGY propone incluir la siguiente información: nombre, descripción en lenguaje natural, expresión que describe formalmente la regla, y conceptos, atributos y relaciones ad hoc utilizados en la regla, así como las variables usadas.

METHONTOLOGY propone especificar las expresiones de las reglas utilizando el formato *si <condiciones> entonces <consecuente>*. La parte izquierda de la regla es una conjunción de condiciones simples, mientras que la parte derecha es una simple expresión de un valor de la ontología.

La tabla 8 muestra la regla que establece que “un juicio donde el acusado es un menor de edad que tiene más de 14 años se celebra en un tribunal de menores”. Esta regla permite inferir el tipo de tribunal que se debe utilizar para juzgar a menores de edad. Como se muestra en la tabla, la regla utiliza los conceptos menor de edad, juicio y tribunal, el atributo edad, y las relaciones demandado y se celebra. Las variables que se utilizan son ?X para menor de edad, ?Y para un número entero que representa la edad del demandado, ?Z para juicio y ?W para tribunal.

Como en los axiomas formales, la definición de la expresión de una regla puede ser difícil para expertos que tienen poca experiencia con la lógica de primer orden.

Nombre de la regla	Descripción	Expresión	Conceptos	Atributos	Relaciones	Variables
Tribunal de menores para menores de edad	Un juicio donde el acusado es un menor de edad que tiene más de 14 años se celebra en un tribunal de menores	Si [menor de edad](?X) y juicio(?Z) y tribunal(?W) y edad(?X, ?Y) y ?Y > 14 y [es demandado en](?X, ?Z) y celebra(?W, ?Z) entonces [tribunal de menores](?W)]	menor de edad juicio tribunal tribunal de menores	edad	es demandado en celebra	?X ?Y ?Z ?W

Tabla 8: Sección de la Tabla de Reglas de la ontología de entidades legales.

Tarea 11: Describir instancias. Una vez que el modelo conceptual de la ontología ha sido creado, se pueden definir las instancias que aparecen en el diccionario de conceptos. Para cada instancia se define: su nombre, el nombre del concepto al que pertenece y los valores de sus atributos de instancia, si se conocen. La tabla 9 presenta algunas instancias de la tabla de instancias de la ontología de entidades legales: Asamblea Nacional, Tribunal Constitucional y Tribunal Supremo). Todas ellas son instancias del concepto tribunal, tal y como se definió en el diccionario de conceptos, y tienen valores definidos para algunos de los atributos localización, jurisdicción territorial, y número de miembros. Estas instancias podrían tener más de un valor para los atributos cuya cardinalidad máxima es mayor que uno.

Nombre de la instancia	Nombre del concepto	Atributo	Valores
Audiencia Nacional	tribunal	localización	Madrid
		jurisdicción territorial	España
Tribunal Supremo	tribunal	jurisdicción territorial	España
Tribunal Constitucional	tribunal	número de miembros	12
		jurisdicción territorial	España

Tabla 9: Sección de la Tabla de Instancias de la ontología de entidades legales.

METHONTOLOGY ha sido utilizada por distintos grupos en los dominios de la Química, la Gestión de Conocimientos, el Comercio Electrónico, etc. En [10] se puede encontrar una descripción detallada de esta metodología.

3. Construcción de una ontología sobre entidades legales utilizando WebODE

WebODE⁵ [1] es una plataforma de desarrollo de ontologías que ha sido desarrollada por el Grupo de Ingeniería Ontológica de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM). Esta plataforma es la sucesora del entorno de diseño de ontologías ODE, una herramienta que permitía a los desarrolladores de ontologías configurar el modelo de conocimientos a utilizar para la conceptualización de las ontologías de acuerdo con sus necesidades de representación de conocimientos. Ambas herramientas dan soporte a METHONTOLOGY.

Actualmente, WebODE contiene un editor de ontologías, que integra la mayor parte de los servicios ofrecidos por la plataforma, un sistema de gestión de conocimientos (ODEKM), un generador automático de portales Web semánticos (ODESeW), una herramienta de anotación de recursos Web (ODEAnnotate), y una herramienta de edición de servicios Web semánticos (ODESWS). En [10] se puede encontrar una descripción detallada de todos ellos.

En primer lugar se describirá el editor de ontologías de WebODE. Este editor es una aplicación Web que ha sido construida sobre una interfaz de acceso (ODE API), y que integra distintos servicios de construcción de ontologías como edición, navegación, documentación, mezcla, razonamiento, etc.

Este editor combina tres interfaces de usuario: un editor basado en formularios HTML, que permite editar todos los términos de una ontología excepto los axiomas y las reglas; un interfaz gráfico, denominado ODEDesigner, que permite editar taxonomías de conceptos y relaciones ad hoc entre ellos; y WAB (WebODE Axiom Builder), que permite editar axiomas formales y reglas. A continuación los describimos y resaltamos sus características más importantes.

La figura 5 muestra una captura de pantalla de la interfaz HTML durante la edición de los atributos de instancia del concepto *persona física* de la ontología de entidades legales. Las principales áreas de esta interfaz son las siguientes:

- El área de navegación, que permite navegar a través de toda la ontología y crear, modificar y borrar términos.
- El portapapeles, que permite copiar y pegar información de unos formularios a otros, de tal modo que se simplifica la tarea de crear nuevos términos a partir de otros.
- El área de edición, que permite crear, modificar y borrar términos de la ontología utilizando formularios HTML y tablas con los conocimientos actualmente almacenados. La figura 5 muestra los atributos definidos para el concepto *persona física*: edad, fecha de nacimiento, fecha de defunción, primer apellido, etc.

ODEDesigner facilita la construcción de taxonomías de conceptos y relaciones binarias ad hoc entre conceptos, y permite definir vistas que resaltan o configuran la visualización de fragmentos de la ontología para distintos usuarios.

⁵ <http://webode.dia.fi.upm.es/>

Las taxonomías de conceptos se crean con el siguiente conjunto de relaciones predefinidas: *Subclase-de*, *Descomposición-Disjunta*, *Descomposición-Exhaustiva*, *Partición*, *Parte-de-Transitivo* y *Parte-de-Intransitivo*. Las figuras 3 y 4 muestran distintas vistas de la ontología de entidades legales en ODEDesigner.



Fig. 5: Edición de atributos de instancia con el editor de ontologías de WebODE.

El editor gráfico de axiomas (WAB) permite crear axiomas formales y reglas, como los presentados en las tablas 7 y 8. Este editor facilita la creación de dichos componentes por expertos del dominio que no tienen mucha experiencia con la lógica de primer orden.

A continuación se describen otros servicios integrados en el editor de ontologías: el servicio de documentación, el servicio de mezcla de ontologías ODEMerge y el servicio de evaluación. La plataforma proporciona muchos otros servicios (por ejemplo, el motor de inferencias, ODEClean, los servicios de traducción de ontologías, etc.) que no se presentan en este artículo dado que se ha considerado que no son de especial interés para los lectores.

El servicio de documentación de ontologías de WebODE genera ontologías en distintos formatos que pueden ser utilizados como documentación: tablas HTML que de acuerdo con las representaciones intermedias de METHONTOLOGY descritas en la sección 2 y taxonomías de conceptos en HTML. De hecho, las figuras y tablas presentadas en la sección 2 han sido generadas con este servicio.

El servicio de mezcla de WebODE (ODEMerge) realiza una mezcla supervisada de conceptos, atributos y relaciones binarias ad hoc de dos ontologías en el mismo

dominio. Utiliza recursos de lenguaje natural para encontrar las relaciones existentes entre los componentes de las dos ontologías, de tal modo que se puede generar la ontología resultante mezclada.

Finalmente, la plataforma WebODE proporciona un servicio de evaluación de la consistencia de las ontologías desarrolladas en la plataforma, y de ontologías implementadas en los lenguajes de ontologías de la Web Semántica RDF(S), DAML+OIL y OWL.

El servicio de verificación de la consistencia es utilizado por el editor de ontologías durante el proceso de construcción. Comprueba las restricciones de tipos de valor, de valores numéricos y de cardinalidad de los atributos. Asimismo, verifica las taxonomías de conceptos (por ejemplo, comprueba que no hay instancias externas en una descomposición exhaustiva, que no hay ciclos en la taxonomía de conceptos, etc.).

Los servicios de evaluación de ontologías implementadas en RDF(S), DAML+OIL y OWL evalúan ontologías de acuerdo con los criterios de evaluación identificados por Gómez-Pérez [9]. Detectan errores en dichas ontologías y proporcionan sugerencias sobre criterios de diseño de las mismas.

4. Otros métodos y herramientas para el desarrollo de ontologías

En la literatura se pueden encontrar algunos métodos y metodologías para el desarrollo de ontologías. En 1990, Lenat y Guha [14] publicaron algunos pasos generales y algunos puntos interesantes sobre el desarrollo de la ontología Cyc. Algunos años después, en 1995, basado en la experiencia obtenida con el desarrollo de la Enterprise Ontology [21] y de la ontología del proyecto TOVE (TOronto Virtual Enterprise) [12], ambas en el dominio del modelado de empresas, se propusieron las primeras guías sobre desarrollo de ontologías, que fueron posteriormente refinadas en [21].

En la Conferencia Europea sobre Inteligencia Artificial celebrada en 1996 (ECAI'96), Bernaras y colegas [3] presentaron un método para construir una ontología en el dominio de las redes eléctricas. Este método fue desarrollado en el contexto del proyecto Esprit KACTUS. La metodología METHONTOLOGY apareció simultáneamente y fue refinada en artículos posteriores [7, 8]. En 1997, un nuevo método de construcción de ontologías fue propuesto, basado en la ontología SENSUS [20]. Y algunos años más tarde, la metodología On-To-Knowledge apareció en el contexto del proyecto con el mismo nombre [18].

Con respecto a las herramientas de desarrollo de ontologías, éstas han mejorado enormemente desde la creación de los primeros entornos. Se pueden distinguir dos grupos de herramientas, teniendo en cuenta su evolución desde que aparecieron a mediados de la década de 1990⁶:

- Herramientas cuyo modelo de conocimientos se corresponde directamente con el de un lenguaje de ontologías. Estas herramientas fueron desarrolladas como

⁶ En cada grupo se ha seguido un orden cronológico de aparición.

editores de ontologías en un determinado lenguaje. En este grupo se pueden incluir: Ontolingua Server [6], que permite construir ontologías en Ontolingua y KIF; OntoSaurus [20] en LOOM; y OilEd [2] en OIL primero, luego en DAML+OIL, y finalmente en OWL.

- Plataformas integradas cuya característica principal es que tienen una arquitectura flexible y extensible, y cuyo modelo de conocimientos es normalmente independiente de lenguajes de ontologías existentes. Estas herramientas proporcionan un núcleo de servicios relacionados con ontologías y se pueden extender fácilmente con otros módulos. En este grupo se incluyen: Protégé-2000 [16], WebODE [1], OntoEdit [19] y KAON [15].

5. Conclusiones

En este artículo hemos mostrado cómo los expertos en el dominio legal pueden desarrollar sus propias ontologías utilizando la metodología de desarrollo de ontologías METHONTOLOGY y la plataforma WebODE, las cuales han sido utilizadas con éxito por distintos grupos para el desarrollo de ontologías en diversos dominios. Para ilustrar su uso, se ha mostrado un ejemplo de cómo desarrollar una ontología sobre entidades legales en España, adaptando una taxonomía de entidades legales elaborada previamente por Breuker.

La principal conclusión que se desea transmitir en este artículo es que tener una amplia experiencia en representación de conocimientos no es una condición necesaria para construir una ontología. Los expertos pueden tomar la iniciativa en el desarrollo de ontologías en su dominio con sólo ayudas puntuales de ingenieros de conocimientos. METHONTOLOGY permite modelar ontologías utilizando representaciones intermedias gráficas y tabulares que son fáciles de entender por expertos de dominio que no están involucrados en el campo de la ingeniería ontológica. Además, los expertos pueden utilizar la plataforma WebODE, que proporciona soporte a METHONTOLOGY.

Finalmente, en la sección 4 hemos enumerado otros métodos, metodologías y herramientas que se pueden utilizar para el desarrollo de ontologías.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto europeo Esperonto (IST-2001-34373).

6. Referencias

1. Arpírez JC, Corcho O, Fernández-López M, Gómez-Pérez A (2003) *WebODE in a nutshell*. AI Magazine, 24(3)-37-47
2. Bechhofer S, Horrocks I, Goble C, Stevens R (2001) *OilEd: a reasonable ontology editor for the Semantic Web*. In: Baader F, Brewka G, Eiter T (eds) Joint German/Austrian

- conference on Artificial Intelligence (KI'01). Vienna, Austria. (Lecture Notes in Artificial Intelligence LNAI 2174) Springer-Verlag, Berlin, Germany, pp 396–408
3. Bernaras A, Laresgoiti I, Corera J (1996) *Building and reusing ontologies for electrical network applications*. In: Wahlster W (ed) European Conference on Artificial Intelligence (ECAI'96). Budapest, Hungary. John Wiley and Sons, Chichester, United Kingdom, pp 298–302
 4. Chaudhri VK, Farquhar A, Fikes R, Karp PD, Rice JP (1998) *Open Knowledge Base Connectivity 2.0.3*. Technical Report. <http://www.ai.sri.com/~okbc/okbc-2-0-3.pdf>
 5. de Hoog R (1998) *Methodologies for Building Knowledge Based Systems: Achievements and Prospects*. In: Liebowitz J (ed) Handbook of Expert Systems. CRC Press Chapter 1, Boca Raton, Florida
 6. Farquhar A, Fikes R, Rice J (1997) *The Ontolingua Server: A Tool for Collaborative Ontology Construction*. International Journal of Human Computer Studies 46(6):707–727
 7. Fernández-López M, Gómez-Pérez A, Juristo N (1997) *METHONTOLOGY: From Ontological Art Towards Ontological Engineering*. Spring Symposium on Ontological Engineering of AAAI. Stanford University, California, pp 33–40
 8. Fernández-López M, Gómez-Pérez A, Pazos A, Pazos J (1999) *Building a Chemical Ontology Using Methontology and the Ontology Design Environment*. IEEE Intelligent Systems & their applications 4(1):37–46
 9. Gómez-Pérez A (2001) *Evaluation of Ontologies*. International Journal of Intelligent Systems 16(3):391–409
 10. Gómez-Pérez A, Fernández-López M, Corcho O (2003) *Ontological Engineering: with examples from the areas of knowledge management, e-commerce and the Semantic Web*, Springer-Verlag, New York.
 11. Gómez-Pérez A, Juristo N, Montes C, Pazos J (1997) *Ingeniería del Conocimiento: Diseño y Construcción de Sistemas Expertos*. Ceura, Madrid, Spain
 12. Grüninger M, Fox MS (1995) *Methodology for the design and evaluation of ontologies* In Skuce D (ed) IJCAI95 Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing, pp 6.1–6.10
 13. IEEE (1996) *IEEE Standard for Developing Software Life Cycle Processes*. IEEE Computer Society. New York. IEEE Std 1074-1995
 14. Lenat DB, Guha RV (1990) *Building Large Knowledge-based Systems: Representation and Inference in the Cyc Project*. Addison-Wesley, Boston, Massachusetts
 15. Maedche A, Motik B, Stojanovic L, Studer R, Volz R (2003) *Ontologies for Enterprise Knowledge Management*. IEEE Intelligent Systems 18(2):26–33
 16. Noy NF, Ferguson RW, Musen MA (2000) *The knowledge model of Protege-2000: Combining interoperability and flexibility*. In: Dieng R, Corby O (eds) 12th International Conference in Knowledge Engineering and Knowledge Management (EKAW'00). Juan-Les-Pins, France. (Lecture Notes in Artificial Intelligence LNAI 1937) Springer-Verlag, Berlin, Germany, pp 17–32
 17. Noy NF, Musen MA (2000) *PROMPT: Algorithm and Tool for Automated Ontology Merging and Alignment*. In: Rosenbloom P, Kautz HA, Porter B, Dechter R, Sutton R, Mittal V (eds) 17th National Conference on Artificial Intelligence (AAAI'00). Austin, Texas, pp 450–455
 18. Staab S, Schnurr HP, Studer R, Sure Y (2001) *Knowledge Processes and Ontologies*. IEEE Intelligent Systems 16(1):26–34
 19. Sure Y, Erdmann M, Angele J, Staab S, Studer R, Wenke D (2002) *OntoEdit: Collaborative Ontology Engineering for the Semantic Web*. In: Horrocks I, Hendler JA (eds) First International Semantic Web Conference (ISWC'02). Sardinia, Italy. (Lecture Notes in Computer Science LNCS 2342) Springer-Verlag, Berlin, Germany, pp 221–235

20. Swartout B, Ramesh P, Knight K, Russ T (1997) *Toward Distributed Use of Large-Scale Ontologies*. In: Farquhar A, Gruninger M, Gómez-Pérez A, Uschold M, van der Vet P (eds) AAAI'97 Spring Symposium on Ontological Engineering. Stanford University, California, pp 138–148
21. Uschold M, Gruninger M (1996) *Ontologies: Principles, Methods and Applications*. Knowledge Engineering Review 11(2):93–155
22. Uschold M, King M (1995) *Towards a Methodology for Building Ontologies*. In: Skuce D (eds) IJCAI'95 Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing. Montreal, Canada, pp 6.1–6.10