

CAMINO HACIA LA WEB SEMÁNTICA

Jorge Alejandro Castillo Morales

Universidad de Edimburgo

j.a.castillo@sms.ed.ac.uk

(Recibido el 26 de enero 2005, aceptado para publicación el 16 de noviembre 2005)

RESUMEN

El rápido crecimiento de la World Wide Web ocasiona que sea cada vez más difícil buscar, extraer, interpretar y procesar información de la Web. Como una alternativa a este problema se está desarrollando la Web Semántica - una nueva tecnología que hace que el contenido de la Web sea más significativo a las aplicaciones de software. En la Web Semántica se aumentan anotaciones que expresan el significado de los datos en las páginas Web. Para que estas anotaciones sean útiles, es necesario un entendimiento compartido (entre sus creadores y los usuarios) de anotaciones precisamente definidas. Con este propósito se utilizan ontologías – definición de conceptos importantes en un dominio de conocimiento y de las propiedades de cada concepto. Las ontologías permiten definir terminologías y expresar propiedades semánticas. Como resultado, la Web Semántica promete proveer un nivel de automatización e integración que es imposible para la Web actual. Asimismo, la Web Semántica va a poder ejecutar consultas avanzadas que requieren conocimiento de soporte para su resolución.

Palabras Clave: World Wide Web, Web Semántica, Ontologías.

1. INTRODUCCIÓN

La World Wide Web (WWW) actualmente contiene más de 8 mil millones de páginas y este número va creciendo rápidamente. Por esta razón, es cada vez más difícil encontrar y mantener la información requerida por una gran cantidad de usuarios. Por ejemplo, una búsqueda típica en un motor de búsqueda, por ejemplo Google.com, devuelve miles o millones de resultados, y es necesario leer varios de esos resultados antes de encontrar lo que se busca. Se estima que los motores de búsqueda actuales van a tener problemas para mantener la calidad de sus búsquedas. Además, estos sólo tienen acceso a contenido estático e ignoran el contenido dinámico de la Web (páginas generadas a partir de bases de datos).

Estos problemas radican en que la mayoría del contenido de la Web actual está diseñada para ser leída por personas, no para que computadoras lo manipulen de acuerdo a su significado. El papel de las computadoras es casi sólo presentar información, pero sin aprovechar el poder de automatización de éstas. Esto se debe a que la Web actual tiene una arquitectura para enlazar: una página Web tiene enlaces a otras. El problema es que estos enlaces no tienen significado (excepto a través de la interpretación de una persona).

Para resolver estos problemas, se han establecido iniciativas que enriquecen la Web actual con semántica que puede ser “entendida” por máquinas. Tim Berners-Lee, el creador de la WWW llama a esta Web mejorada, *Web Semántica* [1]. Según Berners-Lee, la Web Semántica no es una Web separada, es una extensión de la Web actual en la que la información tiene un significado bien definido, que permite a las computadoras y personas trabajar en cooperación [1].

Al igual que en la Web actual, una página en la Web Semántica va a tener enlaces a otras páginas, pero la diferencia estará en que la computadora será capaz de “entender” el significado de estos enlaces. Estos enlaces permitirán que la Web Semántica modele el mundo real, no sólo documentos.

La representación explícita de la semántica de los recursos de la Web permitirá a las aplicaciones basadas en conocimiento proveer un nivel de servicio mucho más avanzado. Servicios automatizados podrán asistir a las personas “entendiendo” el contenido de la Web de tal manera que puedan filtrar, clasificar y encontrar información de una manera mucho más precisa.

2. UN EJEMPLO

Un ejemplo para mostrar más claramente las ventajas de la Web Semántica. Se supone que se quiere viajar desde Cochabamba hasta Perth, una ciudad al norte del Reino Unido. Con este propósito se quiere encontrar en Internet los medios de transporte que se necesitan tomar, el itinerario, el precio de los pasajes, etc. Ésta es una búsqueda complicada

puesto que ambas ciudades están muy separadas, tienen poco movimiento de pasajeros y, principalmente, porque Perth no tiene aeropuerto, por lo tanto es necesario tomar además de un avión, otro medio de transporte. Si se busca en las páginas Web de las aerolíneas no se encontrarán resultados debido a la falta de aeropuerto en Perth. Una búsqueda en la Web actual, usando Google.com devuelve varios miles de resultados. Muchos de estos resultados se refieren al apellido Perth o a la ciudad de Perth en Australia, por lo que son completamente irrelevantes para esta búsqueda. Dada la complejidad de la consulta, es muy probable que ninguno de estos resultados vaya a contener el plan deseado.

Sin embargo, usando la Web Semántica, un agente¹ podrá buscar en los itinerarios de las aerolíneas pasajes desde Cochabamba hasta Edimburgo, la ciudad más cercana con aeropuerto a Perth. Después, el agente podrá buscar en las páginas Web (o bases de datos) de trenes y buses pasajes desde Edimburgo hasta Perth. Como resultado, el agente podrá devolver varios planes de viaje y el usuario podrá elegir la opción que más le conviene.

Cuando se hace una búsqueda en la Web actual, las palabras que se buscan deberían estar en cada uno de los resultados de la búsqueda. Sin embargo, como muestra este ejemplo, un resultado en la Web Semántica puede estar en varias páginas Web, por ejemplo en la página de la aerolínea y de la empresa de trenes.

3. ONTOLOGÍAS

¿Dónde está la magia? ¿Cómo es posible que la Web Semántica pueda resolver consultas tan complicadas automáticamente? Para formar el plan de viaje del ejemplo anterior, el agente de Web Semántica tiene que saber: que Cochabamba es una ciudad en Bolivia y que Perth está en el Reino Unido; que aviones, trenes y buses son medios de transporte; que una persona toma un medio de transporte para ir de un lugar a otro y muchas otras cosas más.

Todo este conocimiento está contenido en Ontologías. La semántica con la que se enriquece la Web se refiere a este conocimiento. Una de las definiciones más aceptadas de ontologías es la dada por T. Gruber [2]:

“Una ontología es una especificación formal y explícita de una conceptualización compartida. Conceptualización se refiere a una abstracción de un fenómeno que sucede en el mundo, que identifica los conceptos relevantes de ese fenómeno Explícita significa que el tipo de conceptos usados y las restricciones en su uso están explícitamente definidos. Formal se refiere al hecho de que debe ser entendible por máquinas”.

Otra palabra importante en esta definición es la palabra *compartida*, que quiere decir que las ontologías son aceptadas por un grupo y se pueden compartir entre diferentes dominios de conocimiento. Esta característica hace a las ontologías útiles en diferentes campos, por ejemplo en la bioinformática: Lo que sucedía antes de usar ontologías era que un investigador descubría un gen y le ponía un nombre. Poco tiempo después, otro investigador descubría el mismo gen y le ponía otro nombre diferente, causando confusiones. Usando ontologías es posible decir que el gen que está en tal organismo, que interactúa con tales moléculas y que tiene determinada secuencia de ADN tiene tal nombre.

Dos bases de datos pueden usar diferentes identificadores, como ser *casilla_postal* y *casilla_de_correo*, para lo que en verdad es un mismo concepto, tal como *casilla postal*. Un programa que quiere comparar o combinar información entre dos bases de datos necesita saber que estos dos términos se refieren al mismo concepto. La solución para este problema es compartir una ontología.

Las ontologías son muy convenientes en la Web Semántica porque entretejen la semántica formal entendible por computadoras con la semántica del mundo real entendible por personas. En la Web Semántica se hacen inferencias con las ontologías y con estas inferencias se hacen las búsquedas. Un ejemplo de una ontología parcial se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

4. PREGUNTAS INTERMEDIAS

En el ejemplo anterior, el agente de la Web Semántica que busca un plan de viaje desde Cochabamba hasta Perth necesita responder muchas preguntas que no son obvias para el usuario. Por ejemplo, para buscar un tren desde Edimburgo hasta Perth es necesario especificar la hora de salida. Este dato todavía no es conocido por el usuario porque todavía no sabe a qué hora va a llegar el avión a Edimburgo, sin embargo, este dato si lo puede obtener el agente de la Web Semántica (es una propiedad de un concepto en una ontología) y responde todas las preguntas intermedias necesarias de manera transparente al usuario.

¹ Un tipo de software que funciona sin control humano directo o sin supervisión para llegar a la meta dada por el usuario.

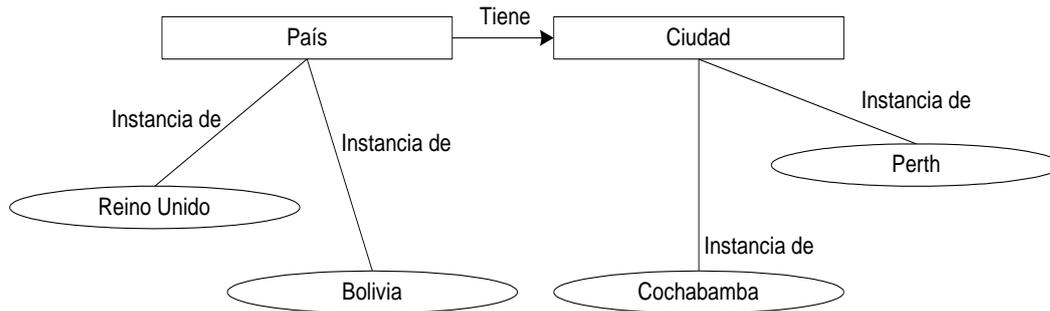


Figura 1 - Ejemplo de una ontología.

5. ¿COMPUTADORAS QUE ENTIENDEN?

Anteriormente se mencionó que con la Web Semántica las computadoras serán capaces de entender el significado de los datos. Esto no quiere decir que van a comprender el sentido de la vida. El significado con el que se enriquece la Web está definido relativamente, es decir que cada definición se basa en otras definiciones, tal como ocurre en un diccionario.

Esta “forma de entender” a través de la definición relativa de conceptos puede parecer errónea, pero la forma en que trabaja el cerebro humano no es muy diferente. Por ejemplo, la definición del número 5 es igual a $4+1$, y la definición de 4 es $3+1$. Y así sucesivamente en forma recursiva o hasta llegar a un concepto que se conoce (que se puede procesar). Otras formas más directas de definir números han mostrado problemas [2].

Este entendimiento parcial no parece suficientemente útil, pero de forma similar proceden las personas. Por ejemplo, se envía una factura de una empresa a otra. La persona que paga la factura se fija en varios de los campos de esta factura, verifica que la persona que autorizó la factura sea la correcta, comprueba el monto a pagar, etc. Pero al leer el detalle de la factura, la persona que va a pagar no necesita entender qué es el producto facturado, porque esa parte es completamente irrelevante para el propósito de pagar la cuenta. Simplemente hace un cheque copiando el nombre de la empresa a la que se tiene que pagar y el monto a pagar. Una gran cantidad de información es de este tipo. La Web Semántica procede de forma similar.

6. ELEMENTOS DE LA WEB SEMÁNTICA

Para que la Web Semántica funcione es necesario: a) anotar las páginas Web con etiquetas que estructuran y hacen referencia a conceptos y b) contar con ontologías que describen estos conceptos.

6.1 Anotar Páginas

Un requisito importante para que las computadoras puedan procesar información es estructurar sus datos. La técnica principal para estructurar el contenido de la Web se llama *markup*. Esta técnica inserta ciertas secuencias de caracteres, llamadas etiquetas, en un documento para indicar el rol del contenido del mismo. Mediante *markup* se define el formato y estructura lógica de documentos.

HTML es el *markup* más conocido en la Web, sin embargo, sólo proporciona información para dar formato a páginas Web. Desafortunadamente, este *markup* no es suficiente, la Web Semántica necesita *markups* especializados que especifican el rol de partes de su contenido. Por ejemplo, para una aplicación que compara el precio de productos en la Web sería útil que todos los precios estén anotados con una etiqueta `<precio>`. Por tanto es necesario especificar el significado de estas etiquetas.

XML (eXtensible Markup Language) [3] es un lenguaje *metadata* que permite definir etiquetas de *markup* específicas a una aplicación. XML es un mecanismo para la representación estandarizada de otros lenguajes. Es decir, sólo provee un formato de datos para estructurar documentos sin especificar ningún vocabulario.

El significado de los enlaces de una página Web Semántica se expresa usando RDF (*Resource Description Framework*) [4] y se codifica en un conjunto de triplas; siendo cada tripleta como el *sujeto*, *predicado* y *objeto* de una oración simple. Estas triplas se escriben en XML, ver ejemplo en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

Con RDF, un documento afirma que ciertas cosas (personas, páginas Web, etc.) tienen propiedades (tales como “trabaja con”, “es autor de”) con determinados valores (otra persona, otra página Web). Esta estructura es una forma natural para describir la gran mayoría de los datos procesados por computadora. El *sujeto* y *objeto* de una tripleta RDF están identificados por un URI (*Universal Resource Identifier* – Identificador Universal de Recursos) tal como sucede en los enlaces de las páginas Web. Los URLs (*Uniform Resource Locators* – Localizador Uniforme de Recursos) son el tipo de URI más común en la Web. Los predicados también son URIs, lo que permite definir un nuevo concepto (en una ontología) definiendo simplemente un URI para éste en algún lugar de la Web.

Las triplas RDF forman redes de información sobre cosas relacionadas. Debido a que RDF usa URIs para codificar esta información en un documento, los URIs se aseguran de que los conceptos no sean sólo simples palabras en un documento, pero que además estén atadas a conceptos únicos que cualquiera puede encontrar en la Web.

6.2 Definir Ontologías

Al igual que la Web actual, la Web Semántica es una colección de estándares. Consecuentemente, necesita un estándar para definir ontologías. Se han propuesto diversos lenguajes para definir ontologías (OIL [5], DAML+OIL [6], KIF [7]). Sin embargo, se espera que OWL (*Ontology Web Language*) [8] se convierta en el lenguaje estándar de la Web Semántica para definir ontologías, porque es la recomendación dada por el Consorcio *World Wide Web*. OWL es una extensión de XML y se basa en RDF y *RDF Schema* [9].

De la misma forma que en *RDF Schema*, en OWL se escriben ontologías definiendo *clases*, *instancias* y *propiedades*; pero también declarando las *características de las propiedades*. Una *clase* define a un grupo de individuos que comparten algunas propiedades. Se usan *propiedades* para definir relaciones entre individuos o entre individuos y datos. Los *individuos* son instancias de una clase. Para dar más poder expresivo, OWL permite declarar *características de las propiedades*. Por ejemplo, *inverseOf* (un padre es el inverso de un hijo) y *disjointWith* (una planta no puede ser un animal).

Una de las consideraciones en el diseño de la Web actual fue hacerla lo más descentralizada posible. Esta misma consideración se tuvo en la Web Semántica. Como consecuencia, la creación de ontologías no podrá ser controlada por ninguna organización. Se espera que las buenas o populares ontologías prevalezcan, mientras las otras desaparezcan [10].

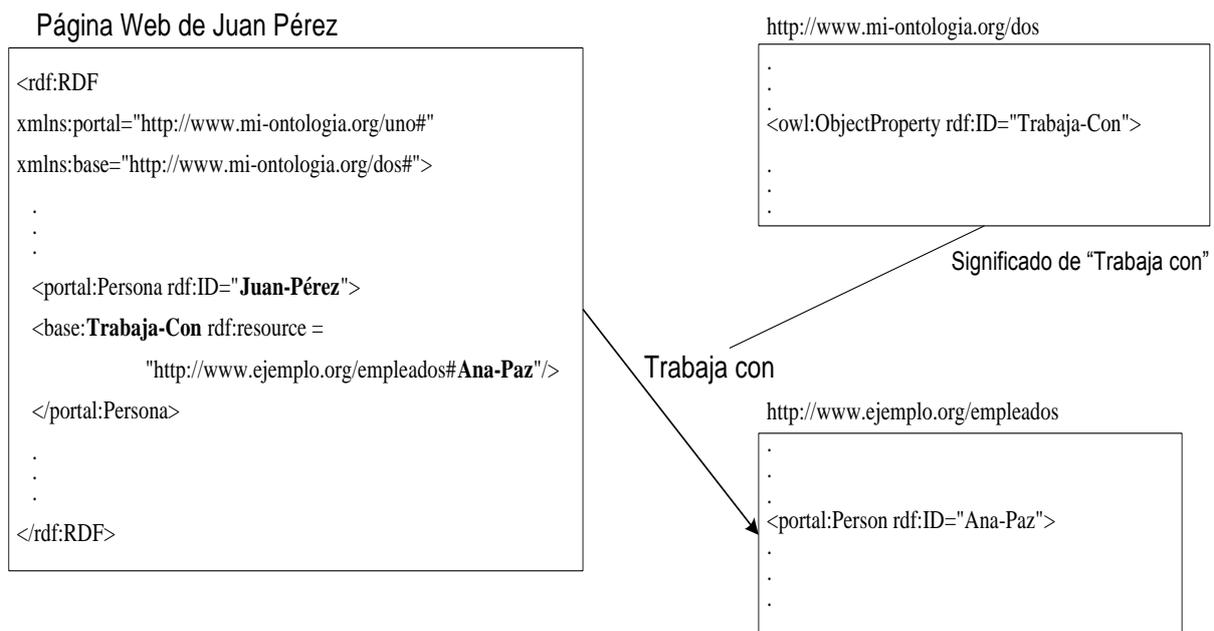


Figura 2 - Ejemplo de la definición de una tripleta en RDF: *Juan Pérez trabaja con Ana Paz*. El sujeto es “*Juan-Pérez*”, el objeto es “*Ana-Paz*” y el predicado es “*Trabaja-Con*” y está definido en la ontología referenciada por el URI *base: Trabaja-Con*.

La Figura 2 muestra los pasos que se tienen que tomar para que la Web Semántica sea una realidad. Primero se estableció *Unicode*, que define los conjuntos de caracteres (en distintos idiomas) que se usan en la Web. Después, se estableció XML como un método para poner etiquetas en páginas Web. Basándose en XML, RDF define enlaces con significado y OWL da una definición compartida y relativa de estos significados. Todos estos pasos ya fueron tomados. Ahora falta mejorar las consultas y las reglas de inferencia, especialmente para evitar ciclos lógicos. El último paso hacia la Web Semántica se llama confianza, es decir, tener confianza en los resultados obtenidos y un mecanismo para comprobarlos.

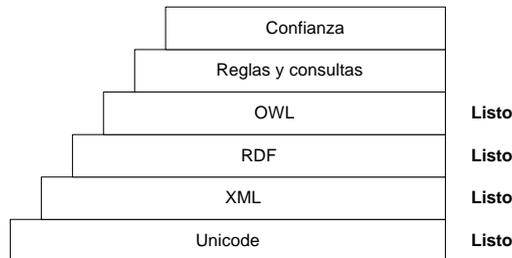


Figura 2 - Pasos hacia la Web Semántica.

7. MÁS QUE BÚSQUEDAS

En el ejemplo del viaje de Cochabamba a Perth, se podría considerar a la Web Semántica como un mecanismo para realizar búsquedas avanzadas, sin embargo, la Web Semántica promete mucho más.

La característica de que diferentes programas compartan ontologías es, en cierta manera, similar a dar un lenguaje común para que programas (y dispositivos) interactúen automáticamente. Siguiendo con el ejemplo del viaje de Cochabamba a Perth, será posible que una vez que el usuario acepte un plan de viaje y compre los boletos, el programa de contabilidad registre automáticamente el costo del precio de los pasajes en las cuentas del usuario. Esto es posible porque el agente de la Web y el programa de contabilidad usan el mismo término para *precio*. De igual manera, la Agenda Semántica del usuario registra que en determinadas fechas, éste va a estar de viaje y, por lo tanto, no puede aceptar citas en Cochabamba durante ese tiempo. La Agenda Semántica entiende el concepto de *fecha de viaje* que usa el agente de la Web.

La Web Semántica no sólo se limita a programas de computadora. El siguiente paso será extenderse a dispositivos electrónicos. Los URIs pueden apuntar a cualquier cosa, incluyendo entidades físicas, lo que significa que se podrá usar RDF para describir dispositivos tales como celulares o televisores. La característica de la Web Semántica de dar un “lenguaje común” permitirá a estos dispositivos describir sus capacidades para que interactúen automáticamente. Por ejemplo, un horno microondas podrá consultar en Internet el tiempo de cocimiento recomendable para determinada comida; el televisor y el aparato de música podrán disminuir su volumen cuando suene el teléfono.

La Web Semántica permitirá que los dispositivos trabajen juntos en forma descentralizada, sin la necesidad de tener que establecer conexiones manualmente.

8. CONCLUSIONES

La historia de la computación es la historia de buscar maneras de enlazar datos a las computadoras, y la Web Semántica es el siguiente paso.

La Web Semántica promete un nuevo nivel de servicio que permitirá vencer las serias limitaciones que tiene la Web actual para buscar, extraer, interpretar y procesar información; tareas normalmente dejadas a los seres humanos. Esto será posible agregando semántica procesable por máquinas.

La tecnología de la Web Semántica está en sus inicios. Primero se está desarrollando su infraestructura básica y mayormente estática; después, se desarrollarán componentes que usen esta infraestructura para proveer servicios inteligentes a las personas.

Lo expuesto en este artículo es sólo una visión que todavía requiere mucho trabajo. Sin embargo, es posible que esta visión se vaya introduciendo gradualmente, de forma tal que algunas de las características expuestas en este trabajo no estén disponibles sino hasta que la tecnología de la Web Semántica esté madura.

9. REFERENCIAS

- [1] T. Berners-Lee et al. *The Semantic Web*, Scientific American, May 2001.
- [2] M. Minsky. "Why People Think Computers Can't," *AI Magazine*, vol. 3, no. 4, 1982.
- [3] "Extensible Markup Language." Internet: <http://www.w3.org/XML/>.
- [4] "Resource Description Framework (RDF)." Internet: <http://www.w3.org/RDF/>.
- [5] "Description of OIL." Internet: <http://www.ontoknowledge.org/oil>.
- [6] "The DARPA Agent Markup Language Homepage." Internet: <http://www.daml.org>.
- [7] "Knowledge Interchange Format". Internet: <http://logic.stanford.edu/kif/dpans.html>.
- [8] D. L. McGuinness and F. van Harmelen. eds., *OWL Web Ontology Language Overview*, World Wide Web Consortium (W3C) recommendation, Feb.-2004. Available: www.w3c.org/TR/owl-features.
- [9] D. Brickley and R. V. Guha. eds., *RDF Vocabulary Description Language 1.0: RDF Schema*. Available: <http://www.w3.org/TR/rdf-schema/>.
- [10] O. Lassila. *Towards the Semantic Web*. Internet: <http://www.w3c.rl.ac.uk/pastevents/TowardsTheSemanticWeb.pdf>.