



## **ORGANIZACIÓN DE INFORMACIÓN EN HERRAMIENTAS WIKI: APLICACIÓN DE ONTOLOGÍAS EN WIKIS SEMÁNTICOS**

*Jesús Tramullas Saz\* y Piedad Garrido Picazo\*\**

*\*Depto. Ciencias Documentación, Univ. Zaragoza, tramullas@unizar.es*

*\*\*Depto. Informática e Ingeniería de Sistemas, Univ. Zaragoza, piedad@unizar.es*

### **RESUMEN:**

Este trabajo realiza una revisión de los métodos y técnicas que se aplican en las plataformas y productos software que se etiquetan como wikis semánticos. Para ello, realiza una revisión de la bibliografía disponible sobre la cuestión, señalando las principales características que ofrecen las diferentes herramientas. El análisis permite afirmar que no hay homogeneidad en la aplicación de métodos y técnicas semánticas, y que los productos disponibles, en su estado actual, aún no están preparados para su uso en entornos de gestión de información.

### **ABSTRACT:**

This work checks the methods and techniques applied to software tools and platforms known as semantic wikis. It is carried out a revision of the available bibliography on the subject and the main features provided for the several tools have been pointed out. The analysis let us to confirm the variety of the semantic methods and techniques put into practice, and that the available products, in present-day status, they are not ready to be used by management information systems yet.).

### **PALABRAS CLAVES:**

web semántico, wiki semántico, RDF, ontologías, semantic wiki, ontologies



## INTRODUCCIÓN

Los wikis son tanto una herramienta como un producto informativo, que han permitido una evolución de la gestión de información textual en la web, y que vienen derivados de la gestión de esqueletos de código fuente para programación. La posibilidad de crear, modificar y gestionar documentos textuales, que pueden incluir elementos multimedia, y de enlazarlos, en un entorno social basado en la colaboración, a través de interfaces simples de usuario, ha permitido que se extienda su aplicación en comunidades de práctica, repositorios de información, sistemas y servicios de documentación técnica, elaboración de informes y desarrollo de proyectos. La propia definición de la *Wikipedia* (2008) establece que “A wiki is a collaborative website which can be directly edited by anyone with access to it.”.

Sin embargo, precisamente la flexibilidad que ofrecen los wikis para la organización y acceso a la información, con un paradigma de arquitectura de información basado en la metáfora de red de nodos interconectados, supone el principal problema con el que se enfrentan los usuarios, dada la variedad de posibles trayectos de acceso a la información, la variabilidad de los principios de organización de información, y los diferentes criterios de etiquetado de contenidos y de asignación de metadatos que pueden apreciarse en los proyectos en curso. La heterogeneidad predomina en estos entornos, lo que dificulta su uso tanto por usuarios humanos, como por métodos automáticos de localización y extracción de información.

En el marco de las *International Semantic Web Conferences*, se celebra anualmente un concurso e el que se presentan aplicaciones operativas que deben responder plenamente a lo que se entiende por web semántico, y que incorporan los métodos y tecnologías que lo conforman (<http://challenge.semanticweb.org>). Los criterios establecidos para la presentación de herramientas pueden servir como definitorias de lo que debe ser y ofrecer una aplicación de web semántico:

1. *First, the meaning of data has to play a central role.*
  - *Meaning must be represented using formal descriptions*
  - *Data must be manipulated/processed in interesting ways to derive useful information and*
  - *this semantic information processing has to play a central role in achieving things that alternative technologies cannot do as well, or at all*
2. *Second, the information sources used*
  - *should have diverse ownerships (i.e. there is no control of evolution),*
  - *should be heterogeneous (syntactically, structurally, and semantically),*  
*and*
  - *should contain real world data, i.e. are more than toy examples.*
3. *Third, it is required that all applications assume an open world, i.e. assume that the information is never complete.*



En el concurso de 2006, *Semantic MediaWiki* recibió una mención especial; en 2004 ya se había presentado *Platypus Wiki*. Ambas herramientas son wiki engines semánticos, y ello permite afirmar que es posible integrar el web semántico con las plataformas wiki, aumentando las posibilidades que éstas ofrecen para la gestión de información y documentación, y que se está desarrollando en este sentido. Se puede identificar una comunidad de investigadores alrededor del wiki semántico (<http://www.semwiki.org>), y un número creciente de aplicaciones: desde 2005 se celebran los *Workshop on Semantic Wiki* en la conferencia de referencia mundial sobre los wikis, las conferencias *WikiSym* (<http://www.wikisym.org>).

## WIKIS SEMÁNTICOS

Cualquier plataforma wiki, simplemente por el hecho de serlo, no resulta, evidentemente, una plataforma “semántica”. Es necesario completar sus prestaciones para que puedan ser consideradas como tales. En este sentido, la definición más sencilla es la propuesta por Kawamoto, Kitamura y Tijerino (2006), para los cuales un wiki semántico “...is a collaborative Semantic Web authoring system based on the Wiki framework.” La noción de colaboración indicada por estos autores varía, en virtud del objetivo real del wiki semántico, ya que, si bien existe un acuerdo tácito en que un wiki semántico es un wiki que integra los métodos y técnicas del web semántico, los investigadores difieren en el enfoque y el objetivo que desarrollan sobre el wiki en cuestión. Para Schaffer (2006) “A “semantic wiki” extends a wiki by “semantic technologies” like RDF, OWL, Topic Map, or Conceptual Graphs”.

En particular, un wiki semántico se define porque “...allow users to make formal descriptions of resources by annotating the pages that represent those resources.” (Oren, Breslin y Decker, 2006: 1071). Para estos investigadores es precisamente el uso de notación formal (en RDF/OWL) lo que extiende las funcionalidades del wiki al campo semántico, ya que facilita la creación de navegación estructurada para el acceso a la información, hace posible la reutilización de la misma, y permite la utilización de consultas semánticas, mediante SPARQL o esquemas similares.

La anotación semántica es la forma utilizada para añadir semántica a los documentos wiki. Según la perspectiva más clásica, los documentos digitales se transformarían entonces en “documentos semánticos”, ya que añadirían una capa más frente a otros documentos “no semánticos” que sólo incorporan metadatos simples. La posibilidad de relacionar y asociar la información vendría dada gracias a las anotaciones. La anotación semántica no está pensada para usuarios finales; su objetivo es ser procesada automáticamente por máquinas. En consecuencia, las anotaciones tienen que seguir unas normas y reglas establecidas comúnmente, que definen sus partes, los atributos permitidos, y la sintaxis de las expresiones. La notación más comúnmente utilizada es la ofrecida por las tripletas de RDF. Una anotación se lleva a cabo sobre un URI, lo cual quiere decir que los URIs identifican inequívocamente a las unidades que poseen



información, y las anotaciones sirven para añadir elementos de significado a los URIs, que podrán ser utilizados en procesamientos posteriores. El modelo conceptual en el que se basan las anotaciones semánticas muestra cuatro elementos (Oren et alii, 2006):

- Sujeto: el elemento sobre el cual se realiza la anotación
- Predicado: el elemento que establece la relación entre sujeto y objeto
- Objeto: el dato que se anota sobre el sujeto, en virtud de la relación
- Contexto: determina el contexto de la anotación, por ejemplo, autor, fecha, validez, etc.

Las anotaciones semánticas son aquellas que:

“Annotations that relate pages or page elements to arbitrary resources through typed ontological relations, such as categorising a page in a taxonomy, specifying the friends of a described person, or the books of a described author”.

Una vez definidas las anotaciones, éstas se utilizan para estructurar el contenido del wiki semántico, y desarrollar de esa estructura la navegación y la exploración mediante explotación facetada (*faceted browsing*). Las facetas se construyen utilizando el predicado y el objeto de las anotaciones, y pueden construirse de manera manual o de manera automática. En ambos casos se pueden utilizar restricciones para seleccionar determinados aspectos de las anotaciones, y ajustar las facetas de acuerdo con las restricciones.

El etiquetado semántico del contenido y de su descripción es el que plantea mayores problemas, ya que la edición de contenidos en un wiki estándar carece de estas prestaciones, a lo que hay que unir los problemas que plantea el uso de esquemas RDF a usuarios no conocedores de las complejidades de los mismos. Para la generación de etiquetado en RDF se han seguido tres aproximaciones principales (Kawamoto, Kitamura y Tijerino, 2006):

- Generación automática de metadatos RDF: los metadatos se crean automáticamente desde datos introducidos por los usuarios en las páginas del wiki, como título, autor, fecha, etc. Las posibilidades son limitadas, ya que deben restringirse a datos fácilmente identificables, lo que imposibilita el anotado semántico del contenido.
- Generación automática de RDF desde representaciones intermedias: los metadatos se generan automáticamente desde etiquetas especialmente diseñadas e introducidas por los propios usuarios. Ello obliga a los mismos a conocer y aplicar correctamente y consistentemente el etiquetado intermedio.
- Anotaciones RDF generadas por los usuarios: el etiquetado es introducido directamente en RDF por los usuarios, lo que obliga a los mismos a conocer el propio RDF y su esquema.





## MOTORES PARA WIKIS SEMÁNTICOS

Los motores especialmente diseñados para integrar técnicas del web semántico en los wiki son bastante numerosos, en cuanto muchos de ellos son prototipos resultantes de proyectos de investigación. Sin embargo, por el momento sólo unos pocos han alcanzado un estado que pueda considerarse “de producción”. Están comenzado a aparecer publicaciones en las cuales se presentan estudios comparativos de prestaciones entre unos y otros motores, como por ejemplo entre *Semantic MediaWiki* e *IkeWiki* (Krotzsch, Schafert y Vandrecic, 2007), pero la mayoría de la bibliografía especializada disponible todavía se centra en la presentación y demostración de capacidades de los prototipos y herramientas experimentales. Los principales proyectos de wiki semántico se recogen en los apartados siguientes.

- *Semantic MediaWiki* es uno de los motores más desarrollados ([http://ontoworld.org/wiki/Semantic\\_MediaWiki](http://ontoworld.org/wiki/Semantic_MediaWiki)). Se trata de una extensión para la herramienta *MediaWiki*, que añade a ésta la capacidad de anotar semánticamente los contenidos informativos de cualquier wiki que la utilice como plataforma. Su desarrollo es llevado a cabo por un equipo del Institute AIFB de la Universität Karlsruhe (Völkel et alii, 2006). Debe recordarse que *MediaWiki* es la herramienta sobre la cual está construida la *Wikipedia*, y que es una de las plataformas más utilizadas para el desarrollo de todo tipo de wikis. La propuesta de estos investigadores consiste en la utilización de *typed links*, que permiten usar la técnica de enlaces de artículos en los wiki, para crear asociaciones semánticas entre artículos, o partes de los mismos, y en la definición de atributos usando una sintaxis similar a la de los *typed links*. Un ejemplo de la notación utilizada puede verse en <http://wiki.ontoworld.org/wiki/Help:Annotation>. Esto se combina con la posibilidad de añadir a los artículos del wiki bloques preconstruidos de texto, a los que definen como *semantic templates*, dentro de los cuales encapsulan las anotaciones semánticas. La herramienta transforma los *typed links* y los atributos en RDF, usando XSD para que su formulación sea conforme a la norma XML. Derivadas de las anotaciones semánticas que se vayan desarrollando, se podrían obtener ontologías generadas por los propios usuarios. Las últimas versiones publicadas ya incorporan la utilización de OWL para trabajar con ontologías, incluyendo la posibilidad de exportación e importación de éstas, y la utilización de otro lenguaje semántico para redes sociales, como es FOAF.
- *MewKISS, MediaWiki with Simple Semantics* (Muljadi et alii, 2006) también utiliza *MediaWiki* como motor. Esta extensión se centra en la creación de tripletas RDF que se utilizan para expresar las relaciones entre los artículos del wiki, y para la generación de esquemas de navegación.
- *OntoWiki*, basada en *pOWL* (<http://powl.sourceforge.net>) (Auer, Dietzold y Riecher, 2006)), desarrolla las prestaciones de una herramienta wiki para permitir la generación de ontologías de forma colaborativa. Las bases de



conocimiento son consideradas como mapas de información, a través de los cuales los usuarios acceden a la información, y generan sus propios mapas de manera interactiva. Los mapas adoptan para los usuarios la forma de vistas (*views*), y la edición y anotación semántica de los contenidos puede hacerse tanto a nivel de artículo, como a nivel de vista. La colaboración entre usuarios se obtiene integrando mecanismos de edición compartida, puntuación y valoración de contenidos, popularidad y control de autoría. Para la recuperación de información se utilizan exploración por facetas y búsqueda semántica a través de RDF.

- *SoftWiki* (Auer, Jungmann y Schönefeld 2007), sobre la base de *OntoWiki*, es una herramienta que integra capacidades sociales, y cuyo objetivo es servir como herramienta para las base de conocimiento de organizaciones. Integra RDF, RDF Schema y OWL para las anotaciones semánticas, y ofrece una interfaz social en la línea de las aplicaciones de web 2.0.
- *IkeWiki* (Schaffer, 2006), ha sido desarrollado como una herramienta cuyo objetivo es el desarrollo de ontologías desde la perspectiva de la ingeniería ontológica, aunque su estructura permite que se aplicado en diferentes ámbitos de actividad. *IkeWiki* está desarrollado en Java, y utiliza RDF para las anotaciones semánticas (para ello su base es *Jena RDF framework*), que son creadas a través de un editor específico. La capa de presentación integra en la interfaz de usuario el contenido y la navegación generada y categorías gracias a las anotaciones semánticas, así como el propio editor de anotaciones.
- *SemperWiki*, un wiki personal, orientado al escritorio personal de los usuarios (Oren et alii, 2006), que ofrece las mismas características que los wiki semánticos vistos hasta el momento.
- *PlatypusWiki* (Campanini, Castagna y Tazzoli, 2004) fue una de las primeras propuestas para desarrollar una herramienta de wiki semántico. Programada en Java, incluyó bastantes de las prestaciones que se han ido haciendo comunes, como la utilización de RDF, RDF Schema y OWL. Los nodos, artículos o páginas son tratados como recursos RDF, a los cuales se pueden asignar atributos, todo ello dentro de un conjunto de *namespaces* (o espacios de nombres) procesamiento automático de las tripletas RDF facilita la generación de esquemas de navegación y de descubrimiento de información asociada.
- *Rhizome* (Souzis, 2005), desarrollado sobre el motor *Raccoon*, (<http://www.liminalzone.org/Raccoon>) intenta superar los problemas de utilización de los métodos del web semántico para usuarios finales, así como las limitaciones existentes todavía en el procesamiento de RDF y de ontologías marcadas con OWL. Para ello, propone la utilización de un lenguaje intermedio, ZML, que expresa y etiqueta la información semántica en XML. Posteriormente, estas expresiones pueden ser procesadas para generar RDF, si se necesario. Si se quiere integrar RDF en ZML, se utiliza RxM; los grafos de RDF se etiquetan en RxPath, por ejemplo. De esta manera *Rhizome* añade una capa intermedia de etiquetado que, con los parsers correspondientes, puede ser



reformulada en los sistemas de etiquetado actuales o futuros para web semántico.

- *XSDoc Wiki* (Aguiar y David, 2005) es un prototipo que se especializa en la documentación de componentes de software, atendiendo a que se mantenga y se refleje la integridad semántica del conjunto, con la ventaja de que adopta la forma de plugin o conector que puede integrarse en entornos de desarrollo, como *Eclipse*. La documentación de software es un campo complejo y evolucionado, que no debe confundirse con la documentación de usuario final. La integración hace uso de XML y XSLT, pero no ha dado el paso de utilizar metadatos y ontologías específicos para la reutilización de código, por ejemplo. Este caso muestra un ejemplo de documentos en los que el contenido heterogéneo de los nodos se integra y mantiene utilizando las relaciones semánticas existentes entre los componentes, pero no se completa con la capa semántica que caracteriza a las aplicaciones de web semántico.
- *SweetWiki* (Buffa y Gandon, 2006), es una herramienta que trabaja en colaboración, que incluye el etiquetado social semántico, mediante folksonomías, por parte de los usuarios finales. Permite la anotación directa de conceptos dentro del propio contenido de las páginas del wiki, y propone opciones para ello utilizando las etiquetas introducidas por otros usuarios. Además, integra un motor de inferencia semántica, a través del cual se pueden obtener opciones de relación y de navegación entre los contenidos del wiki. Para el desarrollo de wikis semánticos con esta herramienta, sus diseñadores han introducidos dos ontologías: una de ellas se encarga de la estructura del wiki que se trate, mientras que la otra cumple como ontología del dominio sobre el cual se construyen los contenidos.
- *XWiki* ha servido como plataforma para desarrollar una extensión de web semántico (Dumitriu, Gârdea y Buraga, 2007), del mismo tipo que *Semantic MediaWiki*. Diferentes módulos de la herramienta gestionan documentos, objetos, clases y añadidos. La información semántica se gestiona mediante la utilización de metadatos (según el esquema propuesto por Dublin Core), microformatos, definición de perfiles de usuario a través de FOAF, enlaces semánticos a través del filtro *Radeox*, (<http://radeox.org>) y una clase especial para folksonomías. Todo ello se puede etiquetar en RDF, de manera que se pueden utilizar los objetos como clases para generar ontologías de forma dinámica.
- *COW, Combining Ontologies with Wikis* (Fischer et alii, 2006) muestra un enfoque parecido, pero con una sustancial diferencia.. Aprovechando un motor ya construido, *JSPWiki* lo que estos investigadores han desarrollado es la integración de un editor visual de ontologías para los contenidos del wiki, pero que almacena su datos en otro repositorio diferente. Todo el soporte para las ontologías está fundado en el conjunto de herramientas *KAON* (<http://kaon2.semanticweb.or>) del que aprovechan también su lenguaje de recuperación para crear plantillas que pueden ser integradas como elementos dentro de los artículos del wiki. De esta forma, la herramienta podría integrarse



con otros motores wiki no semánticos, para proporcionar ontologías a los mismos.

- *WikSAR* (Aumueller y Auer, 2005) genera tripletas RDF tomando como base los enlaces en *CamelCase* creados por los propios usuarios. Tras el procesamiento de éstas, es capaz de ofrecer al usuario una representación visual de la estructura de relaciones de las tripletas RDF, que actúa como interfaz de acceso a las páginas que forman parte del wiki.
- *ENWIC* (Espiritu, Stroulia y Tirapat, 2006), avanza en la utilización de técnicas de web semántico, ya que utiliza la estructura de enlaces y los metadatos básicos para generar Topic Maps, a partir de los cuales desarrolla una representación gráfica de las relaciones y trayectos entre los diferentes documentos integrados en el wiki. También se han utilizado Topic Maps para generar esquemas de contenido y sistemas de navegación desde el propio contenido informativo de los wikis. Yang et alii (2007) han utilizado el etiquetado de *Wikipedia* y de *Wikibooks* para generar Topic Maps especializados, mediante la identificación, extracción y procesamiento de conceptos de las partes del contenido que puedan identificar como significativas
- *Ylvi* (Popitsch et alii, 2006) es un prototipo que se centran precisamente en la gestión de contenidos multimedia, utilizando las anotaciones semánticas en RDF para ello

## CONCLUSIONES

La revisión de los prototipos indicados en el apartado anterior permite extraer un conjunto de conclusiones sobre la utilización de los wiki semánticos, la integración de ontologías y los problemas que ello plantea en la gestión de información. Buffa y Gandon (2006: 75) han identificado dos aproximaciones principales y diferentes en la investigación y desarrollo de wikis semánticos y ontologías:

1. Uso de wikis para ontologías: enfoque que considera un wiki como una ontología, en la cual las páginas son tratadas como conceptos, y los enlaces como relaciones entre los mismos. La ontología se va creando conforme se crea el wiki. Dentro de este apartado sitúan a wiki engines como *Platypus* o *Rhizome*...
2. Uso de ontologías para wikis: se centran en el etiquetado semántico del contenido (conceptos y relaciones) de las páginas, además del etiquetado de la página. Necesita la existencia previa de una ontología de referencia. Cabe citar como ejemplos a *IkeWiki* y a *SweetWiki*.

Desde una perspectiva más cercana al usuario final, se pueden extraer las siguientes conclusiones:





- La utilización e integración de ontologías no es homogénea, ni en técnicas, ni en interfaces, ni en enfoque de uso.
- La formulación de los elementos que conforman las tripletas RDF tampoco resulta homogénea.
- Los usuarios deben conocer previamente la notación semántica necesaria para etiquetar semánticamente y formular las relaciones entre entidades.
- Los dominios de aplicación son altamente especializados, y requieren que los usuarios conozcan la estructura y funcionamiento de las ontologías.
- No todos los procesos y métodos de recuperación de información utilizan SPARQL
- No se generan todavía esquemas automáticos de clasificación y navegación a través de las ontologías utilizadas.
- Las herramientas todavía no ofrecen el potencial de personalización que ofrecen las aplicaciones del Web 2.0.
- Como conclusión general, se puede afirmar que estas herramientas todavía no están preparadas para su uso extensivo en procesos y entornos reales de gestión de información.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUER, S., DIETZOLD, S. RIECHERT, T, “Ontowiki – a tool for social, semantic collaboration.” Cruz, I. et al. (eds.), *ISCW 2006*, LNCS 4273, Springer, 2006, p. 736–749.

AUER, S., JUNGSMANN, B. Y SCHÖNEFELD, F. “Semantic Wiki Representations for Building an Enterprise Knowledge Base”. G. Antoniou et al. (eds.): *Reasoning Web 2007*, LNCS 4636, Springer, 2007, p. 330–333.

AGUIAR, A., DAVID, G. “Wikiwiki weaving heterogeneous software artifacts.” *WikiSym'05*, ACM, 2005 , p. 67-74.

AUMUELLER, D, AUER, S. “Towards a Semantic Wiki Experience – Desktop Integration and Interactivity in WikSAR “. *1st Workshop on The Semantic Desktop - Next Generation Personal Information Management and Collaboration Infrastructure*, Galway, 2005

BUFFA, M., GANDON, F. “SweetWiki: Semantic Web Enabled Technologies in Wiki”. *WikiSym'06*, ACM, 2006, p. 69-78.



CAMPANINI, S.E., CASTAGNA, P., TAZZOLI, R. "Platypus Wiki: a Semantic Wiki Wiki Web." *Semantic Web Applications and Perspectives, Proceedings of 1st Italian Semantic Web Workshop*. 2004 [URL:

<http://semantieweb.deit.univpm.it/swap2004/cameraready/castagna.pdf>]

DUMITRIU, S., GÎRDEA, M., BURAGA, S.C. "From Information Wiki to Knowledge Wiki via Semantic Web technologies." T. Sobh (ed.), *Innovations and Advanced Techniques in Computer and Information Sciences and Engineering*, Springer, 2007, p. 443–448.

ESPIRITU, C., STROULIA, E. TIRAPAT, T. "ENWIC: Visualizing Wiki Semantics as Topic Maps." *ICEIS 2006 - Proceedings of the Eighth International Conference on Enterprise Information Systems: Databases and Information Systems Integration*, 2006, p. 35-42.

FISCHER, J. ET ALII "Ideas and Improvements for Semantic Wikis." Y. Sure y J. Domingue (eds.) *ESWC 2006*, LNCS 4011, 2006, p. 650–663.

KAWAMOTO, K., KITAMURA, Y. TIJERINO, Y. "KawaWiki: A Semantic Wiki Based on RDF Templates." *Proceedings of the 2006 IEEE/WC/ACM International Conference on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology*. IEEE, 2006.

KRÖTZSCH, M., SCHAFFERT, S. VRANDECIC, D. "Reasoning in Semantic Wikis." G. Antoniou et al. (eds.), *Reasoning Web 2007*, LNCS 4636, 2007, p. 310-329.

MULJADI, H. ET ALII "Semantic Wiki as a Lightweight Knowledge Management System." R. Mizoguchi, Z. Shi, y F. Giunchiglia (eds.), *ASWC 2006*, LNCS 4185, Springer, 2006, p. 65 – 71,

OREN, E., BRESLIN, J.G. DECKER, S. "How Semantics Make Better Wikis." *15<sup>th</sup> World Wide Web Conference 2006*, ACM, p. 1071-1072.

OREN, E. ET ALII "Semantic Wikis for Personal Knowledge Management." *Database and Expert Systems Application DEXA 06*, LNCS 4080, Springer, 2006, p. 509-518.

POPITSCH, N. ET ALII "Ylvi - Multimedia-izing the Semantic Wiki". *Proceedings of the First Workshop on Semantic Wikis - From*



*Wiki to Semantics*, 2006 [URL:  
[http://www.ifs.univie.ac.at/schandl/papers/2006\\_ylvi.pdf](http://www.ifs.univie.ac.at/schandl/papers/2006_ylvi.pdf)]

SCHAFFERT, S. "IkeWiki: A Semantic Wiki for Collaborative Knowledge Management." *15th IEEE International Workshops on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises WETICE'06*, IEEE, 2006, p. 388-396.

SOUZIS, A. "Building a semantic wiki." *IEEE Intelligent Systems*, 20, 2005, p. 87-91.

VÖLKEL, M. ET ALII "Semantic Wikipedia". *15<sup>th</sup> World Wide Web Conference 2006*, ACM, 2006, p. 585-594.

YANG, J. ET ALII "Using Wikipedia Technology for Topic Maps Design." *ACMSE 2007*, p. 106'-10.