

ORGANIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE INFORMACIÓN EN WIKIS SEMÁNTICOS: WIKIBASE, SEMANTIC MEDIAWIKI Y CARGO

Jesús Tramullas¹, Ana I. Sánchez-Casabón², Piedad Garrido-Picazo³

¹Depto. Ciencias de la Documentación, Univ. de Zaragoza, tramullas@unizar.es,
ORCiD iD 0000-0002-5374-9993

²Depto. Ciencias de la Documentación, Univ. de Zaragoza, asanchez@unizar.es,
ORCiD iD 0000-0002-0908-1615

³Depto. Informática e Ingeniería de Sistemas, Univ. de Zaragoza, piedad@unizar.es,
ORCiD iD 0000-0002-1750-7225

Resumen

Este trabajo revisa las características y prestaciones que deben ofrecer los wikis semánticos. Para ello, define un modelo teórico ideal, a partir del cual se desarrolla una parrilla de análisis de funcionalidades. Esta parrilla se aplica a tres aplicaciones ampliamente consideradas como wikis semánticos. Los resultados muestran que, aunque son capaces de implementar estructuras básicas de web semántico, hay diferencias en sus aproximaciones y prestaciones. Se establece como un desarrollo necesario mejorar el procesamiento de ontologías y la integración de datos enlazados que son capaces de llevar a cabo.

Palabras clave: web semántico, wiki, ontologías, Wikibase, Cargo, Semantic Mediawiki

Introducción

Los wikis, que definen tanto a una tecnología como a un modelo de trabajo, se han popularizado desde finales de la década de 1990 como las plataformas por antonomasia para la edición colaborativa. El éxito de *Wikipedia*, así como el auge de la gestión del conocimiento, durante la década de 2000, trajeron consigo una levada tasa de adopción de los wikis en las organizaciones, aplicados en diferentes contextos y con diferentes objetivos. Todo ello ha conducido a que se consideren una expresión clásica del trabajo en colaboración en entornos digitales, como herramientas que se adaptan con facilidad y elevadas prestaciones a entornos de trabajo. Ello es debido a su naturaleza dual, que permite procesar tanto información estructurada como no estructurada, pudiendo ser adaptados para prototipar estructuras de datos, ontologías o modelos de negocio. Las características técnicas y funcionalidades de los wikis han sido recogidas en Tramullas y Garrido Picazo (2009a).

Estas capacidades han facilitado su adopción como herramienta para el web semántico, y hacen posible su aplicación en diversos contextos, como portales de conocimiento, repositorios de información, o productos de documentación (Gil et alii, 2015). Desde la década de 2000, se han desarrollado y puesto en marcha diversas herramientas wiki con capacidad semántica, entendiendo como tal el uso y aplicación de modelos y tecnologías del web semántico. La funcionalidad de anotación que incorporan los wikis dota a estos de capacidades eficientes para el etiquetado semántico de documentos, y, en consecuencia, para la creación de recursos de información etiquetada y estructurada semánticamente. Ejemplos de ello son *Wikidata* o *DBpedia*, que van siendo progresivamente integradas en aplicaciones semánticas de diferentes tipos, incluyendo recursos como catálogos de bibliotecas, catálogos de archivos o bases de datos patrimoniales (Saorín y Pastor-Sánchez, 2018). *Wikidata*, el proyecto de anotación semántica colaborativa auspiciado por los proyectos Wikimedia, lanzado en 2012, se ha convertido en poco tiempo en el recurso semántico de referencia (Vrandečić y Krötzsch, 2014). Un número creciente de asociaciones y relaciones entre diferentes artículos de Wikipedia se genera automáticamente desde *Wikidata*, como por ejemplo las *infoboxes*, incorporando progresivamente relaciones semánticas entre los contenidos. (Sáez y Hogan 2018).

Las características de un wiki semántico han sido recogidas por Tramullas y Garrido Picazo (2009a: 109-110). Entre las principales deben mencionarse especialmente las características propias de los wikis, la autoría en colaboración, el uso de estándares web, la anotación de enlaces, el etiquetado en RDF, el uso de ontologías, la edición de metadatos, la navegación facetada, la interoperabilidad, y el uso de motores de búsqueda semántica. Desde mediados de la década de 2000 puede encontrarse en la bibliografía un buen número de trabajos que abordaban el wiki semántico, y presentaban diferentes herramientas y prototipos para tal fin (Bry et alii, 2012). Especial importancia tuvo en ese momento la integración y desarrollo de ontologías en los wikis semánticos, en cuanto se consideraba que la anotación de entidades, los enlaces creados entre ellas, y la generación de las tripletas RDF correspondientes, podían ser la base de la generación casi automática de ontologías de dominio (Tramullas y Garrido Picazo, 2009b).

Durante la década de 2010 se produjo en el mundo wiki un proceso de consolidación del mercado alrededor de la plataforma *MediaWiki* (Koren, 2020), así como el desarrollo y lanzamiento de *Wikidata*, sobre la plataforma de *Wikibase*. Otras herramientas diferentes que estaban disponibles para el prototipado o la implementación de wikis semánticos (como *IkeWiki*, *AceWiki*, *Platypus Wiki*...) han ido cesando en su desarrollo, lo que ha conducido a que en el momento de redactar este texto, las opciones disponibles estén basadas en extensiones o complementos, o conjunto de ellos, incorporadas a instalaciones de *MediaWiki*, como es el caso de *Semantic MediaWiki* y *Cargo*. *Ontowiki*, herramienta que se identifica también como wiki semántico, no ha sido objeto de análisis, ya que se orienta en particular a la construcción colaborativa de ontologías (Frischmuth et alii, 2015).

En contraste con este aprovechamiento creciente en productos finales, y con la bibliografía sobre prototipos y aplicaciones de wikis semánticos, son todavía escasos los trabajos que revisen comparativamente las capacidades de representación y organización del conocimiento en las herramientas para wikis semánticos (De Dauw, 2021).

Metodología

En contraste con este aprovechamiento creciente en productos finales, y con la bibliografía sobre prototipos y aplicaciones de wikis semánticos, no se identifican trabajos que revisen comparativamente las capacidades de representación y organización del conocimiento en las plataformas indicadas. La mayoría de ellas se centran o en aplicaciones específicas, o en estudios de caso, lo que dificulta la posible toma de decisiones para la implementación de proyectos sobre recursos de información semánticos. En este contexto, este trabajo tiene como objetivo principal llevar a cabo un análisis comparativo de las funcionalidades que ofrecen diferentes herramientas para implementar estructuras de conocimiento del web semántico en un wiki,

Para el desarrollo del trabajo se han seguido las siguientes fases:

i. Identificación de las características y de las funcionalidades que definen a un wiki como semántico (Tramullas y Garrido Picazo (2009a: 109-110).

ii. Desarrollo de una matriz de análisis de funcionalidades, con la cual confrontar las características y prestaciones semánticas de los wikis analizados. Estas funcionalidades, y los parámetros asociados, se han organizado en cuatro grandes categorías: a) funcionalidades wiki clásicas o estándares; b) modelado semántico y recuperación de información; c) presentación y exploración de información; y d) intercambio de información estructurada. Entre los parámetros analizados se encuentran, entre otros, los correspondientes a la creación de modelos, la importación de ontologías, la generación de RDF, y el acceso a datos enlazados. También han sido tenidas en consideración las funcionalidades referidas a la anotación en colaboración. Los criterios incluidos en la matriz de análisis se recogen en el apartado Resultados de este trabajo.

iii. Selección de las herramientas de software para wikis semánticos objeto de evaluación. Tras la revisión bibliográfica previa, y la comprobación del estado de desarrollo de las diferentes herramientas disponibles, se han seleccionado tres wikis semánticos: *Semantic MediaWiki (SMW)*, *Wikibase* y *Cargo* (tabla 1). Se trata de tres herramientas de software consideradas como semánticas, y utilizadas como plataformas de implementación y producción (WikiApiary, 2021), por lo cual, al menos en un principio, deberían cumplir con los requisitos establecidos en el modelo teórico.

iv. Ejecución del análisis comparativo de funcionalidades, mediante la contrastación contra la matriz de análisis previamente definida.

Tabla 1: wikis semánticos analizados.

Herramienta	Versión	URL de referencia
<i>Semantic MediaWiki</i>	3.2.3	https://www.semantic-mediawiki.org/wiki/Semantic_MediaWiki
<i>Wikibase</i>	1.35	https://wikiba.se/
<i>Cargo</i>	2.8	https://www.mediawiki.org/wiki/Extension:Cargo

Semantic MediaWiki (Krötzsch et alii, 2007) fue lanzado en 2005. Se trata de una extensión de *MediaWiki*, que permite añadir anotaciones semánticas a las páginas del wiki que se trate. Su progresivo desarrollo ha favorecido la creación e integración, a su vez, de extensiones propias, orientadas a la edición, anotación, recuperación y presentación usando criterios y estructuras semánticas. Es la herramienta más ampliamente utilizada para el desarrollo de wikis semánticos en el momento de escribir este trabajo.

Wikibase (Vrandečić y Krötzsch, 2014), presentada en 2012, está formada por un conjunto de extensiones para *MediaWiki*. La aplicación se organiza en dos componentes principales: por una parte está el repositorio de datos, y por otra el cliente. Emplea etiquetado en JSON en lugar de wikitexto. Estructura la información en entidades, que pueden ser elementos individuales, a los cuales se atribuyen propiedades, a través de la semántica. *Wikibase* es la plataforma sobre la cual se construye *Wikidata*, la base de conocimiento libre de los proyectos Wikimedia.

Cargo (Koren, 2015) fue lanzado en 2015, y también es una extensión para *MediaWiki*. Funcionalmente es bastante similar a *Semantic MediaWiki*, pero estructura la información utilizando una arquitectura relacional, gracias al uso de un analizador o *parser*, sin la integración directa de tecnología semántica.

Para el análisis de las funcionalidades se ha aplicado un doble protocolo. En primer lugar, se ha instalado un entorno de prueba basado en contenedores (*Docker*), en el cual se han ejecutado instancias limpias de las tres herramientas. En segundo lugar, se han identificado instancias en producción de las tres aplicaciones, que han sido exploradas para identificar y contrastar las funcionalidades operativas en un entorno real de producción.

Resultados

La matriz de análisis de prestaciones se ha estructurado en cuatro grandes categorías de actividad, correspondientes a:

i. Funcionalidades wiki estándares: se han considerados aquellas funcionalidades que caracterizan a un wiki clásico, en especial las referidas a los procesos de edición colaborativa.

ii. Modelado semántico y recuperación de información: en esta categoría se ha considerado como base la definición de modelos estructurados semánticamente, la anotación semántica, la integración de tripletas RDF, y la capacidad de recuperación de información mediante SPARQL.

iii. Presentación de información: uno de los objetivos de un wiki es el acceso directo a la información. En consecuencia, se han valorado funcionalidades de presentación visual de la información, como la combinación de entidades, o la generación automática de navegación basada en etiquetado semántico.

iv. Intercambio de información estructurada: en el desarrollo del web semántico resulta clave la capacidad para etiquetar datos en diferentes formatos y ponerlos a disposición de terceros, así como consultar de forma dinámica otros recursos semánticos, integrando la información obtenida mediante *Linked Open Data*.

Tabla 2. Matriz de análisis comparativo.

	<i>Semantic MediaWiki</i>	<i>Cargo</i>	<i>Wikibase</i>
<i>Funcionalidades wiki estándares</i>			
Edición de texto completo	SI	SI	NO
Historial de ediciones	SI	SI	SI
Edición colaborativa	SI	SI	SI
Enlaces (internos/externos)	SI	SI	SI
Ficheros adjuntos	SI	SI	NO
<i>Modelado semántico y recuperación de información</i>			
Creación de modelos	SI	SI	SI
Anotación en wikitexto	SI	NO	NO
Formularios para datos estructurados	SI	SI	SI
Tripletas RDF	SI	NO	SI
Búsqueda a texto completo	SI	SI	SI
Búsqueda estructurada	SI	SI	SI
Búsqueda SPARQL	SI (requiere complementos)	NO	SI (requiere complementos)
<i>Presentación de información</i>			
Combinación de entidades	SI	SI	NO
Campos calculados	SI	SI	NO
Presentación de formularios	SI (combinable con wikitexto)	SI	SI
Integración de gráficos	SI	SI	SI
Navegación semántica	SI	SI	SI
<i>Intercambio de información estructurada</i>			
Importación/exportación RDF	SI	NO	SI
Importación/exportación JSON	SI	NO	SI
Importación/exportación ontologías	SI	NO	SI
Importación/exportación vocabularios SKOS, DC...	SI (depende configuración específica)	NO	SI (depende configuración específica)
Integración de <i>Linked Open Data</i>	Parcial	NO	Parcial
	<i>Semantic MediaWiki</i>	<i>Cargo</i>	<i>Wikibase</i>

SMW y *Cargo* responden a todas las características deseables de edición y gestión de contenidos de un wiki clásico (tabla 2). *Wikibase*, dada su orientación específica para el tratamiento de datos estructurados, utiliza formularios (figura 1), y no permite generar páginas de wikitexto tradicionales, ni tampoco adjuntar ficheros, ya que para ello utiliza, si es necesario, los URL/URI de los mismos. No se trata de una limitación que permita afirmar que *Wikibase* no sea un wiki.

The screenshot shows the Wikidata page for the International Society for Knowledge Organization (ISKO). The page is titled "International Society for Knowledge Organization (Q1666905)". The description is "international professional association for scholars of knowledge organization". The page includes a table of labels in various languages and a section for statements.

Language	Label	Description	Also known as
English	International Society for Knowledge Organization	international professional association for scholars of knowledge organization	ISKO
Spanish	No label defined	No description defined	
Catalan	No label defined	No description defined	
Galician	No label defined	No description defined	

Statements

- instance of**: international organization (0 references)
- instance of**: professional society (0 references)
- inception**: 1989 (0 references)
- field of work**: knowledge organization (0 references)
- founded by**: Ingetraut Dahlberg (1 reference)

Figura 1. ISKO en Wikidata (instancia de *Wikibase*. Fuente: <https://www.wikidata.org/wiki/Q1666905>).

El modelo de datos de las herramientas revisadas se fundamenta en propiedades y clases (ver tabla 2). El modelo de *SMW* y *Cargo* es de tipo flexible, ya que puede crearse y adecuarse a contextos diferentes, según las necesidades y requerimientos del proyecto. *Wikibase*, en cambio, usa un modelo más complejo, fijo, en el cual la selección y uso de las propiedades determina la descripción de la entidad. Debe tenerse en cuenta que, aunque trabajen con modelos de datos estructurados, ello no supone automáticamente que una aplicación sea semántica, ya que debe cumplir otros requerimientos. *SMW* y *Wikibase* introducen el modelo de tripletas RDF (*Resource Description Framework*). Sin embargo, lo hacen desde una perspectiva principalmente sintáctica. Esto quiere decir que están orientados a construir esquemas específicos para un contexto dado, lo que puede suponer dificultades para incorporar esquemas externos. Este problema ha sido abordado a través de la creación de extensiones complementarias que faciliten la integración. *Cargo*, en cambio, usa estructuras relacionales, usando las funcionalidades de SQL para crear la estructuras de conocimiento y los procesos de interrogación, sin utilizar tecnología semántica. En todas las herramientas el almacenamiento de información es gestionado en una estructura relacional, como *MySQL*, *MariaDB* o similar.

La interrogación y recuperación de información deben aprovechar el modelado y estructura semántica de las entidades. El lenguaje estándar para la consulta en el web semántico es SPARQL (*Protocol and RDF Query Language*). Cabe destacar que ninguna de las plataformas revisadas es capaz de responder directamente a consultas SPARQL. *SMW* necesita exportar la información a un almacenamiento externo RDF, para que resulte consultable a través de SPARQL, o añadir extensiones complementarias que ofrezcan una funcionalidad similar, como por ejemplo la API *Ask*. Para dar respuesta a esta limitación, *Wikibase* incluye en su instalación *ElasticSearch* y *SPARQL Query service*, por ejemplo. Finalmente, *Cargo* hace uso de un procesador sintáctico que transforma las consultas en sentencias clásicas de SQL, sin estar preparado para SPARQL.

La capa de presentación también muestra diferencias funcionales. *Wikibase* y *Cargo* sólo trabajan con formularios, mientras que *SMW* puede usar formularios estructurados al mismo tiempo que permite la anotación semántica directamente en la edición de contenidos. (figura 2). Para trabajar con formularios para datos estructurados, tanto *SMW* como *Cargo* requieren la instalación de la extensión *Page Forms*. Aunque la unidad de referencia para todas las herramientas es la página wiki, *SMW* y *Cargo* tienen la capacidad de presentar en la misma página diferentes entidades, mientras que *Wikibase* se ve limitada a una entidad por página. Además, *SMW* y *Cargo* son capaces de computar automáticamente el contenido de campos, lo que *Wikibase* no hace.

El uso de RDF hace posible que *SMW* y *Wikibase* puedan exportar sus contenidos a ficheros de texto con este etiquetado. Además, también son capaces de etiquetar las estructuras y los datos en JSON. *Cargo*, en cambio, al no usar estructuras realmente semánticas en sus modelos, sólo permite exportar los datos a CSV.

Otra de las características necesarias en una aplicación de web semántico es la capacidad para incorporar estructuras provenientes de fuentes externas, como otras bases de conocimiento y/o *Linked Open Data*. *SMW* y *Wikibase* incorporan entre sus funcionalidades la capacidad para importar ontologías, mientras que *Cargo* no ofrece

funcionalidades de este tipo. La documentación básica de *SMW* recoge que es capaz de importar entidades y vocabularios etiquetados en DC, RDF, SKOS, OWL y FOAF.

Los resultados obtenidos del análisis de las funcionalidades de las aplicaciones permiten afirmar que dos de las tres herramientas de software analizadas, *Semantic MediaWiki* y *Wikibase*, hacen posible implementar estructuras semánticas, cumpliendo con los requisitos y las características fundamentales para poder clasificar una herramienta de software como del web semántico. Las dos herramientas revisadas pertenecen a la que se ha dado en denominar segunda generación de wikis semánticos, que se basan en el uso de ontologías para organizar la información. Sin embargo, difieren en aspectos referidos a la creación de estructuras y de páginas (páginas y formularios frente a formularios exclusivamente), a la posibilidad de usar anotaciones semánticas, y a la recuperación de información (servicios SPARQL). Tampoco sus prestaciones son similares en el momento de capturar o aprovechar datos enlazados tomados de fuentes externas. *Cargo*, aunque se le considera como una herramienta semántica, en realidad es un conjunto de extensiones capaces de trabajar con datos estructurados, pero sin las características de web semántico necesarias para que pueda ser considerado un wiki semántico. Debe destacarse que estas herramientas requieren de la configuración de entornos que incorporen módulos o extensiones complementarias de software, para poder configurar productos y servicios de información que puedan aprovechar las ventajas inherentes al tratamiento semántico del contenido.

The screenshot shows a Semantic MediaWiki page for the inscription AK-1.1. The page layout includes a sidebar with navigation and search options, a main content area with a metadata table, an images gallery, and a commentary section.

AK-1.1		Inscription
Transliteration:	ʃʒuʌlertʃenʌʒe	
Original script:	𐌱𐌰𐌿𐌱𐌰𐌿𐌱𐌰𐌿𐌱𐌰𐌿𐌱	
Object:	AK-1 rock (stone) (Inscriptions: AK-1.1 , AK-1.2, AK-1.3, AK-1.4, AK-1.5, AK-1.6, AK-1.7, AK-1.8, AK-1.9, AK-1.10, AK-1.11, AK-1.12, AK-1.13, AK-1.14, AK-1.15, AK-1.16, AK-1.17, AK-1.18, AK-1.19, AK-1.20, AK-1.21)	
Position:	bottom, left	
Orientation:	90°	
Script:	North Italic script (Magre alphabet)	
Direction of writing:	sinistroverse	
Letter height:	7 - 11.5 cm	
Number of letters:	15	
Number of lines:	1	
Craftsmanship:	engraved	
Current condition:	damaged	
Date of inscription:	unknown	
Date derived from:		
Type:	prob. votive	
Language:	Raetic	
Meaning:	unknown	
Alternative sigla:	none	

Images

--	--	--	--	--

Commentary

Not previously published. Examined by TIR in July 2014.
Image in *MANDL 2011: Abb. 138* (photo).
Length min. 52 cm; the last character at about 80 cm above the ground. Running downward in a slight curve on a small protrusion on the very left edge of the rock wall, the leftmost one of a group of three (Bildstelle 1, with AK-1.2 and AK-1.3).
Traces of characters can be seen starting from the darker area of rock above the inscription, but no reading can be offered. The first usable group consists of the lower parts of two hastae, the second one possibly ʃ with the angle all but gone. ʌA are fairly well legible, ʃ1 are unambiguous. Next, ʃ with the curve made up of three scratches, followed by ʌ, is unproblematic. Close to ʌ a clearly visible hasta featuring a doubtful assortment of bars; a half-sized ʃ appears to be attached to its upper end; this making no sense. ʃ seems the most likely reading epigraphically, but is phonetically suboptimal. The next hasta, though slightly curved, is probably ʌ. ʃA are unambiguous. Well legible ʌA are the last letters which fit onto the face of the protrusion; the last two letters had to be engraved into the concave part below it and are accordingly hard to read. If the last letter is ʃ, its two lower bars appear to be turned upward.

Figura 2. Inscripción del Thesaurus Inscriptionum Raeticarum (instancia de *Semantic MediaWiki*. Fuente: <https://www.univie.ac.at/raetica/wiki/AK-1.1>).

Conclusiones

Los wiki son herramientas que deben utilizarse en un entorno colaborativo, en el cual pueden desarrollar todo su potencial (Walk y Strohmaier. 2014). En su estado actual de desarrollo, ofrecen dos funciones básicas: además de trabajar con información y datos no estructurados, también procesan datos estructurados. Esto significa que, además de la información en texto continuo, hay datos en tablas y formularios. Pueden ser utilizados en una amplia variedad de escenarios, desde documentación a portales corporativos, pasando por intranets, herramientas de calidad y de gestión de proyectos, o elaboración y publicación de informes. El potencial de los wikis que tratan información estructurada, integrando tecnologías del web semántico, se ha aplicado en educación (Zablith, 2016), investigación biomédica (Lampa et alii, 2017), o entornos empresariales (Aveiro y Pinto, 2015)

Una evaluación de funcionalidades y prestaciones puede servir para determinar la capacidad teórica y funcional de una herramienta, pero no para establecer si su aplicación, en un contexto dado, será exitosa. Las herramientas de wiki semántico revisadas tienen capacidad para gestionar estructuras de datos estructurados, pero esos datos estructurados no se convierten automáticamente en web semántico; son necesarias anotaciones y etiquetado semánticos, y procesamientos posteriores para hacer posible el enlace de esos datos desde y a otros repositorios. Técnicamente, para asegurar el desarrollo futuro de los wikis semánticos será necesario mejorar y ampliar los mecanismos que permitan la integración automática de ontologías, así como el acceso a datos enlazados (*Linked Open Data*).

Referencias

- Aveiro, D., & Pinto, D. (2015). Universal Enterprise Adaptive Object Model: A Semantic Web-Based Implementation of Organizational Self-Awareness. *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, 22(1), 3-28. <https://doi.org/10.1002/isaf.1363>
- Bry, F., Schaffert, S., Vrandečić, D., & Weiland, K. (2012). Semantic Wikis: Approaches, applications, and perspectives. *Reasoning Web. Semantic Technologies for Advanced Query Answering*, LNCS 7487, 329–369. https://doi.org/10.1007/978-3-642-33158-9_9
- De Dauw, J. (2021). Semantic MediaWiki vs Wikibase vs Cargo. *Professional.Wiki*. <https://professional.wiki/en/articles/managing-data-in-mediawiki>
- Di Iorio, A., & Rossi, D. (2018). Capturing and managing knowledge using social software and semantic web technologies. *Information Sciences*, 432, 1–21. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2017.12.009>
- Fischer, J., Gantner, Z., Rendle, S., Stritt, M., & Schmidt-Thieme, L. (2006). Ideas and improvements for semantic wikis. *European Semantic Web Conference ESWC 2006*, LNCS 4011, 650–663. https://doi.org/10.1007/11762256_47
- Frischmuth, P., Martin, M., Tramp, S., Riechert, T., & Auer, S. (2015). OntoWiki – An authoring, publication and visualization interface for the Data Web. *Semantic Web*, 6(3), 215–240. <https://doi.org/10.3233/SW-140145>
- Gil, Y., Kapoor, D., Markham, R., & Ratnakar, V. (2015). The Provenance Bee Wiki. *Proceedings of the 8th International Conference on Knowledge Capture*, ACM, 1–8. <https://doi.org/10.1145/2815833.2815847>

- Koren, Y. (2015). Cargo and the future of semantic mediawiki. *SMWCon Spring 2015*.
- Koren, Y. (2020). *Working with MediaWiki*. WikiWorks Press. <http://workingwithmediawiki.com/book/>
- Krötzsch, M., Vrandečić, D., Völkel, M., Haller, H., & Studer, R. (2007). Semantic Wikipedia. *Web Semantics*, 5(4), 251–261. <https://doi.org/10.1016/j.websem.2007.09.001>
- Lampa, S., Willighagen, E., Kohonen, P., King, A., Vrandecic, D., Grafstrom, R., & Spjuth, O. (2017). RDFIO: extending Semantic MediaWiki for interoperable biomedical data management. *Journal Of Biomedical Semantics*, 8, art. 35. <https://doi.org/10.1186/s13326-017-0136-y>
- Zablith, F. (2016). Towards a Linked and Reusable Conceptual Layer Around Higher Education Programs. En D. Mouromtsev & M. d'Aquin (Eds.), *International Conference on Open Data for Education*, LNCS 9500, (pp. 86-102). https://doi.org/10.1007/978-3-319-30493-9_5
- Sáez, T., & Hogan, A. (2018). Automatically Generating Wikipedia Info-boxes from Wikidata. *Companion of the The Web Conference 2018 on The Web Conference 2018 – WWW '18*, ACM, 823–1830. <https://doi.org/10.1145/3184558.3191647>
- Saorín, T., & Pastor-Sánchez, J.-A. (2018). Wikidata y DBpedia: viaje al centro de la web de datos. *Anuario ThinkEPI*, 12, 207. <https://doi.org/10.3145/thinkepi.2018.31>
- Tramullas, J., & Garrido Picazo, P. (2009a). Wikis semánticos. En L. Codina, M. C. Marcos, & R. Pedraza (Eds.), *Web semántica y sistemas de información documental* (pp. 99–126). Trea.
- Tramullas, J., & Garrido Picazo, P. (2009b). Organización de información en herramientas wiki: aplicación de ontologías en wikis semánticos. *IX Congreso ISKO España, Nuevas perspectivas para la difusión y organización del conocimiento*, Univ. Politécnica de Valencia, 605-612.
- Vrandečić, D., & Krötzsch, M. (2014). Wikidata: A free collaborative knowledgebase. *Communications of the ACM*, 57(10), 78–85. <https://doi.org/10.1145/2629489>
- Walk, S., & Strohmaier, M. (2014). Characterizing and predicting activity in semantic mediawiki communities. En *SWCS 2014 Semantic Web Collaborative Spaces CEUR Workshop Proceedings*, 1275:21-34. http://ceur-ws.org/Vol-1275/swcs2014_submission_3.pdf
- Wikiapiary (2021). https://wikiapiary.com/wiki/Main_Page