



Web semántica y su aporte a la estrategia de datos abiertos del estado colombiano

Semantic Web and its contribution to the strategy of Colombian State open data

Web semântica e sua contribuição à estratégia de dados abertos do estado colombiano

José Nelson Pérez Castillo¹

María Fernanda Díaz Hernández²

Nubia Rincón Mosquera³

Fecha de recepción: mayo 2015

Fecha de aceptación: diciembre 2015

Para citar este artículo: Pérez, J., Díaz, M. y Rincón, N. (2015). Colciencias, su devenir e impacto en los grupos de investigación de la Facultad de Ciencias y Educación de la UDFJC. *Revista Científica*, 23, 124-132.

Doi: [10.14483/udistrital.jour.RC.2015.23.a10](https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2015.23.a10)

Resumen

Una de las grandes oportunidades que se plantea en el desarrollo actual de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), es la construcción de una web semántica en el país que haga aportes a la estrategia de datos abiertos del Estado colombiano. La apertura de datos en Colombia ha sido establecida en el Decreto 2573 de 2014 e implementada mediante una guía para la apertura de datos a todos los niveles de la administración pública. En el país, el decreto garantiza la libre adopción de tecnologías y recomendaciones internacionales, dando la oportunidad a los desarrolladores de software de adoptar una de las más importantes orientaciones de la W3C (World Wide Web Consortium), cual es la de usar e implementar una red *inteligente* que pueda vincular diversos conjuntos de datos de una forma significativa. Se piensa que sin esta novedosa implementación el esfuerzo gubernamental por aprovechar el

gran potencial de los datos abiertos puede quedar a medio camino, quedando la información disponible en la red tradicional de una manera estática y centralizada, con el consiguiente riesgo de convertirse en un nuevo silo de datos, o que estos no sean aprovechados con todas las ventajas de crecimiento y beneficio que la unión entre los dos conceptos (web semántica y datos abiertos) podrían aportar. A continuación, se presenta un panorama de ventajas relacionadas con la construcción de la web semántica en el país para apoyar completamente la estrategia estatal mediante la vinculación significativa de conjuntos de datos abiertos. Concluyendo que se deben establecer unos centros de investigación para el análisis y diseño de redes semánticas con ontologías para ser parte de los esfuerzos globales hacia la apertura de datos.

Palabras Clave: Datos abiertos, Gobierno de Colombia online, ontologías, web semántica.

1. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia. Contacto: jnperez@correo.udistrital.edu.co

2. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia. Contacto: mafediazh77@gmail.com

3. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia. Contacto: nrinconm@udistrital.edu.co

Abstract

One of the great opportunities that arise in the current Information and Communication Technologies (ICT) development, is the construction of a Semantic Web in the country to make contributions to the strategy of the Colombian State Open Data. The open data in Colombia has been established in Decree 2573 of 2014 and implemented through a Guide to Open Data at all levels of public administration. In the country the decree ensures the free adoption of technologies and international recommendations, providing an opportunity for software developers to adopt one of the most important guidelines of the W3C (World Wide Web Consortium), which is to use and implement a *smart* network that can link various datasets in a meaningful way. We think that without this new implementation, the government's effort to harness the great potential of open data can be halfway, leaving the information available in the traditional network, a static, centralized, with the risk of becoming a new silo of data, or that they are not exploited all the benefits of growth and profit that the connection between the two concepts: semantic web and open data could provide. This document provides an overview of benefits related to the construction of the Semantic Web in the country to fully support the state strategy by significantly linking open data sets. Concluding that it should establish research centers for analysis and design of ontologies for semantic networks to be part of global efforts to the open data.

Keywords: Colombia Government online, ontologies, open data, semantic Web.

Resumo

Uma das grandes oportunidades que surgem no desenvolvimento atual das Tecnologias da Informação e a Comunicação (TIC), é a construção de uma web semântica no país que faça contribuições para a estratégia de dados abertos do governo colombiano. A abertura de dados na Colômbia foi estabelecida no Decreto 2573 de 2014 e implementada mediante uma guia para a abertura dos dados a todos os níveis da administração pública. No país, o decreto garante a livre adoção de tecnologias e recomendações internacionais, proporcionando uma oportunidade aos desenvolvedores de

software para adotar uma das diretrizes mais importantes da W3C (World Wide Web Consortium), que é usar e implementar uma rede inteligente que possa vincular diferentes conjuntos de dados de uma forma significativa. Pensa-se que sem esta nova aplicação o esforço do governo para aproveitar o grande potencial dos dados abertos pode ficar a meio caminho, deixando a informação disponível na rede tradicional de uma maneira estática e centralizada, com o risco de se tornar um novo silo dados, ou que eles não sejam aproveitados com todas as vantagens de crescimento e benefício que a conexão entre os dois conceitos (web semântica e de dados abertos) poderia proporcionar. O que se segue é uma visão geral das vantagens relacionadas com a construção da web semântica no país para apoiar plenamente a estratégia estatal mediante à vinculação significativa de conjuntos de dados abertos. Concluindo que se devem estabelecer centros de pesquisa para a análise e desenho de redes semânticas com ontologias para ser parte dos esforços globais focados à abertura de dados.

Palavras-chave: Dados abertos, Governo On-line da Colômbia, Ontologias, web semântica.

Introducción

A partir del 2007, los conceptos de datos abiertos, datos enlazados y de la web semántica han atraído una enorme atención, tanto en la comunidad mundial como entre los gobiernos occidentales, en los cuales se encuentran varios países latinoamericanos. La tendencia internacional es la de tener Estados más transparentes, eficientes y participativos, así como aprovechar el valor agregado que se obtiene de comunidades mejor informadas.

Se analizarán los conceptos de datos abiertos, datos enlazados y web semántica, según los siguientes temas:

1. El panorama mundial: en el que se presenta, lo qué están haciendo los Estados y las comunidades en relación con la apertura de datos.

2. Las actividades realizadas por el Estado colombiano relacionadas con la apertura de datos y la relación de estos con la web semántica.
3. El panorama de las herramientas tecnológicas para la construcción de web semántica, las ontologías y su aplicación mediante el lenguaje OWL (Ontology Web Language) y se describirán los aportes de RDF (Resource Description Format) y el concepto de URI (Uniform Resource Identifier) e Interfaz de Programación de Aplicaciones Semántica (Semantic Application Programming Interface, Semantic API).

Finalmente, se hará a manera de conclusión una propuesta crítica, acerca de las oportunidades que brinda la web semántica y sus aplicaciones en el país a nivel gubernamental.

Datos abiertos

El panorama de datos abiertos en el mundo

Algunos países como Francia, Italia y Reino Unido participan en los esfuerzos globales por la apertura de datos a través de misiones de asistencia técnica con otros países asociados. A nivel de Latinoamérica, según los datos recogidos por Naciones Unidas, y que se presentan cada año, en 2014 el Gobierno en línea colombiano ocupa el puesto 50 entre 193 países y el cuarto en América Latina, detrás de Chile, Uruguay y Argentina.

A lo ancho del mundo cada vez son mayores los esfuerzos de los gobiernos que se suman a las iniciativas de datos abiertos y de datos enlazados. De acuerdo con Tim Berners-Lee “todavía hay mucho potencial encerrado y no obtenemos los datos de la red como datos, si no dentro de documentos. Los documentos los lees, pero con los datos puedes hacer muchas cosas con las computadoras. Los datos dictan mucho de lo que pasa en nuestra vida”. (2003)

En los últimos años los gobiernos de Europa están adelantando una gran cantidad de iniciativas innovadoras en diferentes ámbitos y de manera

colaborativa para el trabajo de datos abiertos. Los gobiernos de Europa se han unido a Italia y Reino Unido en el plan de trabajo del grupo Open Data Government Partnership.

Datos abiertos son aquellos que cumplen con los ocho principios establecidos por la comunidad internacional promotora de este movimiento; su cabeza más prominente es el mismo fundador de la Web, Tim Berners Lee, cuyos objetivos son, entre otros: apoyar la democracia, el derecho a la información y al valor agregado que pueden aportar las empresas que gestionen sistemas de información. “Con el hecho de adoptar los ocho principios de datos abiertos, los gobiernos del mundo pueden ser más efectivos, transparentes y relevantes para nuestras vidas” (Tauberer, 2011).

Una gran iniciativa independiente está haciendo crecer la web semántica. Consiste en enlazar las diferentes bases de datos de los gobiernos, las empresas y las instituciones mediante estándares de Linked Data, pues como dice Hans Rosling, autor de *Global Health*: “es necesario mantener una visión del mundo basada en datos” y “es realmente importante tener muchos datos.” Son las mismas personas que se aproximan de una manera sencilla a los aplicativos, las que colaboran en gran medida a producir y estructurar los datos para el crecimiento de la web semántica.

Estrategia de Gobierno en línea y la web semántica

Uno de los grandes retos del Estado colombiano, señalado por los medios de comunicación como una verdadera revolución (MinTIC, 2014a), es la implementación de la Estrategia de Gobierno en línea, manifiesta en el Decreto 2573 de 2014 (MinTIC, 2014b), que en uno de sus considerandos expone que Colombia acató las recomendaciones de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) en cuanto a la adopción de las nuevas tecnologías de la información para hacer la administración más abierta, participativa e innovadora, de tal manera que cada entidad comparta su información para el uso y re-uso

de datos públicos y así fomentar la transparencia en la administración, la participación del sector privado en la adopción de políticas y soluciones, aportar de manera eficiente, oportuna y confiable datos oficiales.

En la actualidad, cerca de 300 tramites en línea han sido implementados por las instituciones gubernamentales y se pretende “dotar a cada colombiano de un espacio en la nube para que allí tenga toda su documentación digital, trámites estatales, historia clínica, pagos de impuestos, etc.” (*El Tiempo*, 2015). Esto no necesariamente significa el enlace de las bases de datos mediante la web semántica, sino el ofrecimiento de información en sitios web. Las instituciones normalmente se aferran a sus datos y quieren presentarlos de cierta manera en sus sitios en la red.

Colombia requiere establecer un centro de investigación para implementar un conjunto de iniciativas destinadas a convertir la web en una gran base de datos capaz de soportar un procesamiento sistemático y consistente de la información.

Durante el proceso de implementación de Gobierno en línea, el estado colombiano publicó entre sus entidades una Guía para la Apertura de Datos, donde entre otros objetivos está el de la apropiación correcta y desarrollo de las nuevas tecnologías de la información para mejorar la calidad de vida de los colombianos (MinTIC, 2013). En este aspecto el lenguaje de etiquetado de la web actual que es una colección de documentos no es suficiente. La búsqueda de información basada en caracteres y palabras puede ser completa, inmensa y rápida, pero carece de relaciones y significados y es susceptible de una mala utilización. La verdadera ayuda al conocimiento, a la investigación y a la creación consiste en que las máquinas entiendan lo que hasta ahora solo pueden hacer los seres humanos, puedan sacar el verdadero potencial de las bases de datos y resolver las preguntas de cualquier usuario de la web.

Para el logro de este objetivo la apertura y reutilización de datos públicos debe hacerse dentro de una web semántica. La estandarización debe

corresponder a la propuesta Linked Open Data. Se debe impulsar la interoperabilidad entre todo tipo de datos. Se debe tener en cuenta las recomendaciones, conceptos y normativas de los organismos internacionales. Se deben promover la innovación y el desarrollo para el análisis, procesamiento y presentación de la información. Por último, se debe impulsar la colaboración entre el Estado y la sociedad para encontrar soluciones específicas para problemas públicos mediante el conocimiento y el esfuerzo compartido.

La web semántica provee una estructura común que permite que los datos sean compartidos y reutilizados, cruzando los límites establecidos por aplicaciones, empresas y comunidades. Es un esfuerzo colaborativo liderado por el W3C con la participación de un gran número de investigadores y socios industriales (W3C, 2008).

La creación de una red que entienda significados fue la visión del fundador Tim Berners Lee, de manera que en un futuro podamos disponer de agentes inteligentes, motores de búsqueda basados en conceptos y conjuntos de datos vinculados semánticamente. La web semántica basa su estructura en la elaboración y uso de ontologías y etiquetados descriptivos.

Herramientas tecnológicas

Con el Gobierno en línea, si Colombia desea (junto con sus diseñadores y desarrolladores) obtener una participación mundial en datos enlazados requiere desarrollar los datos abiertos bajo una mirada abierta, según se describe a continuación.

Las ontologías se pueden definir como descripciones para representar conceptos abstractos o específicos como, por ejemplo. Las creencias, intenciones, objetos y sentimientos. Dichas descripciones contienen especificaciones explícitas, términos y relaciones con las definiciones formales, axiomas y restricciones que delimitan la interpretación para crear, compartir y reutilizar conocimiento, entendible por el computador. Una vez que los datos en bruto e información se hacen comprensibles

por un computador, se posibilita la aplicación de sistemas lógicos basados en reglas de inferencia y lógicas descriptivas a fin de llegar a conclusiones, revelar anomalías en los datos y/o tomar decisiones inteligentes y/o automatizadas (W3C, 2008). Una ontología es una especificación formal de un dominio del conocimiento que ofrece un criterio para catalogar y clasificar la información. En su expresión más simple, se identifica con una taxonomía, que consiste en una jerarquía de conceptos y sus relaciones del tipo clase-subclase. Una ontología formaliza la relación de clase, añade otras relaciones y especifica propiedades para individuos y clases. Esta capa permite extender la funcionalidad de la web semántica, agregando nuevas clases y propiedades para describir los recursos.

La comunidad académica ha detectado la necesidad de desarrollo de software para implementar la web semántica en los dispositivos móviles, como una de las tendencias mundiales. Un ejemplo típico de los objetivos de investigación consiste en el uso de componentes básicos desarrollados en el área de la web semántica, la iniciativa de Linked Open Data y los principios arquitecturales de REST, con el fin de desarrollar APIs semánticas para datos enlazados, que puedan usarse para implementar fácilmente interfaces de datos web y al mismo tiempo, asegurar la interoperabilidad entre APIs de diferentes proveedores de datos (Garrote, s. f.).

OWL es un lenguaje para la definición de ontologías que dota de la expresividad necesaria para mejorar algunos de los servicios más utilizados en la web como las búsquedas. Está formado por un conjunto de primitivas o constructores de meta-modelado que son el punto de partida para operaciones complejas como el razonamiento e inferencia. OWL2 es una extensión de OWL que proporciona nuevas características, como una colección de nuevas propiedades, soporte extendido para tipos de datos y capacidades mejoradas para el proceso de meta-modelado, para definir ontologías con mayor expresividad y capacidad de razonamiento.

Linked Open Data

A continuación se caracterizará el concepto de API semántica de datos enlazados (Linked Open Data) a través de la definición de un modelo formal que permite describir las interacciones entre clientes y servidores web de acuerdo con los principios REST, para a continuación transformar este modelo teórico en un modelo arquitectónico realizable haciendo uso de elementos semánticos esenciales (Hernández, 2014).

OWL

OWL es un lenguaje extensible para la definición de ontologías: definido sobre el modelo de datos propio de RDF, ofrece un mecanismo eficiente para que diferentes aplicaciones describan el contenido semántico de los datos. Ofrecidos mediante la construcción de ontologías o la reutilización de ontologías ya existentes.

El uso de RDF como la base para la descripción de un recurso web en particular solo supone seguir un hipervínculo hasta el documento que contiene la relación conceptual, quedando de este modo el recurso integrado en el grafo que describe todas las entidades asociadas. OWL a su vez tiene una semántica formal de mundo abierto, definida estrictamente usando el modelo teórico que supone la lógica descriptiva, lo que permite comprobar la validez y consistencia del resultado de agregar ontologías provenientes de diferentes fuentes en un solo modelo.

La idea de la web semántica ha recorrido un largo trayecto desde su concepción hace más de diez años por parte de Tim Berners Lee, como una versión de la Web centrada en datos fácilmente procesables de forma automatizada por agentes software, en vez de una web únicamente de documentos para ser interpretados por usuarios humanos (Hernández, 2014).

Datos Abiertos-Open Data

La noción de datos abiertos se refiere a los datos que pueden ser utilizados, reutilizados y redistribuidos libremente por cualquier persona, condicionado únicamente a referirse o atribuirse su origen y a ser compartidos tal cual (Berners-Lee, 2003).

Ontologías-OWL/OWL2

Una ontología es una especificación formal de un dominio del conocimiento que ofrece un criterio para catalogar y clasificar la información. En su expresión más simple, se identifica con una taxonomía. Una taxonomía consiste en una jerarquía de conceptos y sus relaciones del tipo clase-subclase. Una ontología formaliza la relación de clase, añade otras relaciones y especifica propiedades para individuos y clases. Esta capa permite extender la funcionalidad de la web semántica, agregando nuevas clases y propiedades para describir los recursos. OWL es un lenguaje para la definición de ontologías que dota de la expresividad necesaria para mejorar algunos de los servicios más utilizados en la web como las búsquedas. Está formado por un conjunto de primitivas o constructores de meta-modelado que son el punto de partida para operaciones complejas como el razonamiento e inferencia. OWL2 es una extensión de OWL que proporciona nuevas características, como una colección de nuevas propiedades, soporte extendido para tipos de datos y capacidades mejoradas para el proceso de meta-modelado, para definir ontologías con mayor expresividad y capacidad de razonamiento (W3C, 2014).

La web semántica ha sido definida de diferentes maneras: como una visión utópica, como una evolución de la web, como una web de datos, o simplemente como un cambio de paradigma en el uso de la web. Pero por encima de todo, la web semántica ha inspirado y comprometido a una extensa comunidad a crear tecnologías y aplicaciones semánticas innovadoras. Por esta razón en este documento se adopta la definición propuesta por el W3C:

La web semántica provee una estructura común que permite que los datos sean compartidos y reutilizados, cruzando los límites establecidos por aplicaciones, empresas y comunidades. Es un esfuerzo colaborativo liderado por el W3C con la participación de un gran número de investigadores y socios industriales (W3C, 2013).

Un aspecto esencial de esta visión es hacer que los datos, sin importar su ubicación y contexto sean legibles para agentes de software (máquinas). De esta manera la Web podría ser conceptualmente concebida como una “gran base de datos” donde todos los datos están conectados y son accesibles. A partir de este punto se vislumbra una web inteligente, posiblemente compuesta por una generación de soluciones que tomen ventaja lo que constituya la web semántica (McGrath, 2010).

Esta tendencia ya ha sido desarrollada por algunas de las más importantes bibliotecas del mundo, entre las que se encuentran la Biblioteca del Congreso de los Estados Unidos, la Biblioteca Británica, la Biblioteca Nacional de Francia, la Biblioteca Nacional de Alemania o la Biblioteca Nacional de España. Actualmente en Latinoamérica esto solo ha sido desarrollado por la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.

De allí, se propone entonces, la apertura de los datos del catálogo bibliográfico y de autores de la Biblioteca Nacional de Colombia, con su correspondiente conversión de MARC21 a formato RDF, a través de una metodología de análisis y mapeo de los registros bibliográficos y de autoridades a la luz de las ontologías y en conjunto con otras herramientas bibliográficas que permitan mejorar la experiencia del usuario al consultar la base de datos pertinente.

El proyecto de datos abiertos enlazados es un proyecto propio de la misión de la Biblioteca Nacional de Colombia (BNC), en relación con el acceso a la memoria colectiva del país, por lo tanto es un trabajo que se articula con la iniciativa de datos abiertos enlazados.

Lo anterior, porque los datos a abrir están incluidos dentro del catálogo bibliográfico y de autoridades, y porque debe ser el área encargada de realizar el mapeo terminológico, identificando las relaciones existentes entre estos y las ontologías respectivas, para generar los datos estructurados en RDF. Esto también apoyará al proyecto de uso y apropiación de las reglas de catalogación RDA (Resource Description and Access) en Colombia.

Se afianza así la biblioteca digital, porque a partir de los datos abiertos y estructurados en RDF se enlazarán datos de otras instituciones nacionales e internacionales, y así se podrán generar y sostener los servicios de búsqueda y recuperación semántica.

Se cristalizará el logro de un centro de documentación musical, ya que se está gestionando un proyecto de cartografía musical el cual incluye contenidos semánticos y la generación de un tesoro musical ya estructurado en formato RDF, que se puede convertir en ontología para crear relaciones con los catálogos de autoridades y de registros bibliográficos.

Todo con el concurso del grupo de sistemas, porque es el grupo funcional de la BNC encargado del soporte tecnológico, y entre sus funciones está el ayudar a extraer los datos de la base de datos para incluirlos en la herramienta tecnológica que los estructurará en RDF. De esta manera, también deberá brindar el soporte para la administración y mantenimiento de dicho aplicativo (BNwiki, 2014).

Con el propósito de proporcionar una solución a estas necesidades mediante la aplicación de la iniciativa de web semántica y el esfuerzo propuesto por datos enlazados, se realiza un estudio de una serie de métodos semánticos, materializados a través de un ciclo de vida de datos enlazados de carácter general, y su aplicación específica al dominio de la contratación pública electrónica.

De esta forma se mejora el acceso a la información y a los datos de los anuncios de licitación, aspecto clave para el incremento de las oportunidades de participación en los procesos

de contratación pública, favoreciendo la publicidad de los anuncios de licitación e impulsando un entorno de datos abiertos, estratégico para las administraciones públicas tanto por su carácter económico como corporativo debido al movimiento de datos abiertos (Rodríguez, 2012).

Todo este esquema de campos, tipos de datos de los campos, restricciones en los campos y relaciones con otros campos se puede definir en un archivo que puede estar accesible en la web. Como se ha dicho atrás, las ontologías pueden almacenar las descripciones de varias clases de datos con sus correspondientes atributos y relaciones. Por ejemplo, se pudo haber decidido almacenar una ontología en un archivo, con todas las clases y atributos correspondientes (Tello, 2013).

En las últimas décadas ha sido evidente un aumento exponencial en la generación y en el almacenamiento de datos en el mundo. En paralelo, han surgido movimientos promoviendo el acceso abierto a los datos. En Chile, por ejemplo, se dictó la Ley N° 20285 sobre el acceso a la información pública, que obliga a las instituciones públicas a publicar cierto conjunto de información. En esta dirección han surgido iniciativas que promueven además la publicación de datos en forma de datos enlazados. Este cambio de paradigma en el manejo de la información y datos requiere de nuevas políticas y estándares.

Coyunturalmente, la ocasión es propicia a la iniciativa de datos abiertos enlazados, teniendo en cuenta que el artículo 45, numeral d, de la Ley 1753 de 2015, Plan Nacional de Desarrollo 2014–2018, enfatiza la publicación de datos abiertos. Por supuesto, todas las entidades de la administración pública deberán adelantar las acciones señaladas por el Gobierno Nacional a través del MinTic para la estrategia de Gobierno en línea.

Se trata entonces de la creación implementación y crecimiento de una web extendida, eficiente y diversificada, en la que la manera más eficiente de recuperación y análisis de la información sea mediante procesadores y no realizada por personas. En este punto se debe entender que todo

el conocimiento y los recursos que pueda contener la web semántica debe estar disponible a todos los ciudadanos, en una red de datos enlazados construida, de una manera descentralizada y colaborativa (Yu, 2014).

Conclusiones

La web semántica como parte de la estrategia colombiana de Gobierno en línea contribuiría a enlazar datos utilizando ontologías y el lenguaje OWL, mediante datos abiertos enlazados.

Hay pocos catálogos de datos abiertos y no se ha hecho un esfuerzo por la unificación o enlazamiento de las bases de datos en Colombia, situación que propicia y estimula, la investigación, desarrollo e innovación en este campo.

Iniciativas incipientes, en el camino hacia datos abiertos enlazados, en el caso colombiano, se pueden observar en el Ministerio de Transporte en Colombia, donde se ha hecho un ejercicio con la base de datos de las placas vehiculares.

El Gobierno colombiano, mediante la estrategia de datos abiertos, debería impulsar decididamente la web semántica, de modo que los recursos de información de todas las entidades administrativas estén disponibles a todos los ciudadanos.

Colombia requiere esfuerzos mancomunados de su comunidad académica e investigativa para unir esfuerzos con una mirada global en la apertura de datos abiertos y datos enlazados bajo las directrices científicas y tecnológicas de la web semántica.

Referencias bibliográficas

- Activity, W. D. (11 de diciembre de 2013). *W3C SEMANTIC WEB ACTIVITY*. Recuperado de: <http://www.w3.org/2001/sw/>
- Berners-Lee, T. (2003). *Future: Stack ok expressive power*. Recuperado de: <http://www.w3.org/2003/Talks/0922-rsoc-tbl/slide30-0.html>
- BNwiki. (3 de enero de 2014). *Proyecto datos abiertos enlazados*. Recuperado de: <http://www.bibliotecanacional.gov.co/bnwiki/tiki-index.php?page=Proyecto%20datos%20abiertos%20enlazados>
- Garrote Hernández, A. (s. f.). Repositorio Documental. Universidad de Salamanca: Gredos. Recuperado de <http://gredos.usal.es/jspui/handle/10366/124158>
- Hernández, A. G. (2 de octubre de 2014). *APIs semánticas para la web orientada a datos enlazados*. Recuperado de <http://gredos.usal.es/xmlui/handle/10366/124158>
- Hernández, D. R. (2013). *Estándares de publicación de datos para la información pública en Chile*. Recuperado de <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/113393>
- McGrath. (30 de Diciembre de 2010). *The Information Management Pulse*. Recuperado de <http://mcgratha.wordpress.com/2010/12/30/evolutionary-road/>
- MinTIC (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones). (2014). Decreto 2573. *Por el cual se establecen los lineamientos generales de la Estrategia de Gobierno en línea, se reglamenta parcialmente la Ley 1341 de 2009 y se dictan otras disposiciones*. Recuperado de: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=60596>
- MinTIC (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones). (2011). *Lineamientos para la implementación*. Recuperado de: http://programa.gobiernoenlinea.gov.co/apc-aa-files/da4567033d075590cd3050598756222c/Resumen_Ejecutivo_Datos_Abiertos.pdf
- MinTIC (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones). (2013). *Guía Para La Apertura De Datos En Colombia*. Recuperado de: http://estrategia.gobiernoenlinea.gov.co/623/articles-9407_Guia_Apertura.pdf
- MinTIC (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones). (2014a). *Colombia vive una Revolución Digital*. Recuperado de <http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-article-5143.html>

- MinTIC (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones). (2014b). Decreto Número 2573 de 2014. Recuperado de <http://wp.presidencia.gov.co/sitios/normativa/decretos/2014/Decretos2014/DECRETO%202573%20DEL%2012%20DE%20DICIEMBRE%20DE%202014.pdf>
- Opengovpartnership. (18 de marzo de 2014). *Open government partnership–open data working group*. Obtenido de <http://www.opengovpartnership.org/sites/default/files/attachments/ODWG%20Draft%20Workplan.pdf>
- El Tiempo* (periódico). (7 de Abril de 2015). Los 10 trámites en línea más usados por los colombianos. Redacción Tecnosfera . Recuperado de <http://www.eltiempo.com/tecnosfera/novedades-tecnologia/tramites-en-linea-gratis-en-colombia/15526236>
- Rodríguez Álvarez, J. M. (2012). Repositorio Institucional. Recuperado de <http://digibuo.uniovi.es/dspace/handle/10651/13053>
- Tauberer, J. (2011). *The 8 principles of open government data*. Recuperado de: <http://www.opengovdata.org/home/8principles>
- Tello, A. L. (2013). *Conceptos básicos sobre Open Linked Data*. Recuperado de: <http://catedratelefonica.unex.es/?p=4629>
- Viafirma. (29 de octubre de 2015). *La apertura de datos bajo el lema “Leave no one behind” de la ONU*. Recuperado de: <https://www.viafirma.com/es/la-apertura-de-datos-bajo-el-lema-%E2%80%9CCleave-no-one-behind%E2%80%9D-de-la-onu>
- W3C. (15 de Enero de 2008). *SPARQL QUERY LANGUAGE FOR RDF*. Recuperado de: <http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/>
- W3C. (30 de Mayo de 2014). *OWL 2 Web Ontology Language Document Overview*. Recuperado de: <http://www.w3.org/TR/owl2-overview/>
- Yu, L. (2014). *A Developer’s Guide to the Semantic Web*. Springer-Verlag.

