

Linked Open Data y el libre acceso a la información a través de Internet

EDER ÁVILA BARRIENTOS

INTRODUCCIÓN

El proyecto Gutenberg desarrollado en los años 60's por Michael Hart es considerado uno de los primeros antecedentes que marca el inicio de las posturas, tratados y desarrollos tecnológicos relacionados con el libre acceso a la información, específicamente aquella que se genera en el ramo científico y académico.

Una de las principales aristas del libre acceso a la información, se encuentra en el concepto de apertura (Openness), el cual hace referencia a “[...] la transparencia en términos del libre acceso a la información y el conocimiento, especialmente dentro de las organizaciones, instituciones o sociedades” (Peters 2014, párr. 2). En el ámbito científico y académico, el concepto de apertura se interpreta en el libre acceso a la literatura científica y de investigación que es revisada por pares y que no cuenta con ningún tipo de restricción económica, legal y técnica. Este concepto ha ejercido una fuerte

influencia en el movimiento de acceso abierto, el cual según Peter Suber (2015, 64) consiste en “[...] hacer que la literatura científica esté disponible online, sin barreras económicas y sin la mayoría de las barreras de los permisos de reutilización”. Los principios del acceso abierto han motivado la opción de acceder libremente a cualquier recurso de información a través de Internet, tomando en cuenta que “[...] la información hoy en día es más que un artículo, un libro o cualquier forma de texto. Cualquier tipo de información puede ser relevante para los usuarios. Esto incluye, por ejemplo, datos primarios, gráficos, videos, código fuente, diapositivas de power point, estructuras químicas, entre otros” (Brase 2013, 366).

Bajo esta premisa, el concepto de Linked Open Data (LOD) aparece en el contexto del libre acceso a la información, como parte de un proceso para la organización y vinculación significativa de los datos con los recursos y contenidos informativos disponibles en el contexto de la web. “La adopción de Linked [...Open] Data llevará a la extensión de la web como un espacio de datos global que conecta datos de diversos dominios, como personas, empresas, libros, publicaciones científicas, películas, música, programas de televisión y radio, genes, proteínas, medicamentos y ensayos clínicos, comunidades en línea, datos estadísticos y científicos” (Bizer, Heath y Berners-Lee, 2009: 2).

La aplicación de los principios de LOD en el paradigma del libre acceso a la información a través de Internet consiste en desarrollar buenas prácticas que optimicen el manejo de los datos y su respectiva vinculación con los contenidos y recursos de información que son generados en los contextos académicos y de investigación. Fomentando con ello, la generación de un ecosistema digital para el libre acceso a la información y sus respectivas vinculaciones. De esta manera, surge

la imperiosa necesidad de contar con innovadores procesos para organizar los datos y hacerlos accesibles mediante la implementación de repositorios de nueva generación.

Por lo tanto, el propósito de este trabajo es analizar el papel de Linked Open Data en el libre acceso a la información que está disponible a través de Internet. Para ello, se abordan los principios de LOD y se estudian los elementos que hacen posible su vinculación en el ambiente digital.

LINKED OPEN DATA

Desde hace una década, en la literatura especializada se exponían estudios relacionados con la aparición de un nuevo entorno digital caracterizado por el uso y explotación de los datos para obtener mejores mecanismos para la consulta y obtención de información. Este espacio fue nombrado web semántica (Berners-Lee *et al.* 2001).

La web de los datos, como se le conoce también a la web semántica, es un entorno digital en constante transformación y expansión. Se estima que esta web se encuentra en una intermitente actualización en función a los desarrollos, estándares y principios que permiten su progreso. El principio universal de la web semántica consiste en publicar y vincular datos de manera abierta y significativa, lo cual contribuya a construir una web con mayor significado para el usuario final. Bajo esta premisa aparece en escena el modelo LOD para identificar a los datos abiertos enlazados.

De acuerdo con Bizer, Vidal y Skaf-Molli (2018, 2096) los fundamentos principales detrás de los principios de LOD consisten en dos cuestiones elementales, por un lado “[...] utilizar estándares para la representación y el acceso a los datos en la Web y utilizar estos principios para establecer

hipervínculos entre datos de diferentes fuentes”. Estos hipervínculos permitirán conectar a todos los datos vinculados en un solo grafo de datos global, de una manera similar a los hipervínculos que conectan a los documentos HTML que están disponibles en la web tradicional. De esta manera se estima que LOD puede fomentar la conformación paulatina de un espacio de información global, el cual deberá ser interoperable y libre de cualquier tipo de restricción.

El paradigma de Linked Data ha evolucionado de una idea de investigación práctica a un candidato muy prometedor para abordar uno de los mayores desafíos en el área de la gestión inteligente de la información: la explotación de la Web como plataforma para la integración de datos e información, así como para la búsqueda y consultas con mayor grado de sofisticación. (Auer 2014, 1).

Técnicamente LOD utiliza identificadores uniformes de recursos (URIs) para identificar y conectar entidades, recursos y contenidos a través de un modelo de datos unificador como Resource Description Framework (RDF) y el uso del protocolo para transferencia de hipertextos (HTTP), para que los usuarios tengan acceso a las representaciones y descripciones de los datos a través de su navegador y mediante la interacción con una interfaz web. Para ello, la conformación de un espacio de información global e interoperable supone la compatibilidad de los vocabularios, ontologías y sistemas informáticos que permitan establecer patrones homogéneos para la vinculación de los datos que forman parte de diversas fuentes. Pues “[...] la interoperabilidad semántica en los sistemas permite intercambiar datos de tal manera que el significado preciso de ellos sea comprendido por cualquier sistema compatible” (Heflin y Hendler 2000, párr. 2).

Las vinculaciones semánticas entre los datos son conexiones lógicas que se establecen entre ellos, mediante el análisis de los atributos que conforman su naturaleza. Estas vinculaciones son multifactoriales, lo cual permite obtener consultas de información con mayor grado de sofisticación. En este sentido, resulta pertinente tomar en consideración que un dato es una representación simbólica (numérica, alfabética, algorítmica, espacial, etc.) de un atributo o variable cuantitativa o cualitativa.

De esta manera, los datos permiten describir información y entidades. Se estima que la vinculación de significado entre los datos permita descubrir patrones ocultos que expliquen el comportamiento de la información en diferentes contextos y dominios. Uno de los principales antecedentes de este tipo de vinculación se encuentra en los modelos semánticos de datos (Peckham y Maryanski 1988). Desarrollos como Microdata (W3C 2018) y RDFa (W3C 2015), tienen el propósito de fomentar paulatinamente la conformación de una web con mayor significado, a través de la estructuración de los datos que conforman a las diferentes entidades disponibles en la web actual. Por este motivo, se considera que la web semántica se encuentra en un estado de transformación intermitente, y su desarrollo depende sustancialmente del avance y consolidación de las iniciativas tecnológicas.

Por otra parte, los principios de LOD bien pueden implementarse para organizar a los datos de una manera estandarizada y fomentar el establecimiento de un espacio global de información interoperable, sin embargo, para cumplir con esta premisa es necesario contemplar las cuestiones referentes al libre uso y reutilización de los datos abiertos enlazados. Pues, “[...] los datos deben estar disponibles en la web bajo una licencia abierta” (Open Knowledge Foundation 2019, párr. 1).

Se estima que el libre acceso a la información en Internet pueda verse beneficiado mediante la implementación de LOD y en la generación de sistemas de información web que fomenten la apertura de contenidos y recursos de información altamente relevantes para la generación de nuevos conocimientos. Pues la universalidad del conocimiento debe consistir en el libre uso de la información y la reutilización de los datos que permitan generar innovadores procesos creativos. No obstante, en la actualidad existen una serie de consideraciones que condicionan al libre acceso a la información a través de Internet, las cuales deben tomarse en cuenta.

CONSIDERACIONES

DEL LIBRE ACCESO A LA INFORMACIÓN EN INTERNET

La globalización de Internet ha permitido conectar de manera casi universal a la gran mayoría de las personas alrededor del mundo. Sin Internet no existiría la web que conocemos actualmente y sería impensable contar con un espacio digital en donde interactúan datos e información de muy variada naturaleza y en donde los sistemas de información pueden interconectarse.

Técnicamente, sin una conexión a Internet, sería irrealizable el acceso a la web y en consecuencia el acceso universal a la información sería inalcanzable. En esta dinámica realidad interconectada, contar con mayor acceso a banda ancha es un asunto de gran importancia para el desarrollo de las naciones. Pues las economías actuales han encontrado un modelo de negocio sumamente enriquecedor mediante la explotación de las bondades que ofrece la conexión a Internet y el acceso a la web. "Internet es un fenómeno tan amplio que no vale simplemente conectarse

para hacerse una idea de sus dimensiones y repercusión, sino que, una vez conectado, hay que internarse muy bien por sus vericuetos para captar su esencia” (Montesinos 1999, 35).

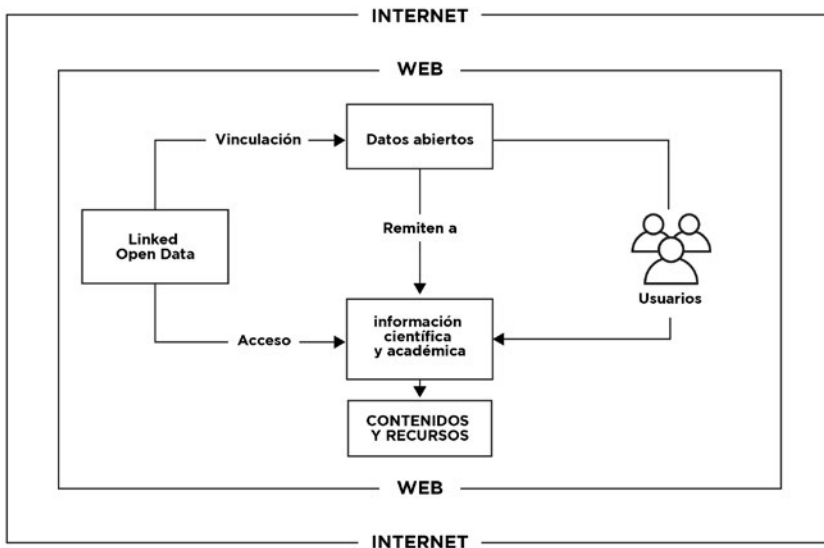
En la web actual, existen cantidades abismales información, el escenario es tan abrumador que pensar en su libre acceso es una idea casi utópica. Sin embargo, la información que más conviene manejar bajo esta premisa es aquella derivada de los procesos de investigación científica y académica. Pues, la información de este tipo es fuente imprescindible para la generación de nuevos conocimientos, ya que “[...] la raíz etimológica de la información denota un proceso que da forma al conocimiento, gracias a la estructuración de fragmentos de conocimiento” (Mattelart 2002, 64).

El libre acceso a la información científica y académica mediante Internet se visualiza como un escenario fuertemente influenciado por conceptos contemporáneos como el de ciencia abierta (Open Science), del cual se desprenden dos movimientos plenamente identificables: datos abiertos (Open Data) y acceso abierto (Open Access). El acceso abierto a la información enfatiza en proporcionar acceso libre a material académico. Hay muchas definiciones de acceso abierto, pero la intención es siempre la misma, es decir, eliminar las barreras y proporcionar acceso a la información para todos sin sesgos ni restricciones (Unesco 2015).

Por otra parte, los datos abiertos son datos que pueden ser utilizados, reutilizados y redistribuidos libremente por cualquier persona, con la condición de reconocer y atribuir a su autor o creador. De esta manera los datos que sean liberados con licencias de libre uso fomentaran la vinculación abierta y el libre acceso a la información. Pues será más enriquecedor contar con datos abiertos enlazados que remitan a información científica y académica de diversa temática y naturaleza. Además, se fomentará la vinculación de conjuntos de datos

con artículos científicos, documentos tecnológicos, datos gubernamentales, geográficos y datos relativos a todas aquellas entidades de información que se encuentren liberadas mediante los principios del libre acceso.

De ahí que, liberar enormes cantidades de datos, sin asignarles un significado será menos enriquecedor que proporcionar integridad y contextualización a dichos datos. Se trata de construir una web con mayor significado que fomente una mayor interpretación y valoración a los datos, pues la web ya contiene demasiados de ellos, el problema actual consiste en identificar y aplicar métodos innovadores para organizarlos, fomentar su reutilización y vinculación.



Interacción de LOD en la vinculación y libre acceso a la información mediante Internet. Fuente: elaboración propia, 2019.

En la figura 1 se observa una representación gráfica que expone la manera en que LOD interactúa en la vinculación y el libre acceso a la información en Internet. El usuario de la web consulta datos que remiten a información científica y académica que se encuentra representada en diversos contenidos y recursos. LOD ofrece la posibilidad de descubrir patrones similares de interconexión mediante el análisis de los datos que conforman las estructuras de las fuentes. Pues datos e información es un binomio que fomenta el establecimiento de vinculaciones entre ambos elementos. Desarrollos actuales y con gran potencial como Google, siguen en la búsqueda de nuevos métodos para recuperar información de una manera más significativa, esto a través de la explotación de los datos que conforman a los recursos web. Por ejemplo, Google Knowledge Graph Search API (<https://developers.google.com/knowledge-graph>) es un desarrollo que implementa formatos de LOD como JSON-LD, el vocabulario schema.org y grafos semánticos para obtener una recuperación de información basada en métodos de vinculación y visualización gráfica. Todos estos componentes son integrados en una aplicación interoperable.

La consolidación armónica de un contexto digital interoperable para el libre acceso a la información a través de Internet supone erradicar sus barreras. Desde hace algunos años, diversos sistemas de información que se encuentran en la web han optado por ofrecer acceso abierto a su producción científica y académica, fomentando un proceso de cosecha de metadatos que permita compartir datos referentes a sus colecciones.

Este método de compartición de datos ha resultado útil sobre todo para identificar, controlar y consultar a los datos bibliográficos y referenciales de las publicaciones, con la intención de establecer redes sistematizadas para acceder

y preservar las publicaciones generadas como parte de una determinada actividad académica y científica.

Las demandas y exigencias del contexto digitalizado y datificado actual, requieren de la creación de sistemas interoperables que fomenten, además de la preservación y acceso a la información disponible en este contexto, la vinculación e integración de los datos disponibles en fuentes multitemáticas y ampliamente diversas. Pues los recursos y contenidos de información disponibles en la actualidad se caracterizan por contener datos con atributos similares, que manifiestan patrones de vinculación semántica.

De esta manera, a mayor cantidad de datos, será sumamente importante contar con aquellos que sean relevantes para la toma de decisiones, para el desarrollo de una investigación o bien para afrontar los grandes problemas que aquejan a las sociedades. Para que estos anhelos puedan convertirse en realidades, es necesario organizar datos de una manera efectiva y flexible con los requerimientos del dinámico mundo actual.

Si bien, desde hace bastante tiempo los datos y la información se han utilizado para el desarrollo de nuevas investigaciones, es una realidad que la cantidad abismal de ellos en la actualidad hace necesario implementar filtros para seleccionar solo aquellos datos que propicien su mejor reutilización. Entonces los datos publicados de manera libre propiciarán el descubrimiento no solo de información sino de patrones de relación que no son visibles a simple vista mediante un método de búsqueda tradicional.

Así pues, los datos vistos como una unidad con naturaleza propia pueden ser explotados y vinculados mediante los alcances que LOD ofrece para perseguir este propósito. No obstante, es necesario contemplar y sortear las limitaciones de acceso referidas a los ámbitos legal, económico y técnico que puedan imposibilitar este proceso.

HACÍA LA CONFORMACIÓN DE REPOSITARIOS DE NUEVA GENERACIÓN

En los últimos 40 años, la provisión de información ha cambiado y se ha adaptado mediante el uso efectivo de computadoras y tecnología (Jones 2007, 139). En la actualidad, el progreso de la tecnología se desarrolla con pasos agigantados. Hasta hace poco tiempo, era común encontrar en la literatura especializada, estudios que ponían de manifiesto el desarrollo de repositorios institucionales y el establecimiento de buenas prácticas que ayudaran a su correcto funcionamiento e implementación.

De hecho, los repositorios institucionales fueron el canal por excelencia para fomentar el libre acceso a la información científica y académica de las instituciones. Contar con un repositorio era mantenerse en la sintonía de un nuevo modelo de publicación y compartición de literatura especializada, sobre todo de aquella que es generada por las comunidades de investigadores y estudiantes de las instituciones académicas.

Sin embargo, el incremento en la complejidad de las demandas informativas de los usuarios, el impacto de la tecnología digital en los recursos y en los procesos de edición y producción de información, ha hecho necesario reformular la generación de nuevos sistemas que contengan estrategias más sofisticadas para la búsqueda y recuperación de información.

Con la explosión de los datos en los diversos ámbitos de la actividad humana, ha sido necesario replantear la funcionalidad de los sistemas informáticos para gestionar no solo metadatos y datos referentes a las publicaciones, sino de ampliar su capacidad para gestionar conjuntos de datos derivados de procesos de investigación. Para Cox y Verbaan (2018, 5) en la actualidad la gestión de datos de investigación se ha convertido en un tema clave, impulsado por

una serie de factores. En primer lugar, el “diluvio de datos” derivado de nuevos tipos de ciencia, una crisis de confianza en la integridad de la investigación en ciertos campos y el movimiento general por los datos abiertos han llevado a una creciente preocupación por la gestión de los datos y compartirlos mejor. Bajo esta premisa, los repositorios de nueva generación (RNG) proporcionan acceso a una amplia diversidad de recursos como artículos publicados, pre-prints, conjuntos de datos, reportes técnicos, imágenes, software y demás recursos existentes (COAR 2017, 10). El universo de los recursos de información es tan amplio y diverso que obliga a los nuevos repositorios a contar con arquitecturas capaces de soportar su integración, organización, recuperación y acceso.

Además, los RNG deberán implementar principios para la gestión de los datos de investigación, pues paulatinamente los modelos de publicación científica y académica en la actualidad exigen la publicación de los datos generados como parte del proceso de investigación, para fomentar su posterior reutilización.

Se espera que los repositorios de nueva generación sean sistemas web que fomenten la libre vinculación de contenidos y recursos de información en Internet mediante la organización de los datos. “Los datos que están vinculados a las publicaciones deben ser accesibles para su reutilización y reproductibilidad” (Luther 2018, 6). Esto conlleva el establecimiento de vinculaciones semánticas y la integración de los datos, lo cual propicie el descubrimiento de patrones de interacción ocultos entre los datos y las fuentes a las que pertenecen.

Los conjuntos de datos pertenecientes a las publicaciones científicas y académicas deberán ser contemplados para su organización en el marco de los RNG. En la figura 2, se muestra cómo el establecimiento de vinculaciones semánticas entre

los datos fomenta la integración de ellos. Este tipo de vinculación permite conectar datos correspondientes a diferentes conjuntos de datos con temática diversa, pero con patrones de interacción que les permitan enlazarse e integrarse en un solo dominio.

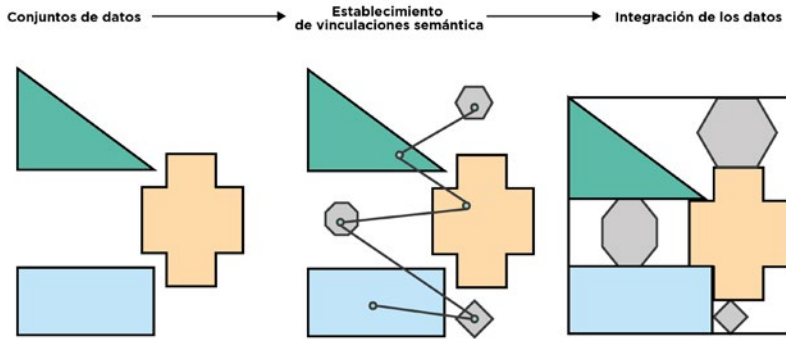


Figura 2. Integración de los datos en el contexto del repositorio de nueva generación. Fuente: Elaboración propia, 2019.

Para que esta vinculación resulte efectiva, es necesario organizar a los datos y representar los atributos que los caracterizan. Al respecto, DataCite Metadata Schema “[...] contiene una lista de propiedades de metadatos elegidas para la identificación consistente de un recurso con fines de citación y recuperación”. (2018, 4) El recurso que se identifique puede ser de cualquier tipo, pero el esquema de metadatos de DataCite está principalmente destinado para su aplicación en los conjuntos de datos de investigación.

Por ejemplo, Rots, DÁbrusco y Winkelman (2018) investigadores del Chandra Data Archive (<http://cxc.harvard.edu/cda/>) emplearon Datacite para conectar a los conjuntos de

datos de investigación con artículos disponibles en los registros de una bibliografía sistematizada. Por otra parte, para “[...] fomentar una cultura de integración de datos, los científicos deben estar convencidos de que preparar sus datos para su publicación en línea es un esfuerzo que vale la pena. Sería un incentivo para el autor si una publicación de datos tuviera el rango de una publicación citable, agregando a su reputación y clasificación entre sus pares” (Brase 2009, 257). Para que los datos puedan conectarse de manera interoperable, deben cumplir con dos requisitos sustanciales: persistencia y calidad. La persistencia de los datos asegura su disponibilidad perdurable en la web, mediante la asignación de identificadores uniformes de recursos (conocidos también como URIs). Para ello, cada dato debe ser analizado de manera individual, vigilando su calidad mediante su correcta organización, descripción y representación. De esta forma, mejorará la comprensión de cómo los datos son producidos y cómo pueden compartirse y reutilizarse. Pues “[...] si cualquier tipo de contenido digital científico fuera citable, el contenido, así como la cita, deben ser persistentes” (Neumann y Brase 2014, 1036).

De esta manera, el libre acceso a la información a través de Internet ha evolucionado y posiblemente se encontrará en constante transformación. Actualmente, la fuerte presencia de los datos en el ambiente digital sugiere replantear las condiciones, alcances y limitaciones de este tipo de acceso a la información. Pues se estima que un dato en particular pueda contribuir al libre acceso a recursos y contenidos con atributos informativos semejantes. Sin embargo, las condiciones y restricciones de uso de los datos y la información son dos constantes actuales de nuestro tiempo. Muchas de estas restricciones tienen que ver con aspectos legales, económicos y técnicos.

La aplicación de LOD puede enfrentar estas restricciones mediante el ejercicio de buenas prácticas en el manejo de los datos y fomentar su publicación mediante el uso de licencias abiertas. No obstante, será necesario definir los alcances y limitaciones de este tipo de publicación con los creadores y autores, pues la renuencia a la apertura de los datos es un aspecto que se encuentra vigente en algunos sectores de la comunicación científica y académica. En la web cualquier persona puede utilizar los datos de la manera que mejor le convenga, desatando una serie de fenómenos como la desinformación y las noticias falsas. Se estima que la correcta organización y citación de los datos disponibles en este ambiente, propiciará la conformación de una web más confiable, sin embargo, los retos para alcanzar esta configuración recaen en encontrar los mecanismos idóneos que contribuyan a su desarrollo. En este sentido, los repositorios de nueva generación pueden ser un aliciente que contribuya a la consecución de este ambicioso objetivo, por supuesto la implementación de LOD y los esquemas de metadatos emergentes, permitirán construir nuevos entornos para la interacción de los datos y la información con diversos recursos y contenidos disponibles en el ambiente web.

CONSIDERACIONES FINALES

Se estima que Linked Open Data puede propiciar el libre acceso a la información a través de Internet, mediante su explotación como método para la organización y vinculación abierta de los datos. La información y los datos pertenecientes al contexto científico y académico son fuentes idóneas para llevar a cabo la interconexión entre recursos y contenidos con atributos informativos similares.

No obstante, la implementación de LOD en el contexto científico y académico requiere de comprender su utilidad como un método susceptible de apoyar la visibilidad y reutilización de los datos, mediante la conformación de un ecosistema digital interoperable, en donde los repositorios de nueva generación sean los componentes principales de dicho ecosistema. De esta manera, las publicaciones científicas y académicas estarán respaldadas por los datos que las conforman y su probable reutilización en nuevos procesos creativos.

Fenómenos como las noticias falsas y la desinformación, obligan a los profesionales de la información a encontrar innovadores métodos para organizar los datos que están disponibles a través de Internet. Pues a mayor cantidad de datos, será necesario contar con solo aquellos que sean altamente significativos para la efectiva y fundamentada toma de decisiones de los individuos.

Las complejas demandas informativas de la sociedad serán un factor detonante para desarrollar procesos de innovación. Aprovechar los principios de Linked Open Data para cumplir con este propósito traerá consigo una serie de retos, pero a su vez, permitirá trascender en nuevas fronteras de investigación, que permitan obtener los elementos necesarios para adaptarse a la futuras y constantes transformaciones del ambiente digital.

BIBLIOGRAFÍA

Bizer, Christian, Tom Heath y Tim Berners-Lee. 2009. "Linked Data - The Story So Far". *Semantic Journal on Semantic Web and Information Systems*, (5, 3), 1-22. doi: <http://10.4018/jswis.2009081901>

- Brase, Jan. 2009. "DataCite: A global registration agency for research data". Trabajo presentado en Fourth International Conference on Cooperation and Promotion of Information Resources in Science and Technology, 21-23 de noviembre, Beijing China. doi: <https://doi.org/10.1109/COINFO.2009.66>
- Brase, Jan. 2013. "DataCite and linked data". *Italian Journal of Library, Archives & Information Science*, (4), 1, 365-373. doi: <http://dx.doi.org/10.4403/jlis.it-5493>
- Confederation of Open Access Repositories [COAR]. 2017. *Next generation repositories: behaviours and technical recommendations of the COAR, Next Generation Repositories Networking Group*. <https://www.coar-repositories.org/files/NGR-Final-Formatted-Report-cc.pdf>
- Cox, Andrew y Eddy Verbaan. 2018. *Exploring Research data management*. Londres: Facet Publishing.
- DataCite Metadata Working Group. 2018. *DataCite Metadata Schema Documentation for the Publication and Citation of Research Data. Version 4.2*. DataCite e.V. <https://doi.org/10.5438/bmjt-bx77>
- Heflin, Jeff y James Hendler. 2000. "Semantic interoperability in the web". *Extreme markup languages, report documentation*. <http://www.cs.umd.edu/projects/plus/SHOE/pubs/extreme2000.pdf>
- Jones, Catherine. 2007. *Institutional repositories: content and culture in an open Access environment*. Gran Bretaña: Chandos.
- Luther, Judy. 2018. "The evolving institutional repository landscape". *ACRL/Choice*. <https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1071&context=scholcom>
- Mattelart, Armand. 2002. *Historia de la sociedad de la información*. España: Paidós.

- Montesinos, Antonio. 1999. *La sociedad de la información e Internet: fundamentos, aptitudes y usos de la red*. Madrid: San Pablo.
- Neumann, Janna y Jan Brase. 2014. "DataCite and DOI names for research data". *Journal of Computer Aided Molecular Design*, (28), 10, 1035-1041. doi: <https://doi.org/10.1007/s10822-014-9776-5>
- Open Knowledge Foundation. 2019. *Open Data Handbook*. <http://opendatahandbook.org/glossary/en/terms/five-stars-of-open-data/>
- Peckham, Joan y Fred Maryanski. 1988. "Semantic data models". *ACM Computers surveys*, (20), 3. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.455.137&rep=rep1&type=pdf>
- Peters, Michael. 2014. "The idea of Openness: Open Education and Education for Openness". *The Encyclopaedia of Educational Philosophy and Theory*. https://archive.fo/20140501132743/http://eepat.net/doku.php?id=open_education_and_education_for_openness
- Rots, Arnold, Raffaele D'Abrusco y Sherry Winkelman. 2018. "A Model for Using DataCite DOIs in Observatory Bibliographies". *EPJ web of Conferences*, (186), 1-3. doi: <https://doi.org/10.1051/epjconf/201818612011>
- Suber, Peter. 2015. *Acceso abierto*. México: Universidad Autónoma del Estado de México.
- Unesco. 2015. *Concepts of Openness and Open Access*. Francia: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- W3C. 2015. *RDFa Primer*. <https://www.w3.org/TR/rdfa-primer/>
_____. 2018. *HTML Microdata*. <https://www.w3.org/TR/microdata/#overview>