

# Datos enlazados abiertos (Linked Open Data) en el mundo de la educación. Una visión del estado del arte de esta tecnología aplicada a la enseñanza y aprendizaje

**Autor:** Mascarell Roca, Josep Antoni (Ingeniero en Informática, Asesor Tecnologías de la Información y la comunicación).  
**Público:** Profesores de Informática. **Materia:** Informática. **Idioma:** Español.

**Título:** Datos enlazados abiertos (Linked Open Data) en el mundo de la educación. Una visión del estado del arte de esta tecnología aplicada a la enseñanza y aprendizaje.

## Resumen

En el presente estudio hemos tratado de aportar una visión actual del mundo de los datos abiertos enlazados en el ámbito de la educación. Hemos revisado las aplicaciones que van dirigidas a implementar estas tecnologías en los repositorios de datos existentes. También se han revisado las aplicaciones de soporte a nuevos paradigmas dentro del mundo de la educación. Ha sido nuestro objetivo el estado del arte de la web semántica y las técnicas asociadas a esta, el lenguaje de ontologías y otros estándares. Finalmente, exploramos las áreas de investigación sobre datos abiertos enlazadas en el mundo de la educación.

**Palabras clave:** Open Linked Data, Datos enlazados Abiertos, Web semántica, Educación, Datos educativos,.

**Title:** Linked Open Data in the world of education. A vision of the state of the art of this technology applied to teaching and learning.

## Abstract

In this study, we have tried to provide a current vision of the world of linked open data in the field of education. We have reviewed the applications that are aimed at implementing these technologies in the existing data repositories. We also have reviewed the support of LOD to new paradigms within the world of education. Our objective has been the state of the art of the semantic web and the techniques associated with it, the language of ontologies and other standards. Finally, we explore the areas of research on open data linked in the world of education.

**Keywords:** Open Linked Data, Semantic web, Education, Educational Data,.

Recibido 2018-05-06; Aceptado 2018-06-06; Publicado 2018-06-25; Código PD: 096029

## 1. INTRODUCCIÓN

En los años 90 del siglo pasado nace la WWW, nace dentro de un contexto científico (CERN<sup>28</sup>) y rápidamente pasa a las universidades como apoyo a los procesos de enseñanza e investigación. La evolución de la web como herramienta en el mundo de la educación ha pasado del apoyo a la consulta de material bibliográfico o como recurso educativo a través de páginas estáticas, al desarrollo de herramientas que abarcan todo el espectro del mundo de la educación y el aprendizaje, ejemplo paradigmático de la aplicación de la web al mundo de la educación han sido la aparición de multitud de universidades de aprendizaje a distancia, donde el soporte de las nuevas tecnologías son el único acceso al campus. No sólo las universidades a distancia a las que hacemos referencia, sino que todo el mundo de la educación ha pasado a ser una combinación de aprendizaje presencial y aprendizaje virtual en mayor o menor grado, ya que desde las escuelas de infantil hasta las universidades, pasando por el mundo del aprendizaje no formal, todas las instituciones tienen presencia en menor o mayor intensidad en la web. Estos útiles van desde los más sofisticados LMS<sup>29</sup> y los sistemas de información escolar, hasta las simples páginas web donde discentes y docentes intercambian información en forma de textos en línea.

---

<sup>28</sup><http://home.web.cern.ch/>

<sup>29</sup>[http://en.wikipedia.org/wiki/Learning\\_management\\_system](http://en.wikipedia.org/wiki/Learning_management_system)

Hoy en día los retos en el mundo de la educación, al igual que en el resto de los procesos donde se utiliza información, son la enorme cantidad de datos educacionales que se encuentran en la red al alcance de los actores de los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Una solución a esta cantidad de información es la aparición de un conjunto de buenas prácticas para la publicación y la conexión de datos estructurados en la Web conocidas como datos enlazados [1]. Estas buenas prácticas se basan en tecnologías ya existentes hasta este momento que se han conjugado para permitir la automatización del procesamiento de los datos de forma que la web camina hacia un espacio de datos global que conecta los datos de varios dominios.

Después de más de un lustro de la formulación de estos principios y del esfuerzo que se ha hecho para difundir las técnicas que rodean la web semántica y los datos enlazados, es un buen momento para hacer balance y ver que en qué estado se encuentra la aplicación de estas técnicas en el mundo educativo.

El presente artículo se estructura en 6 partes. En la primera se hará una breve introducción al estado de la tecnología sobre la que se realiza la investigación. A continuación se darán detalles de los criterios de búsqueda que hemos utilizado para nuestra evaluación. En la sección siguiente se relatarán las contribuciones en el campo de la educación de los datos enlazados abiertos; posteriormente se detallarán las iniciativas desarrolladas por entidades gubernamentales en el campo de los LOD; seguidamente, se tratarán de averiguar cuáles son las áreas de investigación en el campo de los datos abiertos enlazados relacionadas con el mundo de la educación; finalmente expondremos las conclusiones de nuestra investigación.

## 2. DATOS ENLAZADOS ABIERTOS

Los LOD son la tecnología en la que se basa el concepto de web semántica. La web semántica pretende poner orden en el caos de información que cada día nos encontramos en la web, dicha información no sigue una estructura fácilmente entendible por las máquinas, con lo que el procesamiento de las ingentes cantidades de información que se generan cada día en la web se hace muy difícil. Los LOD no son una invención reciente, sino, un concepto creado por Sir Tim Berners-Lee que nos ofrece las condiciones que han de cumplir los datos para ser considerados enlazados:

Necesitan una dirección única URI<sup>30</sup>, que identifica el tipo de objeto o concepto.

Hay que ponerlos en línea (HTTP) para poder ser consultados y poder ser vinculados.

Hay que proporcionar datos útiles, haciendo uso de estándares como RDF o SPARQL.

Los datos deben enlazar a otros datos en la web mediante el correspondiente URI.

Ahora toca hacer un breve repaso a cuáles son las técnicas que se están utilizando en torno a la web de datos enlazados y en el mundo de la educación:

**RDF (Resource Description Framework).** Se trata de representación de datos en un grafo donde los nodos pueden ser tanto recursos con URI, como literales (es decir, valores como una cadena o un número). Los extremos del grafo de datos conectan estos recursos o literales, y están etiquetados con los URI de los recursos que corresponden a las relaciones. A menudo se dice que la unidad básica de información en RDF es una tripleta {sujeto-predicado-objeto} que enlaza dos recursos a través de una relación (el predicado), o un recurso a un literal.

**Almacenamiento de triples (Triple stores).** Se trata de sistemas de software que proveen las mismas funcionalidades que proporcionarían un gestor de bases de datos, pero en este caso se trata de almacenar triples, es decir, su finalidad es cargar, almacenar, actualizar y consultar datos en formato RDF.

SPARQL (Simple Protocol and RDF Query Language) es el lenguaje de consulta para RDF y datos enlazados en general. Tiene un papel similar en los Triple Stores al que ejerce el SQL<sup>31</sup> en los sistemas de gestión de bases de datos relacionales.

**RDF Schema** es un lenguaje sencillo utilizado para definir esquemas de datos en RDF, y por tanto datos enlazados. La idea básica es que puede representar, en RDF, los tipos más comunes de los objetos (clases) en un dominio particular, y las relaciones comunes (Propiedades) que conectan a estos tipos de objetos.

---

<sup>30</sup>[https://en.wikipedia.org/wiki/Uniform\\_Resource\\_Identifier](https://en.wikipedia.org/wiki/Uniform_Resource_Identifier)

<sup>31</sup><https://en.wikipedia.org/wiki/SQL>

**OWL (Web Ontology Language)** va más allá del RDF Schema, permitiendo definir las clases y propiedades con un significado formal, tal como se expresa en las estructuras lógicas. En otros términos, OWL está diseñado para ser utilizado para definir ontologías de dominios particulares, como representaciones conceptuales de los conocimientos en estos dominios.

Acompañando a estos, nos encontramos vocabularios, que permitirán representar los datos de forma que sean exportables y que se puedan gestionar para obtener el máximo provecho al poner de acuerdo a un gran número de personas utilizando los estándares o los estándares de facto [2][3][4]. Los vocabularios más utilizados son:

**Dublin Core**<sup>32</sup>: Se utiliza para la descripción general de recursos, se ha utilizado para extenderlo a otros vocabularios como son el BIBO o el W3C ontology for Media Resources.

**FOAF (Friend Of A Friend)**<sup>33</sup>: Se trata también de un vocabulario y una ontología de las más populares para la representación de personas y sus relaciones entre ellas y otras entidades.

**Basic Geo**<sup>34</sup>: Se trata de un RDF Schema muy básico para representar la posición geográfica de objetos en términos de latitud, longitud y altitud.

**BIBO**<sup>35</sup> (**The Bibliogràfic Ontology**) utilizada para la representación de datos bibliográficos .

**AIISO**<sup>36</sup> (**Academic Institution Internal Structure Ontology**), que se utiliza para representar estructuras de organizaciones académicas y programas pedagógicos.

**MLO**<sup>37</sup> (**Metadata for Learning Opportunities**), que trata de aglutinar toda la información sobre oportunidades de aprendizaje de diversas instituciones académicas e incluso de países.

**W3C Ontology for Media Resource**<sup>38</sup>, que, como su nombre indica, se trata de una ontología para la representación de datos de recursos de medios de comunicación.

**The Event Ontology**<sup>39</sup>, que trata de representar todo aquello relacionado con acontecimientos, su localización, tiempo, contribuidores y productos, etc.

### 3. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Para llevar a cabo los objetivos de la investigación planteada se ha realizado un análisis de datos recogidos a partir del estudio de diversa documentación, sobre todo artículos de divulgación científica de las universidades y organismos dedicados a la investigación y desarrollo de estas tecnologías. Esta recogida de datos se ha llevado a cabo a partir de unas plantillas de evaluación de cada documento analizado, estas plantillas se han adaptado de las propuestas por las guías de investigación de la Benedictine University<sup>40</sup>. Se han recogido datos cuantitativos nominales como las palabras clave, el propósito del documento, etc, que nos ha permitido realizar un análisis de frecuencia de las apariciones de cada categoría, en la documentación consultada. En las tablas de evaluación se han incluido categorías que permiten clasificar el documento según la temática referente a los datos enlazadas y en la web semántica como super conjunto de estas.

---

<sup>32</sup><http://dublincore.org/>

<sup>33</sup><http://www.foaf-project.org/>

<sup>34</sup><http://www.w3.org/2003/01/geo/>

<sup>35</sup><http://bibliontology.com/>

<sup>36</sup><http://vocab.org/aiiso/schema>

<sup>37</sup><http://www.cen-itso.net/main.aspx?put=1042>

<sup>38</sup><http://www.w3.org/TR/mediaont-10/>

<sup>39</sup><http://motools.sourceforge.net/event/event.html>

<sup>40</sup><http://www.ben.edu/>

Con el fin de ayudar a la categorización de la documentación se ha utilizado la herramienta informática proporcionada por Mendeley<sup>41</sup>, se trata de un gestor de referencias y red académica que ayuda a organizar los documentos de investigación. Esta herramienta nos ha permitido, además de generar referencias a los documentos etiquetar cada documento lo que nos ha permitido clasificar la documentación consultada en categorías.

Después de estar consultando varios artículos hemos apreciado, y así lo confirman Tiropanis y Davis [5]; que podemos distinguir de cara a las aplicaciones semánticas, dos vertientes: el núcleo duro "hard semantic technologies" y el núcleo blando "soft semantic technologies". El núcleo duro estaría representado por las tecnologías que proporcionan maneras de expresar significados a los recursos y sus relaciones en formatos para ser procesados por máquinas, y el núcleo blando serían las tecnologías que proporcionan maneras de expresar el significado de los recursos en formatos que los humanos pueden interpretar, o en formatos que emplean estructuras de información de dominio específico.

Esta primera clasificación nos lleva a etiquetar artículos con LOD-EDU-implementación. En estos artículos y páginas web se describen técnicas para publicar y exponer los datos vinculados a la Web, e ir construyendo una web Semántica. Textos en esta categoría son algunos como: [3][6][7][8][9][10][11][12]

De la segunda clasificación, se ha extraído la etiqueta LOD-EDU. Estos recursos están más relacionados con la web semántica y el mundo del aprendizaje, como ciencia social. Textos en esta categoría serían algunos como: [3][13][14][15][16][17][18][19][9][20][5][12]. Como se puede observar el tratamiento que hacen los investigadores en sus artículos o páginas web del tema de los LOD, hace que algunos artículos caigan en las dos vertientes planteadas.

Hemos observado un desplazamiento en los últimos años, en las diferentes revistas y conferencias del tratamiento del núcleo duro como tema más tratado, hacia papeles donde se trata de la relación de la técnica con el mundo de la enseñanza-aprendizaje. Deducimos que es un signo de madurez de la tecnología LOD, donde la implementación de sistemas para el intercambio de información a través de los datos enlazados está más desarrollado, y los investigadores dedican más esfuerzos a investigar en el mundo de las aplicaciones de estas tecnologías aplicadas, por ejemplo, al mundo de la educación.

#### **4. DATOS ABIERTOS ENLAZADOS APLICADOS A LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE**

Antes de adentrarnos en el mundo de los datos enlazados dentro del panorama de la educación, debemos limitar nuestra búsqueda o al menos, ver que aspectos del mundo educativo nos interesa analizar. No podemos separar las aplicaciones de cualquier tecnología de la información de los nuevos paradigmas que se abren en el mundo educativo, algunos de los cuales es preciso enumerar: Sociedades y economías que han evolucionado desde una economía industrial a una basada en el conocimiento, hoy en día la educación se mueve dentro de parámetros medibles, las TIC se han desarrollado muy rápidamente y de forma extensa en ámbitos educativos y se produce un incremento de la investigación en el mundo de la aprendizaje; en definitiva el conocimiento y la innovación se han convertido en la fuerza motora de la educación. Nuestras sociedades deben aprender a generar, procesar y ordenar la información compleja; pensar sistemática y críticamente, para tomar decisiones sopesando diferentes evidencias; hacer preguntas significativas sobre diferentes temas; ser adaptables y flexibles a la nueva información; ser creativos y capaces de trabajar en equipo; al mismo tiempo tener espíritu emprendedor y dotes de liderazgo; ser capaces de identificar y resolver problemas del mundo real, y utilizar de forma avanzada las TIC [21][22].

Si hemos trazado de forma general cuáles son las guías del mundo de la educación, debemos acotar ahora cuáles son las tecnologías de aprendizaje que nos demandan estas guías generales. En [23] y [21], nos proponen los siguientes 10 tipos de tecnología: Formación basada en el ordenador, multimedia, hipertexto e hipermedia, simulación interactiva, sistemas tutoriales inteligentes, recuperación de información basada en la indagación, agentes pedagógicos animados (sistemas de tutoría inteligente), entornos virtuales con agentes, juegos de propósito, aprendizaje colaborativo basado en el ordenador. .

Una vez trazadas las líneas veamos qué campos se están trabajando en el mundo de la investigación de los LOD, a través del análisis realizado sobre artículos de temática LOD y/o web semántica. Hemos encontrado las siguientes categorías en los artículos analizados: Generadores de cuestionarios [24][14][9], asistentes de aprendizaje [12][18][25][26], enriquecimiento de los LMS a través de los LOD [8][12][19][27][17][10][25][26][28], herramientas de etiquetaje para la mejora de la meta-cognición [29][30], herramientas para juegos de propósito [14][31] y, sobre todo

---

<sup>41</sup><http://www.mendeley.com>

herramientas para la recuperación de información a través de la publicación de datos en formato LOD [32][33][15][3][12][20][17][25]. Como se puede observar algunos trabajos, sobre todo las herramientas de aplicación abarcan más de una categoría.

## 5. LOD EN ENTIDADES GUBERNAMENTALES

En esta sección haremos un breve análisis sobre qué entidades están apoyando la investigación en estas tecnologías. De entre los artículos analizados debemos destacar que el mayor interés, en cuanto a proyectos financiados, es el de las instituciones de la Unión Europea [34].

Cabe destacar los proyectos que aparecen más a menudo como son: ARIADNE<sup>42</sup> y proyecto LOD2<sup>43</sup> dentro del ámbito de la Unión Europea, y más concretamente dentro del Reino Unido, el proyecto LUCERO<sup>44</sup>.

En cuanto a las universidades que más artículos dedican destacan dos universidades inglesas por encima de las demás: the Open University<sup>45</sup> y la Universidad de South-hampton<sup>46</sup>, sobretodo la primera a mucha distancia. Otras universidades europeas son: la Universidad de Alcalá de Henares<sup>47</sup>, la Universidad de Leibniz Hannover<sup>48</sup> y la Open Universiteit Nederland<sup>49</sup>.

## 6. ÁREAS DE INVESTIGACIÓN LOD-EDUCACIÓN

Del análisis de los trabajos presentados en diferentes conferencias, cabe destacar aquellos de las conferencias International Workshop on eLearning Approaches for the Linked Data Age [35][36], por el su tratamiento concreto de la temática sobre la que versa el presente trabajo. Pero no sólo estas conferencias han tratado la temática de los LOD y el mundo de la enseñanza-aprendizaje, otras conferencias de mayor alcance han tratado el tema [37][38], lo que indica, conjuntamente con lo que hemos desarrollado en la sección 5 que los LOD son de gran interés tanto para el mundo académico como para la sociedad en general que apoya estas iniciativas a través de un amplio abanico de proyectos de inversión.

Así mismos, y a través del análisis de los artículos de las conferencias y de las herramientas LOD podemos ordenar las categorías anteriormente descritas por orden de interés para los investigadores, teniendo en cuenta el número de artículos analizados y según las diferentes categorías en que se han clasificado. Así el orden de preferencia sería: enriquecimiento de los LMS a través de los LOD, herramientas para la recuperación de información a través de la publicación de datos en formato LOD, asistentes de aprendizaje, herramientas de etiquetado para la mejora de la meta-cognición, herramientas para juegos de propósito, generadores de cuestionarios.

## 7. CONCLUSIONES Y FUTUROS DESARROLLOS

La principal conclusión que se puede extraer del análisis de los artículos y de los diferentes proyectos que se están desarrollando, sobre todo, en el entorno de la Unión Europea, es la plena actualidad de estas tecnologías aplicadas al mundo de la educación. De la categorización de los artículos encontrados sobre el mundo de los LOD, y el análisis de la frecuencia podemos concluir que los mayores esfuerzos se están dedicando al enriquecimiento de los LMS a través de los LOD y el desarrollo de herramientas para la recuperación de información a través de la publicación de datos en estos formatos.

---

<sup>42</sup><http://www.ariadne-eu.org/>

<sup>43</sup><http://lod2.eu/WikiArticle/Project.html>

<sup>44</sup><http://lucero-project.info/>

<sup>45</sup><http://www.openuniversity.edu/>

<sup>46</sup><http://www.southampton.ac.uk/>

<sup>47</sup><http://www.uah.es/>

<sup>48</sup><http://www.uni-hannover.de/>

<sup>49</sup><http://www.ou.nl/>

De la contraposición de las categorías analizadas en los artículos de las diferentes conferencias y las necesidades educativas expuestas en la sección 4 podemos concluir que los LOD y los proyectos que los rodean en el mundo de la educación van dirigidos a cubrir las siguientes de tecnologías: formación basada en el ordenador, simulación interactiva, sistemas tutoriales inteligentes, recuperación de información basada en la indagación, entornos virtuales con agentes y juegos de propósito. Por lo tanto, los mayores esfuerzos se están haciendo en complementar los entornos de enseñanza virtual aportando nuevas funcionalidades o complementando las funciones ya existentes.

## Bibliografía

- [1] T. Berners-Lee, "Linked Data - Design Issues." [Online]. Available: <http://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData.html>. [Accessed: 14-Apr-2018].
- [2] C. Bizer, T. Heath, and T. Berners-Lee, "Linked data-the story so far," *Int. J. ...*, 2009.
- [3] M. D. Aquin and M. D'Aquin, "Linked data for open and distance learning," no. June, 2012.
- [4] "Linked Data Organization." [Online]. Available: <http://linkeddata.org/>. [Accessed: 14-Apr-2018].
- [5] T. Tiropanis and H. Davis, "Semantic technologies for learning and teaching in the Web 2.0 era," *Intell. Syst. ...*, no. december, pp. 49–53, 2009.
- [6] C. Bratsas and I. Parapontis, "Educational Semantic Wikis in the Linked Data Age: the case of MSc Web Science Program at Aristotle University of Thessaloniki," *Available SSRN ...*, pp. 1–6, 2011.
- [7] S. Dietze and S. Sanchez-Alonso, "Interlinking educational resources and the web of data: A survey of challenges and approaches," ... *Electron. Libr. ...*, vol. 47, no. 1, pp. 60–91, 2013.
- [8] E. Mudu, L. Schiatti, G. Rizzo, and A. Servetti, "Zenaminer : driving the SCORM standard towards the Web of Data," *Linked Learning 2011*, pp. 1–15, 2011.
- [9] F. Sarker, T. Tiropanis, and H. H. C. Davis, "Exploring student predictive model that relies on institutional databases and open data instead of traditional questionnaires," ... *Rev. Res. Open Distance Learn. 22nd Int. Conf. ...*, pp. 413–418, 2013.
- [10] H. Q. (open university) Yu, "A linked data-driven & service-oriented architecture for sharing educational resources," 2011.
- [11] F. Zablith, M. Fernandez, and M. Rowe, "The OU Linked Open Data: Production and Consumption," in *Semantic Web Eswc 2011 Workshops*, vol. 7117, R. GarciaCastro, D. Fensel, and G. Antoniou, Eds. 2012, pp. 35–49.
- [12] "Educational Curriculum for the user of linked data." [Online]. Available: <http://www.euclid-project.eu/>. [Accessed: 25-Apr-2018].
- [13] L. Aroyo and D. Dicheva, "The New Challenges for E-learning: The Educational Semantic Web," *Educ. Technol. Soc.*, vol. 7, no. 4, pp. 59–69, 2004.
- [14] I. Celino and D. Dell'Aglio, "A Linked Knowledge Base for Simulation Learning," ... *Linked Data Age (Linked Learn. ...*, 2011.
- [15] D. Giordano and I. Kavasidis, "Developing controlled vocabularies for educational resources sharing: a case study," *Proc. Linked ...*, 2011.
- [16] J. Ohler, "The Semantic Web in Education." [Online]. Available: <https://er.educause.edu/articles/2008/11/the-semantic-web-in-education>. [Accessed: 25-Apr-2018].
- [17] K. Höver and M. Mühlhäuser, "Linked data selectors," ... *22nd Int. Conf. ...*, pp. 439–444, 2013.
- [18] J. Robinson, J. Stan, and M. Ribière, "Using linked data to reduce learning latency for e-book readers," in *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 2012, vol. 7117 LNCS, pp. 28–34.
- [19] A. Ruiz-Calleja, "A Linked-Data-based search system of educational tools for the Web of Data," *Fifth Dr. Consort. Eur. Conf. Technol. Enhanc. Learn.*, p. 11, 2010.
- [20] D. Taibi, B. Fetahu, and S. Dietze, "Towards integration of web data into a coherent educational data graph," ... *Conf. World Wide Web companion*, pp. 419–424, 2013.
- [21] H. Dumont, D. Istance, and F. Benavides, "The Nature of Learning: Using Research to Inspire Practice," *Educational Research and Innovation*. Centre for Educational Research and Innovation, OECD, p. 342, 2010.

- [22] P. Kielstra and S. Mosavi, "The learning curve," *Pearson*, 2014.
- [23] A. Graesser, P. Chipman, and B. King, "Computer-mediated technologies," ... *Technol.*, no. M, pp. 211–224, 2007.
- [24] M. Foulonneau, "Generating educational assessment items from linked open data: The case of DBpedia," in *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 2012, vol. 7117 LNCS, pp. 16–27.
- [25] J. M. Pawlowski, "OpenScout." [Online]. Available: <http://learn.openscout.net/>.
- [26] Talis Education Ltd, "Talis." [Online]. Available: <https://talis.com/reading-lists/>. [Accessed: 10-Apr-2018].
- [27] V. Tomberg and M. Laanpere, "RDFa versus Microformats: Exploring the Potential for Semantic Interoperability of Mash-up Personal Learning Environments," pp. 102–109.
- [28] Davy Van Deursen, Igor Jacques, Stefan De Wannemacker, Steven Torrelle, Wim Van Lancker, Maribel Montero Perez, Erik Mannens, and Rik Van De Walle, "A mobile and adaptive language learning environment based on linked data," in *1st International Workshop on eLearning Approaches for the Linked Data Age*, 2011.
- [29] P. Siehndel and R. Kawase, "Finding relevant missing references in learning courses," pp. 425–430, 2013.
- [30] D. Steinbock, "tagcrowd." [Online]. Available: <http://tagcrowd.com/>. [Accessed: 10-Apr-2018].
- [31] K. Siorpaes and M. Hepp, "Games with a purpose for the semantic Web," *IEEE Intell. Syst.*, vol. 23, no. 3, pp. 50–60, 2008.
- [32] "Open Access Infrastructure for Research in Europe." [Online]. Available: <http://www.openaire.eu/>. [Accessed: 28-Mar-2018].
- [33] "Join up. European Commission." [Online]. Available: <https://joinup.ec.europa.eu/>. [Accessed: 28-Mar-2018].
- [34] M. D'Aquin, S. Dietze, H. Drachsler, M. Guy, E. Parodi, and E. Herder, "Building the Open Elements of an Open Data Competition," *D-lib Magazine*. [Online]. Available: <http://www.dlib.org/dlib/may14/daquin/05daquin.html>. [Accessed: 27-Apr-2018].
- [35] E. Semantic and W. Conference, "1st International Workshop on eLearning Approaches for the Linked Data Age," 2011, no. May.
- [36] "2nd International Workshop on Learning and Education with the Web of Data," 2012.
- [37] "European Semantic Web Conferences (ESWC)." [Online]. Available: [eswc-conferences.org](http://eswc-conferences.org).
- [38] "International World Wide Web Conferences Steering Committee (IW3C2)," [Online]. Available: <http://www.iw3c2.org/>.