

*Dades obertes enllaçades (Linked Open Data) en el món de l'educació.
Una visió de l'estat de l'art d'aquesta tecnologia aplicada a
l'ensenyament i l'aprenentatge.*

Josep Mascarell i Roca¹, Dr. Jose Javier Samper Zapater², Dr. Alexandre Viejo Galicia¹

¹ Universitat Oberta de Catalunya, Barcelona, Espanya/ ² IRTIC Institut de Robòtica i Tecnologies de la Informació i les Comunicacions, Universitat de València, València, Espanya.

Email: jmascarell@uoc.edu, jsamper@irtic.uv.es, aviejo@uoc.edu

Resum

En el present treball hem tracta d'aportar una visió actual del món de les dades obertes enllaçades al àmbit de l'educació. Hem revisat tant les aplicacions que van dirigides a implementar aquestes tecnologies en els repositoris de dades existents (pàgines web, repositoris d'objectes educacionals, repositoris de cursos i programes educatius) com a ser suport de nous paradigmes dins del món de l'educació. Ha estat el nostre objectiu de la recerca no sols l'estat de l'art de la web semàntica i les tècniques associades a la web semàntica com llenguatge d'ontologies i altres estàndards. Sinó també esbrinar quines són les contribucions en el camp de l'educació de les dades enllaçades obertes i les iniciatives desenvolupades per entitats governamentals en aquest camp. Finalment veurem quines són les àrees de recerca en el camp de les dades obertes enllaçades i el món de l'educació, amb més recolzament per part dels investigadors i amb més suport finances per part dels governs.

Keywords:

Open Linked Data; Dades enllaçades Obertes; Web semàntica; Educació; Dades educatives;

1. INTRODUCCIÓ

Als anys 90 del segle passat neix la WWW, neix dins d'un context científic (CERN¹) i ràpidament passa a les universitats com a suport als processos d'ensenyament i recerca. L'evolució de la web com a eina en el món de l'educació ha passat del suport a la consulta de material bibliogràfic o com a recurs educatiu a través de pàgines estàtiques, al desenvolupament d'eines que abasten tot l'espectre del món de l'educació i l'aprenentatge, exemples ho són les universitats d'aprenentatge a distància. No sols les universitats a distància, sinó que tot el món de l'educació ha passat a ser una combinació d'aprenentatge presencial i aprenentatge virtual, ja que des de les escoles d'infantil fins a les universitats passant pel món de l'aprenentatge no formal, totes les institucions tenen presència en menor o major intensitat en la web. Aquests útils van des dels més sofisticats LMS² i els sistemes d'informació escolar, fins a les simples pàgines web on ensenyants i docents intercanvien informació en forma de textos en línia.

Avui en dia els reptes en el món de l'educació, al igual que en la resta dels processos on s'utilitza informació, són l'enorme quantitat de dades educacionals que es troben a la xarxa a l'abast dels actors dels processos d'ensenyament-aprenentatge.

Una solució a aquesta quantitat de informació és l'aparició d'un conjunt de bones pràctiques per a la publicació i la connexió de dades estructurades a la Web conegudes com dades enllaçades[1]. Aquestes bones pràctiques es basen en tecnologies ja existents fins a aquell moment que s'han conjugat per tal de permetre l'automatització del processament de les dades de forma que la web camina cap a un un espai de dades global que connecta les dades de diversos dominis. Després d'un lustre que aquests principis s'han formulat i que s'ha fet un esforç per difondre les tècniques que envolten la

web semàntica i les dades enllaçades, és un bon moment per fer balanç i veure que en quin estat es troba l'aplicació d'aquestes tècniques al món educatiu.

Aquest article s'estructura en: Secció 2 on es dona un breu introducció a l'estat de la tecnologia sobre la que es fa la recerca; Secció 3 on es donen detalls dels criteris de recerca que hem utilitzat per a la nostra avaluació; Secció 4 on es relaten les contribucions en el camp de l'educació de les dades enllaçades obertes; Secció 5 on es detallen les iniciatives desenvolupades per entitats governamentals en el camp de les LOD; Secció 6 on es tracten d'esbrinar quines són les àrees de recerca en el camp de les dades obertes enllaçades i el món de l'educació; finalment en la secció 7 exposem les conclusions de la nostra recerca.

2. DADES OBERTES ENLLAÇADES

Ara toca fer un repàs breu a quines són les tècniques que s'estan utilitzant al voltant de la web de dades enllaçades i el món de l'educació:

RDF (Resource Description Framework). Es tracta de representació de dades en un graf on els nodes poden ser tant recursos amb URI, com literals (és a dir, valors com una cadena o un número). Els extrems del graf de dades connecten aquests recursos o literals, i estan etiquetats amb els URI dels recursos que corresponen a les relacions. Sovint es diu que la unitat bàsica d'informació en RDF és una triple {subjecte-predicat-objecte} que enllaça dos recursos a través d'una relació (el predicat), o un recurs a un literal.

Emmagatzematge de triples (Triple stores). Es tracta de sistemes de programari que proveeixen les mateixes funcionalitats que proporcionaria un gestor de bases de dades, però en aquest cas es tracta d'emmagatzemar triples, es a dir, les seues funcionalitats són carregar, emmagatzemar, actualitzar i consultar dades en format RDF.

SPARQL (Simple Protocol and RDF Query Language) és el llenguatge de consulta per RDF i dades enllaçades en general. Té

1 <http://home.web.cern.ch/>

2 http://en.wikipedia.org/wiki/Learning_management_system

un paper similar en els Triple Stores al que exerceix l'SQL en els sistemes de gestió de bases de dades relacionals.

RDF Schema és un llenguatge senzill utilitzat per definir esquemes de dades en RDF, i per tant dades enllaçades. La idea bàsica és que pot representar, en RDF, els tipus més comuns dels objectes (classes) en un domini particular, i les relacions comunes (propietats) que connecten a aquests tipus d'objectes.

OWL (Web Ontology Language) va més enllà del RDF Schema, permetent definir les classes i propietats amb un significat formal, tal com s'expressa en les estructures lògiques. En altres termes, OWL està dissenyat per ser utilitzat per definir ontologies de dominis particulars, com representacions conceptuals dels coneixements en aquests dominis.

Acompanyant a aquests, ens trobem vocabularis, que permetran representar les dades de forma que siguin exportables i que es puguin gestionar per a obtenir el màxim profit al posar d'acord amb major número de persones utilitzant els estàndards o els estàndards de facto[2][3][4]. Els vocabularis més utilitzats són:

Dublin Core³: S'utilitza per a la descripció general de recursos, s'ha utilitzat per a estendre'l a altres vocabularis com són el BIBO o el W3C ontology for Media Resources.

FOAF (Friend Of A Friend)⁴: És tracta també d'un vocabulari i una ontologia de les més populars per a la representació de persones i les seues relacions entre elles i altres entitats.

Basic Geo⁵: Es tracta d'un RDF Schema molt bàsic per a representar posició geogràfica d'objectes en termes de latitud, longitud i altitud.

BIBO⁶ (The Bibliogràfic Ontology) utilitzada per a la representació de dades

bibliogràfiques .

AIISO⁷ (Academic Institution Internal Structure Ontology), que s'utilitza per a la representar estructures d'organitzacions acadèmiques i programes pedagògics.

MLO⁸ (Metadata for Learning Opportunities), que tracta d'aglutinar tota la informació sobre oportunitats d'aprenentatge de diverses institucions acadèmiques i inclús altres països.

W3C Ontology for Media Resource⁹, que com el seu nom indica és tracta d'una ontologia per a la representació de dades de recursos de mitjans de comunicació.

The Event Ontology¹⁰, que tracta de representar tot allò relacionat amb esdeveniments, la seua localització, temps, contribuïdors i productes, etc.

3. CRITERIS D'AVUACIÓ

Per a dur a terme els objectius de la recerca plantejada s'ha realitzat una anàlisi de dades recollides a partir de l'estudi de documentació, sobre tot articles de divulgació científica de les universitats i organismes dedicats a la recerca i desenvolupament d'aquestes tecnologies. Per a la recollida de dades s'han elaborat unes plantilles per avaluar cada document analitzat, aquestes plantilles s'han adaptat de les proposades per les guies de recerca de la Benedictine University¹¹. S'han recollit dades quantitatives nominals com les paraules clau, el propòsit del document, etc, que ens ha permès realitzar una anàlisi de freqüència de les aparicions de cada categoria, en la documentació consultada. En les taules d'avaluació s'han inclòs categories que permeten classificar el document segons la temàtica referent a les dades enllaçades i

3 <http://dublincore.org/>

4 <http://www.foaf-project.org/>

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

6 <http://bibliontology.com/>

7 <http://vocab.org/aiiso/schema>

8 <http://www.cen-ltso.net/main.aspx?put=1042>

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

10 <http://motools.sourceforge.net/event/event.html>

11 <http://www.ben.edu/>

a la web semàntica com a super conjunt d'aquestes.

Per tal d'ajudar a la categorització de la documentació s'ha utilitzat l'eina informàtica proporcionada per Mendeley¹², es tracta d'un gestor de referències i xarxa acadèmica que ajuda a organitzar els documents de recerca. S'ha utilitzat l'aplicació informàtica d'escriptori per a Linux. Aquesta eina ens ha permès, a més de generar referències als documents etiquetar cada document el que ens permetrà classificar la documentació consultada en categories.

Després d'estar consultant diversos articles hem apreciat, i així ho confirma [5]; que podem distingir de cara a les aplicacions semàntiques, dos vessants: el nucli dur "hard semantic technologies" i el nucli tou "soft semantic technologies". El nucli dur estaria representat per les tecnologies que proporcionen maneres d'expressar significats als recursos i les seves relacions en formats per a ser processats per màquines, i el nucli tou serien les tecnologies que proporcionen maneres d'expressar el significat dels recursos en formats que els humans poden interpretar, o en formats que empren estructures d'informació de domini específic.

Aquesta primera classificació ens porta a etiquetar articles amb LOD-EDU-implimentació. En aquestos articles i pàgines web es descriuen tècniques per tal de publicar i exposar les dades vinculades a la Web, i anar construint una web Semàntica. Textos en aquesta categoria són alguns com: [3][6][7][8][9][10][11][12]

De la segona classificació, em estret l'etiqueta LOD-EDU. En aquestos recursos es relacionen més amb la web semàntica i la relació amb el món de l'aprenentatge, com a ciència social. Textos en aquesta categoria serien alguns com: [3] [13] [14] [15] [16] [17] [18] [19] [9] [20] [5] [12].

Com es pot observar el tractament que fan els investigadors en els seus articles o pàgines web del tema de les LOD, fa que alguns articles caiguin en les dos vessants.

Hem observat un desplaçament en els últims anys, en les diferents revistes i conferències del tractament del nucli dur com a tema més tractat, cap a papers on es tracta de la relació de la tècnica amb el món de l'ensenyament-aprenentatge. Deduïm que és un signe de maduresa de la tecnologia LOD, on la implementació de sistemes per al intercanvi d'informació a través de les dades enllaçades està més desenvolupat, i ara la gent dedica més esforços a investigar en el món de les aplicacions d'aquestes tecnologies aplicades per exemple al món de l'educació.

4. DADES OBERTES ENLLAÇADES APLICADES A L'ENSENYAMENT-APRENENTATGE

Abans d'endinsar-nos en el món de les dades enllaçades dins del panorama de l'educació hem de limitar la nostra cerca o almenys, veure que aspectes del món educatiu ens interessa analitzar. No podem separar les aplicacions de qualsevol tecnologia de la informació als nous paradigmes que s'obren en el món educatiu, alguns d'ells es precis enumerar: societats i economies han evolucionat des d'una economia industrial a una basada en els coneixements, avui en dia l'educació es maneja dins de paràmetres mesurables, desenvolupament ràpid i ampli de les ICT i creixement de la recerca en el món de l'aprenentatge, en definitiva el coneixement i la innovació han esdevingut la força motora de l'educació. Les nostres societats han d'aprendre a: generar, processar i ordenar la informació complexa; pensar sistemàtica i críticament; per prendre decisions sospesant diferents evidències; de fer preguntes significatives sobre diferents temes; ser adaptables i flexibles a la nova informació; ser creatius i capaços de treballar en equip, al mateix temps

12 <http://www.mendeley.com>

tenir esperit emprenedor i dots de lideratge; i ser capaços d'identificar i resoldre problemes del món real; i utilitzar de forma avançada les ICT[21][22].

Si hem traçat de forma general quines són les guies del món de l'educació, hem d'acotar ara quines són les tecnologies d'aprenentatge que ens demanden aquestes guies generals. En [23] i [21], ens proposen els següents 10 generes de tecnologies: Formació basada en l'ordinador, multimèdia, hipertext i hiper-mèdia, simulació interactiva, sistemes tutorials intel·ligents, recuperació d'informació basada en la indagació, agents pedagògics animats, entorns virtuals amb agents, jocs de propòsit, aprenentatge col·laboratiu basat en l'ordinador.

Una vegada traçades les línies vegem quins camps s'estan treballant en el món de la recerca de les LOD, a través de l'anàlisi realitzat sobre articles de temàtica LOD i/o web semàntica. Hem trobat les següents categories en els articles analitzats: Generadors de qüestionaris[24][14][9], assistents d'aprenentatge[12][18][25][26], enriquiment dels LMS a través de les LOD [8][12][19][27][17][10][25][26][28], eines d'etiquetatge per a la millora de la meta-cognició[29][30], eines per a jocs de propòsit[14][31] i, sobre tot eines per a la recuperació d'informació a través de la publicació de dades en format LOD[32][33][15][3][12][20][17][25]. Com es pot observar alguns treballs, sobre tot les eines d'aplicació abasten més d'una categoria.

5. LOD EN ENTITATS GOVERNAMENTALS

En aquesta secció es tractava de fer una mica d'anàlisi sobre que entitats estan donant suport a la recerca en aquests tecnologies. D'entre els articles analitzats hem de destacar que el major interès, en quant a projectes finançats és el de les institucions de la Unió Europea[34].

Cal destacar alguns projectes que apareixen més sovint com són: ARIADNE¹³, projecte LOD2¹⁴ i Projecte LUISA¹⁵, dins de l'àmbit de l'Unió Europea, i més concretament dins del Regne Unit, el projecte LUCERO¹⁶.

En quan a les universitats que més articles hi dediquen destaquen dos universitats angleses: the Open University¹⁷ i la Universitat de Southampton¹⁸, sobre tot la primera a molta distància. Altres universitats europees són: la Universitat d'Alcalà d'Henares¹⁹, la Universitat de Leibniz Hannover²⁰ i la the Open Universiteit Nederland²¹.

6. ÀREES DE RECERCA LOD-EDUCACIÓ

De l'anàlisi dels treballs presentats en diferents conferències, cal destacar aquells de les conferències International Workshop on eLearning Approaches for the Linked Data Age[35][36], pel seu tractament concret de la temàtica sobre la que versa aquest treball. Però no solament aquestes conferències han tractat la temàtica de les LOD i el món de l'ensenyament-aprenentatge, altres conferències de més gran abast han tractat aquesta temàtica[37][38], la qual cosa ens indica juntament amb el que hem desenvolupat en la secció 5 que el tema tractat és de gran interès tant per al món acadèmic com per a la societat en general que recolza aquestes iniciatives a través d'un ampli ventall de projectes d'inversió.

També de l'anàlisi dels articles de les conferències i de les eines LOD podem ordenar les categories abans descrites per ordre d'interès per als investigadors i tenim en compte el número d'articles

13 <http://www.ariadne-eu.org/>

14 <http://lod2.eu/WikiArticle/Project.html>

15 <http://www.luisa-project.eu/>

16 <http://lucero-project.info/>

17 <http://www.openuniversity.edu/>

18 <http://www.southampton.ac.uk/>

19 <http://www.uah.es/>

20 <http://www.uni-hannover.de/>

21 <http://www.ou.nl/>

analitzats i que han caigut en les diferents categories. Així l'ordre de preferència seria: enriquiment dels LMS a través de les LOD, eines per a la recuperació d'informació a través de la publicació de dades en format LOD, assistents d'aprenentatge, eines d'etiquetatge per a la millora de la meta-cognició, eines per a jocs de propòsit, generadors de qüestionaris.

7. CONCLUSIONS I TREBALL FUTUR

La principal conclusió que es pot treure de l'anàlisi dels articles i dels diferents projectes que s'estan desenvolupant sobre tot en l'entorn de la Unió Europea, és la plena actualitat d'aquestes tecnologies aplicades al món de l'educació. De la categorització dels articles trobats sobre el món de les LOD, i l'anàlisi de la freqüència podem extreure que els majors esforços s'estan dedicant a l'enriquiment dels LMS a través de les LOD i al desenvolupament d'eines per a la recuperació d'informació a través de la publicació de dades en aquests formats.

De la contraposició de les categories analitzades en els articles de les diferents conferències i les necessitats educatives exposades en la secció 4 podem concloure que les LOD i els projectes que les envolten en el món de l'educació van dirigits a cobrir els següents de tecnologies: Formació basada en l'ordinador, simulació interactiva, sistemes tutorials intel·ligents, recuperació d'informació basada en la indagació, entorns virtuals amb agents i jocs de propòsit. Per tant, els majors esforços s'estan fent en complementar els entorns d'ensenyament virtual aportant noves funcionalitats o complementant les funcions ja existents.

En aquest sentit, cal destacar com a treballs d'interès futur els que es desenvolupen al voltant de la nova plataforma d'educació oberta²² creada per la Unió Europea (setembre 2013) on

22 <http://openeducationeuropa.eu/en>

les dades obertes han de jugar un paper destacable[34]. També cal afegir com a projecte sobre dades obertes i web semàntica aplicada a l'educació, però més encaminada al foment de les dades obertes i no tant a l'aplicació pràctica d'aquestes, el projecte Linked Up Project²³.

8. AGRAÏMENTS

Aquest article ha estat possible gràcies a l'ajuda del Dr. Jose Javier Samper Zapater, del Institut de Robòtica, de l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria, de la Universitat De València. També he d'agrair l'ajuda del consultor de la UOC el Dr Alexandre Viejo Galicia, per les seues indicacions.

23 <http://linkedup-project.eu/>

BIBLIOGRAFIA

- [1] T. Berners-Lee, "Linked Data - Design Issues." [Online]. Available: <http://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData.html>. [Accessed: 14-Apr-2014].
- [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/>.
- [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," *LinkedLearning 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-May-2014].
- [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: <http://www.educause.edu/ero/article/semantic-web-education>. [Accessed: 25-May-2014].
- [17] K. Höver and M. Mühlhäuser, "Linked data selectors," ... *22nd Int. Conf.*, pp. 439-444, 2013.
- [18] J. Robinson, J. Stan, and M. Ribièrè, "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: <http://campus.talisaspire.com/>. [Accessed: 10-Jun-2014].
- [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-Jun-2014].
- [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: 18-Mar-2014].
- [33] “Join up. European Commission.” [Online]. Available: <https://joinup.ec.europa.eu/>. [Accessed: 18-Mar-2014].
- [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-May-2014].
- [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.
- [38] "International World Wide Web Conferences Steering Committee (IW3C2)," [Online]. Available: <http://www.iw3c2.org/>.