

Modelo ontológico para la representación de datos académicos y su publicación con tecnología semántica

*María Belén Mora Arciniega
y Verónica Segarra Faggioni*

*Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador
mbmora@utpl.edu.ec; vasegarra@utpl.edu.ec*

Resumen

Actualmente la Web genera grandes cantidades de datos provenientes de distintas fuentes de información. En el ámbito de educación superior, nos encontramos con datos generados del trabajo docente durante periodos académicos, como los planes de curso creados para las clases. Esta información queda almacenada en repositorios particulares de cada Universidad, presentada en formatos diferentes y no siempre disponibles. El presente trabajo está orientado a la creación de un modelo ontológico de datos académicos y su publicación con tecnología semántica, utilizando los conceptos de ontologías y datos enlazados para lograr que la información sea debidamente tratada, abierta y compartida.

Palabras clave: Web semántica, Ontologías, Datos Enlazados, Educación.

Ontological Model for Representing and Publishing Academic Data With Semantic Technology

Abstract

Nowadays, the Web generates a huge amount of data extracted from different sources. In the field of higher education, we find data that are generated from the work on teaching-learning during each academic term, such as the syllabus. This information is stored in each University's particular repositories which are in different formats, and they are not always available. This work is aimed to create an ontological model of academic data, and to publish them through semantic technology, using the concepts of ontologies and linked data to ensure that the information is properly treated, open and shared to the public.

Keywords: Semantic Web, Ontology, Linked Data, Education.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día las Universidades generan una gran cantidad de datos provenientes de distintas áreas de trabajo que normalmente no son gestionados de manera adecuada en formatos estructurados, almacenados en plataformas comunes o accesibles para ser empleados o compartidos.

Un conjunto de datos, es el que se obtiene a partir de las planificaciones de curso que realizan los profesores en cada periodo académico por cada componente educativo. No siempre los datos de una planificación de curso son subidos a una plataforma tecnológica, algunas veces se puede encontrar documentos en la Web sin la suficiente información descriptiva, llegando a obtener únicamente datos dispersos e incompletos de las planificaciones de cursos educativos.

A raíz de las dificultades expuestas, se presenta la propuesta de realizar un modelo ontológico para la representación de datos académicos y su publicación con tecnología semántica.

La propuesta contempla el desarrollo de una ontología para representar los datos de los planes de un curso y la publicación de estos datos bajo las mejores prácticas de Datos Enlazados.

Para el desarrollo de la ontología, se plantea emplear la Metodología NeOn, (Suárez-Figueroa, 2010) la cual norma el proceso de construcción del modelo ontológico. La metodología emplea un proceso iterativo incremental, basado en escenarios, cada uno de ellos presenta actividades establecidas a cumplir para obtener una ontología consistente y confiable, permitiendo la reutilización de recursos ontológicos y no ontológicos ya existentes sobre el dominio con el fin de integrarlos a la ontología propuesta, generando una red de ontologías.

Para la publicación de los datos se emplea el ciclo de vida de Datos Enlazados propuestos por (Villazón, Vilches-Blazquez, Corcho, & Gómez-Perez, 2011). El ciclo de vida presenta seis fases para realizar la publicación de datos. Las fases se enfocan a seguir un flujo de trabajo, que inicia por (1) la especificación de requisitos, (2) el modelado de la ontología en base a la metodología seleccionada, (3) la transformación de los datos, en la cual se realiza la limpieza y generación de datos a formato RDF, (4) el enlazado de los datos a otras fuentes del mismo dominio, (5) la publicación de los datos mediante un endpoint y (6) la explotación de datos.

Mediante la publicación de datos académicos abiertos, las instituciones de educación superior pueden presentar una mayor visibilidad de la actividad académica que realizan, logrando poner a disposición de la comunicad de profesores y estudiantes, información accesible y en formatos estándares para que puedan emplearse en proyectos futuros.

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

El presente trabajo abarca el estudio de varios conceptos importantes acerca de Web Semántica y Datos Enlazados, en este apartado se revisan los temas esenciales para el desarrollo efectivo de la propuesta.

2.1. Web Semántica

Considerando que la gran cantidad de información disponible en internet no se encuentra clasificada correctamente, afecta al usuario en los resultados de la búsqueda de información. Es así, que se introduce el término Web Semántica (Antoniou & Van Harmelen, 2008) cómo técnicas que prometen mejorar drásticamente la corriente WWW y su uso.

La Web Semántica es desarrollada por el World Wide Web Consortium (W3C), un organismo de normalización internacional de la Web. Según (Berners-Lee, Hendler, & Lassila, 2001) la web semántica “es una

extensión de la web actual, a la información se le da un significado bien definido, facilitando para que las personas y las computadoras puedan trabajar en cooperación. Está basada en la idea de proporcionar en la web de datos definidos y enlazados, permitiendo que aplicaciones heterogéneas descubran, integren, razonen y utilicen la información presente en la web”. Por lo tanto, como se menciona en (Piedra, Cadme, & Chicaiza, 2014), la web semántica contribuye a las tareas de búsqueda, re-uso, integración y análisis de la información de la Web.

Por consiguiente, la web semántica permite añadir metadatos semánticos a los contenidos que existen en la web, los mismos que deben ser entendibles tanto por los humanos como por las máquinas (Cueva, 2008).

A continuación se presenta la Figura 1, que muestra el enfoque por capas de la Web Semántica según Tim Berners-Lee (Antoniou & Van Harmelen, 2008), describe las capas principales del diseño y visión de la Web Semántica.

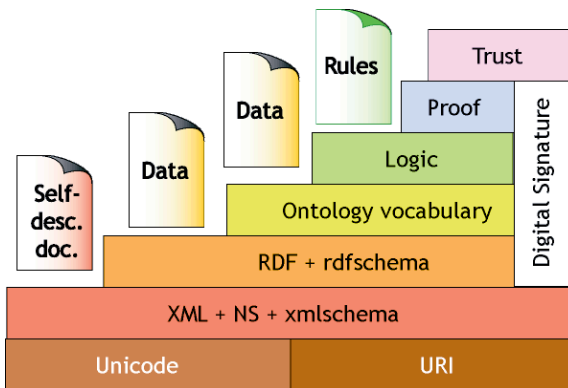


Figura 1. Enfoque de capas de la Web Semántica

Tomado de: <http://www.w3.org/2000/Talks/1206-xml2k-tbl/slide10-0.html>.

2.2. Ontologías

En el contexto de la Web, “Ontología es una especificación formal y explícita de una conceptualización compartida” según (Gruber, 1993). Una ontología describe formalmente conceptos generales o sobre un dominio; consiste en definir una lista de términos y las relaciones básica entre ellos. Los términos denotan conceptos importantes y las relaciones típicamente incluyen jerarquías de clases (Antoniou & Van Harmelen, 2008).

Es decir, las ontologías son herramientas para especificar claramente los conceptos de un dominio concreto, sus propiedades y sus relaciones; permitiendo que la información publicada se encuentre en formatos inteligibles para agentes máquinas puedan localizar y gestionar de forma precisa la información.

A continuación se hace referencia al Lenguaje de Ontologías Web (OWL) forma parte de un conjunto de recomendaciones del W3C. OWL se basa en el esquema RDF y RDFs, utilizando sintaxis XML de RDF (Antoniou & van Harmelen, 2003). Este lenguaje permite realizar un razonamiento de la descripción lógica de la web semántica.

OWL es una extensión del RDF, por lo que este posee todas sus características y otras adicionales como son la aplicación de operaciones lógicas, además atribuye a las relaciones ciertas propiedades como la cardinalidad, simetría, transitividad o relaciones inversas.

2.3. Metodología NeOn

La metodología NeOn permite la construcción de redes ontológicas y reutilización de recurso a través de nueve escenarios que se pueden combinar entre sí. En cada escenario se descompone en diferentes procesos y actividades.

A continuación se presentan los escenarios para el desarrollo de ontologías (Suárez-Figueroa, 2010):

- Escenario 1: *Desde la especificación de la aplicación*: para iniciar la construcción de una ontología es necesario especificar los requisitos; luego, desarrollar la búsqueda de los posibles recursos para reutilizar; y, proceder con la planificación del trabajo.
- Escenario 2: *La reutilización y reingeniería de los recursos no ontológicos (NOR)*: en este escenario los desarrolladores deben ejecutar el proceso de reutilización NORs, determinando los NORs a reutilizar para realizar la reingeniería.
- Escenario 3: *La reutilización de los recursos ontológicos*: determinar los recursos ontológicos o declaraciones ontológicas para la red de ontologías.
- Escenario 4: *La reutilización y re-ingeniería de los recursos ontológicos*: reutilizar y reorganizar los recursos ontológicos.

- Escenario 5: *La reutilización y la fusión de los recursos ontológicos*: realizar la unión de los recursos a reutilizar con nuevos recursos que se necesita crear.
- Escenario 6: *Reutilización, la fusión y re-ingeniería de los recursos ontológicos*: se realiza la reingeniería de los recursos ontológicos a reutilizar.
- Escenario 7: *Reutilización de los patrones de diseño de ontologías (ODPs)*: realizar el acceso a repositorios de recursos mediante ODPs.
- Escenario 8: *Reestructuración de recursos ontológicos*: se reestructura los recursos ontológicos para luego adaptarlos a la red de ontologías.
- Escenario 9: *Localización de recursos ontológicos*: se adapta la ontología a otras lenguas, con el fin de obtener una ontología multilingüe.

2.4. Datos Enlazados

(Berners-Lee, 2009) en su artículo Design Issues estableció un esquema de cinco estrellas para datos abiertos, definiendo en cada una de ellas ciertos parámetros a seguir: 1 estrella: publicar datos (en cualquier formato) en la web bajo licencia abierta; 2 estrellas: publicar datos estructurados; 3 estrellas: usar formatos no propietarios; 4 estrellas: usar URIs para denotar cosas; y 5 estrellas: enlazar datos a otros datos para proveer contexto. Según el cumplimiento de estos parámetros, los datasets publicados serán más potentes, abiertos y fáciles de usar.

Adicional, para la publicación de datos en la web ha establecido cuatro principios:

- a. Utilizar un identificador de recursos uniforme (URIs-Uniform Resource Identifier) como nombres únicos para los recursos. Es decir, un URI es una cadena de caracteres que identifica los recursos de una red de forma unívoca. Al utilizar los URIs para nombrar conceptos se logra una abstracción del lenguaje natural, y se evita ambigüedades.
- b. Utilizar el protocolo HTTP para nombrar y resolver la ubicación de los datos identificados mediante esas URIs. Por lo tanto, los URIs no son solo direcciones sino identificadores de los recursos.
- c. Representar los datos en RDF y utilizar SPARQL, como lenguaje de consulta de dichos datos.

- d. Incluir enlaces a otras URIs para permitir la localización de más datos enlazados. Por lo tanto, los datos se deben enlazar a fuentes externas (Berners-Lee, 2009).

2.5. Ciclo de vida de Datos Enlazados

Para el proceso de vinculación de datos enlazados, se hace referencia al ciclo de vida para Linked Data, específicamente el definido por (Villazón-Terrazas *et al.*, 2012), el cual presenta un flujo de trabajo que cubre las siguientes seis fases a desarrollar para la publicación de datos: especificación, modelamiento, generación, enlace, publicación y explotación. Cada una de estas fases tiene sus actividades y tareas específicas, y algunas técnicas, tecnologías y herramientas se proporcionan para su desarrollo.

La fase inicial es la *especificación de requisitos*, es decir, análisis y selección de la fuente de datos; diseño de URI; y, definición de licencias.

Se continúa con el *modelado* del dominio de la información de las fuentes de datos. Es necesario buscar adecuadamente vocabularios y recursos no ontológicos que estén disponibles para reutilizar.

La tercera fase es la *generación* de datos a formato RDF, es decir, transformar a formato RDF, limpiar y curar datos de acuerdo al vocabulario generado.

La cuarta fase es la *creación de enlaces* entre los recursos RDF de diferentes bases de datos.

Para *publicar datos* vinculados en la web existen varios mecanismos, entre ellos el estándar RDF recomendado por la W3C que permite una infraestructura para describir recursos. RDF posee características que facilitan la fusión de datos, soportando la evolución de los esquemas en el tiempo (RDF Working Group, 2014). Por consiguiente, RDF proporciona interoperabilidad entre aplicaciones que intercambian información legible por la máquina en la web. Es importante mencionar que en un ambiente de Linked Data es necesario expresar vocabularios en RDFS.

Finalmente, la *explotación de datos* a través del desarrollo de aplicaciones que consumirán los conjuntos de datos. Es importante mencionar SPARQL porque ha sido considerado en la propuesta de este trabajo; utilizando SPARQL se recupera recursos electrónicos desde la Web, esto se logra mediante la estructuración de sentencias las cuales contienen operadores y estructuras que son organizadas según normas lógicas definidas por el lenguaje (RDF Working Group, 2014).

3. METODOLOGÍA

El proceso de trabajo que se lleva a cabo esta guiado por el ciclo de vida de Datos Enlazados (Villazón *et al.*, 2011). En el presente apartado se detalla claramente las actividades que se han cumplido para lograr cumplir con el objetivo de la propuesta.

3.1. Especificación

El ciclo de vida de Datos Enlazados, inicia con la fase de especificación, estableciendo la ruta de trabajo a seguir. Se define de forma clara los requisitos que guían el proceso de publicación de los datos y se establece el conjunto de datos con el cual se trabaja.

Las fuentes de datos son analizadas y seleccionadas, en este caso se selecciona el conjunto de datos de las planificaciones de curso de la Universidad Técnica Particular de Loja, los cuales están alojados en la base de datos SQL del Sistema de Planificación. Estos datos contienen información acerca de los datos generales del curso, datos del profesor, requisitos, contenidos, actividades, tareas, evaluación y bibliografía de cada curso.

El siguiente paso es definir un identificador único para poder representar los datos, este identificador es conocido como una URI, la cual provee de un significado único a cada recurso. En el ciclo de vida de Datos Enlazados se presenta el proceso a seguir para la definición de una URI, para el dominio de este trabajo se ha determinado establecer las siguientes:

Tabla 1. URIs para los recursos de planes de curso

URI Base	http://data.utpl.edu.ec/planes/
TBox (vocabulario)	http://data.utpl.edu.ec/planes/vocabulary/
ABox (datos)	http://data.utpl.edu.ec/planes/resource/

Para el dominio de planes de curso, se han definido las URIs de acuerdo a los ejemplos que se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Ejemplo de URIs para el dominio de planes de curso

URI Base	http://data.utpl.edu.ec/planes/
TBox (vocabulario)	http://data.utpl.edu.ec/planes/vocabulary/University http://data.utpl.edu.ec/planes/vocabulary/UTPL
ABox (datos)	http://data.utpl.edu.ec/planes/resource/Course/ http://data.utpl.edu.ec/planes/resource/Course/Historia

Finalmente es importante considerar la licencia que se maneja a nivel de datos, en este caso la institución de educación superior de la cual se toma los datos para la propuesta, maneja una licencia Creative Commons (“Creative Commons,” 2014), la cual permite que mediante diferentes tipos de acceso se pueda distribuir, remezclar, retocar y crear a partir de una fuente original de manera no comercial, considerando en autor de los datos.

3.2. Modelado

El modelado de la ontología, es la siguiente actividad a realizar dentro ciclo de vida de Datos Enlazados. Una vez que se la seleccionado y definido las URIs para las fuentes de datos, se procede a desarrollar el modelo ontológico de planificación de cursos.

Para la construcción de la ontología se emplea la Metodología NeOn (Suárez-Figueroa, 2010), la cual implica el desarrollo de las siguientes actividades:

3.2.1. Especificación de requisitos

Se debe especificar claramente los requisitos que cubrirá la ontología, para esto es necesario generar el Documento de Especificación de Requisitos Ontológicos, que contiene el propósito, alcance, tipos de usuarios, requisitos funcionales y no funcionales de la ontología, terminología y su frecuencia, y, las preguntas de competencia que deberá la ontología responder.

3.2.2. .Planificación

La actividad de planificación contendrá el esquema de planificación determinado para el trabajo de la ontología, en este caso, trabajaremos con los tres primeros escenarios de la metodología NeOn, los cuales van desde la especificación hasta la implementación, pasando por el reuso de recursos ontológicos y no ontológicos. El proceso de planificación seleccionado para el presente trabajo, es el iterativo incremental, permitiendo que se genere un proceso recurrente que apoya a la construcción de una red de ontologías, mediante el reuso de recursos.

3.2.3. Reuso de recursos ontológicos

El reuso de recursos ontológicos es una de las actividades más relevantes dentro del proceso de construcción de la ontología. El reuso de los recursos se realiza en base a las necesidades que se establecen en la espe-

cificación de requisitos. El objetivo de reusar recursos existentes es que ayuda a reducir tiempo y costo en el desarrollo de la ontología.

Dentro del dominio de planes de curso, se reusa ontologías de dominio, enfocadas principalmente a representar conocimiento específico de un dominio particular. Para su búsqueda y selección se emplean buscadores de ontologías, para realizarlo hemos empleado LOV (Linked Open Vocabulary), un repositorio de recursos ontológicos. Las ontologías de dominio empleadas en esta propuesta se detallan en la Tabla 3.

Tabla 3. Recursos ontológicos reutilizables para el dominio de Planes de Curso

Name	URI	PREFIX
Organization	http://www.w3.org/ns/org#Organization	org: Organization
University	http://vivoweb.org/ontology/core#University	vivo:University
Faculty	http://purl.org/vocab/aiiso/schema#Faculty	aiiso:Faculty
School	http://purl.org/vocab/aiiso/schema#School	aiiso:School
Programme	http://purl.org/vocab/aiiso/schema#Programme	aiiso:Programme
Subject	http://purl.org/vocab/aiiso/schema#Subject	aiiso:Subject
Department	http://purl.org/vocab/aiiso/schema#Department	aiiso:Department
Research Group	http://purl.org/vocab/aiiso/schema#ResearchGroup	aiiso:ResearchGroup
Country	http://purl.org/ontology/places#Country	place:Country
City	http://purl.org/ontology/places#City	place:City
Person	http://xmlns.com/foaf/0.1/Person	foaf:Person
Course	http://purl.org/vocab/aiiso/schema#Course	aiiso:Course
Bibliography Resource	http://purl.org/dc/terms/BibliographicResource	dcterms:Bibliographic Resource

Los recursos ontológicos que han sido seleccionados para su reutilización, se integran a la ontología de planes de curso, generando una red de ontologías que representan el dominio académico.

3.2.4. Recursos no ontológicos

Al igual que la selección de recursos ontológicos que se realiza en la actividad anterior, es necesario evaluar el reuso de recursos no ontológicos que se puedan emplear en la ontología de planes de cursos. La búsqueda de este tipo de recursos se realiza en sitios relacionados con el do-

minio del trabajo y de la institución involucrada, de esta forma para los planes de curso, se ha seleccionado la base de datos del Sistema de Planes, del cual se extraerá los datos para ser publicados.

3.2.5. Reingeniería de recursos no ontológicos

La metodología presenta en este escenario, el proceso de reingeniería de recursos no ontológicos. Los recursos no ontológicos seleccionados, requieren de una transformación a recursos ontológicos para poder ser integrados a la ontología de planes de curso. Se evalúa el recurso, en este caso la base de datos del Sistema de Planes, revisando su modelo relacional y evaluando cada uno de los conceptos para identificar cuales representarían una clase y que atributos una propiedad.

La transformación del recurso no ontológico, se realiza mediante el esquema ABox, debido a que se debe transformar el contenido de la base de datos en instancias de la ontología, en la Figura 2, se muestra un esquema de la transformación realizada para el dominio de planes de curso.

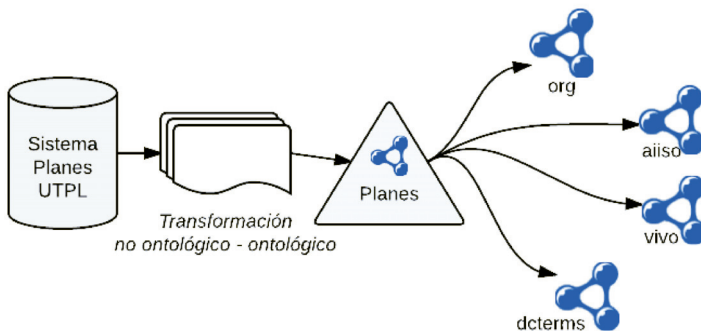


Figura 2. Transformación de recursos no ontológicos a ontológicos para planes de curso

3.2.6. Conceptualización de la ontología

La actividad de conceptualización tiene como finalidad de representar el modelo de la ontología en el cual se integran los recursos que han sido reusados y transformados para el dominio de planes de curso. En la Figura 3, se observa el modelo conceptual creado de la ontología.

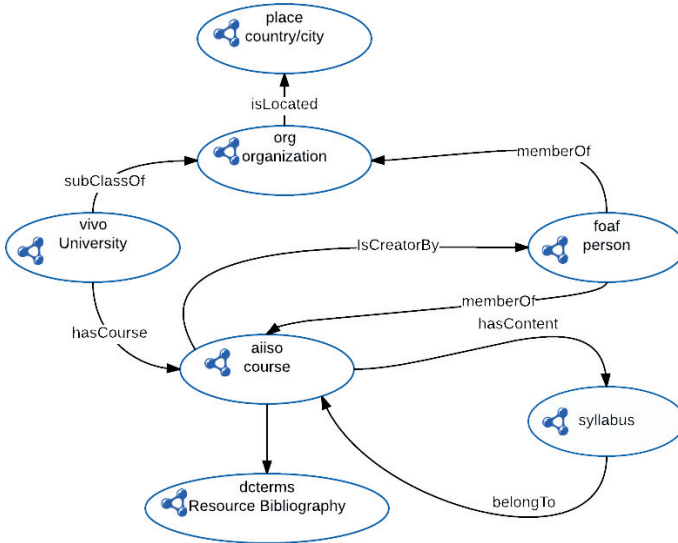


Figura 3. Modelo conceptual de la ontología de planes de curso

3.2.7. Implementación y evaluación de la ontología

La ontología es implementada y validada una vez que ha sido construida. Para la implementación, se usa la herramienta Protegé 4.3 (Horridge *et al.*, 2011), la cual es gratuita y es un editor potente para la construcción de ontologías.

Para la validación de la ontología se emplea los validadores de la herramienta Oops-Ontology Pitfall Scanner (Poveda-Villalón *et al.*, 2013), un validador para detectar errores comunes que se puedan cometer en la ontología.

3.3. Generación

La tercera fase del ciclo de vida de Datos Enlazados, trabaja con la generación de las fuentes de datos a formato RDF (Resource Description Framework). Para la generación de los datos es necesario conocer claramente el dominio de los datos que se van a transformar, tarea que se realiza en la fase de especificación y seleccionar una herramienta que apoye en la transformación. Para el contexto de planes de curso, se trabaja con Google Refine, la cual es considerada como una potente herramienta para la limpieza, transformación y vinculación de datos. En la Figura 4, se presenta una muestra de la transformación realizada en la herramienta.

RDF Schema Alignment

The RDF schema alignment skeleton below specifies how the RDF data that will get generated from your grid-shaped data. The cells in each record of your data will get placed into nodes within the skeleton. Configure the skeleton by specifying which column to substitute into which node.

Base URI: <http://data.utpl.edu.ec/planes/resource/> edit

RDF Skeleton

This is a sample turtle representation of (up)to the first 10 rows

```

@prefix rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>.
@prefix foaf: <http://xmlns.com/foaf/0.1/>.
@prefix owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>.
@prefix xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>.
@prefix aliso: <http://purl.org/vocab/aliso/schema#>.
@prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>.
@prefix ladi: <http://data.utpl.edu.ec/lad/vocabulary#>.

<http://data.utpl.edu.ec/academic-data/resource/Evaluation/91> a ladi:Evaluation ;
    ladi:Evaluation "91" ;
    ladi:instrument "Actividades en clase y deberes" ;
    ladi:percentage "20" ;
    ladi:score "4" .

<http://data.utpl.edu.ec/academic-data/resource/Course/37> a aliso:Course ;
    ladi:hasEvaluation <http://data.utpl.edu.ec/academic-data/resource/Evaluation/91> .

<http://data.utpl.edu.ec/academic-data/resource/Evaluation/92> a ladi:Evaluation ;
    ladi:Evaluation "92" ;
    ladi:instrument "Evaluaciones parciales" ;
    ladi:percentage "30" ;
    ladi:score "6" .

<http://data.utpl.edu.ec/academic-data/resource/Course/37> ladi:hasEvaluation <http://data.utpl.edu.ec/academic-data/resource/Evalua

<http://data.utpl.edu.ec/academic-data/resource/Evaluation/93> a ladi:Evaluation ;
    ladi:Evaluation "93" ;
    ladi:instrument "Examen Bimestral" ;

```

OK Cancel

Figura 4. Generación de datos a RDF en Google Refine para planes de cursos

3.4. Enlazado

La cuarta fase tiene como objetivo, seleccionar otros conjuntos de datos, que representen similar conocimiento sobre el mismo dominio de datos. Una vez seleccionados se procede a generar los enlaces de las URIs propias con URIs externas, con el fin de representar las relaciones con otras fuentes de datos.

Para los datos de planes de curso se han encontrado fuentes similares en el repositorio del Proyecto Linked Open Data, el cual posee información académica que representará algunos conceptos del dominio de trabajo.

Para el enlazado de datos, se emplea la herramienta Silk Workbench, la cual da el soporte necesario para realizar la vinculación de fuentes de datos, evaluando si las distintas fuentes cumplen con las características necesarias para realizar el proceso de enlazado. En la Figura 5, se observan algunos enlaces generados con una fuente externa.

```
@prefix rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#> .
@prefix data: <http://data.utpl.edu.ec/planes/vocabulary#> .
@prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> .
@prefix aiiso: <http://purl.org/vocab/aiiso/schema#> .
@prefix owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#> .
<http://data.utpl.edu.ec/planes/resource/Department/10009> owl:sameAs <http://data.utpl.edu.ec/utpl/od/resource/Department_Arquitectura_Y_Artes> .
<http://data.utpl.edu.ec/planes/resource/Department/10007> owl:sameAs <http://data.utpl.edu.ec/utpl/od/resource/Department_Finanzas_Y_Contabilidad> .
<http://data.utpl.edu.ec/planes/resource/Department/10015> owl:sameAs <http://data.utpl.edu.ec/utpl/od/resource/Department_Ciencias_De_La_Comunicación> .
<http://data.utpl.edu.ec/planes/resource/Department/10004> owl:sameAs <http://data.utpl.edu.ec/utpl/od/resource/Department_Ciencias_De_La_Salud> .
<http://data.utpl.edu.ec/planes/resource/Department/10003> owl:sameAs <http://data.utpl.edu.ec/utpl/od/resource/Department_Ciencias_Agropecuarias_Y_De_Alimentación> .
<http://data.utpl.edu.ec/planes/resource/Department/10011> owl:sameAs <http://data.utpl.edu.ec/utpl/od/resource/Department_Lenguas_Modernas_Y_Literatura> .
```

Figura 5. Enlazado del dominio de planes de curso con una fuente externa

3.5. Publicación

En la quinta fase del ciclo de vida de Datos Enlazados, se realiza la publicación de los datos RDF para el dominio de planes de curso. La publicación de datos implica el almacenamiento de los datos en un repositorio, se ha empleado Virtuoso Server para realizarlo y para el proceso de publicación de los datos, se usa la herramienta de Pubby, la que nos permitirá visualizar y navegar los datos del dominio.

4. CONCLUSIONES

El modelo ontológico propuesto esquematiza claramente los datos que representan el dominio de planificación de un curso, permitiendo que sean debidamente publicados bajo las mejores prácticas de Datos Enlazados. La publicación de datos académicos de esta índole mejora el manejo de información de una institución de educación superior, otor-

gando mayor visibilidad, apertura y control de los datos generados en cada periodo académico.

El uso de tecnología semántica, permite que podamos tener la descripción de los datos con un significado preciso y claro. El empleo de la metodología NeOn permitió que se genere la construcción de una red de ontologías, en la cual se comparta el conocimiento de diferentes recursos ontológicos integrados en un solo modelo. El ciclo de vida de Datos Enlazados empleado para la publicación, proporciona una metodología de trabajo detallada para esta propuesta, cada fase es concisa y clara, permitiendo la publicación de datos que se encuentran enlazados a otras fuentes de datos externas, compartiendo conocimiento y vinculando a otros datos de diversas instituciones.

Referencias Bibliográficas

- McGUINNESS, Deborah & VAN HARMELEN, Frank. 2004. **Web Ontology Language: OWL**. Disponible en <https://www.w3.org/TR/2004/REC-owl-features-20040210/>. Consultado el 15.05.2015.
- ANTONIOU, Gregoris & VAN HARMELEN, Frank. 2008. **A Semantic Web Primer**. Ed. MIT Press. Second, London (England).
- BERNERS-LEE, Tim. 2009. Linked Data- Design Issues. Disponible en <http://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData>. Consultado el 20.05.2015.
- BERNERS-LEE, Tim; HENDLER, James & LASSILA, Ora. 2001. The Semantic Web: A new form of Web content that is meaningful to computers will unleash a revolution of new possibilities. *Scientific American*.
- Creative Commons. 2014. Disponible en <https://creativecommons.org/>. Consultado el 18.09.2015.
- GRUBER, Thomas. 1993. **A Translation Approach to Portable Ontology Specifications**. *Knowledge Acquisition*.
- HORRIDGE, Matthew. 2011. *A Practical Guide To Building OWL Ontologies. Using Protegé 4 and COE-ODE Tools*. Edition 1.3. Matrix, 1.3, 0–108.
- PIEDRA, Nelson; CADME, Elizabeth & CHICAIZA, Janneth. 2014. Representación Semántica del marco metodológico para la implantación de desarrollos curriculares virtuales accesibles ESVI-AL. Ática 2014.
- POVEDA-VILLALON, María; SUÁREZ-FIGUEROA, María del Carmen & GÓMEZ-PÉREZ, Asunción. 2013. *A PITFALL CATALOGUE AND OOPS?!: AN APPROACH TO ONTOLOGY*.

SUÁREZ-FIGUEROA, María del Carmen. 2010. Neon methodology for building ontology networks: Ontology specification.

VILLAZÓN-TERRAZAS, Boris; VILA-SUERO, Daniel; GARIJO, Daniel; VILCHES-BLÁSQUEZ, Luis; POVEDA-VILLALÓN, María; MORA, José; CORCHO, Oscar & GÓMEZ-PÉREZ, Asunción. 2012. Publishing Linked Data-There is no One-Size-Fits-All Formula. European Data Forum 2012.

VILLAZÓN-TERRAZAS, Boris; VILCHES-BLÁSQUEZ, Luis; CORCHO, Oscar & GÓMEZ-PÉREZ, Asunción. 2011. Methodological Guidelines for Publishing Government Linked Data. Springer New York, 1–23.