

Ontología DHARMA para la construcción de arquitectura de sistemas empresariales

Wilson Pérez¹, Karina Abad¹, Juan Pablo Carvalho², Mauricio Espinoza¹, Víctor Saquicela¹

¹ Departamento de Ciencias de la Computación, Universidad de Cuenca, Av. 12 de Abril s/n y Agustín Cueva, Cuenca, Ecuador, 010150.

² Escuela de Ingeniería de Sistemas y Telemática, Universidad del Azuay, Av. 24 de Mayo 7-77 y Hernán Malo, Cuenca, Ecuador, 010150.

Autores para correspondencia: {wilson.perez, karina.abadr, mauricio.espinoza, victor.saquicela}@ucuenca.edu.ec, jpcarvalho@uazuay.edu.ec

Fecha de recepción: 19 de junio del 2016 - Fecha de aceptación: 24 de julio del 2016

ABSTRACT

The construction of enterprise context models, a fundamental tool for the design of modern information systems, is usually a cumbersome task, largely as a consequence of the lack of communication between administrative staff and technical consultants in charge of its construction. In order to make this task easier, previous works proposed the reuse of context elements identified in various industrial cases, which have been packaged and stored in a catalog specifically designed for this purpose. The authors propose to go one step further, using semantic technologies to exploit the catalog, storing its content in a semantic repository designed to support the construction of context models. In order to construct the repository, NeOn ontology was adopted to develop a network ontology which integrates different domains and their vocabularies, based on different scenarios that allows the capturing of the requirements, reuse and enrichment of ontologies.

Keywords: DHARMA Method, NeOn methodology, network ontologies, systems architecture, information systems, istar.

RESUMEN

La construcción de modelos del contexto empresarial, herramienta fundamental para el diseño de sistemas de información modernos, es generalmente una tarea difícil de conducir, en gran medida debido a la falta de comunicación entre los interesados de la parte administrativa y los consultores técnicos encargados de su construcción. Con el fin de facilitar esta tarea, en trabajos previos hemos propuesto la reutilización de elementos de contexto identificados en diversos casos industriales, los cuales han sido empaquetados y almacenados en un catálogo específicamente diseñado para este propósito. En este artículo proponemos ir un paso adelante, utilizando tecnologías semánticas que permitan explotar el catálogo, almacenando sus contenidos en un repositorio semántico específicamente diseñado para soportar la construcción de modelos de contexto. Para la construcción del repositorio se ha utilizado la metodología NeOn, que permite desarrollar una red de ontologías que integre distintos dominios y sus vocabularios, en base a distintos escenarios que permiten la captura de requerimientos, la reutilización y el enriquecimiento de ontologías.

Palabras clave: Método DHARMA, metodología NeOn, red de ontologías, arquitectura de sistemas, sistemas de información, istar.

1. INTRODUCCIÓN

Las empresas modernas se sustentan en Sistemas de Información (SI) diseñados para gestionar la creciente complejidad de las interacciones con su contexto y su operación. La Arquitectura Empresarial (EA- por sus siglas en inglés) (The Open Group, 2009) es un enfoque cada vez más aceptado, el cual abarca varios niveles de diseño arquitectónico que partiendo de la estrategia de negocio permiten identificar la Arquitectura de SI. Con el fin de apoyar a este proceso, se ha propuesto el método DHARMA (Carvallo & Franch, 2009), que permite descubrir arquitecturas de SI empresariales partiendo de la construcción de Modelos de Contexto (MC) expresados en notación i^* . La aplicación de este método en varias experiencias industriales, permitió identificar un catálogo de patrones (Carvallo & Franch, 2012), los cuales pueden ser usados a modo de plantillas para facilitar la construcción de MC. Los patrones identificados almacenan conocimiento representado mediante modelos i^* de Dependencias Estratégicas (SD), incluyendo actores de contexto genéricos y sus dependencias estratégicas, algunas de las cuales se encuentran parametrizadas. A pesar de su interés práctico, este catálogo presenta las limitaciones típicas de los artefactos sintácticos, entre las que se cuenta la dificultad de realizar consultas en un lenguaje más natural o la identificación de antonimias y sinonimias entre otros. Debido a ello, en este trabajo proponemos la creación de la ontología DHARMA, que integra diversos dominios ontológicos y sus respectivos vocabularios, en una red ontológica específicamente diseñada para soportar este método y sus actividades. La estructura del repositorio semántico resultante permitirá mejorar la búsqueda de elementos y la construcción de MC expresados en notación i^* .

El artículo se estructura en 5 secciones en adición a la introducción. La sección 2 presenta los antecedentes y trabajos relacionados; la sección 3 el diseño de la red de ontologías DHARMA; y la sección 4, la implementación de la misma. La sección 5 presenta algunos resultados y validación de la red resultante y finalmente, en la sección 6 se presentan las conclusiones y trabajo futuro.

2. ANTECEDENTES Y TRABAJOS RELACIONADOS

En esta sección, se describen conceptos previos requeridos para entender el alcance de la propuesta. Concretamente se introduce a la metodología NeOn para la creación de una red de ontologías, y las características de la herramienta que la soporta. También se describe el Método DHARMA, cuyas actividades se espera sean soportadas por la red ontológica resultante de este trabajo.

2.1. La metodología NeOn

La metodología NeOn guía el ciclo de vida de una red de ontologías; se orienta en la reutilización de recursos existentes en el dominio y la evolución dinámica de la red de ontologías. NeOn ofrece: i) nueve escenarios enfocados en la reutilización de los recursos ontológicos y no ontológicos, la reingeniería y la fusión; ii) un glosario de procesos y actividades involucradas en el desarrollo; y iii) pautas metodológicas para diferentes procesos y actividades. La Metodología está soportada por la herramienta que lleva el mismo nombre (NeOn-toolkit)¹, la cual cuenta con métodos y complementos de software para la gestión del conocimiento que cubre cada uno de los escenarios de la metodología (Haase *et al.*, 2008).

2.2. El método DHARMA

El método DHARMA (Discovering Hybrid ARchitectures by Modelling Actors) (Carvallo & Franch, 2009) permite definir la Arquitectura de Sistemas (AS) utilizando el marco i^* para el modelado. El método DHARMA se sustenta en: i) los modelos de las fuerzas de mercado (Porter, 1980) diseñado para razonar acerca de las potenciales estrategias disponibles para hacerlo rentable y ayudar en el análisis de la influencia de las fuerzas de contexto; y ii) la cadena de valor (Porter, 1980) que engloba

¹ http://neon-toolkit.org/wiki/Main_Page.html

las actividades primarias de valor y de soporte. El método DHARMA se estructura en cuatro actividades:

- *Actividad 1: Modelado del contexto y el ámbito de la organización.* La organización y estrategia son estudiados en detalle, a fin de identificar el rol que juega en relación a su contexto.
- *Actividad 2: Modelado del contexto del SI.* Esta actividad propone la introducción de un SI en la organización y se analiza el impacto que éste tendría en relación a los elementos del MC.
- *Actividad 3: Descomposición de los objetivos del SI.* En esta actividad, las dependencias incluidas en el MC del SI son analizadas y descompuestas en una jerarquía de objetivos que son necesarios para satisfacer las dependencias estratégicas establecidas por los actores en su contexto.
- *Actividad 4: Identificación de la arquitectura del SI.* Finalmente, los objetivos incluidos en el modelo de *Razonamiento Estratégico* del SI son analizados y sistemáticamente agrupados en Actores del Sistema que representan dominios atómicos. Los objetivos son asociados en grupos de servicios bien definidos, en base a un análisis de las dependencias estratégicas con el entorno y una exploración del mercado de componentes existentes.

2.3. Trabajos relacionados

Najera *et al.* (2011) presentan un metamodelo² basado en ontologías para el marco de modelado *i**, denominada OntoiStar; en dicho trabajo se integran modelos representados en el lenguaje *i** o representados en cualquiera de sus variantes mediante el uso de ontologías. Najera (Vazquez *et al.*, 2013) desarrolla la metodología para la integración de los modelos ontológicos del marco *i** y sus variantes en base a la ontología OntoiStar; aplicando dicha metodología obtienen como resultado la ontología OntoiStar+.

Basados en la necesidad de realizar análisis semánticos del Método DHARMA, los autores Abad *et al.* (2015 & 2016) proponen la creación de un repositorio semántico de MC expresados en notación *i**. Dichos trabajos se basan en la Ontología OntoiStar para el modelado *i** y sobre ella se utiliza el vocabulario del Método DHARMA siguiendo los lineamientos establecidos en Abad *et al.* (2015), donde se han identificado varias dimensiones ortogonales útiles para clasificar recursos que permiten reutilizar elementos de MC. Es por eso que esta propuesta pretende cubrir la necesidad de poseer dependencias a varios vocabularios para abastecer las necesidades del Método DHARMA, por lo tanto, se propone el desarrollo de una red de ontologías bajo el nombre de DHARMA.

3. DISEÑO DE LA RED DE ONTOLOGÍAS DHARMA

En esta sección, se describe el procedimiento para el diseño de la red de ontologías DHARMA a partir de elementos incluidos en los modelos *i**, obtenidos como resultado de aplicar las dos primeras actividades del método DHARMA en distintos casos industriales. El diseño se ha realizado siguiendo los lineamientos de la metodología NeOn presentada en la sección 2.1, el cual propone nueve escenarios a partir de los cuales se puede construir una red ontológica. Por la naturaleza de este proyecto se ha visto conveniente reutilizar los escenarios 1: *Desde la especificación de la aplicación*³; 3: *Reutilización de recursos Ontológicos*⁴; y 8: *Reestructuración de recursos Ontológicos*.

Una red de ontologías es una colección de ontologías interconectadas, relacionadas entre sí a través de meta-relaciones (Haase *et al.*, 2006), donde las inconsistencias de los metadatos y las ontologías deben de ser controladas (Ji *et al.*, 2009).

² Un metamodelo es un modelo que define el lenguaje para poder expresar un modelo, http://www.ub.edu.ar/catedras/ingenieria/ing_software/ubftcwwdfd/glossary/glosary.htm.

³ <http://www.neon-project.org/web-content/media/book-chapters/Chapter-05.pdf>.

⁴ <http://mayor2.dia.fi.upm.es/www.neon-project.org/web-content/media/book-chapters/Chapter-11.pdf>.

3.1. Escenario 1.- Desde la especificación de la aplicación

La ontología DHARMA tiene como propósito la representación del conocimiento obtenida al aplicar el Método DHARMA (Carvalho & Franch, 2012) y la notación *i** (Yu, 1995) en el dominio Empresarial, con el fin identificar la arquitectura de un SI. El análisis a desarrollar en este escenario se enfocará en las actividades 1 y 2 del método DHARMA.

Para la captura de requerimientos ontológicos, se analizaron los trabajos presentados en (Abad & Carvalho, 2015), donde se realiza un análisis detallado de 29 empresas en los que se ha aplicado el Método DHARMA. Los trabajos se desarrollaron sobre empresas pertenecientes a diversos sectores de la industria y de distinto tamaño; el objetivo final fue determinar la AS requerida para cada caso. En base a ellos, se identificaron diversos elementos, que permitieron definir usuarios finales, usos, requerimientos funcionales y no funcionales de la ontología, los cuales se presentan en la Tabla 1, sección 4, 5 y 6 respectivamente. Los requerimientos funcionales se capturan en cuestionarios de pregunta-respuesta, categorizados en grupos de competencias (ver Tabla 1, sección 6b). Luego de aplicar cada una de las actividades del escenario, se obtiene el Documento de especificación de Requerimientos de la Ontología DHARMA, el cual se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Documento de especificación de Requerimientos de la Ontología DHARMA.

| | |
|--|--|
| 1 Propósito | |
| El propósito de construir la ontología DHARMA es la representación del conocimiento obtenida al aplicar el método DHARMA con el fin identificar la arquitectura de SI. | |
| 2 Alcance | 3 Lenguaje de implementación |
| La ontología se centra en las actividades 1 y 2 del método DHARMA. | La ontología tiene que ser desarrollada en el lenguaje OWL |
| 4 Usuarios finales | |
| Usuario 1. "Organización" es la empresa de la cual se va a realizar el Modelo de Contexto. | |
| 5 Usos finales | |
| Uso 1. Modelar un contexto. | |
| 6 Requerimientos ontológicos | |
| <i>a. Requerimientos no funcionales</i> | |
| RNF1. La ontología debe de ser construida en base a definición de estándares internacionales. RNF2. La ontología debe de ser construida en el idioma inglés. | |
| <i>b. Requerimientos funcionales: Grupos de preguntas de competencia</i> | |
| <i>PCG1. Organización (4 PC)</i> | |
| PC1. ¿Cuál es el nombre de la organización a modelar? Universidad de Cuenca PC2. ¿A qué sector pertenece la organización? Academia | |
| PC3. ¿Cuál es el tamaño de la organización? Mediana | |
| PC4. ¿Cuál es el tipo de industria de la organización? Educación | |
| <i>PCG2. Actor (4 PC)</i> | |
| PC5. ¿De qué tipo de usabilidad puede ser un actor? Genérico/Específico/Paramétrico PC10. ¿Cuál es el entorno de un actor? Interno/Externo | |
| PC19. ¿Cuál es el actor padre del actor específico "Bienes<Suministros>"? Bienes<Industria> PC20. ¿De qué tipo puede ser un actor? Organización, Persona, Hardware, Software | |
| <i>PCG3. Dependencia (2 PC)</i> | |
| PC11. ¿Cuál es el nivel de cobertura de una dependencia? Parcial/Total | |
| PC12. ¿Cuál es la usabilidad de una dependencia? Genérico/Específico/Paramétrico | |
| <i>PCG4. Usabilidad (8 PC)</i> | |
| PC6. ¿Cuál es un actor genérico? Cliente servicios | |
| PC7. ¿Cuál es un actor paramétrico? Proveedor de Bienes<Industria> PC8. ¿Cuál es un actor específico? Lava Cuenca | |
| PC9. ¿Cuál es el parámetro que distingue si un actor es genérico, paramétrico o específico? Usabilidad | |
| PC13. ¿Cuál es una dependencia genérica? Pagos puntuales | |
| PC14. ¿Cuál es una dependencia paramétrica? <Bienes> PC15. ¿Cuál es una dependencia específica? <Suministros> | |

Los requerimientos funcionales y no funcionales identificados fueron validados en base a las características propuestas en el estándar IEEE (ISO/IEC/IEEE_29148:2011(E), 2011), analizándose los siguientes puntos.

- *Exactitud* - Cada una de las preguntas pueden ser respondidas por la ontología y por lo tanto esta puede ser desarrollada.
- *Completo* - Con el grupo de trabajo se analizó el esquema generado y se confirmó que no existen requerimientos adicionales.
- *Consistente* - Luego de un análisis se puede observar que no existe conflicto entre los requerimientos establecidos.
- *Realista* - Los requerimientos cubren las actividades 1 y 2 del método DHARMA (Carvalho & Franch, 2012).

3.2. *Escenario 3.- Reutilización de recursos ontológicos: Guía metodológica para la reutilización de ontologías*

Para la creación de la red de Ontologías, se utilizó el escenario 3 de la metodología NEON, donde se describe las actividades a seguir para la reutilización de declaraciones ontológicas.

- *Actividad 1: Búsqueda de declaración de ontologías* - Para cubrir los requerimientos definidos previamente, se procede a realizar la búsqueda de diferentes ontologías que conceptualicen los conocimientos sobre: Organización, Actores, Dependencias, Usabilidad, Áreas y la Relación socio- técnico (Modelado *i**). Luego de analizar los conceptos del dominio, se encontró 5 ontologías: OntoiStar, OntoiStar+, Offer-job⁵, Classification⁶ y ValueChain⁷ que satisfacen diferentes requerimientos.
- *Actividad 2: Evaluación de la declaración de ontologías* - Analizando los conceptos de las ontologías en base a los requerimientos establecidos, se concluye que la ontología Offer-job y Classification cubren los requerimientos ontológicos relacionados a Organización (Ver Tabla 1, sección 6b PCG1); las ontologías OntoiStar y OntoiStar+ cubren el modelado *i** en su totalidad, respondiendo las preguntas relacionada al grupo Relación Socio-técnico (Ver tabla 1, sección 6b PCG6); y la ontología ValueChain cubre los requerimientos relacionados al área organizacional (Ver tabla 1, sección 6b PCG5).
- *Actividad 3. Selección de la declaración de ontologías* - Las ontologías Offer-job, Classification y ValueChain son utilizadas en su totalidad, en la red de ontologías, ya que cubren los requerimientos analizados en la *Actividad 2*. Como se presentó en la sección 2.3, debido a que la ontología OntoiStar+ es una extensión en conceptos y vocabulario a la ontología OntoiStar, se seleccionó dicha ontología para ser utilizada en la red de ontologías. Para los conceptos relacionados a las actividades 1 y 2 del Método DHARMA se procede a realizar el respectivo enriquecimiento de la ontología, proceso que se presenta en la sección 4.
- *Actividad 4. Integración de la declaración de ontologías* - En base a los lineamientos establecidos en (Suárez, 2010), se plantea la importación de las ontologías y el uso de dos modelos de integración para la creación de la red ontologías. El primer modelo “*Reutilización de las ontologías tal y cual como son definidas*”, es aplicable sobre las ontologías OntoiStar+ y ValueChain. Mientras que el concepto de “*Reingeniería Ontológica*” es aplicado en las ontologías Offer-job y Classification, debido a que poseen definiciones que no aportan conceptualmente a la Red de Ontologías DHARMA. El proceso de integración es presentado en la sección 4 de este trabajo.
- *Actividad 5. Detección de inconsistencias locales* - Se encontró que las ontologías Offer-job y Classification usan la ontología Región para definir el lenguaje, clima y región geográfica, por lo que se eliminó la importación de dicha ontología ya que no aporta conceptualmente a la Red de Ontologías DHARMA.

⁵ <http://mayor2.dia.fi.upm.es/oeg-upm/index.php/en/ontologies/99-hrmonology/index.html>

⁶ <http://mayor2.dia.fi.upm.es/oeg-upm/index.php/en/ontologies/99-hrmonology/index.html>

⁷ <https://www.dropbox.com/sh/jha49m684zrxlx3/AAA5J1YVqLmcX6HvYwbcrPORa?dl=0>

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA RED DE ONTOLOGÍAS DHARMA

En la sección 3.2, se presentaron las ontologías seleccionadas para la creación de la red de ontologías, las cuales cubren la mayor parte de los requerimientos analizados en la sección 3.1. En esta sección se procede a describir el procedimiento de enriquecimiento de la ontología utilizando el escenario 8 “Reestructuración de recursos Ontológicos” en base a grupos de requerimientos de PCG2 de Actor, PCG3 de Dependencia y PCG4 de Usabilidad (ver Tabla 1, sección 6b PCG2, 6b PCG3 y 6b PCG4 respectivamente). Se utilizó Neon-Toolkit para la creación de la red de ontologías DHARMA y Protégé⁸ en el proceso de enriquecimiento, debido a la facilidad de edición de ontologías.

En la Figura 1, sección a se presenta el meta-modelo de la Ontología DHARMA, donde se conceptualiza el método DHARMA a través de clases y relaciones (representado por las clases de color negro y las líneas de enlace) y las clases de las ontologías analizadas en la sección 3.2 (representada por clases de color Azul).

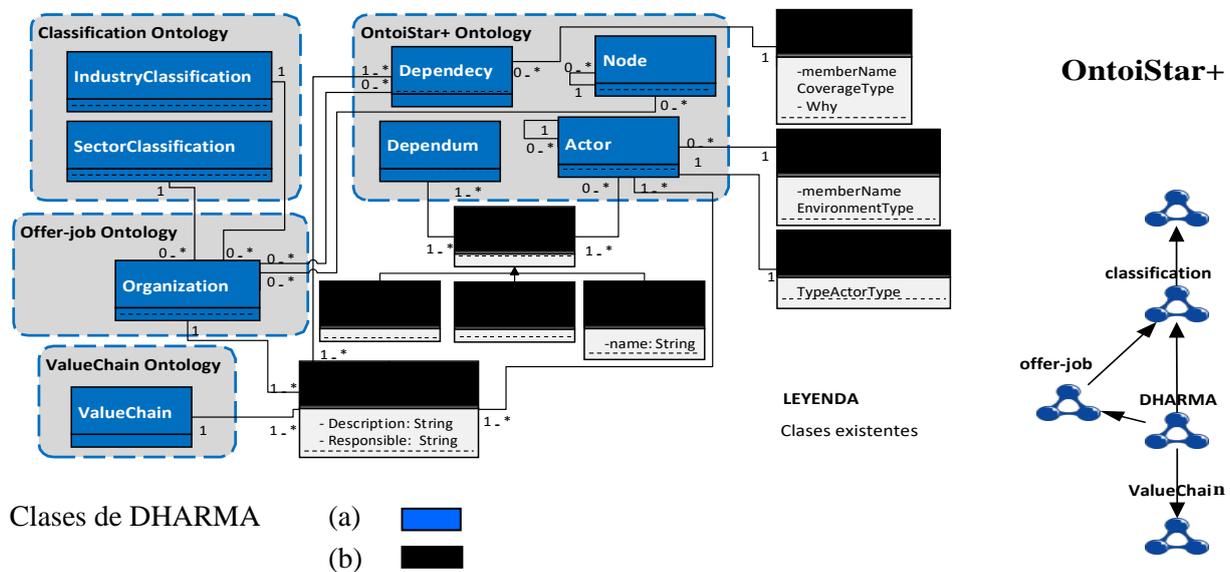


Figura 1. Resultados DHARMA.

Tabla 2. Fragmento del proceso de la transformación de un metamodelo a una ontología.

| (2a) Clase en el metamodelo | Clase de la Ontología | (2b) Clase en el metamodelo | Instancia de clase en la Ontología |
|---|--|----------------------------------|--|
| Coverage Environment | Coverage Environment | EnvironmentType TypeActorType | Internal, External Organization, Person |
| (2c) Metamodelo | | Ontología | |
| Source class: Administrator, Consultant; Destination class: | User =UnionOf{ Administrator, Consultant}, FormofUse =UnionOf{ Generic, Parametric, Specific } | | |
| (2d) Dataproperty | Dominio | | Rango |
| Specific_label | Specific | String String String | |
| OrganizationLabel | Organization | | |
| DescriptionAreaLabel | Area | | |
| Metamodelo | | Ontología | |

⁸ Protégé: software de adquisición de conocimiento para la edición de ontologías (<http://protege.stanford.edu>).

| (2e) Clase Fuente | Clase destino | <i>Object Property</i> | Dominio | Rango |
|-------------------|---------------|-------------------------------------|----------------|-----------------|
| Dependency | Coverage | has_Dependency_Coverage_source_ref | Dependency | Coverage Area |
| Dependency | Area | has_Dependency_Area_source_ref | Dependency | FormofUse |
| Actor | FormofUse | Actor_FormofUse_source_ref | Actor | FormofUse |
| Dependum | FormofUse | has_Dependency_FormOfUse_source_ref | Actor Dependum | FormofUse |
| (2f) Clase | Atributo | <i>Object Property</i> | Dominio | Rango |
| Environment | Type | has_Environment_EnvironmentType | Environment | EnvironmentType |
| TypeActor | Type | has_TypeActor_TypeActorType | TypeActor | TypeActorType |
| Coverage | Type | has_Coverage_CoverageType | Coverage | CoverageType |

El procedimiento a seguir se basa en las 5 reglas de transformación (Najera, 2011), las mismas que guían el proceso de convertir los constructores de un metamodelo en constructores ontológicos, como por ejemplo *classes*, *properties*, *dataproperty* y *axioms* (componentes esenciales del lenguaje owl)⁹. Dichas reglas son: *i*) Cada concepto, relaciones de conceptos y clases enumerativas son representadas como *class* en owl¹⁰ (ver Tabla 2 sección 2a); *ii*) cada elemento enumerativo es representado como una instancia de *class* en owl (ver Tabla 2 sección 2b); *iii*) cada propiedad de clase es representada como un *axioms* en owl (ver Tabla 2 sección 2c); *iv*) cada asociación es representada como *object property* en owl (ver Tabla 2 sección 2e); y *v*) cada tipo de enumeración es representado como un *data property* en owl (ver Tabla 2 sección 2f), y cada dato primitivo es representado como un *data properties* en owl (ver Tabla 2 sección 2d).

5. RESULTADOS Y VALIDACIÓN

La red de Ontologías DHARMA está formada por la reutilización de 4 ontologías (OntoiStar+, Offer-job, Classification y ValueChain) y el diseño de los conceptos de las actividades 1 y 2 del Método DHARMA. La ontología desarrollada contiene un total de 22 *classes* locales y 788 de importación; 6 *Data Properties* locales y 29 de importación; 19 *Object Properties* locales y 87 de importación; y 2 *Annotation Properties* locales y 6 de importación. La URI de la ontología creada es “<http://www.ucuenca.edu.ec/ontologies/DHARMA.owl#>” y se encuentra disponible públicamente¹¹, al igual que el documento de especificación de Requerimientos Ontológicos. En la Figura 1 *sección b* se visualiza el resultado del proceso y las respectivas relaciones entre las mismas.

Para la validación de la ontología propuesta, se procedió a poblarla, tomando diferentes MC analizados en Abad & Carvallo (2015). Debido a la extensión del proceso de creación del Repositorio Semántico, en este artículo se presenta una breve evaluación. En el trabajo presentado en Abad *et al.* (2016) se puede observar más a detalle el uso y la validación de la ontología en la creación del Repositorio Semántica DHARMA. En el siguiente ejemplo mediante una consulta SPARQL¹² se responde a las 4 interrogantes propuestas en el PCG1 Organización presentada en la *sección 3.1*. En la tabla 3 se presenta los resultados de ejecutar la consulta, donde las variables “*industry*” y “*sector*” consumen conceptos de la ontología classification; la variable “*size*” consume conceptos desde la ontología offer-job y la variable “*name*” desde la ontología DHARMA.

```
PREFIX dharma: <http://www.ucuenca.edu.ec/ontologies/DHARMA.owl#>
PREFIX job: <http://nazou.fiit.stuba.sk/nazou/ontologies/v0.6.17/offer-job#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
SELECT? sector, ?size, ?industry, ?name WHERE
{dharma:Organization/Universidad_de_Cuenca job:hasSize ?classSize.
dharma:Organization/Universidad_de_Cuenca dharma:has_Organization_Sector ?classSector.
dharma:Organization/Universidad_de_Cuenca dharma:has_Organization_IndustryClassification
?classIndustry.
```

⁹ <https://www.w3.org/TR/owl-guide/>

¹⁰ Lenguaje de Ontologías Web diseñado para ser usado en aplicaciones de contenido web

¹¹ <https://www.dropbox.com/sh/jha49m684zrxlx3/AAA5J1YVqLmcX6HvYwbcRPORa?dl=0>

¹² SPARQL es el lenguaje de consulta para contenido semántico. <http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/>

```

dharma:Organization/Universidad_de_Cuenca dharma:Organization_label ?name.
?classSize rdfs:label ?size . ?classSector rdfs:label ?sector . ?classSector rdfs:label ?industry.}
    
```

Tabla 3. Resultado de ejecutar la consulta SPARQL.

| Variable | Resultado | Ontología |
|----------|-----------------------|--|
| sector | Academic | http://nazou.fiit.stuba.sk/nazou/ontologies/v0.6.17/classification |
| size | Medium | http://nazou.fiit.stuba.sk/nazou/ontologies/v0.6.17/offer-job |
| industry | Education | http://nazou.fiit.stuba.sk/nazou/ontologies/v0.6.17/classification |
| name | Universidad de Cuenca | http://www.ucuenca.edu.ec/ontologies/DHARMA.owl# |

6. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Las ontologías pueden servir como apoyo a los procesos de modelado en los SI, como una base de conocimiento para la reutilización de información almacenada en las mismas. En este trabajo se presentó el desarrollo de la Red de Ontologías DHARMA que conceptualiza el conocimiento referente al Método DHARMA, con el objetivo de definir la EA de una organización utilizando la notación *i**.

Apoyados de la Metodología NeOn y basados en las Actividades 1 y 2 del Método DHARMA se desarrolló una red de ontologías, con el objeto de cubrir las diferentes secciones del dominio, para lo cual se reutilizaron diferentes ontologías y posteriormente se enriquecieron. Finalmente, se presentó la evaluación y los resultados obtenidos.

A futuro se pretende extender este trabajo para conceptualizar las actividades 3 y 4 del Método DHARMA, también utilizar razonadores semánticos sobre la ontología desarrollada y la implementación de módulos de sinonimia para así inferir acerca del conocimiento sobre modelos arquitectónicos en los SI. Además, se proyecta la implementación de un sistema de recomendación semántico partiendo de las áreas organizacionales identificadas en una empresa con el objetivo de modelar arquitecturas de los SI.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es parte del proyecto de investigación denominado “Hacia la identificación, validación y enriquecimiento semántico de patrones de modelos de contexto a ser utilizados como base para la definición de arquitecturas de sistemas de información empresariales”, financiado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca, Ecuador.

REFERENCIAS

- Abad, K., J.P. Carvallo, 2015. *Descubriendo patrones de modelos de contexto basados en i**. Maskana: Actas congreso TIC.EC (2015), 87-98.
- Abad, K., J.P. Carvallo, C. Peña, 2015. *iStar in practice: On the identification of reusable SD context models elements*. Proceedings of the Eighth International *i** Workshop (istar 2015), CEUR Vol-978, 43-48.
- Abad, K., J.P. Carvallo, M. Espinoza, V. Saquicela, 2015. Towards the creation of a semantic repository of *iStar*-based context models. *Trends and Applications in Software Engineering*, 125-137.
- Abad, K., J.P. Carvallo, M. Espinoza, V. Saquicela, 2016. Hacia la creación de un repositorio semántico de modelos de contexto basados en *i** y el método DHARMA. *Revista Ibérica de*

- Sistemas e Tecnologias de Informação (RISTI)*, 17, pp.41-56.
- Carvalho, J.P., X. Franch, 2009. *Descubriendo la arquitectura de sistemas de software híbridos: un enfoque basado en Modelos i**. "12th Workshop on Requirements Engineering". pp. 45-56.
- Carvalho, J.P., X. Franch, 2012. *Building strategic enterprise context models with i*: A pattern-based approach*. In: Aier et al. (Eds.): TEAR 2012 and PRET 2012, LNBIP 131, pp. 40-59.
- Group, T.O., 2009. *The Open Group: The Open Group Architecture Framework (TOGAF) version 9*. Disponible en <https://www.opengroup.org/togaf/>.
- Haase, P., H. Lewen, R. Studer, M. Erdmann, 2008. *The NeOn Ontology Engineering Toolkit*. Disponible en http://www.aifb.kit.edu/images/7/7e/2008_1757_Haase_The_NeOn_Ontolo_1.pdf.
- European Semantic Web Conference, *Disponible en http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?*
- Haase, P., R. Rudolph, Y. Wang, 2006. *D1.1.1 Networked ontology model*. NeOn: Lifecycle Support for Networked Ontologies, NeOn Integrated Project EU-IST-027595, pp. 1-60.
- ISO/IEC/IEEE_29148:2011(E), 2011. *Systems and software engineering - Life cycle processes - Requirements engineering*. ISO/IEC/IEEE 29148:2011(E), pp. 1-94.
- Ji, Q., P. Haase, Q. Guilin, P. Hitzler, S. Stadtmüller, 2009. *RaDON - Repair and diagnosis in ontology networks*. Lecture Notes in Computer Science, 5554, 863-867. Disponible en <http://corescholar.libraries.wright.edu/cse/181>.
- Najera, K., A. Martinez, A. Perini, H. Estrada, 2013. *An ontology-based methodology for integrating i* variants*. Proceedings of the 6th International i* Workshop (iStar 2013), CEUR Vol-978, pp. 1-6.
- Najera, K., A. Perini, M. Alicia, H. Estrada, 2011. *Supporting i* model integration through an ontology-based approach*. Proceedings of the 5th International i* Workshop (iStar 2011 CEUR), pp. 43-48.
- Porter, M., 1980. *Competitive strategy: Techniques for analyzing industries and competitors*. New York, NY: Free Press.
- Suárez, M.D., 2010. *NeOn methodology for building ontology networks: Specification, scheduling and reuse*. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid, Facultad de Informática, Departamento de Inteligencia Artificial, 288 pp.
- Yu, S., 1995. *Modelling strategic relationships for process reengineering*. Doctoral thesis, University of Toronto, Graduate Department of Computer Science, 131 pp.