



David Alfaro Siqueiros, Estudio para el mural 'Del porfirismo a la revolución', incluido --como muchos otros bocetos-- en la exposición 'La construcción de lo público'.



Modelo ontológico para gestión documental en instituciones de Educación Superior:

Un caso aplicado en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Daniel David Leal Lara

ddleall@correo.udistrital.edu.co/Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Sebastián Camilo Vanegas Ayala

scvanegasa@correo.udistrital.edu.co/Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Jonathan Steven Capera Quintana

jscaperaq@correo.udistrital.edu.co/Universidad Distrital Francisco José de Caldas

RESUMEN

Este documento presenta los resultados de un proyecto para la elaboración de un esquema ontológico para la gestión documental de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, a través de la evaluación de los procesos elaborados por la universidad. Se describe el procedimiento para su elaboración a través de la metodología METHONTOLOGY y el uso de herramientas como el software Protégé, el lenguaje ontológico RDF y el lenguaje de consulta SPARQL para la realización de las actividades definidas en el marco de la metodología propuesta. El proyecto se divide en un conjunto de fases definidas como Especificación, Conceptualización, Formalización, Implementación y Mantenimiento, donde se establecen las actividades relacionadas con la motivación de la construcción del esquema ontológico, la obtención de un esquema conceptual, su representación formal y traducción a un lenguaje ontológico para la construcción de un modelo computable.

Palabras Clave

Esquema Ontológico, Gestión Documental, METHONTOLOGY, Protégé, RDF, SPARQL.

ABSTRACT

This document presents the results of a project for the elaboration of an ontological scheme for the document management of the Francisco José de Caldas District University, through the evaluation of the processes elaborated by the university. The procedure for its elaboration is described through the METHONTOLOGY methodology and the use of tools such as the Protégé software, the RDF ontological language and the SPARQL query language to carry out the activities defined in the framework of the proposed methodology. The project is divided into a set of phases defined as Specification, Conceptualization, Formalization, Implementation and Maintenance, where the activities related to the motivation of the construction of the ontological scheme, the obtaining of a conceptual scheme, its formal representation and translation into an ontological language for the construction of a computable model.

Key Words

Ontological Scheme, Document Management, METHONTOLOGY, Protégé, RDF, SPARQL.



INTRODUCCIÓN

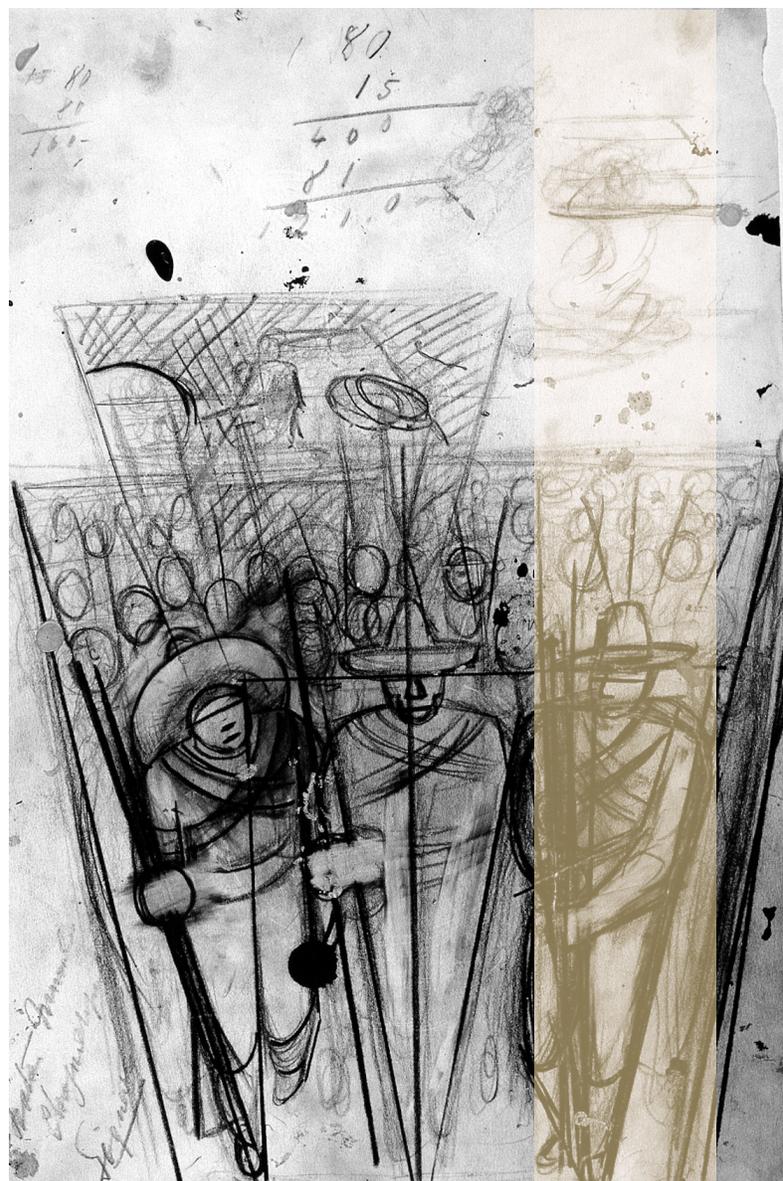
La seguridad digital es un factor importante en el manejo de la información, se desarrolla mediante mecanismos de protección de datos personales en Internet a través de la protección de identidad, seguridad en autenticación, protección de virus, entre otros, la cual, al ser vista como línea de investigación tiene una prioridad alta para el desarrollo tecnológico del país y la integración de la información. Este proceso está relacionado con Sistemas de Información, los cuales involucran procesos relacionados con extracción, limpieza, intercambio, transformación y carga de datos, así como bodegas de datos y federaciones de bases de datos. Esta, al ser una línea orientadora de investigación tiene una prioridad alta en el sector de las TICS en el gobierno (Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación, 2016).

Se busca que en el proceso de gestión documental en una entidad asociada al gobierno, se garantice la seguridad de los datos que conforman los documentos e insumos de los flujos de trabajo, que pueden contener información sensible y que está ligada al cumplimiento de leyes sobre su manipulación. Un acercamiento para trabajar este campo se da en el uso de ontologías basadas en seguridad las cuales por la característica de representar un conocimiento compartido se convierten en el mecanismo idóneo para proveer los medios para la interoperabilidad entre diferentes sistemas (Boiński, Orłowski, Szymanski, & Krawczyk, 2011)

Las ontologías, se han convertido en mecanismos propicios para el soporte en el intercambio de información dentro de procesos organizacionales e incluso se han podido establecer sistemas de construcción automática de ontologías a partir de modelos de domino obtenidos de bases de datos convencionales (Dixit, Sethi, Sharma, & Dixit, 2012). La representación del conocimiento en estos casos busca una forma de generalizar el análisis de documentos mediante la definición de flujos de trabajo, sets de datos y el uso de herramientas de software para la gestión

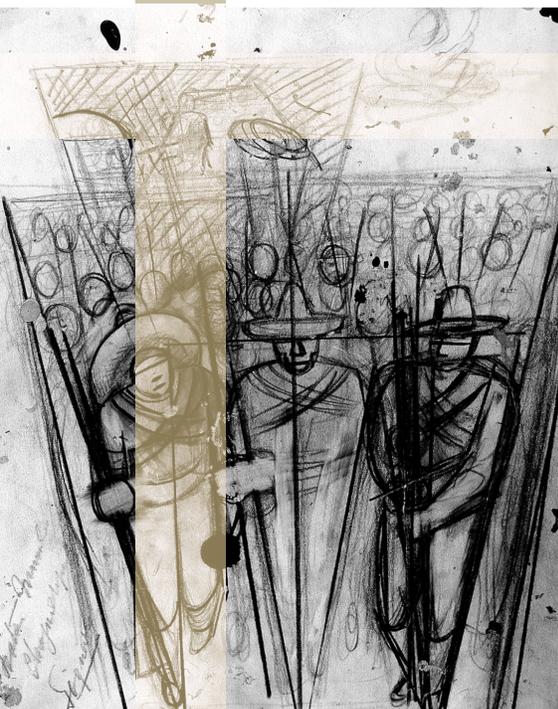
documental (Clausner & Antonacopoulos, 2018). El proyecto propuesto tiene como objetivo la creación de un esquema ontológico para la gestión documental de los procesos efectuados en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, para que pueda ser usado en un prototipo de software que permita establecer la trazabilidad de los documentos y fortalecer el ejercicio de la acreditación institucional de la organización.

Dentro de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, es posible encontrar grupos de investigación con líneas de trabajo relacionadas con el desarrollo de sistemas para la gestión



documental o relacionada con la seguridad informática, como lo son el grupo GIIRA y el grupo interoperabilidad tecnológica y semántica INTECSE (Colciencias, 2017). Ejemplos de trabajos relacionados con el uso de ontologías para la representación del conocimiento aplicadas en la academia, y que han sido propuestas por estudiantes de la universidad, tienen que ver con proyectos para la gestión de trabajos de grado de la universidad (Padilla Castro & Abreo Rojas, 2012), la caracterización de zonas y opciones de cultivo (Alfonso Casallas & Ariza Riaño, 2019), así como la representación de objetos de simulación interactiva en entornos digitales de aprendizaje (Cuspoca Ruiz, 2015). Mediante la interacción con los grupos de investigación, el trabajo colaborativo con los entes

administrativos de la universidad y la determinación del accionar de la organización frente a un análisis de los procesos que se encuentran definidos por la Oficina Asesora de Planeación y Control, cuya consulta está disponible al público general mediante el Sistema Integrado de Gestión de la Universidad Distrital, se cuenta con las capacidades necesarias para una propuesta del estilo planteado. Este proyecto hace uso de la metodología METHONTOLOGY para determinar las fases para la elaboración del esquema ontológico propuesto, así como herramientas de consulta como SPARQL, que a través del lenguaje ontológico RDF, permite dar una visión del funcionamiento de la ontología mediante la recuperación de la información que se genera al interior del esquema.



David Alfaro Siqueiros,
'Estudio de soldados para el mural del Castillo de Chapultepec'.

MARCO TEÓRICO

Ontología

Gruber (Gruber, 1993) definió una ontología como “una especificación explícita de una conceptualización”. Esta definición se convirtió en la literatura más citada por la comunidad ontológica. Basado en la definición de Gruber, se propusieron muchas definiciones de lo que es una ontología. Borst (Borst, 1997) modificó ligeramente la definición de Gruber: “Las ontologías se definen como una especificación formal explícita de una conceptualización compartida”. Las definiciones de Gruber y Borst se han fusionado y explicado por Studer y colegas (Studer, Benjamins, & Fensel, 1998) de la siguiente manera: “La conceptualización se refiere a un modelo abstracto de algún fenómeno en el mundo al identificar los conceptos relevantes de ese fenómeno. Explícita, significa que el tipo de conceptos utilizados y las restricciones sobre su uso están explícitamente definidos. Formal, se refiere al hecho de que la ontología debe ser legible por máquina. Compartida, refleja la noción de que una ontología captura el conocimiento consensuado, es decir, no es algo particular de un individuo, sino que es aceptado por un grupo”.

Gestión documental

La gestión documental es el conjunto de normas técnicas y prácticas enfocados en la revisión, almacenamiento y recuperación de los documentos y de la información relevante. Tienen como objetivo administrar correcta y organizadamente la información de la entidad, ya sea gubernamental o una empresa de carácter público o privado (ATS Gestión, 2018).

La gestión documental se realiza con el soporte de tecnologías y sistemas de información como lo pueden ser sistemas de gestión de bases de datos, ya sean relacionales o no-sql, sistemas de archivos, servidores web, protocolos de comunicaciones, infraestructura de red y aplicativos que garanticen la disponibilidad, integridad y seguridad de los datos.

El uso de sistemas de gestión documental presenta una mejora considerable en los procesos de administración de los documentos y la información, al estar estos representados de manera organizada, jerárquica y óptima. A su vez, representa una mejora de los procesos, programas y sistemas existentes en la organización (ATS Gestión, 2018).

Web semántica

La Web Semántica es una Web extendida, dotada de mayor significado en la que cualquier usuario en Internet podrá encontrar respuestas a sus preguntas de forma más rápida y sencilla gracias a una información mejor definida.

Al dotar a la Web de más significado y, por lo tanto, de más semántica, se pueden obtener soluciones a problemas habituales en la búsqueda de información gracias a la utilización de una infraestructura común, mediante la cual, es posible compartir, procesar y transferir información de forma sencilla. Esta Web extendida y basada en el significado, se apoya en lenguajes universales que resuelven los problemas ocasionados por una Web

carente de semántica en la que, en ocasiones, el acceso a la información se convierte en una tarea difícil y frustrante (W3C, 2019).

RDF

RDF (Resource Description Framework) es un modelo de metadatos de hace uso de XML para describir todo tipo de datos, entre los que se encuentran sitios web. Este modelo les permite a las aplicaciones realizar un intercambio de información esquematizada a través de las relaciones que se presentan entre los objetos representados (Celaá Morales, 2010).

Existen tres tipos de representaciones asociadas a un RDF, las cuales pueden ser mediante:

- 1) **Grafos:** En donde se definen los datos como nodos, y las relaciones entre éstos a través de las aristas. La dirección de las flechas representa la dirección y flujo de información entre los nodos del grafo.
- 2) **Tradicional:** El RDF se puede representar por sí mismo, a través de tripletas que unen objetos, atributos y valores.
- 3) **Representaciones XML:** Hace referencia a utilizar el lenguaje XML equivalente al concepto RDF, haciendo uso de etiquetas de apertura y cierre para limitar el valor del atributo correspondiente al concepto específico.

A continuación, se especifican los elementos básicos que conforman la estructura de RDF (Celaá Morales, 2010):

- 1) **Objeto:** Hace referencia a un recurso que puede ser una página web completa, o un elemento HTML o XML específico dentro del código fuente de la página o documento. No es necesario utilizar la Web para acceder a un recurso, ya que estos también son identificados a través de URIs (Universal Resource Identifier).
- 2) **Atributo o propiedad:** Hace referencia a un

aspecto específico, característica o relación utilizado para describir un recurso

- 3) **Valor:** Hace referencia al valor de un objeto para un atributo determinado.

SPARQL

SPARQL es un lenguaje de consulta orientado a la recuperación de información almacenada en RDF. Es el estándar recomendado por la W3C para las consultas dentro de la Web semántica. Mediante este lenguaje, los desarrolladores y usuarios finales pueden representar y utilizar los resultados obtenidos en las búsquedas a través de una gran variedad de información, como son datos personales, redes sociales y metadatos sobre

recursos digitales como música e imágenes, y documentos o noticias relevantes (W3C, 2013) La sintaxis de SPARQL es similar a la de SQL, añadiendo algunas modificaciones para facilitar el análisis sintáctico del lenguaje. Se asemejan a las consultas SQL al tener un lenguaje semejante. La consulta se divide por bloques; el primero incluye los prefijos utilizados en la consulta. En el segundo bloque se indica el tipo de operador según lo que se quiera realizar y se indican las variables sobre las cuales se desea almacenar el resultado de la consulta.

En el tercer bloque se tiene la sentencia condicional, donde está la consulta en sí, e incluye las condiciones que se tiene que dar en los RDF para que se realice la consulta sobre esa tripleta específica y se almacenan las variables del bloque anterior (Celaá Morales, 2010).

METODOLOGÍA

METHONTOLOGY es una metodología, creada en el Laboratorio de Inteligencia Artificial de la Universidad Técnica de Madrid (UPM), para construir ontologías desde cero, reutilizar otras tecnologías como son o mediante un proceso de reingeniería. El marco METHONTOLOGY permite la construcción de ontologías a nivel de conocimiento. Incluye: la identificación del proceso de desarrollo de ontología, un ciclo de vida basado en prototipos en evolución (mostrados en la figura 1) y técnicas particulares para llevar a cabo cada actividad

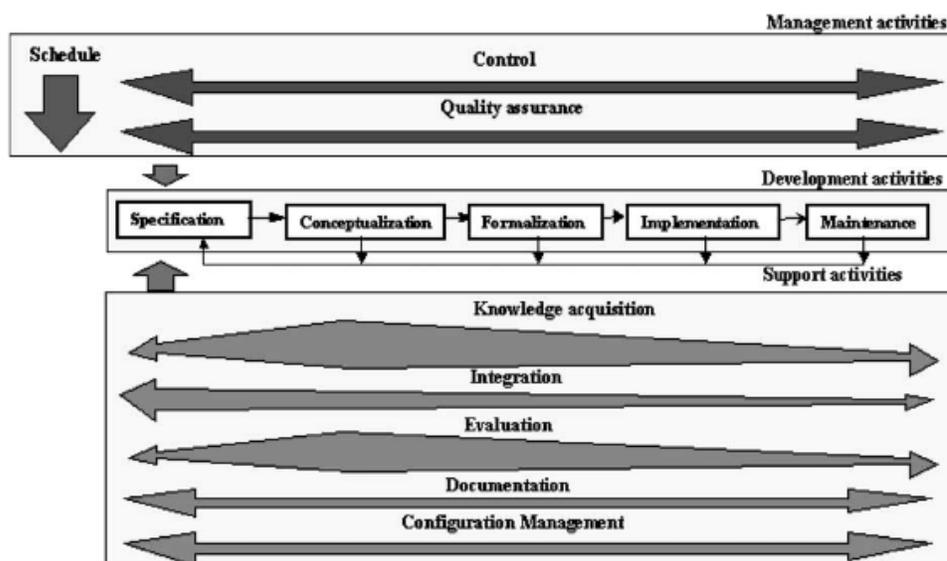


Figura 1. Ciclo de vida de una ontología. Tomado de https://www.researchgate.net/figure/Ontology-lifecycle-in-methontology_fig2_49911328.



(Fernández López, Gómez Pérez, Pazos Sierra, & Pazos Sierra, 1999). El proceso de desarrollo de la ontología identifica qué tareas se deben realizar al construir ontologías (programación, control, garantía de calidad, especificación, adquisición de conocimiento, conceptualización, integración, formalización, implementación, evaluación, mantenimiento, documentación y gestión de la configuración). El ciclo de vida identifica las etapas a través de las cuales pasa la ontología durante su vida útil, así como las interdependencias con el ciclo de vida de otras ontologías (Fernández López, Gómez Pérez, & Rojas Amaya, *Ontologies' crossed life cycles*, 2000). Finalmente, la metodología especifica las técnicas utilizadas en cada actividad, los productos que produce cada actividad y cómo deben evaluarse. La fase principal en el proceso de desarrollo de ontología utilizando el enfoque de METHONTOLOGY es la fase de conceptualización.

RESULTADOS

Especificación

Dentro de la fase de especificación del proceso de construcción del modelo ontológico se procede a determinar por qué se construye la ontología, cuál será su uso, y quiénes serán sus usuarios finales.

¿Por qué se construye la ontología?

La motivación se encuentra al realizar un análisis de la situación actual de la Universidad Distrital frente al manejo y manipulación de documentos en los procesos que rigen su accionar, en donde se evidencia que existe una carencia en el uso de software de gestión documental, impidiendo que se pueda llevar un registro de los documentos generados por los procesos, determinar su trazabilidad y facilitar las labores relacionadas con la auditoría y el cumplimiento de indicadores de gestión.

¿Cuál será su uso?

Se propone un modelo ontológico para el análisis y diseño de un prototipo de software para la gestión documental de la Universidad Distrital, que pueda brindar las herramientas para llevar el control y registro de los documentos resultado de la operación de los procesos desarrollados por la universidad y que permita soportar las actividades relacionadas con la administración y orientada a cumplir el enfoque de acreditación de alta calidad.

¿Quiénes serán sus usuarios finales?

Los usuarios finales del software de gestión documental propuesto, serán todas aquellas personas involucradas con la generación de documentos en los procesos de la Universidad Distrital y que involucran una gran parte de la comunidad académica, siendo el punto clave los procesos generados por la gestión administrativa de la universidad, cuya trazabilidad se requiere para el funcionamiento de los departamentos que conforman los subsistemas de la misma.

CONCEPTUALIZACIÓN

Para dar inicio a la fase de conceptualización se identifican los insumos que permitirán la construcción y organización del conocimiento requerido para la construcción de la ontología. Para ello se toma como base los procesos que hacen parte de la actividad de la Universidad Distrital, los cuales se encuentran definidos por la Oficina Asesora de Planeación y Control, cuya consulta está disponible al público general mediante el Sistema Integrado de Gestión de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, SIGUD.

El modelo de operación por procesos de la universidad se representa a través de una cadena de valor, conformada por cuatro (4) tipos de Macroprocesos y 22 Procesos, en la cual se identifica la interrelación de sus elementos y la generación de valor para garantizar la sostenibilidad de la institución y el cumplimiento de la misión (Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2017).

Los tipos de Macroprocesos son los siguientes:

- 1) **Procesos Misionales:** enmarca los procesos esenciales de la institución que están directamente relacionadas con la misión institucional y la satisfacción de las partes interesadas.
- 2) **Procesos Estratégicos:** enmarca los procesos a través de los cuales la institución genera los lineamientos, políticas y estrategias para el desarrollo y direccionamiento de los demás procesos.
- 3) **Procesos de Apoyo:** enmarca los procesos necesarios para gestionar los recursos institucionales que soportan el desarrollo de los demás procesos.
- 4) **Procesos de Control y Evaluación:** enmarca los procesos a través de los cuales se evalúa y controla el desarrollo de los demás procesos.

En la figura 2 se muestra un ejemplo de la estructura de los procesos de la Universidad Distrital, la cual se encuentra modelada a través del software Bizagi. En ella se plasma los departamentos y entes que participan en las actividades del proceso, que corresponden a la división horizontal de la estructura del proceso. Por otro lado, se definen las fases que conforman el proceso mediante la división vertical planteada.

Los principales factores a identificar de los procesos realizados en la Universidad Distrital tienen que ver con los puntos en los que se generan documentos para continuar con los trámites y actividades del proceso.

El resultado de la fase de conceptualización fue identificar los elementos y relaciones que se usarían para la construcción del modelo conceptual de la ontología el cual se puede observar en la figura 3.

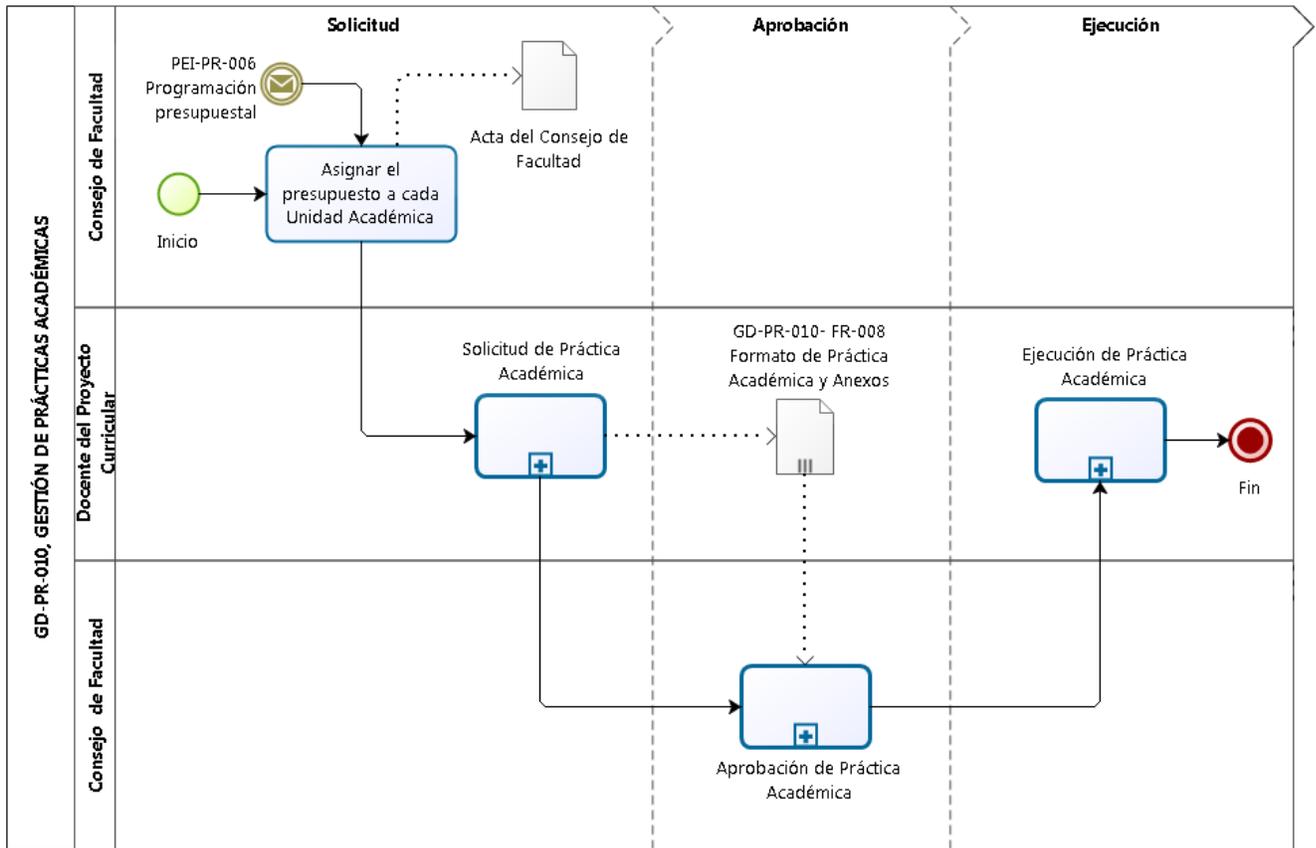


Figura 2. Proceso de Gesti3n de Pr3cticas Acad3micas en la Universidad Distrital. Tomado de <http://sigud.udistrital.edu.co/vision/filesSIGUD/SIGUD%202018/Gestion%20de%20Docencia/GD-PR-010/#normal>

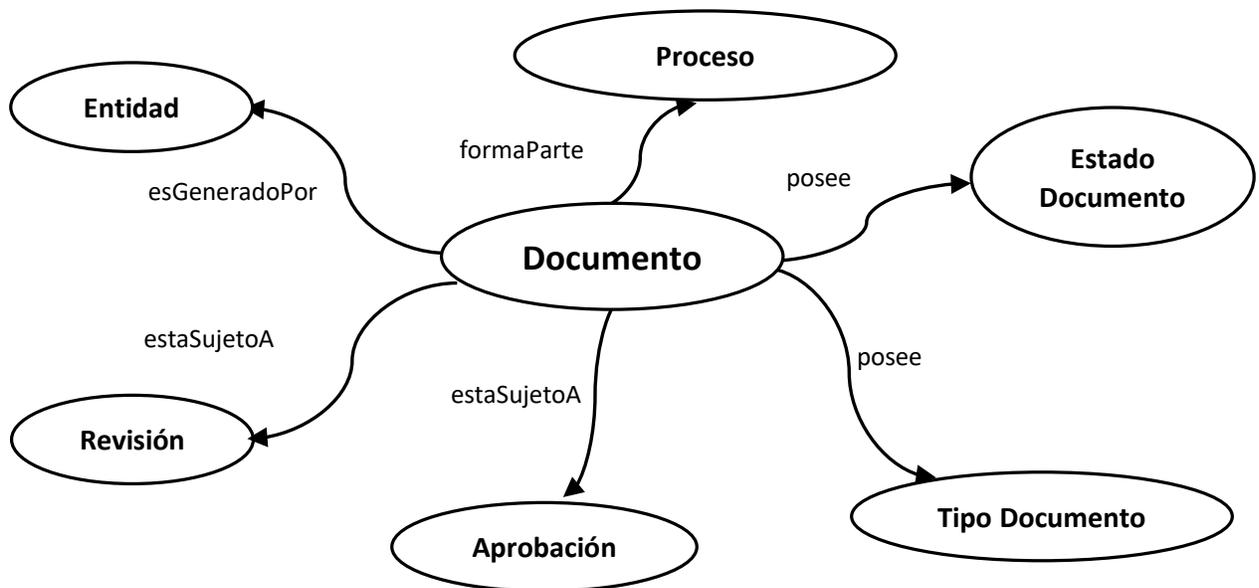


Figura 3. Modelo conceptual de la Fase de Conceptualizaci3n. Elaboraci3n Propia.

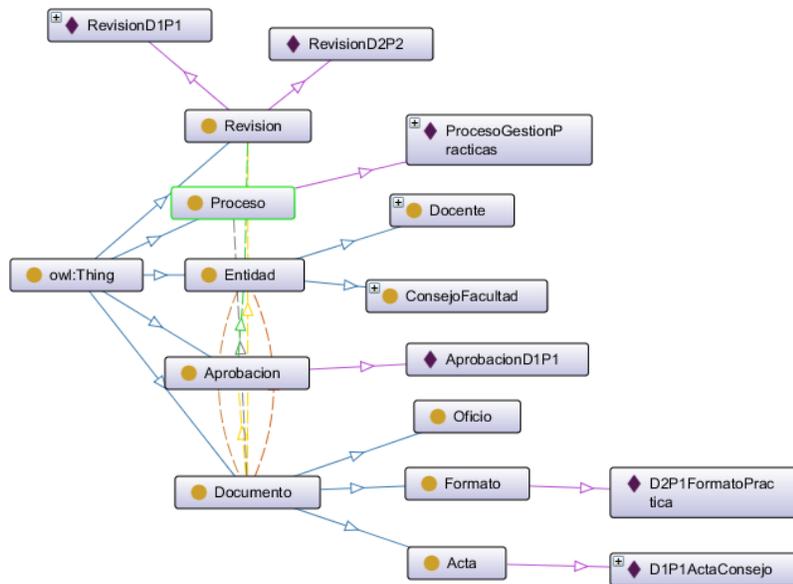


Figura 4. Ontología desarrollada en Protégé. Elaboración Propia.

```

RDF/XML rendering:
<?xml version="1.0" ?>
<rdf:RDF xmlns="http://www.semanticweb.org/UD/ontologies/2020/3/GestionDocumental#"
  xml:base="http://www.semanticweb.org/UD/ontologies/2020/3/GestionDocumental"
  xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:xml="http://www.w3.org/XML/1998/namespace"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xmlns:GestionDocumental="http://www.semanticweb.org/UD/ontologies/2020/3/GestionDocumental#"
  <owl:Ontology rdf:about="http://www.semanticweb.org/UD/ontologies/2020/3/GestionDocumental"/>

```

Figura 5. Renderizado del esquema RDF mediante Protégé. Elaboración Propia.

```

SPARQL query:
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
SELECT ?subject ?object
WHERE { ?subject rdfs:subClassOf ?object }

```

subject	object
Docente	Entidad
Formato	Documento
ConsejoFacultad	Entidad
Acta	Documento
Oficio	Documento

Figura 6. Resultado de consulta usando SPARQL. Elaboración Propia.



FORMALIZACIÓN

La actividad de formalización se encarga de la transformación del modelo conceptual obtenido durante la fase previa en un modelo formal o semi-computable. Para esto se utilizó el software Protégé para construir de manera formal el esquema ontológico que será la base del proyecto, el cual se observa en la figura 4. En él se permite definir de forma clara las clases, individuos, relaciones y atributos que presenta el ejercicio de gestión documental.

IMPLEMENTACIÓN

La actividad de implementación construye modelos computables en un lenguaje de ontologías, en este caso esta labor la realiza de manera automática el software Protégé, permitiendo generar el esquema ontológico diseñado expresado en un lenguaje ontológico que permite ser computable como puede ser OWL, XML y RDF.

En la figura 5 se puede observar el resultado de la herramienta de compilación de Protégé, donde se muestra el código genera en formato RDF para el esquema ontológico propuesto.

Con el esquema RDF se procede a realizar las consultas, en el lenguaje SPARQL, que pueden ser generadas a partir de la interacción de los elementos de la ontología como resultado del proceso de gestión documental. Las consultas obedecen a preguntas que pueden surgir por la acción del proceso y que pueden ser solucionadas a través de su estructuración en tripletas RDF, como se muestra en la figura 6. Esta fase finaliza con la estructura formal e implementación de la ontología en lenguaje RDF y la definición de su uso a través del lenguaje de consulta SPARQL.

MANTENIMIENTO

La actividad de mantenimiento se encarga de la actualización y/o corrección de la ontología, en caso de ser necesario. Para esta actividad se propone la elaboración de un esquema de pruebas para garantizar el funcionamiento del modelo ontológico en los casos de uso que propone el desarrollo del proceso de gestión documental aplicado a casos inspirados en procesos actuales de la Universidad Distrital.

Se plantea además llevar un registro de los ítems que hacen parte del plan de pruebas, identificar su cumplimiento y a partir del análisis del comportamiento del esquema ontológico proponer un plan de mejora e implementación de correcciones de acuerdo a los resultados obtenidos, aprovechando las ventajas que provee la metodología METHONTOLOGY para el desarrollo de proyectos de forma interactiva de acuerdo al ciclo de vida de la ontología.

CONCLUSIONES

Por medio de la elaboración de este proyecto se permitió identificar el potencial que existe para la representación del conocimiento mediante las ontologías en aspectos que pueden abarcar temas de carácter general o específico, y se puede ver su aplicabilidad en contextos como la gestión documental dentro de una organización. El uso de la metodología METHONTOLOGY permitió definir de forma clara las fases para la elaboración del proyecto, y permitió establecer los requerimientos necesarios para su continuación a través del ciclo de vida definido para la ontología.

Los resultados obtenidos durante la fase de implementación, entregaron un reporte acerca del funcionamiento del esquema ontológico diseñado a través de la construcción de sentencias de consulta, mediante el lenguaje SPARQL, que permitieron reconstruir el conocimiento mediante la elaboración de preguntas relacionadas con la actividad de gestión documental.

Se plantea como trabajo para la fase de mantenimiento la elaboración de pruebas que permita realizar un plan de mejora y correcciones sobre el esquema ontológico de acuerdo con lo estipulado en el ciclo de vida ontológico propuesto en METHONTOLOGY.

Finalmente, analizando los beneficios otorgados por el esquema ontológico obtenido, se plantea como trabajo futuro la construcción de un prototipo de software que pueda hacer uso de este esquema o sus posteriores versiones, mediante el uso de herramientas de desarrollo orientadas a la web semántica, como Apache Jena, que permitan implementar de manera progresiva la gestión documental dentro de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y que el carácter que poseen las ontologías de poder establecer conceptualización compartidas puedan hacer de este software una herramienta para la comunicación interinstitucional entre otras organizaciones académicas y del Estado con las que la universidad tiene vinculación.

REFERENCIAS

- Alfonso Casallas, H. S., & Ariza Riaño, M. (2019). *Prototipo ontológico para caracterización de zonas y opciones de cultivo mediante la aplicación de lógica de predicados*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11349/15085>
- ATS Gestión. (2018). *Gestión Documental*. Obtenido de <https://atsgestion.net/gestion-documental/>
- Boiński, T., Orłowski, P., Szymanski, J., & Krawczyk, H. (enero de 2011). Security ontology construction and integration. *KEOD 2011 - Proceedings of the International Conference on Knowledge Engineering and Ontology Development*, 369-374. Obtenido de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84862234289&partnerID=40&md5=0102b46247f9363130f262aeb4ef4f3>
- Borst, W. N. (1997). *Construction of Engineering Ontologies for Knowledge Sharing and Reuse*. Enschede: Centre for Telematics and Information Technology (CTIT).
- Celaá Morales, D. (2010). *Sistema de Respuesta Automática Basado en Recursos Semánticos*. Obtenido de Universidad Superior Carlos III de Madrid. Escuela Politécnica: <https://core.ac.uk/download/pdf/30043588.pdf>
- Clausner, C., & Antonacopoulos, A. (2018). Ontology and Framework for Semantic Labelling of Document Data and Software Methods. *018 13th IAPR International Workshop on Document Analysis Systems (DAS)*, 73-78. doi:10.1109/DAS.2018.46
- Colciencias. (2017). *Modelo de Medición de Grupos De Investigación, Desarrollo Tecnológico o de Innovación y de Reconocimiento de Investigadores Del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología E Innovación*.
- Cuspoca Ruiz, J. E. (2015). *Prototipo Ontológico para Representación de Objetos de Simulación Interactiva Aplicado a Entornos Digitales de Aprendizaje*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11349/7133>
- Dixit, P., Sethi, S., Sharma, A. K., & Dixit, A. (2012). Design of an Automatic Ontology Construction Mechanism Using Semantic Analysis of the Documents. *012 Fourth International Conference on Computational Intelligence and Communication Networks*, 611-616. doi:10.1109/CICN.2012.89
- Fernández López, M., Gómez Pérez, A., & Rojas Amaya, M. (2000). Ontologies' crossed life cycles. *Proc. 12th International Conference in Knowledge Engineering and Knowledge Management (EKAW'00), Lecture Notes in Artificial Intelligence, 1937*, 65-79.
- Fernández López, M., Gómez Pérez, A., Pazos Sierra, A., & Pazos Sierra, J. (1999). Building a chemical ontology using METHONTOLOGY and the ontology design environment. *EEE Intelligent Systems & their applications*, 4(1), 37-46.
- Gruber, T. R. (1993). A translation approach to portable ontology specifications. *Knowledge Acquisition*, 5(2), 199-220.
- Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación. (Julio de 2016). *Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación*. Obtenido de https://minciencias.gov.co/sites/default/files/plan-ctei-tic-2017-2022_0.pdf
- Padilla Castro, C. E., & Abreo Rojas, E. E. (2012). PROTOTIPO PARA RECUPERACIÓN SEMÁNTICA DE INFORMACIÓN DE PROYECTOS DE GRADO EN INGENIERÍA DE SISTEMAS CON BASE EN UN REPOSITORIO ONTOLÓGICO. *Redes De Ingeniería*, 3(1), 109-118.
- Studer, R., Benjamins, V., & Fensel, D. (1998). Knowledge engineering: principles and methods. *Data and Knowledge Engineering*, 25, 161-197.
- Universidad Distrital Francisco José de Caldas. (2017). *Procesos - Universidad Distrital Francisco José de Caldas*. Obtenido de <http://planeacion.udistrital.edu.co:8080/sigud/procesos>
- W3C. (2013). *SPARQL 1.1 Overview*. Obtenido de <https://www.w3.org/TR/sparql11-overview/>
- W3C. (2019). *Guía Breve de Web Semántica*. Obtenido de <https://www.w3c.es/Divulgacion/GuiasBreves/WebSemantica.html>