

DESARROLLO DE UNA ÓNTOLOGIA PARA LA GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN
DE COMPETENCIAS LABORALES QUE SIRVA COMO APOYO A LOS
PROCESOS DEL ÁREA DE GESTIÓN HUMANA DE LA UNAB

AUTOR
HERMAN GUILLERMO GARCIA GALINDO

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BUCARAMANGA
FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS
MAESTRÍA EN GESTIÓN, APLICACIÓN Y DESARROLLO DE SOFTWARE
PRESERVACIÓN E INTERCAMBIO DE INFORMACION Y CONOCIMIENTO -
PRISMA
GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO
BUCARAMANGA
2015

Desarrollo de una Ontología para la gestión de la información de las competencias laborales que sirva como apoyo a los procesos del área de Gestión Humana de la UNAB.

Herman Guillermo García Galindo
Proyecto de grado
Maestría en Gestión Aplicación y Desarrollo de Software.

Director, Msc. SANDRA CRISTINA SANGUINO GALVIS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA UNAB
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
MAESTRÍA EN GESTIÓN, APLICACIÓN Y DESARROLLO DE SOFTWARE
BUCARAMANGA.
2015

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	1
2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	3
2.1 Planteamiento del problema	3
2.2 Pregunta de investigación.....	4
2.3 Hipótesis	4
2.4 Objetivos.....	5
2.4.1 Objetivo General	5
2.4.2 Objetivos específicos	5
2.5 Resultados esperados	5
3. MARCO REFERENCIAL	6
3.1 Gestión de Recursos Humanos	6
3.2 Administración por competencias	7
3.3 Conocimiento.....	8
3.4 Capital intelectual	9
3.5 Gestión del conocimiento y del capital intelectual.....	9
3.6 Almacenamiento y Recuperación del conocimiento	10
3.7 La información en la web	10
3.8 La Web semántica	11
3.8.1 Tecnologías involucradas en la web semántica	13
3.9 Ontologías	15
3.9.1 Clasificación de las ontologías	16
3.9.2 Componentes de una Ontología	17
3.9.3 Objetivos de las Ontologías	18
3.10 Metodologías y herramientas para el desarrollo de ontologías	18
3.10.1 Metodologías	18
3.10.2 Lenguajes	19

3.10.3	Herramientas para el desarrollo de ontologías	20
3.11	Métodos para la evaluación de consultas.....	21
3.12	Estado del arte	23
4.	DISEÑO METODOLOGICO.....	25
4.1	Revisión bibliográfica.....	25
4.1.1	Criterios de Búsqueda.....	25
4.1.2	Criterios de selección	25
4.2	Metodología de desarrollo del proyecto.....	26
4.2.1	Actividades del proyecto	27
5.	DESARROLLO DEL PROYECTO	30
5.1	FASE 1: Análisis de requerimientos de información	30
5.1.1	Estructura del área de recursos humanos.....	30
5.1.2	Gestión por competencias en la UNAB	31
5.1.3	Participantes	32
5.2	FASE 2. Análisis y selección de Herramientas tecnológicas	32
5.2.1	Análisis de metodologías para la construcción de ontologías	32
5.2.2	Análisis de herramientas para la construcción de Ontologías.....	34
5.2.3	Análisis de lenguajes para el desarrollo de ontologías.....	35
5.2.4	Selección del repositorio de información.....	36
5.3	FASE 3: Desarrollo de la ontología.....	37
5.3.1	Especificación	38
5.3.2	Conceptualización	41
5.3.3	Formalización	45
5.3.4	Implementación	48
5.3.5	Validación y evaluación del modelo	51
5.4	FASE 4: Construcción del repositorio de información.....	52
5.5	FASE 5: Construcción del prototipo del módulo de consultas	54
5.5.1	Definición de consultas	54
5.5.2	Tecnologías utilizadas.....	54

6. RESULTADOS.....	56
6.1 Descripción de la ontología.....	56
6.2 Repositorio de información	61
6.2.1 Generación de perfiles de cargos.....	61
6.2.2 Generación de personas y perfiles de personas	61
6.3 Arquitectura del prototipo del servicio semántico de consultas.....	61
6.3.1 Capa de datos	62
6.3.2 Capa de aplicación.....	62
6.3.3 Capa de interface de usuario	63
6.4 Evaluación de la ontología.....	64
7. CONCLUSIONES	69
8. TRABAJOS FUTUROS	70
BIBLIOGRAFÍA	71
ANEXOS.....	74
Anexo 1. Especificación de la de la ontología.....	74

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Enfoque de personal vs enfoque de recursos humanos.....	6
Figura 2: Impacto del enfoque de competencias	8
Figura 3: arquitectura de capas de la web semántica.....	12
Figura 4: de la www a la web semántica.....	13
Figura 5: definición de Ontología	15
Figura 6: Clasificación de la literatura revisada	26
Figura 7: Metodología de desarrollo del proyecto	27
Figura 8: Distribución de los recurso de personal en la dirección de RR.HH.....	31
Figura 9: Proceso para la construcción de ontologías	33
Figura 10: Fases de la metodología usadas en el proyecto.....	38
Figura 11: diagrama de conceptos y relaciones	46
Figura 12: Definición de conceptos usando Protégé	48
Figura 13: Definición de atributos y relaciones usando Protégé	50
Figura 14: creación de instancias mediante Protégé	51
Figura 15: ejemplo de consulta usando Protégé.....	52
Figura 16: definición de una persona usando RDF	53
Figura 17: Definición de un cargo usando RDF	53
Figura 18: Ejemplo de consulta con RDQL.....	55
Figura 19: Resultados de consulta con RDQL.....	55
Figura 20: Estructura jerárquica de los conceptos principales.....	57
Figura 21: Estructura jerárquica del concepto NivelEducativo	58
Figura 22: estructura jerárquica del concepto cargo.....	59
Figura 23: estructura jerárquica del concepto competencia.....	60
Figura 24: Arquitectura del servicio semántico desarrollado.....	62
Figura 25: Interface de usuario del servicio de búsqueda semántica	63
Figura 26: Resultado de las consultas usando el servicio semántico	67

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Clasificación de las ontologías	16
Tabla 2. Evaluación de metodología para la construcción ontologías	34
Tabla 3. Comparación entre herramientas para la construcción ontologías	35
Tabla 4. Especificación de perfil de cargo.	40
Tabla 5. Especificación de perfil de una persona.	41
Tabla 6. Diccionario de datos de los conceptos principales.....	45
Tabla 7. Especificación formal de las relaciones.	47
Tabla 8. Especificación formal de los atributos.	47
Tabla 9. Especificación formal del concepto Persona.....	57
Tabla 10. Especificación del concepto NivelEducativo.	58
Tabla 11. Especificación del concepto Cargo	59
Tabla 12. Especificación del concepto CompetenciaLaboral.....	60
Tabla 13. Evaluación del resultado de consultas.....	65
Tabla 14. Evaluación del resultado de consultas usando el servicio semántico	66

1. INTRODUCCIÓN

La historia de la gestión humana en Colombia se remonta a principios del siglo pasado. Durante los años 20 y 30 del siglo veinte aparecen las primeras reglamentaciones de carácter laboral, orientadas principalmente a regular los conflictos de trabajo. Esas normas se referían principalmente a el derecho a huelga, al derecho a la sindicalización y a la creación de entes oficiales que regularan las relaciones de trabajo (Hernández, Valencia, & Giraldo, 2007).

Por esta época surgen los primeros departamentos de relaciones industriales o de personal, encargados fundamentalmente de la contratación, la remuneración y el manejo de las relaciones legales con los trabajadores. Lo normal era que al frente de estos departamentos estuvieran personas con formación en derecho.

En los años 70 y 80, debido a las políticas proteccionistas, se desarrolló en el país una industria incipiente, dirigida sobre todo a satisfacer el mercado interno. Coincide este desarrollo con la influencia de las escuelas de relaciones humanas y prácticas gerenciales provenientes de otros países, principalmente del Japón, en las que eran comunes modelos participativos (círculos de calidad, células de trabajo, etc.) en los que se daban importancia al desarrollo humano y se tenía en cuenta el aporte del trabajador.

Es así como surgen los departamentos de desarrollo humano o de recursos humanos. Estos departamentos se empiezan a interesar por funciones como la formación, la evaluación y los planes de carrera.

Estos departamentos aunque asumieron nuevas responsabilidades seguían siendo áreas de apoyo para las dependencias estratégicas de la organización. Con la llegada del nuevo milenio se han dado grandes cambios en las organizaciones llevándolas a redefinir su misión, visión y objetivos estratégicos. Ahora las diferentes áreas de las empresas son vistas desde una perspectiva sistémica, en donde cada una de ellas tiene un rol fundamental para el funcionamiento del negocio (Gallego, 2012).

En este contexto, el área de gestión humana ha adquirido un papel preponderante dentro de la estrategia organizacional, cambiando de una visión funcionalista, en la que sus procesos servían de apoyo a las demás dependencias, a una visión estratégica en donde contribuye con su hacer al logro de los objetivos empresariales.

Dado este nuevo rol que asume la gestión humana dentro de las organizaciones, se ha hecho necesario desarrollar enfoques de gestión que apoyen efectivamente las nuevas responsabilidades asumidas por el área. Es por eso que ha cobrado gran importancia la gestión por competencias. El enfoque por competencias tiene como

objetivo conocer qué personas tendrán un rendimiento más eficaz, eficiente y seguro en las labores asignadas dentro del contexto de la organización.

Aunque el concepto de competencias no es nuevo, ya que se empezó a hablar de él en estados unidos en 1973, en los últimos años ha adquirido gran interés y muchas organizaciones han empezado a implementarlo. En Colombia por ejemplo, desde 1997 el SENA ha venido liderando mesas sectoriales con el objetivo de identificar y estandarizar las competencias laborales para cada sector, buscando que después sean acreditadas por el INCONTEC y llevarlas así a la categoría de norma técnica nacional (Gallego, 2012). Empresas como EPM, ISA, Isagen, Cryogas, entre otras, han venido implementado este enfoque de manera exitosa.

Por su importancia y por la complejidad de su manejo, la información referente a la gestión humana y particularmente lo concerniente a las competencias laborales debe estar soportados por tecnologías de la información y comunicaciones (TIC) que faciliten su acceso y administración.

Dadas las características de la información relativa a las competencias laborales, las cuales suelen expresarse en lenguaje natural, haciendo uso de un vocabulario preciso y propio del área, una solución informática prometedora es el uso de las ontologías y las consultas semánticas. Con el modelado con ontologías de los catálogos de competencias es posible la automatización de tareas relacionadas a la gestión de recursos humanos como la selección de personal, la detección de necesidades de formación y la evaluación de desempeño (Schmidt & Kunzmann, 2007).

Un servicio de consultas semánticas basadas en ontologías para el contexto de administración por competencias es una alternativa que puede resultar más efectiva que las herramientas informáticas basada en métodos de almacenamiento y recuperación tradicionales.

La Universidad Autónoma de Bucaramanga siempre ha dado gran importancia a la gestión del recurso Humano. Es por esto que esta implementado el enfoque de administración por competencias. Resulta por lo tanto pertinente el plantear el desarrollo de una herramienta tecnológica que facilite la administración de la información necesaria para adoptar este enfoque y que apoye de manera efectiva los procesos críticos del área.

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

2.1 Planteamiento del problema

El área de gestión humana de la UNAB cobra cada vez más importancia dentro de la Organización. La labor que esta realiza tiene gran impacto en el logro de los objetivos estratégicos ya que es la encargada de que las personas que trabajan en la universidad se sientan identificadas con su misión, visión y objetivos estratégicos.

El área de gestión humana de la universidad desarrolla diversos procesos que apoyan a las demás dependencias y cuyo adecuado cumplimiento, facilita que estas puedan alcanzar sus objetivos.

Los procesos más importantes que adelanta esta dependencia son:

- Diseño de cargos
- Selección y contratación de personal
- Capacitación y promoción
- Evaluación de desempeño
- Salud ocupacional
- Compensación (pago de nómina)

Para realizar esos procesos de forma tal que impacten positivamente tanto a la organización como a las personas, la UNAB ha venido adoptando el enfoque de administración humana basada en competencias.

Este enfoque afecta los procesos más críticos del área, especialmente los relacionados con selección y contratación, capacitación y promoción y evaluación del desempeño.

Dada la complejidad del manejo de este tipo de información y el gran volumen de datos que se genera es indispensable contar con herramientas informáticas que permitan su administración eficiente.

En estos momentos, la UNAB está en el proceso de definición de las competencias y por lo tanto no está completamente automatizado su manejo.

El sistema de información con que se cuenta, si bien es cierto tiene un módulo dedicado al manejo de las competencias, este aún no ha sido implementado y muchos de los procesos más complejos y críticos se siguen manejando manualmente.

Teniendo en cuenta esas consideraciones resulta pertinente que Recursos Humanos cuente con una herramienta que permita gestionar los procesos relacionado con la administración de las competencias laborales.

Dada la naturaleza de la información manejada en el enfoque de administración por competencias, en el que se requiere del manejo de un lenguaje cercano al natural, pero con un vocabulario propio del contexto de los recursos humanos, el uso de ontologías que permitan estandarizar, clarificar y estructurar un vocabulario puede ser de gran utilidad.

Un servicio de consultas semántico basado en ontologías para la gestión de competencias laborales será de gran apoyo para los procesos críticos del área de gestión humana, permitiendo lo siguiente:

- Facilitar la selección y contratación de personal mediante la comparación de las competencias identificadas en los aspirantes con las competencias definidas como necesarias para desempeñar el cargo disponible
- Identificar la brecha existente entre las competencias que tiene una persona respecto a las competencias necesarias para el cargo que desempeña. Esto permite diseñar planes de educación.
- Diseñar planes de desarrollo, al permitir identificar que competencias deben desarrollar un trabajador para alcanzar un cargo de mayor nivel o de mayor grado de responsabilidad.

2.2 Pregunta de investigación

¿Un servicio semántico de consultas basado en una ontología diseñada para administrar las competencias laborales es una herramienta que ayuda a mejorar los procesos críticos desarrollados por Área de Gestión Humana de la UNAB?

2.3 Hipótesis

La implementación de un servicio semántico de consultas basado en ontologías diseñadas para la administración de competencias permitirá al área de Gestión Humana realizar de manera eficiente procesos críticos como la selección y contratación, desarrollo de planes de capacitación y la evaluación del desempeño.

2.4 Objetivos

2.4.1 Objetivo General

Desarrollar una Ontología para la gestión de la información de las competencias laborales, que sirva como apoyo a los procesos del área de Gestión Humana de la UNAB.

2.4.2 Objetivos específicos

- Diseñar los elementos y relaciones de una ontología que facilite la administración, clasificación y recuperación de la información relacionada con las competencias laborales en la UNAB.
- Implementar un repositorio que contenga una muestra la información relacionada con las competencias laborales definidas en la UNAB.
- Desarrollar un prototipo de un servicio de consultas semánticas que use la ontología diseñada para administrar y recuperar la información de competencias laborales definidas por el área de Gestión Humana de la UNAB.

2.5 Resultados esperados

- Un documento de especificaciones de la ontología definida para la gestión de la información de competencias laborales.
- Un repositorio de información, conteniendo una muestra de información de las competencias laborales definidas por el área de recursos humanos de la UNAB.
- Un prototipo de un servicio de consultas semánticas que usara la ontología y el repositorio de información previamente definidos.
- Un documento en el que se detallan los aspectos técnicos del proyecto y en el que se describen los logros, avances, inquietudes y sugerencias.

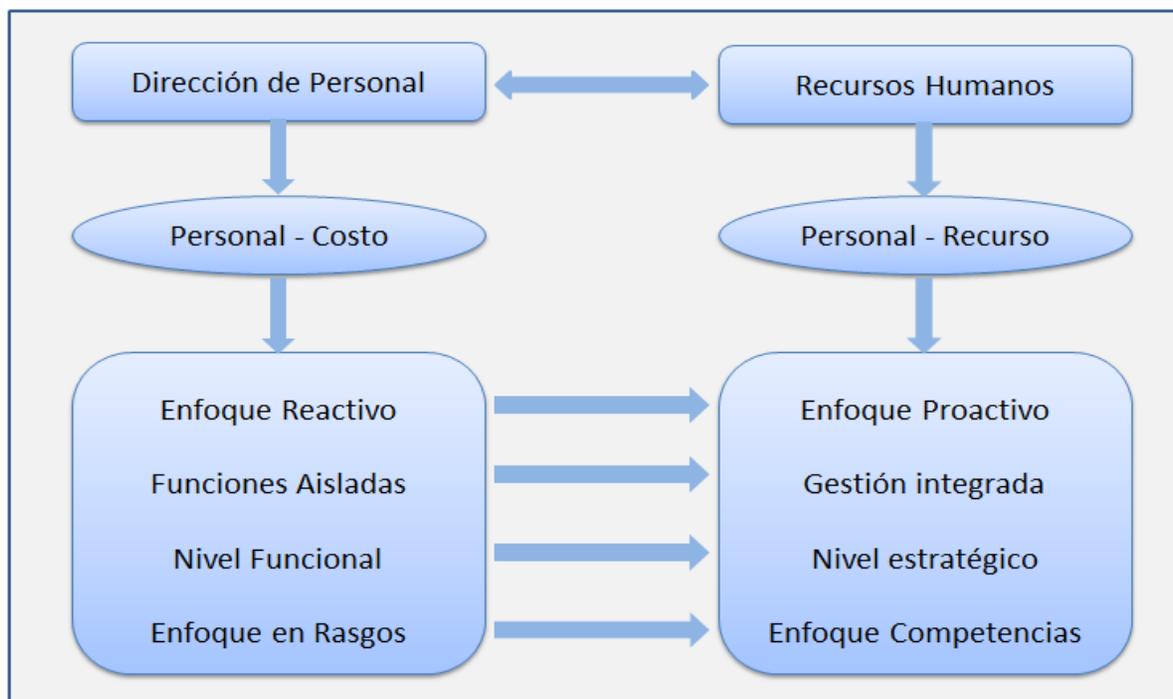
3. MARCO REFERENCIAL

3.1 Gestión de Recursos Humanos

Durante muchos años la Gestión humana fue vista como una función de apoyo a las aéreas consideradas estratégicas de la organización como la producción, el mercadeo y las finanzas. En los años recientes, debido los cambios organizacionales que se dieron por las respuestas que las empresas debían dar a retos como la globalización, los acelerados cambios tecnológicos y a la necesidad de ser más competitivos y eficientes, se ha repensado la función de gestión humana(Hernández et al., 2007).

En este marco el cambio de enfoque de administración de personal al de recurso humano supone no solo un cambio de nombre, como sucede muy a menudo, sino que es un cambio filosófico, conceptual y de actuación(Pereda Marín, Berrocal Berrocal, & López Quero, 2010), como se muestra en la figura 1.

Figura 1: Enfoque de personal vs enfoque de recursos humanos.



Fuente: S. Pereda Marín, F. Berrocal Berrocal y M. López Quero. Gestión de Recursos Humanos por competencias y gestión del conocimiento

Actualmente las áreas de gestión humana se han convertido en centros estratégicos dentro de las organizaciones y como tales, sus propósitos están alineados a la visión y misión organizacionales. Es por esto que la gestión humana se constituye en un apoyo para que las demás dependencias y la organización en general cumplan con sus objetivos a través de sus diferentes procesos (Gallego, 2012).

Tal vez la principal función del área de Gestión Humana es añadir valor a los empleados y a la empresa mediante la aplicación de enfoques administrativos que propicien la mejora en el rendimiento, la satisfacción y la seguridad de los trabajadores de la organización, asegurando no sólo que tengan los conocimientos, sino también las habilidades, destrezas, valores y actitudes que les permitan dar respuesta de una manera adecuada a los retos que enfrentan día a día (Pereda Marín et al., 2010).

Dentro de este contexto el enfoque de competencias dentro de la gestión humana ha cobrado gran importancia en las organizaciones de hoy.

3.2 Administración por competencias

La gestión por competencias se puede entender como la habilidad que tiene una organización de atraer, mantener y desarrollar talentos mediante la alineación consistente de todas las funciones desarrolladas por el área de recursos humanos. Es así como las funciones de contratación, evaluación, planes de carrera y remuneración deben tener el mismo objetivo principal: dotar a la organización del personal idóneo para cumplir con sus objetivos estratégicos.

Para poder alinear a todas las funciones en un mismo objetivo, se debe contar con una lógica común y un lenguaje común. Esta lógica son las competencias laborales (Richard, 2005).

Se entiende por competencia el desarrollo de una capacidad para el logro de un objetivo o resultado en un contexto dado, esto se refiere a la capacidad de la persona para dominar tareas específicas que le permitan solucionar las problemáticas que le plantea la vida cotidiana dentro de su entorno laboral (Sandoval, Montaña, Miguel, & Ramos, 2012a).

Dentro de la gerencia de gestión humana el enfoque por competencias impacta procesos críticos como los que se enumeran a continuación:

- Diseño de cargos y perfiles ocupacionales
- Selección y contratación
- Formación y desarrollo
- Planes de carrera o de sucesión

- Gestión del desempeño
- Compensación basada en competencias

El enfoque por competencias se convierte en el núcleo de la gestión humana y afecta a todos los procesos de esta área, como se muestra en la figura 2.

Figura 2: Impacto del enfoque de competencias



Fuente: Elaboración propia

3.3 Conocimiento

Se entiende por conocimiento toda aquella información que poseen las personas a la cual aplicando la experiencia que estas tienen resulta útil para la solución de problemas. De lo anterior se puede entender la gran importancia que tiene la información para la solución exitosa de problemas ya que para que las personas puedan usar exitosamente su experiencia y sabiduría deben contar con la información adecuada.

El concepto explicado anteriormente no aplica solo a las persona, este también puede ser aplicado a las organizaciones. Las organizaciones deben contar con toda la información disponible y esta debe moverse por la organización con libertad y ser fácilmente accesible por todos.

Cuando se define el conocimiento dentro de una organización se deben tener en cuenta los siguientes principios:

- El conocimiento solo es aquello que vaya a aportar valor a la organización y se vaya a utilizar.
- Se descartará como conocimiento aquello que no pueda ser medido o valorado.

Dentro de las organizaciones, el conocimiento debe tener un fin, es decir debe ser aplicable y no se deben invertir recursos y esfuerzos en conseguir y mantener conocimiento que no se va a utilizar. De ahí la importancia que tiene el poder identificar que conocimiento es útil y cual no.

3.4 Capital intelectual

Toda empresa, tiene entre sus activos una serie de bienes materiales e inmateriales de gran importancia estratégica: conocimiento del mercado, capacidades y recursos para el desarrollo de productos, equipo humano con determinadas habilidades, actitudes, experiencias y conocimientos, reglas y políticas de trabajo, sistemas de información y bases de datos específicas, relaciones con otras organizaciones y entidades. Estos son ejemplos de aquellos bienes de difícil imitación pero que hacen parte del capital que permite a las organizaciones diferenciarse y construir ventajas competitivas. Todo lo anterior se denomina capital intelectual y uno de los retos de las organizaciones es hacer que éste se traduzca en factores que produzcan beneficios tangibles (Díaz, 2013).

3.5 Gestión del conocimiento y del capital intelectual

Cuando hablamos de gestión del conocimiento nos referimos a todos aquellos procesos que tienen como objetivo adquirir, producir almacenar, transformar depurar y transmitir el conocimiento empresarial.

No toda la información es posible de ser gestionada. En el proceso de gestión de conocimiento se distinguen dos tipos de conocimiento: el tácito y el explícito (Noreña & Alejandro, 2011).

El conocimiento tácito es el que poseen las personas. Es un conocimiento muy complejo que se forma a través del aprendizaje y la experiencia, y se desarrolla y

reproduce mediante complejas operaciones del pensamiento. Por su naturaleza (no articulado y propio de cada persona) este tipo de conocimiento no es fácil de formalizar y por tanto de gestionar.

El conocimiento explícito es aquel que se puede codificar, documentar, sistematizar y almacenar en medios físicos o digitales. Este conocimiento se puede recuperar, procesar y comunicar con cierta facilidad. Son en general conocimientos sistemáticos, de carácter técnico, que tienen alta capacidad de ser codificados y transferidos en la organización (Noreña & Alejandro, 2011).

3.6 Almacenamiento y Recuperación del conocimiento

Como ya vimos hay conocimiento que es posible formalizar y procesar. Uno de los factores más importantes dentro de la gestión del conocimiento es la posibilidad que se tiene de que este sea almacenado. Para esto se pueden usar los métodos tradicionales (archivos físicos) o los métodos digitales tales como base de datos, repositorios de información, base de conocimiento etc.

Para que el conocimiento sea útil este debe fluir fácil y oportunamente por la organización y estar disponible para las personas que lo necesiten. Es por ello que es indispensable contar con mecanismos de recuperación ágiles y confiables que actúen sobre los medios en donde está almacenado el conocimiento y que sea fácil de usar por parte de los interesados.

3.7 La información en la web

La creación de la WEB significó un gran avance en cuanto a la facilidad de acceso a la información. Tenemos a nuestra disposición una gran cantidad de documentos, sobre cualquier tópico que nos interese. Sin embargo, el gran éxito de la web ha ocasionado que la información disponible crezca de manera exponencial lo que genera graves problemas en su recuperación.

Cada vez que hacemos una búsqueda se nos presenta gran cantidad de resultados, haciéndose muy dispendioso seleccionar cuáles de los resultados obtenidos son los que realmente nos interesan. Esto se debe a que la información es almacenada de tal forma que no se le asocia ningún significado, por lo que la búsqueda se hace basada en índices los cuales son incapaces de ofrecer tasas de exhaustividad y precisión realmente aceptables (Lapuente, 2006).

Esto se origina en los siguientes factores (Hidalgo Delgado, Delgado, & Puente, 2013):

- **Formato:** Gran parte de los documentos web existentes tienen algún grado de estructuración. El lenguaje más utilizado para crear esos documentos es HTML. Este lenguaje está orientado al tratamiento de los documentos como texto, y no para el tratamiento de datos. Esto origina que los documentos puedan ser entendidos por los humanos, pero que los sistemas computacionales no sean capaces de tratarlos de forma automática y a gran escala. Es decir la semántica contenida en los documentos no está estructurada de forma tal que pueda ser interpretada de forma automática.
- **Integración:** El problema del formato en los documentos es responsable en gran medida del problema de integración. Los datos estructurados no pueden ser extraídos fácilmente pues no son publicados de forma clara y precisa. Los datos se almacenan de forma dispersa, sin ninguna relación explícita entre ellos, lo que hace difícil su descubrimiento y utilización usando herramientas informáticas. Sin relación entre los datos, es prácticamente imposible razonar sobre ellos, para obtener un valor semántico útil para los sistemas de información.
- **Recuperación:** Los problemas de formato e integración están muy ligados con el problema de búsqueda y recuperación de información en la web. Los resultados ofrecidos por los buscadores (Yahoo, Google, Bing, etc.) son imprecisos y muy a menudo no cumplen con las necesidades de información de los usuarios. Esto se origina en que estas herramientas están orientadas a realizar búsquedas basadas en palabras claves, por lo tanto no son aptos para recuperar información a partir de consultas hechas en lenguaje natural

De lo anterior se puede deducir que el problema en la recuperación de la información es una consecuencia de la falta de semántica o significado que tiene asociados los documentos almacenados. Por la falta de esta semántica, los exploradores y buscadores no son capaces de mostrar resultados satisfactorios para el usuario.

Visto lo anterior, podemos concluir que la solución al problema de recuperación eficiente de información en la WEB pasa por dotar a la información de significado, de tal forma que puedan ser entendidos por los buscadores y haciendo posible que estos sean capaces de hacer búsquedas inteligentes.

Apuntando a esa solución es como ha surgido el concepto de Web semántica.

3.8 La Web semántica

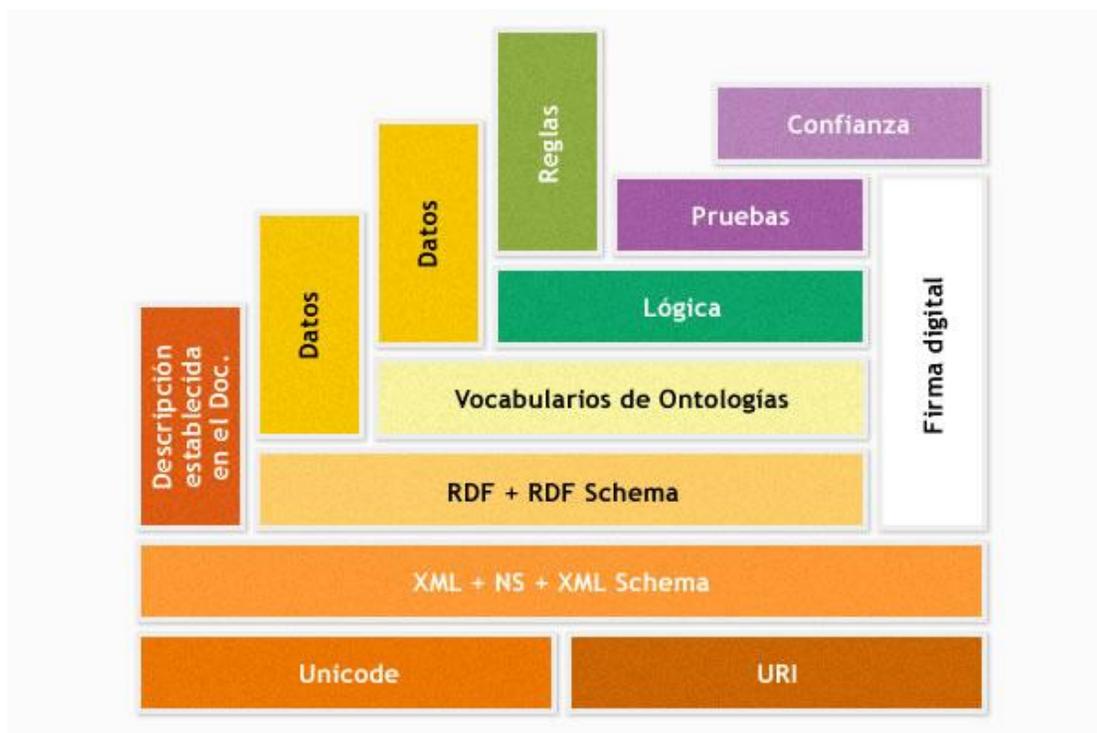
La Web semántica se puede definir como una extensión de la actual Web cuyo objetivo es que no sólo los humanos, sino también las máquinas, sean capaces de

comprender el contenido de los documentos (TIM BERNERS-LEE, JAMES HENDLER, & ORA LASSILA, 2001).

En 1998 Tim Bernés-Lee publico dos documentos, los cuales se considera dan origen del concepto de Web semántica. En estos documentos se sientan las bases de lo que será el enfoque de la nueva Web.

La figura 3 muestra la arquitectura de la web semántica propuesta por Bernés-Lee.

Figura 3: arquitectura de capas de la web semántica



Basado en: Tim Berners-Lee. *Semantic Web -XML2000. Architecture*
<http://www.w3.org/2000/Talks/1206-xml2k-tbl/slide10-0.html>

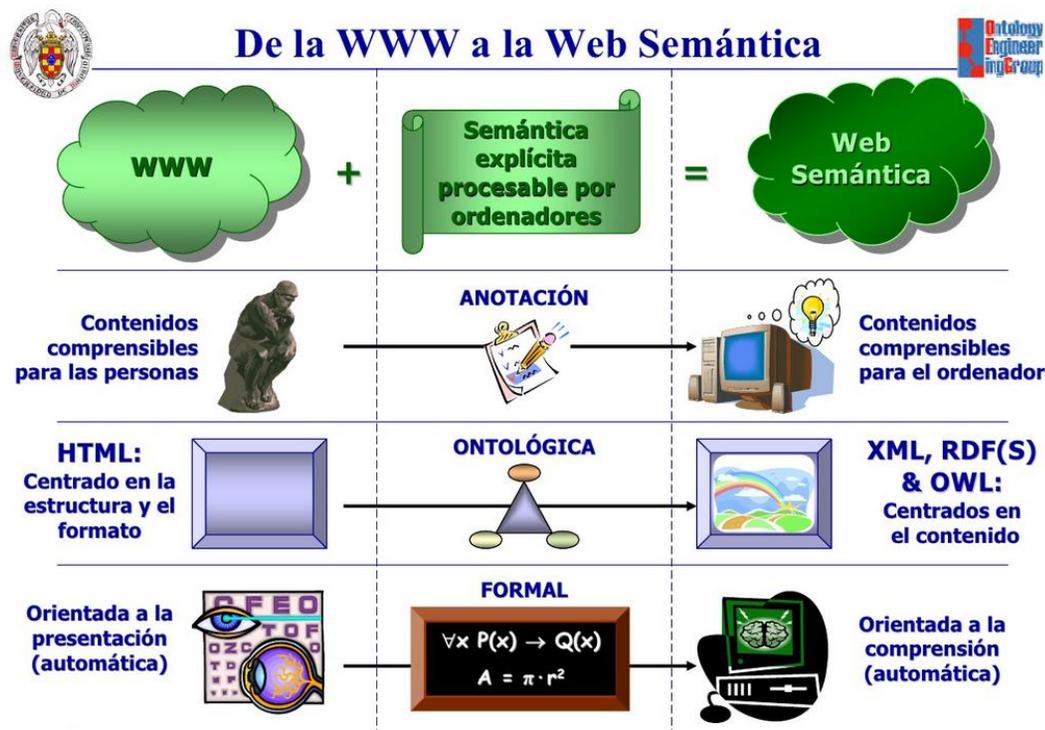
El cambio fundamental planteado por la web semántica respecto a la web 2.0 consiste en que los contenidos son enriquecidos con significado, pudiendo ahora ser comprendidos tanto por los humanos como por los sistemas informáticos.

Esto no es posible hacerlo usando HTML que es el lenguaje en que está basada la web tradicional. Para desarrollar este nuevo enfoque es necesario contar con herramientas más complejas, que permitan asociar significados y relaciones a la información (anotación semántica).

Es por esto que han surgido lenguajes capaces de representar conocimiento a través del uso de metadatos, taxonomías, tesauros y ontologías (Pastor Sánchez & Martínez Méndez, 2009).

En la figura 4 se muestra la evolución de la web 2.0 a la web semántica.

Figura 4: de la www a la web semántica



Fuente: Antonio Parejo Lora. *Anotación semántica y recuperación de información*
<http://www.slideshare.net/profesorescuclaveranouc/fesabid-2007-apareja-lora-4710221>

3.8.1 Tecnologías involucradas en la web semántica

A continuación se describen algunas de las tecnologías y estándares más utilizados en el desarrollo de servicios semánticos:

- **XML (eXtensible Markup Language):** es un Lenguaje de Etiquetado Extensible ampliamente utilizado en la estructuración, intercambio y almacenamiento de diferentes tipos de datos entre sistemas de información. XML no se preocupa

por el cómo se muestra la información, su función está centrada en la descripción de los datos.

- **XML Schema:** Los esquemas XML expresan vocabularios compartidos. Permiten que las máquinas puedan entender y seguir las reglas hechas por personas. Proporcionan un medio para hacer una definición detallada de la estructura, el contenido y la semántica de los documentos XML.
- **RDF (*Resource Description Framework*):** Teniendo en cuenta que en la web semántica los datos están altamente distribuidos, se debe codificar la descripción de los recursos de tal forma que se facilite su integración desde múltiples fuentes de datos. RDF es un modelo de datos en forma de grafo dirigido y etiquetado que permite describir recursos. Un grafo RDF puede estar serializado en múltiples formas, siendo la serialización XML una de las más utilizadas.
- **SPARQL (*SPARQL Protocol and RDF Query Language*):** Es un lenguaje declarativo de consultas similar a SQL. Permite hacer consultas sobre los datos codificados en grafos RDF. El resultado de las consultas pueden ser un conjunto de resultados o grafos RDF.
- **OWL (*Web Ontology Language*):** Este lenguaje es utilizado para definir ontologías. Fue diseñado para representar conocimiento complejo acerca de cosas, grupos de cosas y relaciones entre las cosas. Está basado en lógica computacional lo que permite que el conocimiento expresado en este lenguaje pueda ser razonado por programas informáticos que verifican la consistencia del conocimiento permitiendo que conocimiento implícito se convierta en conocimiento explícito. Los documentos OWL pueden ser publicados en la web y pueden hacer referencia hacia o desde otras ontologías OWL.
- **RDFa (*RDF annotations*):** Es una especificación que permite expresar datos estructurados como atributos mediante el uso de lenguajes de marcado. Un recurso representado mediante RDFa desplegará información legible tanto para un navegador web como para aplicaciones que analicen código RDF, ya que toda la información semántica está incrustada como metadatos del documento web.
- **SKOS (*Simple Knowledge Organization System*):** Es un modelo de datos común para compartir y enlazar datos en sistemas de organización de conocimiento en la web. Muchos sistemas de organización de conocimiento tales como tesauros, taxonomías, esquemas de clasificación y sistemas de encabezado de temas, comparten una estructura similar y son utilizados en aplicaciones similares. SKOS es capaz de capturar muchas de estas similitudes

y hacerlas explícitas, permitiendo compartir datos y tecnologías entre diversas aplicaciones.

3.9 Ontologías

Por sus características, son las ontologías la base con la que se representa la información para ser usados por buscadores o agentes semánticos.

La palabra ontología fue utilizada inicialmente en el área de la filosofía y es aplicada en la actualidad a otras áreas como la inteligencia artificial. En su definición más clásica una ontología es una especificación formal de una conceptualización compartida (Borst, 1997).

En la figura 5 se explica de manera gráfica esta definición.

Figura 5: definición de Ontología



Fuente: Antonio Parejo Lora. *Anotación semántica y recuperación de información*
<http://www.slideshare.net/profesorescuelaveranoucm/fesabid-2007-apareja-lora-4710221>

Desde un punto de vista de ingeniería una ontología es un artefacto que está constituido por un vocabulario específico utilizado para describir una cierta realidad,

además de un conjunto de suposiciones que tienen en cuenta el significado del vocabulario (Francisco José, 2004).

3.9.1 Clasificación de las ontologías

Existen diversos tipos de ontologías atendiendo a diferentes aspectos. En la tabla 1 se muestran las diferentes clasificaciones de las ontologías.

Tabla 1. Clasificación de las ontologías

Según el ámbito del conocimiento al que se aplicuen	Ontologías generales	Son las ontologías de más alto nivel. Ellas describen conceptos generales (espacio, tiempo, materia, objeto, etc.)
	Ontologías de dominio	Describen los términos y relaciones de un dominio del conocimiento concreto.
	Ontologías específicas	Son ontologías especializadas que describen los conceptos para un campo limitado del conocimiento o una aplicación concreta
Según el tipo de agente al que vayan destinadas	Ontologías lingüísticas	Relacionadas con aspectos gramáticos, semánticos y sintácticos. Estas ontologías están destinadas para que sean usadas por seres humanos.
	Ontologías no lingüísticas	No contemplan aspectos gramáticos, sintácticos y semánticos. Destinadas a ser utilizadas por robots y agentes inteligentes.
	Ontologías mixtas	Combinan las características de las ontologías lingüística y las no lingüísticas

Según el grado o nivel de abstracción y razonamiento lógico que permitan	Ontología descriptiva	Relacionada con la recolección de información sobre los ítems del dominio analizado, e incluye descripciones, taxonomías de conceptos, relaciones entre los conceptos y propiedades, pero no permite inferencias lógicas
	Ontología formal	Permiten inferencias lógicas mediante la utilización de una serie de componentes como la inclusión de axiomas. Las ontologías formales destilan, filtran, codifica y organizan los resultados de una ontología descriptiva

Fuente: Elaboración propia.

Para el caso de la web semántica se utilizan ontologías de dominio específico, lo cual nos permite organizar y definir un conjunto de conceptos en un área de conocimiento particular (Pemberty & Pineda, 2011).

3.9.2 Componentes de una Ontología

Las ontologías son una estructura de representación y organización de la información. Están conformadas por los siguientes elementos (Hugo Armando Ordóñez Erazo & Carlos Alberto Cobos Lozada, 2010):

- **Conceptos:** son las ideas básicas que se intenta formalizar. Los conceptos pueden ser clases de objetos, métodos, planes, estrategias, procesos de razonamiento, etc. Las clases en una ontología se suelen organizar en taxonomías, a las que se les pueden aplicar los mecanismos de herencia.
- **Relaciones:** representan la interacción y enlaces entre los conceptos de un dominio. Suelen formar la taxonomía del dominio. Por ejemplo: subclase-de, parte-de, parte- exhaustiva-de, conectado-a, etc.
- **Funciones:** son un tipo concreto de relación donde se identifica un elemento mediante el cálculo de una función que considera varios elementos de la ontología. Por ejemplo, pueden aparecer funciones como: asignar-fecha, categorizar-clase, etc.
- **Instancias:** representan objetos determinados de un concepto.
- **Reglas de restricción o axiomas:** son teoremas que se declaran sobre relaciones que deben cumplir los elementos de la ontología. Por ejemplo: " Si A y B son de la clase C, entonces A no es subclase de B", "Para todo A que cumpla la

condición B1, A es C", etc.

3.9.3 Objetivos de las Ontologías

La construcción de ontologías as tienen siguientes objetivos: (Rodríguez Perojo & Ronda León, 2005):

- Compartir la comprensión común de la estructura de información entre personas o agentes de software. Esto facilita la extracción y recuperación de información de contenidos conectados temáticamente.
- Permitir la reutilización del conocimiento perteneciente a un dominio.
- Permitir hacer explícitos los supuestos de un dominio. Esto permite la representación del conocimiento más allá de consideraciones técnicas, operativas e informáticas.
- Separar el conocimiento de un dominio del conocimiento que se puede denominar operacional. Con esto nos referimos a que, en ocasiones, el conocimiento que se está representando se puede utilizar en diferentes áreas al pertenecer más a un conocimiento relacionado con procesos que aun dominio específico.
- Hace posible analizar el conocimiento de un campo, en lo que se refiere al estudio de los términos y relaciones que lo configuran ya sea formalmente o no.

3.10 Metodologías y herramientas para el desarrollo de ontologías

3.10.1 Metodologías

Existen múltiples metodologías para la construcción de ontologías, las más utilizadas son:

- **Cyc:** Nace como un proyecto de inteligencia artificial que busca la construcción de una ontología comprensible para permitir el razonamiento humano. Consta de los siguientes pasos:
 - Programación manual del conocimiento implícito y explícito extraído de diferentes fuentes.
 - Codificación de conocimiento usando herramientas software.

- Delegación de la mayor parte de la codificación en las herramientas. Esto indica que, en primer lugar, hay que extraer manualmente el conocimiento común que está implícito en diferentes fuentes. Una vez que se tenga suficiente conocimiento en la ontología, se puede adquirir nuevo conocimiento común usando herramientas de procesamiento de lenguaje natural o aprendizaje computacional.
- **Methontology:** Desarrollado en la Universidad Politécnica de Madrid, propone un ciclo de vida de construcción de la ontología basado en prototipos evolutivos. Esto permite agregar, cambiar y renovar términos en cada nueva versión (prototipo). Para cada prototipo el proceso consta de los siguientes pasos: Especificación, Conceptualización, Formalización, Implementación y Mantenimiento (Gómez-Pérez, Ramírez, & Villazón-Terrazas, 2007).
- **On-To-Knowledge:** Desarrollado por la Universidad de Karlsruhe, hace hincapié en las aplicaciones futuras de la ontología a la hora de diseñarla. Los pasos esenciales son: Estudio de viabilidad, inicio, refinamiento, evaluación y mantenimiento (Mizoguchi, 2004).
- **Sensus:** Es un enfoque top-down para derivar ontologías específicas del dominio a partir de grandes ontologías, en donde se propone identificar un conjunto de términos semilla que son relevantes en un dominio particular. Tales términos se enlazan manualmente a una ontología de amplia cobertura.
- **TOVE:** Metodología creada en la universidad de Toronto. Se utilizó para construir la ontología TOVE (TOronto Virtual Enterprise), sobre procesos de modelado de empresas.

3.10.2 Lenguajes

Los lenguajes ontológicos son utilizados para expresar ontologías de forma comprensible por las máquinas. Algunos de ellos han emergido en los últimos años de forma paralela a la evolución de la web semántica por lo que están orientados a apoyar esta perspectiva.

- **SHOE (Simple HTML Ontology Extension):** Fue desarrollado en la universidad de Maryland. Es una extensión del HTML y es usado para agregar conocimiento semántico en los documentos web. Permite definir clases y reglas de inferencia, pero no negaciones o disyunciones.
- **RDF (Resource Description Framework):** Fue desarrollado por el W3C con el objetivo de especificar contenido semántico, estandarizado, interoperable y

basado en XML. RDF permite identificar los recursos en la WEB usando los URIs, y describiendo los recursos en términos de propiedades simples y valores. Una descripción RDF es un conjunto de proposiciones simples expresadas en forma de tripleta: un sujeto, un predicado y un objeto. Las proposiciones también pueden ser expresadas en forma de grafos dirigidos.

- **OIL (Ontology Inference Layer):** Lenguaje derivado SHOE, fue impulsado por el proyecto de la Unión Europea On-To-Knowledge. Utiliza la sintaxis del lenguaje XML y está definido como una extensión de RDFS. Se basa tanto en la lógica descriptiva (declaración de axiomas) como en los sistemas basados en frames (taxonomías de clases y atributos). OIL posee varias capas de sub-lenguajes, siendo la capa base RDFS, a la que cada una de las capas subsiguientes añade alguna funcionalidad y mayor complejidad. La principal falencia de este lenguaje es la falta de capacidad para declarar axiomas.
- **XOL (XML-based Ontology Exchange Language):** fue desarrollado por la comunidad bioinformática de EEUU para intercambiar ontologías entre sistemas heterogéneos. La base de este lenguaje es Ontolingua y OML, aunque su sintaxis es XML.
- **OWL (Web Ontology Language):** Es una recomendación del W3C y es quizá el lenguaje más usado en la actualidad. Es un lenguaje de etiquetado semántico usado para publicar y compartir ontologías en la WEB. Mediante su uso se pueden representar ontologías de forma explícita, es decir, permite definir el significado de términos en vocabularios y las relaciones entre aquellos términos. Está diseñado para que el contenido de los documentos expresados usando este lenguaje puedan ser procesados por programas o aplicaciones.

3.10.3 Herramientas para el desarrollo de ontologías

Aunque en el mercado y en la web se encuentra una gran serie de herramientas informáticas para el desarrollo de ontologías, se destacan las siguientes:

- **Protegé:** Es un editor de ontologías desarrollado por la Universidad de Stanford, con la colaboración de agencias tanto gubernamentales como privadas. Cuenta con un amplio entorno para el diseño, modelamiento, implementación, manipulación y visualización de ontologías en varios formatos.
- **Ontolingua:** es un mecanismo para escribir ontologías en un lenguaje formal que permite que las ontologías puedan ser traducidas fácilmente entre varios sistemas de razonamiento y representación. Hace que el mantenimiento de las ontologías sea sencillo y que estas puedan ser procesadas automáticamente por sistemas que usan sintaxis diferentes.

- WebOnto: Es una herramienta basada en web que provee navegación y edición para el desarrollo y mantenimiento de ontologías y de modelos de conocimiento. Es básicamente un Applet de java.

3.11 Métodos para la evaluación de consultas

Puesto que a través del proyecto se trata de probar la hipótesis que una ontología y un prototipo de consultas semánticas construidos para administrar las competencias laborales son efectivas y pueden resultar en un gran apoyo al área de gestión humana, es necesario definir las métricas que servirán para evaluar la eficacia de las herramientas desarrolladas.

A continuación se definen algunos términos básicos relacionados con la recuperación de información(JESUS GONZALEZ MARTI, 2009):

- Documento: En el contexto de la recuperación de información, se entiende por documento la unidad mínima de resultado que puede devolver el sistema. Por ejemplo, en un buscador web cada página HTML se considera un documento.
- Colección: Entendemos por colección al conjunto de documentos sobre el cual se efectuara el proceso de búsqueda y la posterior recuperación de información.
- Necesidad de información: Define cuál es el tema o asunto sobre el que necesitamos encontrar información. En consecuencia, se define el termino consulta como la formalización de nuestra necesidad de información para que sea tratada por un sistema informático.
- Relevancia: Un documento devuelto por el sistema se considera relevante si contiene información útil para las necesidades de información del usuario.

Para medir la eficiencia y la calidad de los resultados dados por el sistema de consultas se utilizan las siguientes métricas(Christopher D. Manning, Prabhakar Raghavan, & Hinrich Schütze, 2009):

- Precisión: Es la proporción de documentos relevantes dentro del conjunto de documentos recuperados por el sistema. También puede verse como la probabilidad condicionada de que un documento recuperado sea relevante. Así pues, un sistema de consultas que solo devuelve documentos relevantes tiene un valor de precisión = 1.

$$Precision = \frac{(documentos\ relevantes\ recuperados)}{documentos\ recuperados}$$

- Recall: Esta medida define la proporción de documentos relevantes de la colección que fueron recuperados por el sistema. O dicho de otro modo, la probabilidad condicionada de que un documento relevante haya sido recuperado. Por tanto, un recall = 1 significa que no quedaron documentos relevantes en la colección sin devolver como parte del resultado.

$$\text{Recall} = \frac{(\text{Documentos relevantes recuperados})}{(\text{Documentos relevantes en la colección})}$$

De forma trivial, podemos obtener fácilmente un recall = 1, simplemente devolviendo todos los documentos de la colección. Claro que de esta manera no obtendremos un buen valor de precisión.

El sistema ideal de consultas debería obtener siempre los valores máximos de precisión y recall, sin embargo, la importancia de cada métrica varía con las necesidades particulares del usuario

Existe una métrica que combina las dos métricas anteriores y es su media armónica combinada o F-Score. La fórmula de F-Score aplicada para la precisión y el recall sería:

$$F = \frac{2}{\left(\frac{1}{\text{precision}}\right) + \left(\frac{1}{\text{recall}}\right)} = \frac{2 * \text{precision} * \text{recall}}{\text{precision} + \text{recall}}$$

En esta fórmula genérica se otorga el mismo peso a precisión y recall. De ella se deriva la siguiente fórmula en la que se puede otorgar diferentes pesos a cada métrica dependiendo de los intereses del usuario

$$F_{\beta} = \frac{(1 + \beta^2) * \text{precision} * \text{recall}}{(\beta^2 * \text{precision}) + \text{recall}} ; \beta \in \mathbb{R} \geq 0$$

Así por ejemplo, si se quiere que precisión tenga el doble de peso que recall el valor de β será 2. Si por el contrario, se quiere que recall tenga el doble de peso que precisión el valor de β será 0.5.

Nuevamente, en este indicador, entre más cercano sea el valor a 1, será mejor el resultado de la búsqueda, de acuerdo a los intereses del usuario.

3.12 Estado del arte

Desde su inicio hasta hoy, se han venido adelantando diversos proyectos cuyo objetivo es implementar búsquedas semánticas funcionales aplicadas a diferente área del conocimiento. La mayoría de estos proyectos son de carácter académico y se encuentran en fase de desarrollo. Se han desarrollado proyectos de aplicación en medicina, bibliotecología, leyes, educación, estudios sociales entre otros.

A continuación se enumeran algunos de estos proyectos.

A nivel internacional:

- **TOVE (Toronto Virtual Enterprise):** El proyecto TOVE busca implementar un modelo de datos genérico y reusable a través de frases con sentido común de aéreas específicas como la web, aéreas financieras empresariales, automatización de ISO 9000, soporte de procesos de integración empresarial, administración de procesos de calidad. La gran mayoría de estos trabajos están orientados a solucionar problemas de empresas públicas y privadas (Partridge & Stefanova, 2001).
- **Swoogle2007:** Swoogle (SWDs, Semantic Web Documents) es una plataforma parecida a Google, disponible en <http://swoogle.umbc.edu/>. Es un proyecto de investigación llevado a cabo por el grupo de investigación Ebiquity en el Departamento de Informática e Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Maryland, consiste en un proyecto para recuperación de documentos de la Web Semántica escritos en RDF / XML, N-Triples, N3 (RDF) y algunos documentos embebidos RDF / XML.
- **DIP:** El servicio DIP (Data, Information, and Process Integration with Semantic Web Services) está disponible en <http://dip.semanticweb.org/>. Su finalidad es desarrollar y extender la Web Semántica junto con las tecnologías de Web Services para que diferentes Servicios Web puedan cooperar entre sí automáticamente. DIP propone la combinación y la mejora de las tecnologías de servicios Web y Web Semántica para producir una nueva infraestructura tecnológica.

En Colombia

- **Sabios:** Es un sistema Multi-Agente que permite realizar búsquedas semánticas para la Escuela de Artes de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Antioquia. El trabajo realizado representa una práctica en un escenario real de la

aplicación de las tecnologías de las web semántica, además de aumentar la efectividad de los resultados basado en el uso de ranking, este proyecto será la base para la construcción de un portal semántico(Guzmán Luna, Torres Pardo, & Ovalle, 2007).

- **STAGE (Semantic TAsk aGEnt):** Este agente permite gestionar de manera automática la información de egresados utilizada en el proceso de acreditación de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín(PhD. Jaime A. Guzman, Ing. Durley Torres, & Arlex D. Martínez, 2011).
- **Soluciones organizacionales a partir de Ontologías:** es un proyecto adelantado en la universidad del Cauca que pretende el desarrollo de soluciones a problemas organizacionales mediante el uso de ontologías. Dentro de este proyecto se desarrolló una aplicación práctica para la administración de la información de la Vicerrectoría de investigaciones de la universidad (Pemberty & Pineda, 2011).

Dentro del ámbito específico de la Gestión humana y las competencias laborales existen proyectos como los siguientes:

- **SEMP (Single European Employment Market-Place):** Desarrollo de una ontología para mejorar la movilidad y contratación de trabajadores dentro de la Unión Europea. Las ontologías son usadas para la descripción de cargos y los currículos (Gómez-Pérez et al., 2007).
- **CommOnCV:** es un proyecto que tiene por objeto hacer frente a los problemas de la contratación electrónica, considerando un nuevo enfoque basado en la gestión por competencias. La idea consiste en permitir que un solicitante de empleo identifique y represente formalmente las competencias que subyacen a su hoja de vida o currículum vitae lo que le facilita la localización de ofertas de trabajo que se ajusten a sus capacidades(Trichet, Bourse, Leclere, & Morin, 2004).
- Enfoque ontológico para la gestión de perfiles de cargos basados en competencias laborales para la administración pública venezolana. Con esta ontología se organiza y estandariza la información de competencias y caracteriza los perfiles de cargos para la administración pública venezolana y define las capacidades que debe tener un trabajador para que tenga un rendimiento adecuado en su trabajo (Sandoval, Montaña, Miguel, & Ramos, 2012b).

4. DISEÑO METODOLOGICO

4.1 Revisión bibliográfica

4.1.1 Criterios de Búsqueda

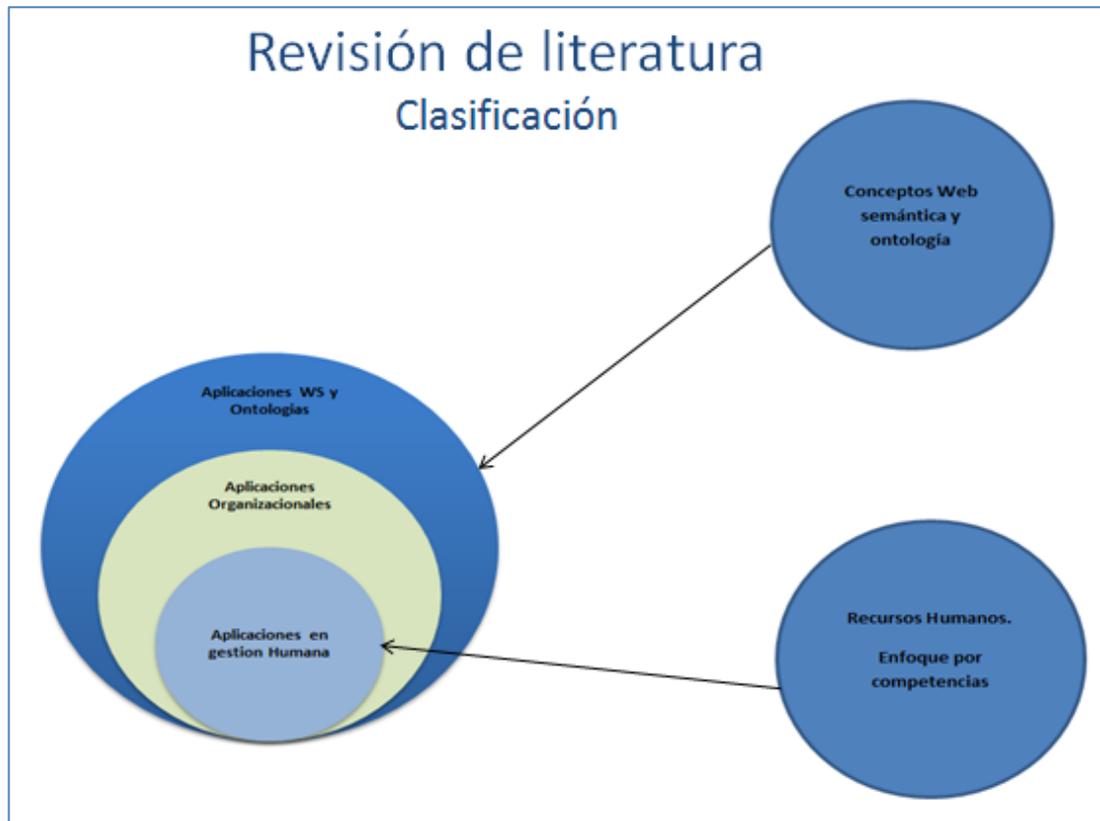
- **Palabras Clave en español:** Recuperación información, Web semántica, Ontología, información organizacional, información recursos humanos, competencias laborales.
- **Palabras Clave en inglés:** Information retrieval, semantic web, ontology, organizational information, human resources information, labour competency.
- **Bases de datos:** SCOPUS, ACM, EBSCO, ProQuest, CITESEER, Google Scholar.
- Adicionalmente se buscaron documentos en la página del W3C, por ser la entidad que genera los estándares para la web y la web semántica.

4.1.2 Criterios de selección

- Se seleccionaron artículos publicados en revistas indexadas, capítulos de libros y presentaciones en conferencias.
- Documentos publicados a partir del 2005. Se incluyeron tres artículos anteriores al 2002, ya que son considerados como los documentos que sentaron las bases de la WEB semántica.
- Se seleccionaron documentos que permitan contrastar los métodos tradicionales de almacenamiento y búsqueda de información (basados en índices) con los métodos semánticos de administración de información.
- Se seleccionaron documentos en los que se muestren aplicaciones prácticas de ontologías y Web semánticas, haciendo énfasis en las aplicaciones empresariales y en las relacionadas con la información de recursos humanos.

La figura 6 muestra un esquema de la forma como se clasificó la información consultada.

Figura 6: Clasificación de la literatura revisada



Fuente: Elaboración propia

4.2 Metodología de desarrollo del proyecto

El producto final del proyecto es una ontología para la administración de las competencias laborales que apoye la gestión de la oficina de gestión humana de la UNAB.

Para esto se hará uso de una ontología de dominio específico.

Una ontología de dominio específico es un conjunto de elementos que expresan un vocabulario con significados precisos de términos aceptados y usados por el dominio del conocimiento que es representado, en este caso el área de Recursos Humanos de la UNAB.

Entre las principales razones para usar ontologías de dominio específico se pueden citar las siguientes: compartir un entendimiento común de una estructura de información entre personas o agentes software, posibilitar la reutilización de

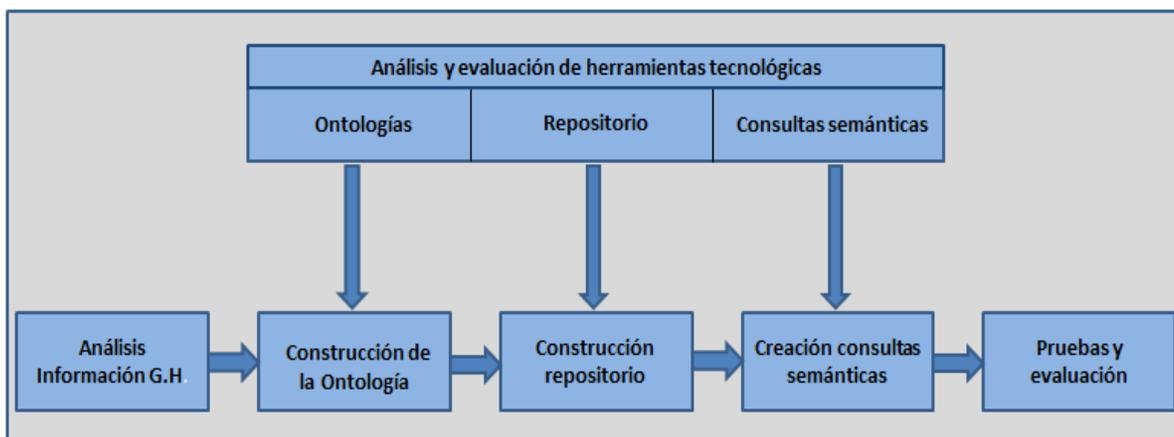
conocimiento de un dominio, hacer explícitas suposiciones de un dominio, separar el conocimiento de un dominio del conocimiento operacional, o analizar el conocimiento de un dominio.

Adicionalmente, para poder probar la ontología se debe crear un repositorio de información y un servicio de consultas semánticas que utilice la ontología diseñada.

Una vez elaborados estos productos, se realizarán pruebas de recuperación de información y pruebas de rendimiento.

La figura 7 muestra las fases que componen la metodología usada para el desarrollo del proyecto.

Figura 7: Metodología de desarrollo del proyecto



Fuente: Elaboración propia

4.2.1 Actividades del proyecto

A continuación se describen las fases de que se compone el proyecto.

- **FASE 1: Análisis de requerimientos de información del área de Gestión Humana de la UNAB**

En esta fase se determinaron las necesidades que el área de gestión humana tiene en lo referente a la definición y uso de competencias laborales. Se analizarán los tipos de cargos definidos dentro de la UNAB, las competencias generales (institucionales) y las competencias específicas (técnicas) por cargo. Adicionalmente se estudiarán las avances de los proyectos que se tienen referentes a la gestión por competencias.

- **FASE 2: Análisis y selección de herramientas Tecnológicas para la implementación del proyecto**

Para adelantar el este proyecto se analizaron y seleccionaron herramientas libres.

En esta fase se estudiaron las tecnologías y metodologías existentes para el desarrollo de Ontologías, para la implementación de repositorios de información y para el desarrollo de servicios de consultas semánticos.

Para la escogencia de las diferentes herramientas se estudiaron casos de implementación y se tuvieron en cuenta las experiencias de investigadores y los estándares definidos por el W3C.

Durante esta etapa se realizaron las siguientes actividades:

- Analizar herramientas para la construcción de ontologías
- Analizar y seleccionar herramientas para la implementación del repositorio de datos
- Análisis y selección de herramientas para el desarrollo del servicio de consultas sobre la ontología.

- **FASE 3: Creación de la Ontología para el contexto de Competencias laborales para el área de gestión humana de la UNAB**

En esta etapa se analizaron casos de desarrollo de ontologías para aéreas relacionadas con la gestión empresarial. Se miraron casos relacionados con ontologías aplicadas a la gestión de recursos humanos. Se desarrolló la ontología haciendo uso de la metodología y las herramientas seleccionadas en la fase de análisis y selección de herramientas.

En esta parte del proyecto fue necesario trabajar en conjunto con el área de gestión humana de la UNAB.

Las actividades que se desarrollaron para la construcción de la ontología son:

- Diseñar la Ontología para el área de Gestión Humana
- Implementar y probar la Ontología

- **FASE 4: Creación del Repositorio de Información**

En esta etapa se definen los elementos técnicos, tanto hardware como software, que se requieren para implementar el repositorio de información.

Una vez instalado el repositorio, se generó una muestra significativa de información. Esta información se catalogó y clasificó haciendo uso de la ontología definida en la fase anterior.

Las actividades que se llevaron a cabo fueron:

- Determinar las necesidades de hardware y software. Gestionar la asignación de los recursos
 - Implementar y probar el repositorio
- **FASE 5: Creación del prototipo de un servicio de consulta semántica**

Sobre el repositorio de información y haciendo uso de la ontología construida se desarrolló el prototipo del servicio de consulta semántico. Para esto se hizo uso de las herramientas, tecnologías y métodos definidos en la fase de análisis y selección de herramientas y se estudiaron implementaciones existentes de servicios semánticos de administración y recuperación de información.

Las actividades en esta fase son:

- Desarrollo del servicio semántico de consulta
 - Pruebas
- **FASE 6: Evaluación y pruebas del prototipo**

Durante esta fase se definieron las consultas a realizar. Se aplicaron las consultas sobre la ontología y el repositorio de datos y se evaluaron haciendo uso de las métricas definidas. Fundamentalmente se midió la calidad de las respuestas en cuanto a la precisión y la relevancia de las respuestas obtenidas.

- **FASE 7: Elaboración del documento del proyecto**

A medida que se adelanta cada fase del proyecto se elabora la documentación correspondiente.

5. DESARROLLO DEL PROYECTO

5.1 FASE 1: Análisis de requerimientos de información

5.1.1 Estructura del área de recursos humanos

El área de recursos Humanos de la UNAB Tiene los siguientes procesos

Selección y contratación: el objetivo de este proceso es seleccionar los candidatos mejor calificados para ejercer cargos dentro de la Universidad. Los candidatos para ocupar una vacante pueden provenir de dos fuentes: Interna, cuando se hacen concursos dentro de los empleados para promocionarlos a un cargo de mayor rango o externa cuando los candidatos no trabajan dentro de la universidad.

Evaluación del desempeño: Es un proceso continuo y objetivo mediante el cual se busca medir el la eficacia y la eficiencia de un trabajador en el desempeño de sus labores. En estos momentos en la UNAB solo esta formalizado el proceso de evaluación de los docentes.

Capacitación y desarrollo: La capacitación es un proceso organizado y sistemático que tiene como objetivo el dotar a los empleados de los conocimientos y capacidades necesarios para lograr un buen desempeño en las labores exigidas por un cargo.

Cuando hablamos de desarrollo nos referimos al proceso encaminado a dotar a los empleados de las capacidades y conocimientos que la universidad requerirá de ellos en el futuro.

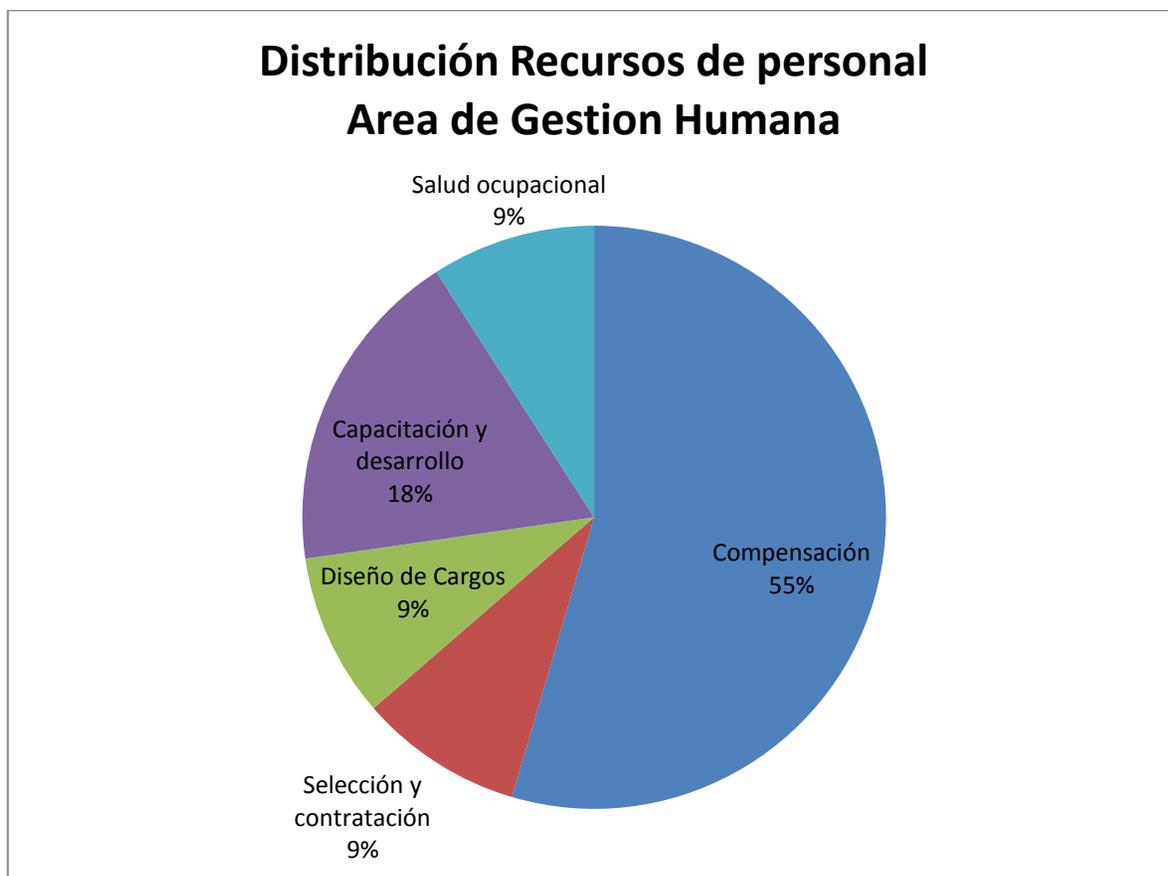
Compensación: Mediante el proceso de compensación la UNAB gratifica a sus empleados por su labor. Estas gratificaciones incluyen los salarios, bonificaciones, prestaciones sociales, aportes a fondos y aportes parafiscales. A través de este proceso se busca la satisfacción económica de los empleados.

Salud Ocupacional: Es el proceso mediante el cual se busca mantener y proteger la salud mental y física de los empleados. Esto se logra mediante la creación de un ambiente de trabajo seguro y satisfactorio.

Para cumplir con estos procesos, la dirección de recursos humanos cuenta con una planta de colaboradores de aproximadamente 20 personas.

La distribución de este recurso en los diferentes procesos se muestra en la siguiente figura:

Figura 8: Distribución de los recursos de personal en la dirección de RR.HH



Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, el proceso de compensación (nomina) consume más de la mitad de los recursos disponibles.

5.1.2 Gestión por competencias en la UNAB

Se revisó el avance que tiene la universidad en cuanto a la implementación de la gestión del recurso humano por competencias y como ese enfoque puede impactar sobre los procesos existentes.

A partir de este estudio se pudo concluir lo siguiente:

La UNAB está en la fase inicial del proceso de implementación del modelo de gestión por competencias. Hasta ahora se han definido las competencias

generales, sin haber alcanzado el detalle de definir las competencias técnicas específicas requeridas para cada cargo.

Sin embargo, la información con que se cuenta es suficiente para adelantar el proyecto, ya que está definida toda la estructura básica y a partir de ella es posible generar la información con la que no se cuenta en la actualidad.

Adicionalmente, por las limitaciones que impone la nueva ley de habeas data, No es posible hacer uso de información real, sobre todo la relacionada con las personas, por lo que se hace necesario hacer transformación a estos datos para poder usarlos en el proyecto en el proyecto.

5.1.3 Participantes

El trabajo que se realizó involucra diferentes procesos del área de Gestión humana de la UNAB.

Las personas o áreas que estuvieron vinculadas a este trabajo son:

- **Universidad Autónoma de Bucaramanga - UNAB:** Institución de educación superior que facilitó el desarrollo del proyecto.
- **Área de Gestión Humana:** Área dueña de los procesos afectados: Contratación de personal, Evaluación de desempeño y Formación y desarrollo de personal.
- **Asistente de Recursos Humanos:** Persona que facilitó toda la información referente a perfiles de cargos y .Competencias laborales definidas por la Universidad.
- **Auxiliares de contratación y evaluación:** Auxiliares administrativas encargadas de realizar los procesos afectados por este proyecto.

5.2 FASE 2. Análisis y selección de Herramientas tecnológicas

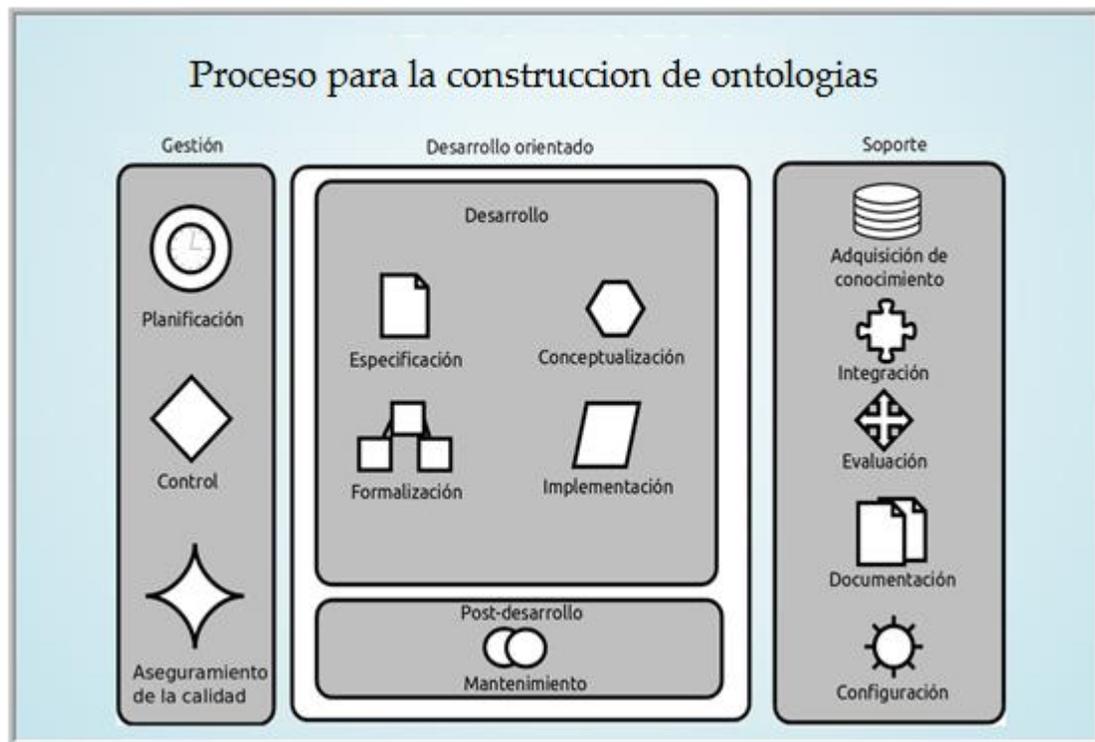
5.2.1 Análisis de metodologías para la construcción de ontologías

Una metodología es un conjunto de métodos y técnicas que al ser aplicadas a un proceso permite obtener resultados de calidad aceptable. Las metodologías para la construcción de ontologías nos proporcionan un marco de trabajo que nos permite construir una ontología de modo ordenado y con resultados óptimos(Rubén Darío Alvarado, 2010).

En general el proceso de construir ontologías es muy similar al de la construcción de software, por lo tanto las metodologías difieren muy poco de las tradicionales, con las adaptaciones que requiere la particularidad del dominio de las ontologías.

Existen diferentes metodologías para el desarrollo de ontologías, pero en general tienen las fases que se muestran en la figura 9.

Figura 9: Proceso para la construcción de ontologías



Fuente: Gomez-Perez Asuncion, Fernández-López Mariano y Corcho Oscar. Ontological Engineering: with examples from the areas of Knowledge Management, e-Commerce and the Semantic Web.

La tabla 2 muestra las metodologías que fueron evaluadas para escoger la que se usó para el desarrollo de este proyecto y los parámetros que se usaron para la comparación.

Principalmente se buscó una metodología que soportara las principales fases del proceso de desarrollo. Adicionalmente se evaluó la sencillez en el uso, la trayectoria en el trabajo sobre ontologías que tiene el grupo que lo desarrolló y la comunidad de usuarios que la utilizan.

Tabla 2. Evaluación de metodología para la construcción ontologías

Característica		Cyc	Kactus	Methontology	Onto Knowledge	
Actividades de administración	Planeación	ND	ND	Prop.	Desc.	
	Control	ND	ND	Prop.	Desc.	
	Aseguramiento de la calidad	ND	ND	ND	Desc.	
Actividades de desarrollo	Procesos de Predesarrollo	Estudio del dominio	ND	ND	ND	Desc.
		Estudio factibilidad	ND	ND	ND	Prop.
	Procesos de desarrollo	Especificación	ND	Prop.	Desc. en detalle	Desc. en detalle
		Conceptualización	ND	Prop.	Desc. en detalle	Prop.
		Formalización	ND	Desc.	Desc.	Desc.
		Implementación	Prop.	Prop.	Desc. en detalle	Desc.
	Procesos de Postdesarrollo	Mantenimiento	ND	ND	Prop.	Prop.
		Uso	ND	ND	ND	Prop.
Actividades de soporte	Adquisición del conocimiento	ND	ND	Desc. en detalle	Desc.	
	Evaluación	ND	ND	Desc. en detalle	Prop.	
	Integración	Prop.	Prop.	Prop.	Prop.	
	Administración de la configuración	ND	ND	Desc.	Prop.	
	Documentación	Prop.	ND	Desc. en detalle	Desc.	

ND: No disponible, Prop.: propuesto, Desc.: descrito

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la evaluación realizada se seleccionó para este proyecto la metodología Methontology. Esta metodología fue desarrollada por el laboratorio de inteligencia artificial de la universidad Politécnica de Madrid.

5.2.2 Análisis de herramientas para la construcción de Ontologías

Cuando se habla de herramientas para la elaboración de ontologías se hace referencia a editores o frameworks que apoyan el proceso de construcción. Estas herramientas incluyen facilidades para la definición y especificación de conceptos, propiedades, relaciones, axiomas y restricciones (Esmeralda Ramos & Haydemar Nuñez, 2007).

En la tabla 3 se muestra la evaluación que se hizo de las herramientas más utilizadas para el diseño y construcción de ontologías.

Tabla 3. Comparación entre herramientas para la construcción ontologías

Herramienta	WebODE	Protégé	OntoEdit	KAON	DOGMA	NeOn
Característica						
Soporte de la Comunidad	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Otros Soporte *	No	Si	No	No	No	Si + Costo
Arquitectura Extensible	Si	Si	Si	Si	No	Si
Plugins	No	Si	Si	Si	No	Si
Importación	Si	Si	Si	No	Si	Si
Exportación	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Inferencias	Si	Si	Si	No	No	Si
Evaluador Ontológico	Si	Si	No	No	No	No
Actualización últimos 3 años	No	Si	No	No	Si	Si

Fuente: Elaboración propia.

En la selección, los factores a los que más peso se dio fueron la facilidad de uso, el soporte brindado tanto por la comunidad de usuarios como por los desarrolladores de la herramienta, la capacidad de importar y exportar ontologías desde y a otras herramientas, el uso de plugins y la evolución que ha tenido la herramienta en los últimos años.

Una vez hecha la evaluación se escogió la herramienta Protégé. Esta herramienta fue desarrollada por la universidad de Stanford y es la de mayor aceptación y uso por parte de los desarrolladores de ontologías.

5.2.3 Análisis de lenguajes para el desarrollo de ontologías

Al momento de seleccionar el lenguaje con el que va a desarrollar la ontología se tuvieron en cuenta los siguientes factores:

- El lenguaje debe tener una Sintaxis bien definida que permita que la ontología se pueda leer con facilidad.
- Es necesario que cuente con una semántica formalmente especificada, que permita comprender el funcionamiento de la ontología
- Debe tener un nivel suficiente de expresividad, de tal modo que permita definir ontologías de diferente tipo.
- Debe ser fácilmente traducible, es decir debe ser fácil de convertir a y desde otros lenguajes.
- Eficiente al momento de hacer razonamientos sobre la ontología. Esto se refiere tanto a la calidad de los resultados como a la velocidad de las consultas.
- Debe ser soportado por las herramientas de desarrollo de ontologías.

Teniendo en cuenta estos factores se escogieron como lenguajes para adelantar este proyecto los lenguajes RDF (Resources Description Frameworks) y OWL (Web Ontology Language). Son los más utilizados para expresar ontologías y son estándares definidos por la W3C.

5.2.4 Selección del repositorio de información

Un factor importante para el desarrollo del proyecto, concretamente para poder probar la ontología, es definir la forma en que se va a almacenar la información ontológica.

Desafortunadamente no existen repositorios de información o bases de datos especificadas para almacenar información semántica, por lo que se hace necesarios hacer uso de la tecnología existente para el manejo de otros tipos de datos.

Durante el desarrollo de este proyecto se analizaron dos posibilidades:

Hacer uso de Administradores de bases de datos relacionales, tales como MySQL o PostgreSQL.

El hacer uso de este tipo de bases de datos implica que el modelo de datos semántico se debe traducir en un modelo relacional. De igual forma Las consultas que se hacen usando lenguajes semánticos se deben traducir a consultas SQL y los resultados obtenidos por estos SQL deben ser transformados a expresiones semánticas.

El problema técnico que plantea hacer estas transformaciones ya está resuelto, ya que existen APIs que se encargan de este trabajo.

El inconveniente que plantea esta solución es la pérdida de flexibilidad (una de las principales características de trabajar con ontologías), ya que cualquier modificación al modelo, por ejemplo la creación de un nuevo atributo o el agregar una nueva clase implica la generación de una nueva base de datos.

La segunda alternativa que se analizó es hacer uso de estructuras RDF para expresar los datos.

RDF (Resource Description Framework) es una propuesta de W3C para definir metadatos en la WEB. Básicamente RDF proporciona un modelo de datos para describir la semántica de un modelo haciéndola que sea procesable automáticamente.

Para construir aplicaciones sobre estructuras de datos RDF existen librerías y APIs que permiten almacenar y recuperar información.

Evaluadas estas dos alternativas, se decidió que para el desarrollo de este proyecto se hará uso de las estructuras RDF, ya que con ellas se aprovecha toda la potencialidad de la estructuración semántica de la información.

5.3 FASE 3: Desarrollo de la ontología

Para el desarrollo de la ontología se usó la metodología Methontology. Esta metodología fue diseñada y desarrollada por el grupo de inteligencia artificial de la Universidad Politécnica de Madrid.

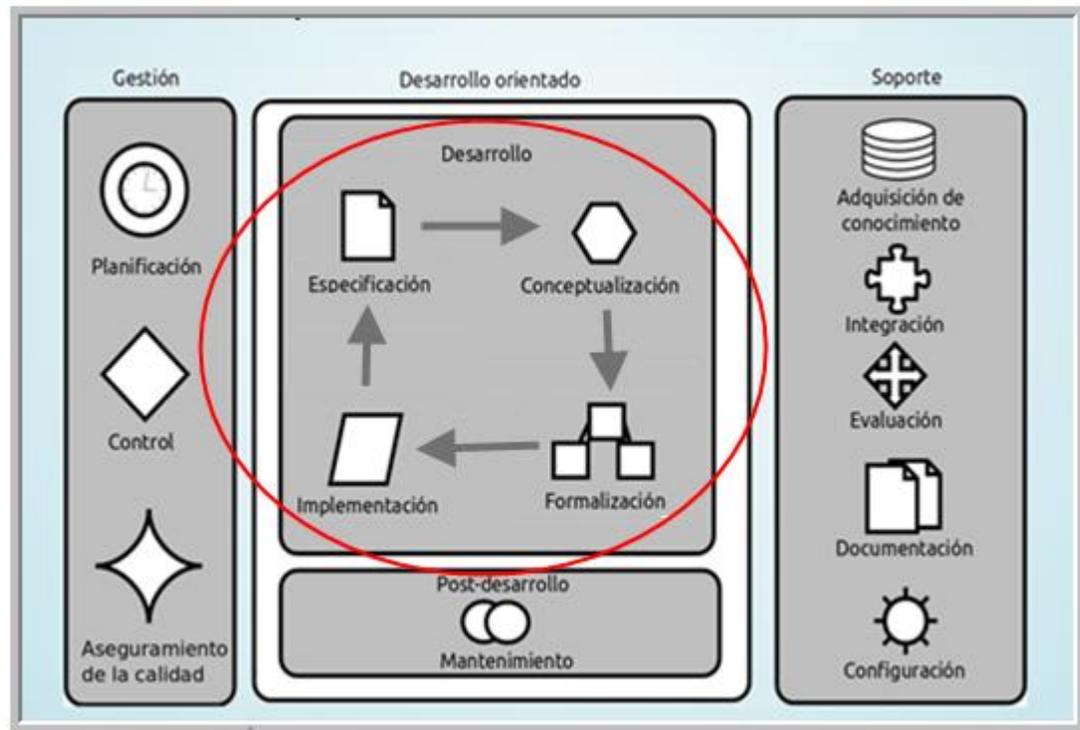
Esta es una metodología modular, formalizada y fácil de usar. Puede usarse total o parcialmente, dependiendo de los requerimientos de cada proyecto. (Gomez-Perez Asuncion, Fernández-López Mariano, & Corcho Oscar, 2004)

Para el desarrollo del prototipo de este proyecto se hizo uso parcial de la metodología, tomando solamente los procesos correspondientes al módulo de desarrollo.

El desarrollo del prototipo es cíclico, pudiéndose hacer tantas iteraciones como sea necesario.

En la figura 10 se muestran los módulos de la metodología que se aplicaron para el desarrollo del proyecto.

Figura 10: Fases de la metodología usadas en el proyecto



Fuente: Elaboración propia, basado en Gomez-Perez Asuncion, Fernández-López Mariano y Corcho Oscar

5.3.1 Especificación

En esta etapa se estudia el área de conocimiento y se delimita el dominio y el alcance de la ontología.

Se recopiló la información necesaria para fabricar la ontología. La información más relevante que se recopiló en esta fase fue:

- **Niveles Organizacionales:** Hace referencia a cada uno de los niveles de responsabilidad que existen dentro de la UNAB.

Cada nivel organizacional tiene identificados unos cargos tipo de referencia

- **Las Competencias Institucionales:** Son las competencias genéricas que en mayor o menor grado debe tener una persona para poder trabajar en la universidad. Cada competencia institucional tiene definidas sus correspondientes escalas conductuales.

Existen las siguientes competencias institucionales:

- Siete Competencias Institucionales Generales
 - Tres Competencias Institucionales Administrativas y
 - Tres Competencias Institucionales Académicas
- **Las Competencias Técnicas:** Son las competencias que se debe tener un empleado para ejercer un cargo específico dentro de la UNAB.

Por cada cargo tipo se define lo siguiente:

- El Concepto
 - El Grado de dominio y la representación en el Cargo
- **Las Escalas conductuales:** Las escalas conductuales son valores enteros entre 0 y 5 y expresan el nivel de dominio que se debe tener una competencia para desempeñar un cargo adecuadamente.

Existen escalas conductuales para cada nivel Organizacional y para cada una las diez Competencias correspondientes a cada uno de los cargos tipo

- **Los Pesos ponderados:** El peso ponderado expresa la importancia que tiene la competencia dentro del cargo tipo. La suma de los pesos ponderados para un cargo tipo debe ser de 100.

Se tiene definidos los pesos ponderados para cada nivel organizacional, con las escalas conductuales correspondientes.

- **La descripción de Cargos tipo:** Describe los diferentes tipos de cargos, a partir de los cuales se crea cada uno de los tipos específicos.

En la tabla 4 se muestra como se define el perfil de un cargo tipo en base a las competencias definidas para él, con sus respectivas escalas conductuales (calificación) y el peso ponderado que cada competencia tiene para el cargo.

Tabla 4. Especificación de perfil de cargo.

Perfil de cargo: Docente Asociado		
COMPETENCIA	Calificación	Peso Ponderado (%)
COMPROMISO INSTITUCIONAL	4	11
TRABAJO EN EQUIPO Y COOPERACIÓN	4	10
ORIENTACIÓN HACIA LA EXCELENCIA	4	10
ORIENTACIÓN AL CLIENTE	3	9
INTERACCIÓN CON EL ENTORNO	3	9
LIDERAZGO	4	9
PROACTIVIDAD	5	8
INNOVACIÓN DEL CONOCIMIENTO	5	12
COMUNICACIÓN PARA COMPARTIR CONOCIMIENTOS	5	11
CREDIBILIDAD TÉCNICA	4	11
		100

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 5 muestra el perfil definido para una persona en base a las competencias definidas por la institución.

Tabla 5. Especificación de perfil de una persona.

Perfil de persona: Persona I	
COMPETENCIA	Calificación
COMPROMISO INSTITUCIONAL	3
TRABAJO EN EQUIPO Y COOPERACIÓN	4
ORIENTACIÓN HACIA LA EXCELENCIA	5
ORIENTACIÓN AL CLIENTE	3
INTERACCIÓN CON EL ENTORNO	3
LIDERAZGO	1
PROACTIVIDAD	5
INNOVACIÓN DEL CONOCIMIENTO	2
COMUNICACIÓN PARA COMPARTIR CONOCIMIENTOS	5
CREDIBILIDAD TÉCNICA	4
CONOCIMIENTO DE LA INSTITUCIÓN	4

Fuente: Elaboración propia.

Para el caso de la definición del perfil de una persona, la escala conductual expresan el nivel de dominio que tiene la persona de una competencia específica. En este caso no se especifican Pesos ponderados, ya que este es un atributo asociado al cargo.

5.3.2 Conceptualización

Durante el proceso de conceptualización se identifican los conceptos principales que conforma la ontología. Se determina sus propiedades, estructura y se identifican los términos, sinónimos y acrónimos que usaremos para referirnos a esos conceptos.

A continuación se muestran los conceptos (clases) identificados y su estructura jerárquica

- **Persona**

- **Nivel de Educación**
 - Básica primaria
 - Básica secundaria
 - Técnica
 - Tecnológica
 - Profesional
 - Especialización
 - Maestría
 - Doctorado

- **Competencia Laboral**
 - Competencias Institucionales
 - Generales
 - Compromiso Institucional
 - Trabajo en Equipo
 - Orientación hacia la excelencia
 - Orientación al cliente
 - Integración con el entorno
 - Liderazgo
 - Proactividad
 - Administrativas
 - Planificación y organización
 - Conocimiento de la institución
 - Integridad
 - Académicas
 - Innovación del conocimiento
 - Comunicación para compartir conocimiento
 - Credibilidad técnica

 - Competencias técnicas
 - Conocimientos

- Educación
 - Habilidades
 - Experiencia
- **Cargo**
 - Ejecutivo
 - Rector
 - Vicerrector académico
 - Vicerrector administrativo
 - Secretario académico
 - Decano
 - Gerencial
 - Director de programa
 - Director I administrativo
 - Director I académico
 - Director II administrativo
 - Director II académico
 - Jefe I
 - Jefe II
 - Docente
 - Docente Titular
 - Docente Asociado
 - Docente asistente
 - Docente auxiliar
 - Docente categoría C
 - Profesional
 - Profesional I
 - Profesional II
 - Asistente Administrativo
 - Asistente Académico
 - Administrador de sistemas de información
 - Apoyo operativo
 - Secretaria Ejecutiva Administrativa
 - Secretaria Ejecutiva Académica
 - Secretaría Administrativa
 - Secretaria Académica
 - Auxiliar Administrativo
 - Auxiliar académico

- Monitor Consultorio Jurídico
- Operativo
 - Aseador
 - Camarero
 - Cocinero
 - Conductor
 - Mensajero
 - Mesero
 - Auxiliar Mantenimiento
 - Vigilante

En la tabla 6 se muestra el diccionario de datos que se definió para los conceptos de nivel superior.

Tabla 6. Diccionario de datos de los conceptos principales.

Nombre	Sinónimos	Acrónimos	descripción	Tipo
Persona	Empleado, Aspirante		Hace referencia a la persona que desempeña o aspira a desempeñar un cargo dentro de la organización.	Concepto
Nivel Educativo	Grado, Título Académico, Nivel de estudio		Hace referencia a la formación académica ya se formal o no formal que tiene una persona. También hace referencia a la formación académica que se requiere para desempeñar un cargo.	Concepto
Cargo	Puesto de trabajo		Unidad dentro de la organización que conlleva un grupo de deberes y responsabilidades que lo vuelven separado y distinto de otras unidades.	Concepto
Competencia laboral	Habilidad, capacidad		Capacidad que se debe tener para el logro de un objetivo o resultado en un contexto laboral dado. Se refiere a la capacidad de la persona para dominar tareas específicas dentro de su entorno laboral.	Concepto

Fuente: Elaboración propia.

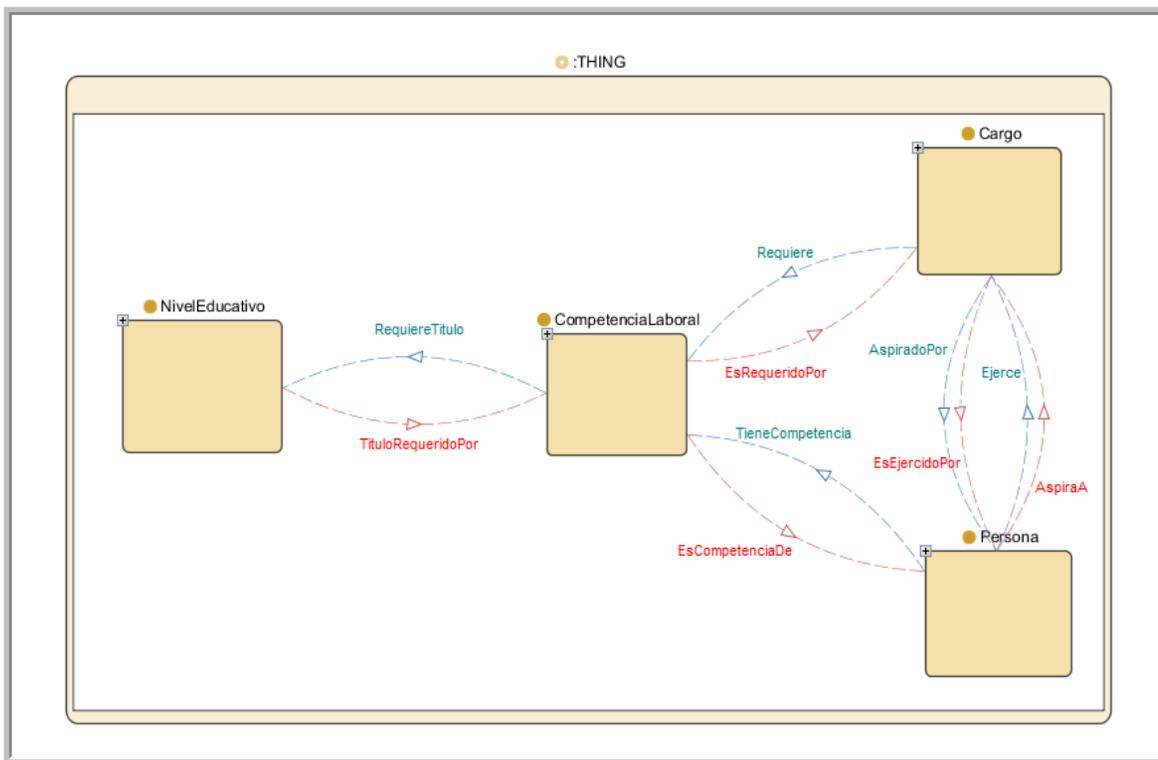
5.3.3 Formalización

En la fase de formalización se identifican y definen de manera formal los atributos de los conceptos.

Adicionalmente se identifican las relaciones entre los conceptos y las reglas, axiomas y restricciones que caracterizaran a la ontología.

La figura 11 muestra los conceptos de nivel superior y las relaciones que se establecieron entre ellos.

Figura 11: diagrama de conceptos y relaciones



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 7 se detallan las relaciones entre los conceptos de nivel superior y se muestra la cardinalidad de estas relaciones.

La tabla 8 muestra los atributos definidos para cada uno de los conceptos y las características de esos atributos.

Tabla 7. Especificación formal de las relaciones.

Concepto	Relación	Concepto relacionado	Cardinalidad
Cargo	Requiere	Competencia laboral	1:n
	Es ejercido por	Persona	0:n
	Es aspirado por	Persona	0:n
Competencia	Es requerido por	Cargo	1:n
	Es competencia de	Persona	1:n
	Requiere	Nivel Académico	0:n
Persona	Ejerce	Cargo	0:n
	Aspira	cargo	0:n
	Tiene	Competencia Laboral	1:n
Nivel Académico	es requerido por	Competencia laboral	0:n

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8. Especificación formal de los atributos.

Concepto	Atributo	Tipo	Carnalidad	Requerido	Valores validos
Persona	Nombre	String	Único	S	
	Apellido	String	Único	S	
	Identificación	String	Único	S	
Competencia laboral	Nombre	String	Único	S	
	Calificación	Entero	Único	N	entre 0 y 5
	Peso	Entero	Único	S	Entre 0 y 100
Cargo	Nombre	String	Único	S	
Nivel Académico	Nombre	String	Único	S	

Fuente: Elaboración propia.

5.3.4 Implementación

Durante la fase de implementación se toman los elementos definidos durante la fase de formalización y se convierten en un modelo computable, ya sea mediante el uso de un metalenguaje o usando una herramienta de desarrollo de ontologías.

En nuestro caso hemos escogido la herramienta Protégé para hacer la implementación. El hacer uso de esta herramienta nos permite generar la ontología en diferentes lenguajes tale como RDF y OWL.

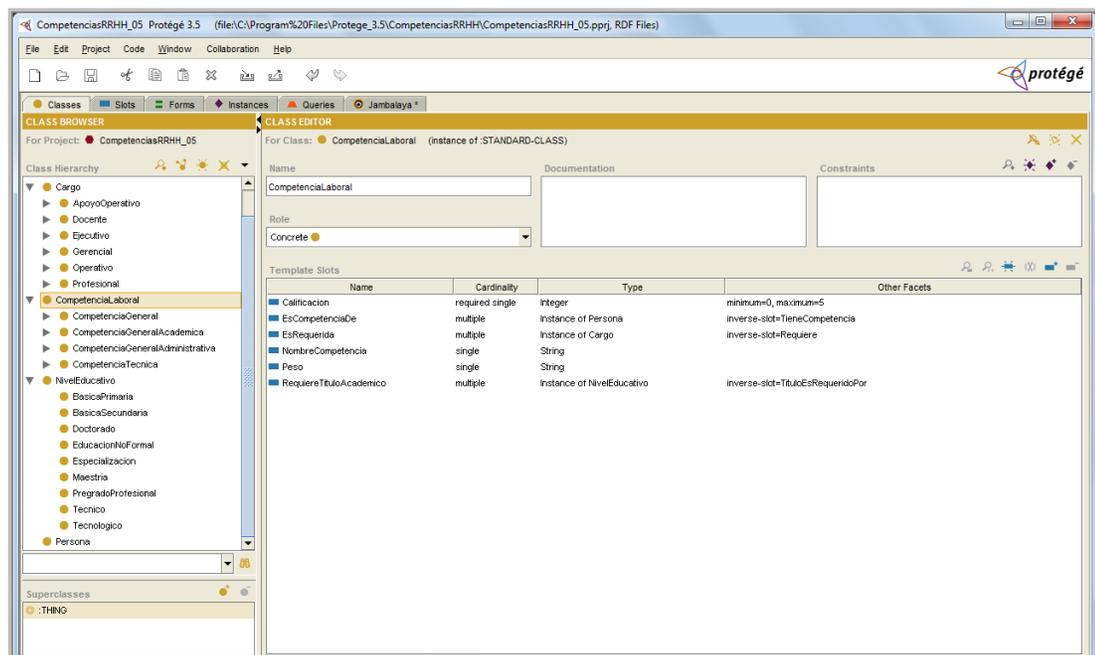
Los pasos que se siguieron durante la implementación fueron los siguientes

Definición de los conceptos o clases

Tomando los conceptos definidos en el proceso de formalización se definen en la herramienta Protégé como se muestra en la figura 12. Es necesario definir todas las clases y subclases, de acuerdo a la jerarquía identificada.

En este punto es importante definir si las clases o subclases son disyuntas o si pueden tener instancias en común.

Figura 12: Definición de conceptos usando Protégé



Fuente: Elaboración propia

Definición de los atributos

Una vez definidas las clases, se procede a crear los atributos de cada una de ellas. Por cada atributo se debe definir el nombre, el tipo de dato, la cardinalidad y el conjunto de valores validos si es del caso. Adicionalmente se puede agregar una descripción.

Definición de las relaciones entre clases

Una actividad muy importante es la definición de las relaciones. Las relaciones definirán como se comunican las clases entre si y determinaran cómo será la navegabilidad al momento de realizar consultas sobre la ontología.

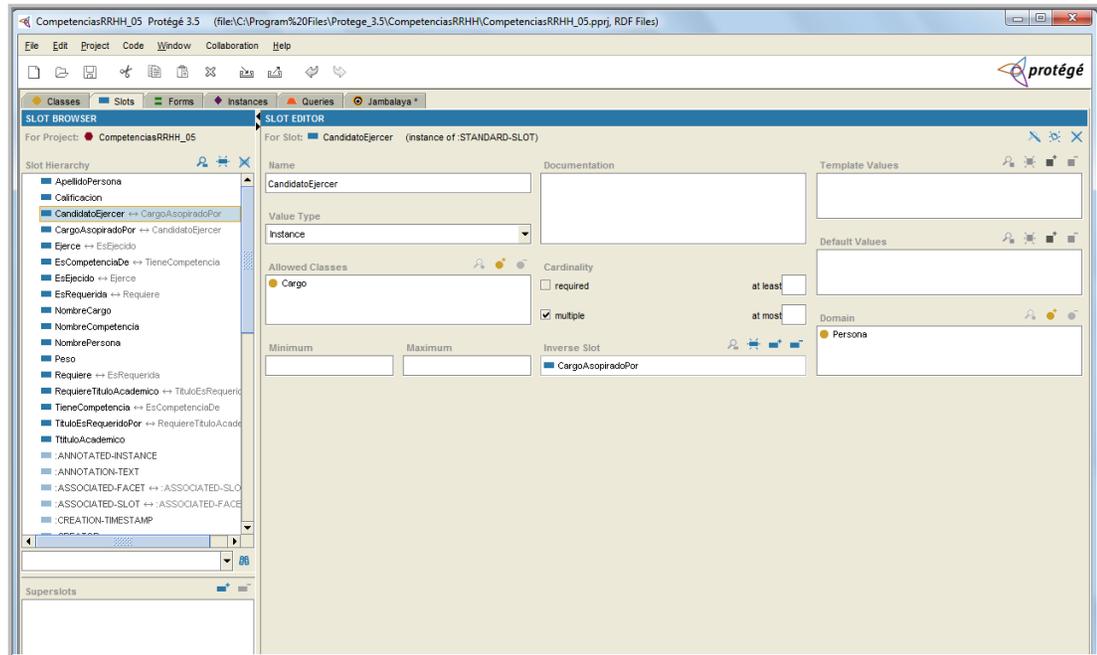
Es importante determinar la cardinalidad de las relaciones y si esta relación es requerida o no al momento de instanciar una clase.

Se pueden establecer relaciones entre las clases principales y/o entre las subclases.

Al momento de definir una relación, Protégé permite establecer, si se necesita la relación inversa y definirla si es del caso.

En la figura 13 se puede observar un ejemplo de definición de relaciones. Adicionalmente se pueden observar los atributos definidos.

Figura 13: Definición de atributos y relaciones usando Protégé



Fuente: Elaboración propia

Creación de instancias de clases

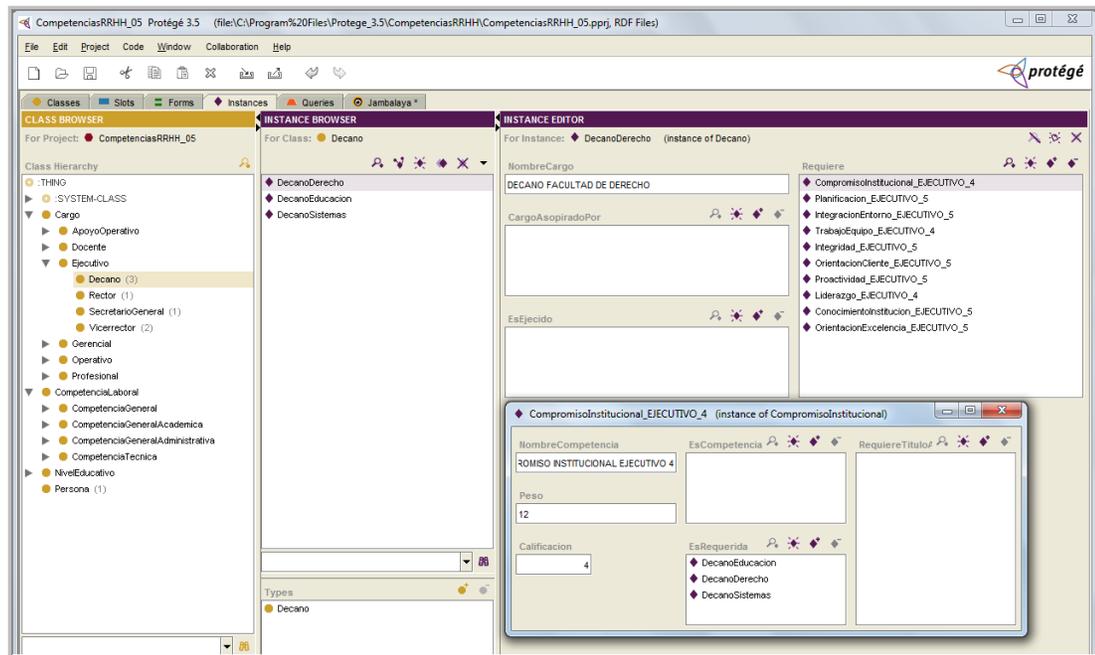
La creación de instancias de cada una de las clases es importante para hacer una primera evaluación del modelo clase.

Al crear una instancia se puede observar si las características definidas en las clases y subclases se han heredado correctamente. Se puede validar que al momento de dar valores a los atributos definidos estos cumplan con las características definidas previamente en cuanto al tipo de dato, cardinalidad y conjunto de valores válidos.

Adicionalmente, mediante la creación de instancias, se puede observar cómo se comportan las relaciones definidas entre clases.

La figura 14 muestra el objeto DecanoDerecho, instancia de la clase Cargo. Como se puede observar se muestran los atributos y como mediante la relación con la clase Competencias laborales, se pueden asociar las competencias requeridas por este cargo en particular.

Figura 14: creación de instancias mediante Protégé



Fuente: Elaboración propia

5.3.5 Validación y evaluación del modelo

Una vez construido el modelo, se procede a realizar su validación y evaluación. Protégé permite hacer las siguientes validaciones sobre el modelo:

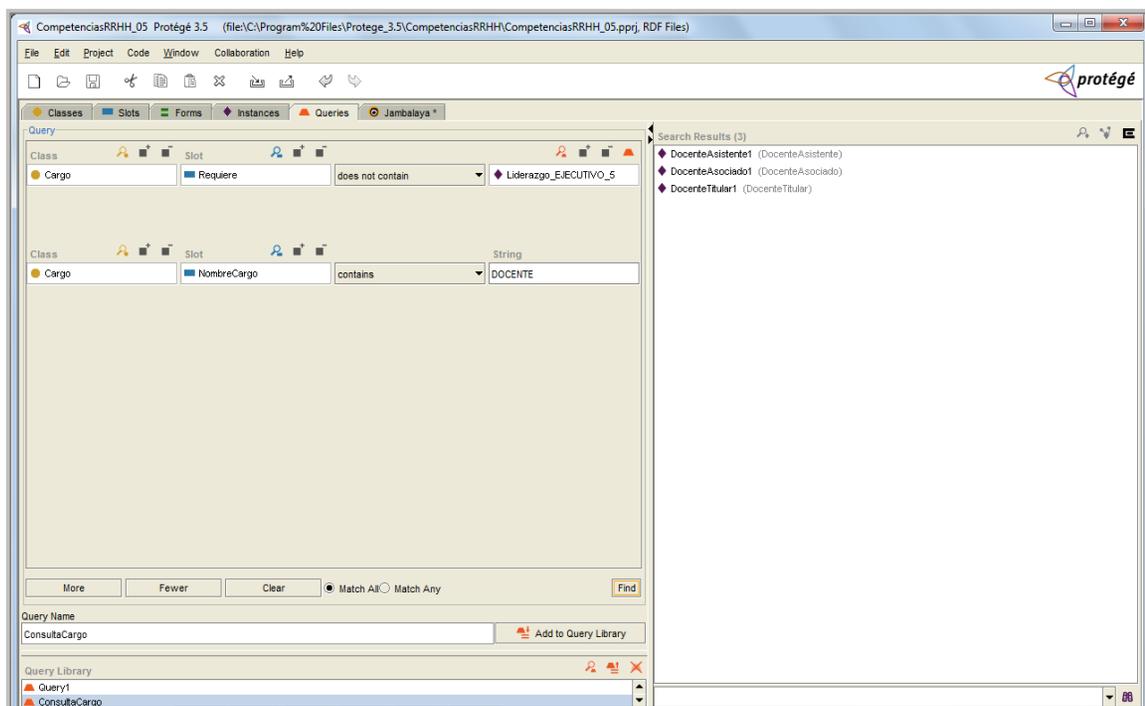
- Chequear la consistencia de la ontología: Permite constatar que no existen contradicciones en la definición de las clases y relaciones.
- Obtener automáticamente la clasificación taxonómica: observa la relación entre cada clase y comprobar que la jerarquía de clases está completa.
- Computar los tipos inferidos: Valida la inferencia de clases, es decir encuentra las clases más específicas a las que pertenece una instancia.

Mediante estas validaciones se detectan las posibles inconsistencias del modelo y resulta más fácil y ágil la corrección.

Adicional a la validación del modelo, se realizaron pruebas de recuperación de información (Consultas). Mediante estas consultas se pueden validar los términos definidos en el diccionario, la consistencia de las relaciones especificadas y la completitud de la información contenido en las instancias de clases.

Protégé suministra una herramienta en donde se pueden construir y validar consultas de baja y mediana complejidad. La figura 15 muestra un ejemplo de una consulta y sus resultados.

Figura 15: ejemplo de consulta usando Protégé



Fuente: Elaboración propia

5.4 FASE 4: Construcción del repositorio de información

Como se explicó anteriormente, para este proyecto se va a hacer uso de RDF para expresar los datos de la ontología.

Las figuras 16 y 17 muestran cómo se expresan los datos de una persona y de un cargo respectivamente

Figura 16: definición de una persona usando RDF

```
<kb:Persona rdf:about="&kb;CompetenciasRRHH_04_Class24"
  kb:ApellidoPersona="Garcia Galindo"
  kb:NombrePersona="Herman"
  rdfs:label="CompetenciasRRHH_04_Class24">
  <kb:TieneCompetencia rdf:resource="&kb;CompromisoInstitucional_4"/>
  <kb:TieneCompetencia rdf:resource="&kb;ComunicacionConocimiento_3"/>
  <kb:TieneCompetencia rdf:resource="&kb;ConocimientoInstitucion_4"/>
  <kb:TieneCompetencia rdf:resource="&kb;CredibilidadTecnica_4"/>
  <kb:CandidatoEjercer rdf:resource="&kb;DocenteAsociado1"/>
  <kb:TieneCompetencia rdf:resource="&kb;IntegracionEntorno_3"/>
  <kb:TieneCompetencia rdf:resource="&kb;Integridad_APOYO_4"/>
  <kb:TieneCompetencia rdf:resource="&kb;Liderazgo_APOYO_2"/>
  <kb:TieneCompetencia rdf:resource="&kb;OrientacionExcelencia_4"/>
  <kb:TieneCompetencia rdf:resource="&kb;Planificacion_3"/>
  <kb:TieneCompetencia rdf:resource="&kb;TrabajoEquipo_3"/>
</kb:Persona>
```

Fuente: Elaboración propia

Figura 17: Definición de un cargo usando RDF

```
<kb:SecretarioGeneral rdf:about="&kb;Secretario_General"
  kb:NombreCargo="SECRETARIO GENERAL"
  rdfs:label="Secretario_General">
  <kb:Requiere rdf:resource="&kb;CompromisoInstitucional_EJECUTIVO_5"/>
  <kb:Requiere rdf:resource="&kb;ConocimientoInstitucion_EJECUTIVO_5"/>
  <kb:Requiere rdf:resource="&kb;IntegracionEntorno_EJECUTIVO_5"/>
  <kb:Requiere rdf:resource="&kb;Integridad_EJECUTIVO_5"/>
  <kb:Requiere rdf:resource="&kb;Liderazgo_EJECUTIVO_4"/>
  <kb:Requiere rdf:resource="&kb;OrientacionCliente_EJECUTIVO_5"/>
  <kb:Requiere rdf:resource="&kb;OrientacionExcelencia_EJECUTIVO_5"/>
  <kb:Requiere rdf:resource="&kb;Planificacion_EJECUTIVO_5"/>
  <kb:Requiere rdf:resource="&kb;Proactividad_EJECUTIVO_5"/>
  <kb:Requiere rdf:resource="&kb;TrabajoEquipo_EJECUTIVO_4"/>
</kb:SecretarioGeneral>
```

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, además de los atributos propios del concepto, la definición hecha con RDF incluye las instancias con las que esta relacionadas.

5.5 FASE 5: Construcción del prototipo del módulo de consultas

A continuación se detalla el proceso de construcción del prototipo del módulo de consultas

5.5.1 Definición de consultas

Lo primera actividad que se realizo fue definir el tipo de consultas que se van a realizar sobre la ontología definida. Se pudieron identificar las siguientes consultas:

- Consultas sobre los conceptos básicos: permiten mostrar información sobre lo conceptos Como persona, cargo, competencia y formación académica filtrada por criterios especificados.

Adicionalmente debe permitir cruzar información entre los diferentes conceptos. Por ejemplo, consultar un cargo con sus competencias asociadas, consultar las personas que ejercen determinado cargo, consultar las personas que tienen determinada formación académica, etc.

- El segundo grupo de consultas son las más importantes. Estas consultas deben permití contrastar las competencias requeridas por un cargo con las competencias que tiene una persona determinada. Estas consultas nos permiten determinar la brecha existente entre los requerimientos de un cargo y las capacidades que tiene una persona.

Con los resultados de estas consultas se puede determinar lo siguiente:

- Saber si una persona es apta para un desempeñar un cargo (Contratación)
- Determinar las competencias que una persona debe desarrollar o reforzar para desempeñar un cargo (Desarrollo y capacitación)
- Conocer la brecha que existe entre las capacidades que tiene una persona respecto al cargo que desempeña (Evaluación)

5.5.2 Tecnologías utilizadas

Para realizar la consulta de información se eligió el lenguaje RDQL. Este lenguaje es una especificación de W3C que permite recupera información expresada en RDF.

Este lenguaje esta implementado en el API RAP-RDF para PHP. Haciendo uso de este API se pueden construir interfaces PHP para permitir que los usuarios interactúen con los datos RDF.

La figura 18 muestra una consulta expresada en lenguaje RDQL

Figura 18: Ejemplo de consulta con RDQL

```
$rdql_query = '
SELECT ?nom, ?ncomp, ?pes, ?cal
WHERE (?x, kb:NombreCargo, ?nom),
      (?x, kb:Requiere, ?req),
      (?req, kb:NombreCompetencia, ?ncomp),
      (?req, kb:Peso, ?pes),
      (?req, kb:Calificacion, ?cal)
AND ?nom ^^ "/DOCENTE/" && ?ncomp ^^ "/COMPROMISO/"
AND (?pes * ?cal) > 5
USING kb FOR <http://protege.stanford.edu/kb#>';
```

Fuente: Elaboración propia

Con esta consulta se quiere saber qué cargos docentes tienen entre sus competencias la de compromiso institucional y que además el producto entre la calificación y el peso de la competencia para este cargo sea mayor a 5.

El resultado de esta consulta se muestra en la figura 19.

Figura 19: Resultados de consulta con RDQL

No.	?nom	?ncomp	?pes	?cal
1.	Literal: DOCENTE ASISTENTE 1	Literal: COMPROMISO INSTITUCIONAL DOCENTE 3	Literal: 11	Literal: 3
2.	Literal: DOCENTE ASOCIADO 1	Literal: COMPROMISO INSTITUCIONAL DOCENTE 4	Literal: 11	Literal: 4
3.	Literal: DOCENTE TITULAR 1	Literal: COMPROMISO INSTITUCIONAL DOCENTE 4	Literal: 11	Literal: 4

Fuente: Elaboración propia

6. RESULTADOS

Como resultado de este trabajo se obtuvo el una ontología para el manejo de la información de competencias laborales de la UNAB.

Esta ontología incluye todos los elementos que se identificaron durante las fases descritas anteriormente.

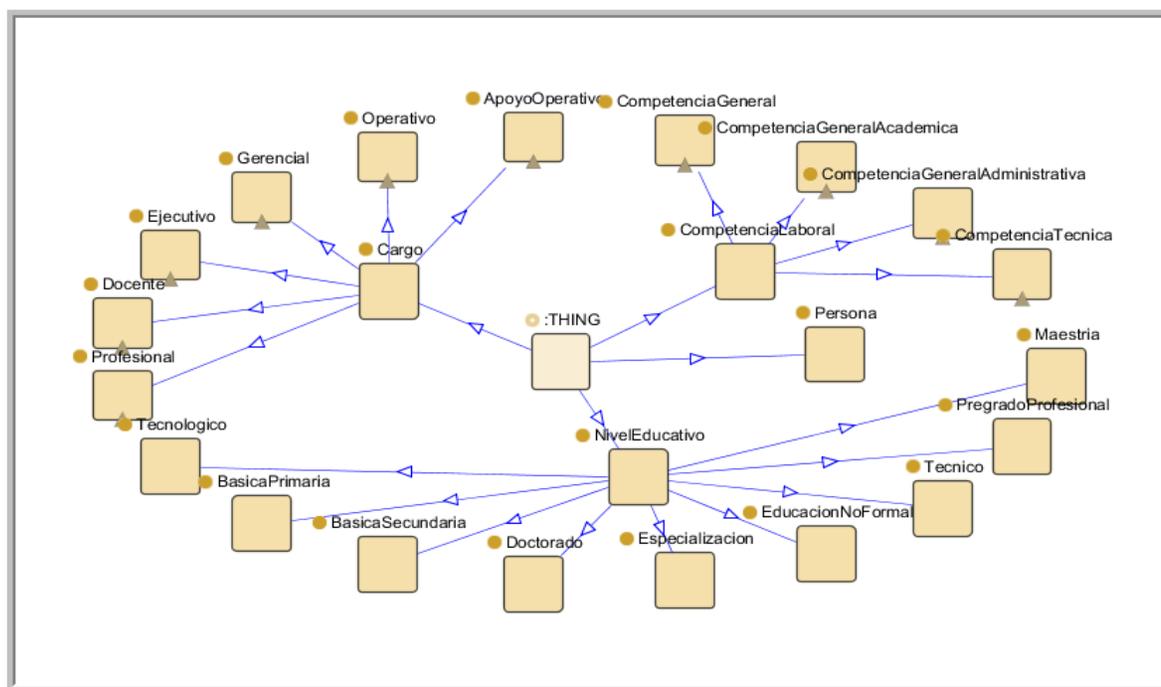
6.1 Descripción de la ontología

La ontología construida se compone de cuatro conceptos Básicos

- **Persona:** Dentro de la ontología, una persona es alguien que ejerce o aspira a ejercer un cargo. Una persona puede tener una de las dos condiciones, vinculado o aspirante, o tener las dos simultáneamente. Las personas tienen capacidades para realizar trabajo y para lograr objetivos, es decir, tienen competencias laborales.
- **Nivel educativo:** Se refiere a los diferentes niveles de estudio que puede alcanzar una persona y que son requeridos para desempeñar los cargos definidos dentro de la UNAB. Los niveles académicos están asociados con las competencias, ya que ellos pueden servir para certificar determinadas capacidades.
- **Cargo:** Un cargo hace referencia una unidad de trabajo dentro de la organización con objetivos, tareas y funciones claramente definidas. Un cargo debe estar definido con claridad y debe ser fácilmente distinguible de los demás cargos.
- **Competencia laboral:** Capacidad que se debe tener para el logro de un objetivo o resultado en un contexto laboral dado. Se refiere a la capacidad de la persona para dominar tareas específicas dentro de su entorno laboral. También se refieren a las capacidades que se definen se deben tener para poder ejercer un cargo.

La figura 20 muestra cómo están estructurados los conceptos definidos dentro de la ontología construida.

Figura 20: Estructura jerárquica de los conceptos principales



Fuente: Elaboración propia

A continuación se muestra la caracterización de cada uno de estos conceptos y su estructura jerárquica.

Tabla 9. Especificación formal del concepto Persona.

Concepto	Persona
Definición	Hace referencia a la persona que desempeña o aspira a desempeñar un cargo dentro de la organización.
Subconceptos	
Relaciones	Ejerce > Cargo CandidatoEjercer > Cargo TieneCompetencia > Competencia
Atributos	IdPersona, NombrePersona, ApellidoPersona

Fuente: Elaboración propia.

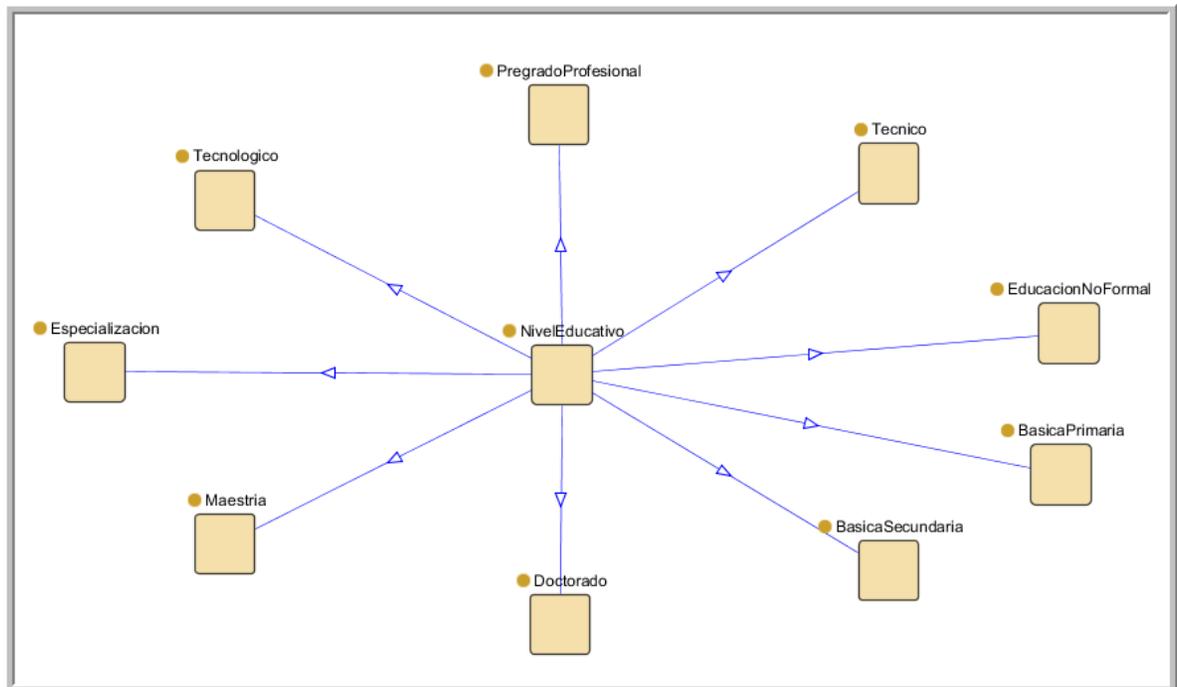
Tabla 10. Especificación del concepto NivelEducativo.

Concepto	NivelEducativo
Definición	Hace referencia a la formación académica ya sea formal o no formal que tiene una persona. También hace referencia a la formación académica que se requiere para desempeñar un cargo.
Subconceptos	BasicaPrimaria, BasicaSecundaria, Técnico, Tecnológico, PregradoProfesional, Especializacion, Maestrias, Doctorado, EducacionNoFormal
Relaciones	TituloEsRequeridoPor > Competencia
Atributos	TtituloAcademico

Fuente: Elaboración propia.

La figura 21 muestra la estructura jerárquica del concepto NivelEducativo.

Figura 21: Estructura jerárquica del concepto NivelEducativo



Fuente: Elaboración propia.

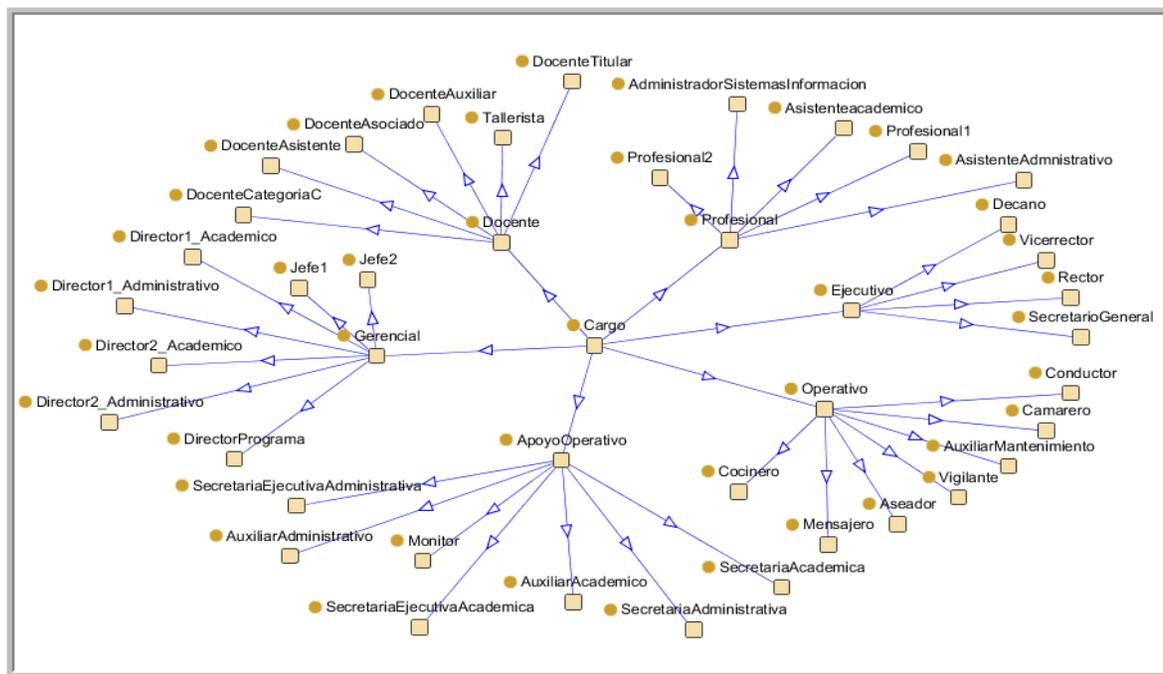
Tabla 11. Especificación del concepto Cargo

Concepto	Cargo
Definición	Unidad dentro de la organización que conlleva un grupo de deberes y responsabilidades que lo vuelven separado y distinto de otras unidades
Subconceptos	ApoyoOperativo, Docente, Ejecutivo, Gerencial, Operativo, Profesional
Relaciones	CargoAspiradoPor > Persona EsEjercido > Persona Requiere > CompetenciaLaboral
Atributos	NombreCargo

Fuente: Elaboración propia.

La figura 22 muestra la estructura del concepto cargo dentro de la ontología.

Figura 22: estructura jerárquica del concepto cargo



Fuente: Elaboración propia

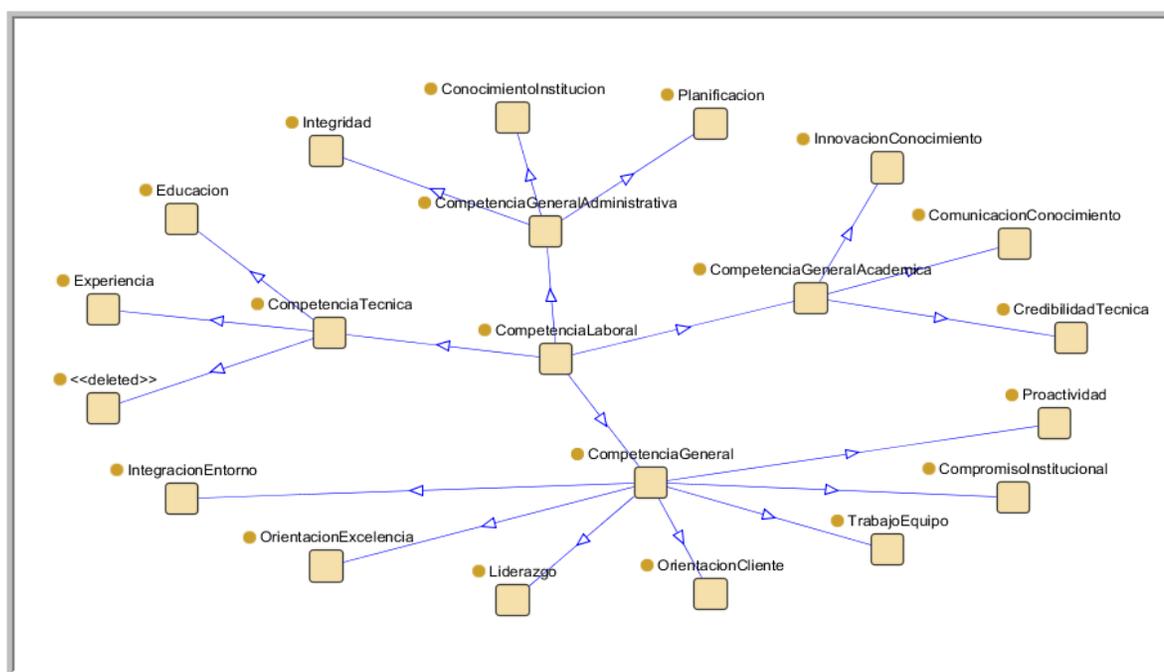
Tabla 12. Especificación del concepto CompetenciaLaboral

Concepto	CompetenciaLaboral
Definición	Capacidad que se debe tener para el logro de un objetivo o resultado en un contexto laboral dado. Se refiere a la capacidad de la persona para dominar tareas específicas dentro de su entorno laboral.
Subconceptos	CompetenciaGeneral, CompetenciaGeneralAdministrativa, CompetenciaGeneralAcademica, CompetenciaTecnica
Relaciones	EsCompetenciaDe > Persona EsRequerida > Cargo RequiereTituloAcademico > NivelAcademico
Atributos	NombreCompetencia, Calificacion, Peso

Fuente: Elaboración propia

En la figura 23 se puede observar le estructura jerárquica del concepto Competencia

Figura 23: estructura jerárquica del concepto competencia



Fuente: Elaboración propia

En el anexo 1 se hace una descripción detallada de cada uno de los elementos que conforman la ontología.

6.2 Repositorio de información

Para realizar las pruebas de recuperación de información sobre la ontología, fue necesario generar información de forma automática. La generación de información fue necesaria por las siguientes razones

La universidad no tiene especificada a nivel de detalle la información de competencias laborales, solo están definidas las competencias institucionales para los cargos tipo.

Por las limitantes impuesta por la ley de Habeas Data no es posible utilizar la información real de las persona para efectos diferentes a lo autorizado por ellas.

6.2.1 Generación de perfiles de cargos

Los perfiles de cargos no están definidos en el nivel de detalle, solo están definidos los cargos a nivel genérico. Por ejemplo, existe una definición del cargo Decano, pero no existe la definición del cargo Decano de la facultad de derecho.

Por lo anterior, se hizo uso de las descripciones genéricas de los cargos para generar los perfiles de los cargos específicos, agregándoles las competencias técnicas que particularizan a cada uno de ellos, por ejemplo, la formación académica.

6.2.2 Generación de personas y perfiles de personas

En el caso de las personas, a partir de una base de datos de nombres se mezclaron de forma aleatoria los nombres y apellidos, generando de este nombre nombres ficticios. Para el número de identificación se asignó un número consecutivo a medida que se generó la persona.

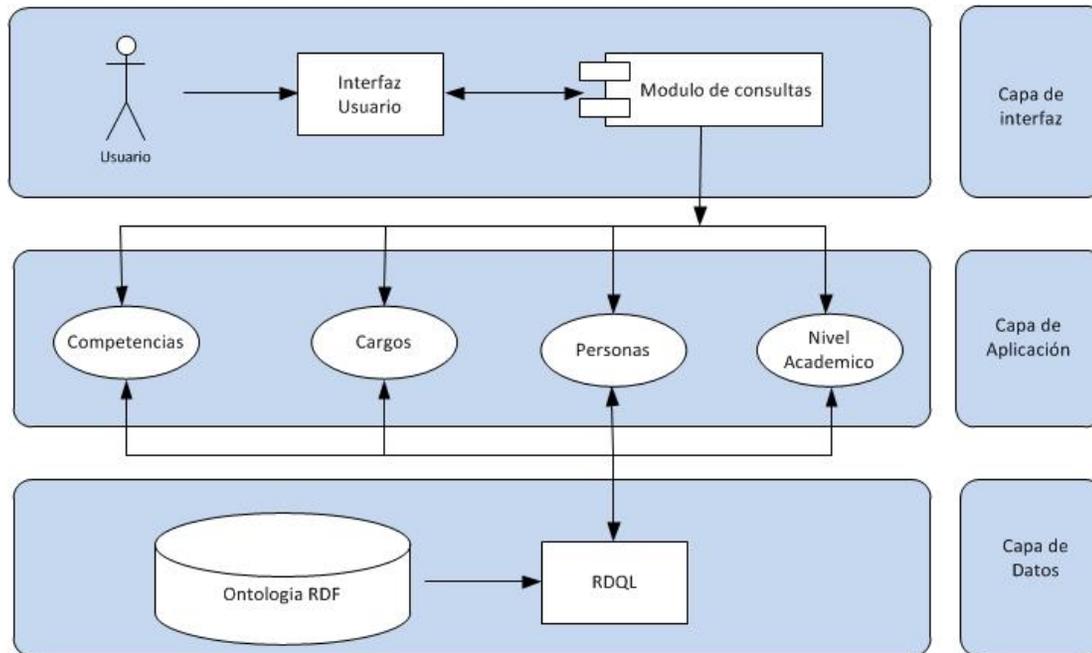
Para asignar las competencias a las personas, se tomó como base los perfiles de cargos definidos y se asignaron las competencias individuales, introduciendo similitudes y diferencias respecto a los cargos base.

6.3 Arquitectura del prototipo del servicio semántico de consultas

Como resultado final de este trabajo se obtuvo un prototipo de un servicio semántico de consultas, basado en la ontología desarrollada para la administración de las competencias laborales.

La arquitectura de este prototipo se muestra en la figura 24.

Figura 24: Arquitectura del servicio semántico desarrollado



Fuente: Elaboración propia

El servicio de consultas tiene una arquitectura de tres capas, cada una de las cuales esta soportada por una tecnología diferente.

6.3.1 Capa de datos

En la capa de datos esta expresada toda la información referente a las instancias de cada uno de los conceptos de la ontología. Acá esta expresada toda la información referente a las instancias de las personas, formación académica, cargos y competencias laborales y las relaciones existentes entre estas instancias.

Los datos de esta ontología están expresados en estructuras RDF y son recuperados usando el lenguaje de consultas ontológicas RDQL.

6.3.2 Capa de aplicación

Hace referencia a las reglas que se establecieron para la construcción de la ontología. En esta capa están definidos los conceptos y su jerarquía de clases, las relaciones entre los conceptos y las restricciones o axiomas por los que se rige la ontología. En otras palabras, la capa de aplicación corresponde a la definición de la ontología.

Esta capa esta soportada por OWL y RDF y es desarrollada y mantenida mediante el uso de Protégé.

6.3.3 Capa de interface de usuario

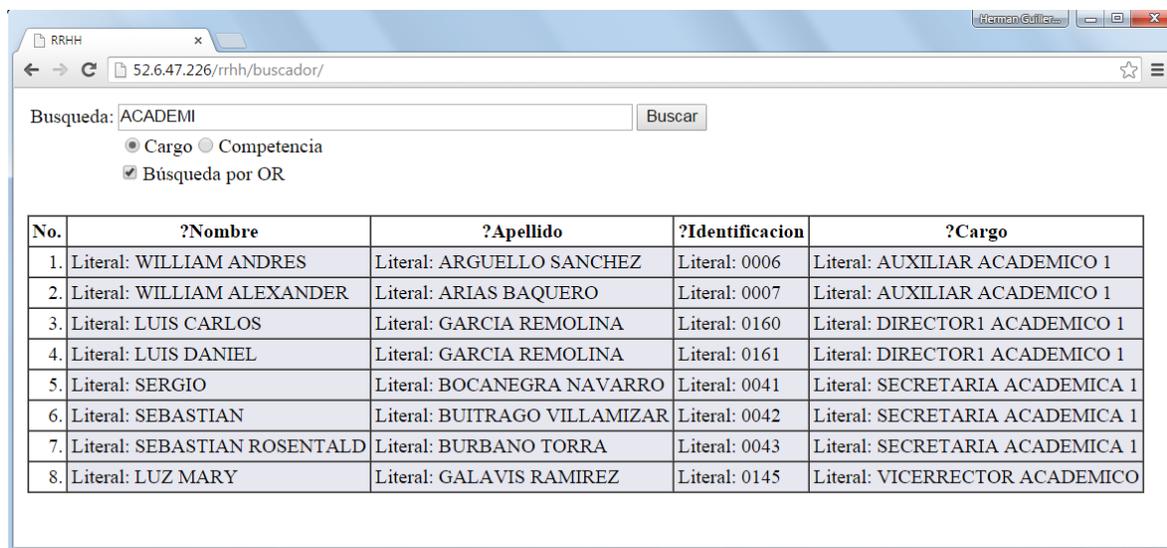
Corresponde a la interface WEB construida para que el usuario pueda interactuar con la ontología y sus datos.

Para construir esta capa se usó el API RAP_RDF para PHP. Haciendo uso de este API se pueden construir interfaces PHP para permitir que los usuarios interactúen con la ontología y a través de ella tener acceso a los datos RDF.

Esta interface permite al usuario introducir sus consultas. Con esta información y con la estructura definida en la ontología, el módulo de consultas construye de forma dinámica las sentencias RDQL que posteriormente son ejecutadas sobre el repositorio de datos. El resultado de estas consultas son las que posteriormente se muestran en la pantalla.

La figura 25 muestra la pantalla inicial del servicio de busca semántica.

Figura 25: Interface de usuario del servicio de búsqueda semántica



No.	?Nombre	?Apellido	?Identificacion	?Cargo
1.	Literal: WILLIAM ANDRES	Literal: ARGUELLO SANCHEZ	Literal: 0006	Literal: AUXILIAR ACADEMICO 1
2.	Literal: WILLIAM ALEXANDER	Literal: ARIAS BAQUERO	Literal: 0007	Literal: AUXILIAR ACADEMICO 1
3.	Literal: LUIS CARLOS	Literal: GARCIA REMOLINA	Literal: 0160	Literal: DIRECTOR1 ACADEMICO 1
4.	Literal: LUIS DANIEL	Literal: GARCIA REMOLINA	Literal: 0161	Literal: DIRECTOR1 ACADEMICO 1
5.	Literal: SERGIO	Literal: BOCANEGRA NAVARRO	Literal: 0041	Literal: SECRETARIA ACADEMICA 1
6.	Literal: SEBASTIAN	Literal: BUITRAGO VILLAMIZAR	Literal: 0042	Literal: SECRETARIA ACADEMICA 1
7.	Literal: SEBASTIAN ROSENTALD	Literal: BURBANO TORRA	Literal: 0043	Literal: SECRETARIA ACADEMICA 1
8.	Literal: LUZ MARY	Literal: GALAVIS RAMIREZ	Literal: 0145	Literal: VICERRECTOR ACADEMICO

Fuente: Elaboración propia

6.4 Evaluación de la ontología

Para evaluar la ontología se realizaron diversas consultas y se evaluaron los resultados usando los indicadores definidos previamente.

Estos indicadores son:

- **Precisión:** Es la proporción de documentos relevantes dentro del conjunto de documentos recuperados por el sistema. También puede verse como la probabilidad condicionada de que un documento recuperado sea relevante. Así pues, un sistema de consultas que solo devuelve documentos relevantes tiene un valor de precisión = 1.
- **Relevancia:** Esta medida define la proporción de documentos relevantes de la colección que fueron recuperados por el sistema. O dicho de otro modo, la probabilidad condicionada de que un documento relevante haya sido recuperado. Por tanto, un valor de relevancia = 1 significa que no quedaron documentos relevantes en la colección sin devolver como parte del resultado.

Las consultas se hicieron usando dos métodos:

- Consultas hechas directamente mediante sentencias RDSQ o mediante el módulo de consultas suministrado por protégé.
- Consultas realizadas mediante el uso del servicio de consultas semánticas elaborado durante este proyecto.

La tabla 13 muestra los resultados obtenidos de un conjunto de 10 consultas usando los dos métodos

Para realizar las pruebas se diseñaron 10 consultas, cuyo resultado se estableció previamente haciendo un análisis manual de la información. Estas diez consultas se ejecutaron usando los dos métodos de búsqueda descritos anteriormente y se compararon los resultados obtenidos.

La tabla 13 muestra los resultados obtenidos de un conjunto de 10 consultas usando los dos métodos.

Tabla 13. Evaluación del resultado de consultas.

Consulta	Información relevante	SQL directo	Servicio consultas
1	15	15	13
2	20	20	22
3	8	8	8
4	13	13	15
5	5	5	5
6	18	18	16
7	30	30	31
8	15	15	15
9	10	10	9
10	8	8	8

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, al hacer consultas usando sentencias SQL se obtienen resultados ideales: El conjunto de resultados está conformado únicamente por datos relevantes y todos los datos relevantes están incluidos en el conjunto de resultados.

En otras palabras, haciendo uso de los indicadores definidos encontramos que para todas las consultas obtuvimos los siguientes valores:

Relevancia = 1

Precisión = 1

La tabla 14 muestra la evaluación de los resultados obtenidos en la consulta cuando se usó el servicio de consultas semánticas.

Tabla 14. Evaluación del resultado de consultas usando el servicio semántico

Consulta	Información relevante	Doc. Recuperados	Doc. Relevantes recuperados	Doc. no relevantes recuperados	Precisión	Relevancia
1	15	13	13	0	1,00	0,87
2	20	22	20	2	0,91	1,00
3	8	8	8	0	1,00	1,00
4	13	15	13	2	0,87	1,00
5	5	5	5	0	1,00	1,00
6	18	16	16	0	1,00	0,89
7	30	31	30	1	0,97	1,00
8	15	15	15	0	1,00	1,00
9	10	9	9	0	1,00	0,90
10	8	8	8	0	1,00	1,00

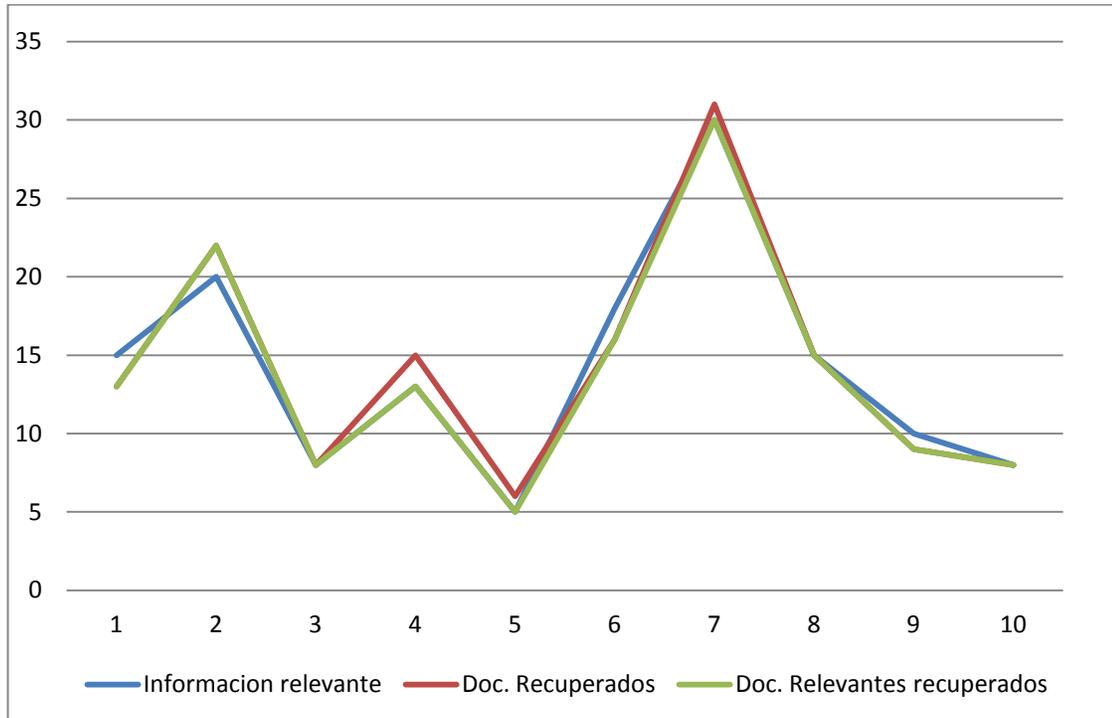
Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, ya los resultados de la búsqueda no son siempre ideales. De las 10 consultas realizadas en tres de ellas hubo pérdida de relevancia, es decir quedaron datos relevantes que no se mostraron en los resultados. Sin embargo para todos los casos la cantidad de documentos relevantes recuperados estuvo por encima del 85%.

En cuanto a la precisión, en tres de las consultas se recuperaron datos que no correspondía a datos relevantes para la consulta. En todos estos casos la precisión tuvo valores superiores al 80%.

La figura 26 muestra el comportamiento de las consultas cuando se usa el servicio de consultas semánticas.

Figura 26: Resultado de las consultas usando el servicio semántico



Fuente: Elaboración propia

Del análisis de la información obtenida se puede concluir lo siguiente:

Cuando se hacen consultas usando secuencias SQL los resultados obtenidos son ideales en cuanto a precisión y relevancia.

Los resultados no son siempre ideales cuando se usa el servicio de consultas. Esto se debe a que cuando usamos el servicio de consultas el sistema construye de forma dinámica la consulta RDQL de acuerdo a la información introducida por el usuario y estas sentencias no son siempre las mejores.

Es decir la pérdida de precisión y relevancia no se debe a que las consultas SQL hechas sobre la ontología arrojen datos erróneos. Obedece más bien a que la consulta SQL que construye el sistema no siempre cumple con los criterios dados por los usuarios.

Este problema se puede corregir haciendo que el sistema ejecute solo consultas preestablecidas a las cuales se le pasan parámetros dependiendo de los requerimientos hechos por el usuario.

Si bien es cierto, con esto perdemos flexibilidad en cuanto a las consultas que se puedan realizar, aseguramos la calidad de la información recuperada, lo cual es un factor crítico en cualquier sistema de información empresarial.

7. CONCLUSIONES

El elaborar una ontología en el dominio de la gestión por competencias de la UNAB resulto de gran utilidad, ya que permitió formalizar el conocimiento implícito que se tiene en el área de recursos humanos. El definir un vocabulario único que sea manejado por todas las personas involucradas en el proceso permite una mejor comprensión del dominio y facilita la comunicación, la preservación y la adquisición del conocimiento relacionado con las competencias laborales dentro de la UNAB.

Con este proyecto se demuestra la factibilidad de aplicar las ontologías para la administración de la Información requerida por los procesos de administración por competencias. Por la naturaleza de las competencias laborales, las cuales son descripciones en lenguaje natural de las capacidades requeridas para ejercer un cargo, una herramienta que trabaje con estructuras cercanas al lenguaje natural, como las ontologías, facilita su administración.

Al hacer las consultas se pudo constatar que usando frases con los términos definidos en el vocabulario, se obtienen resultados satisfactorios para las consultas. A medida que se usa el sistema los usuarios aprenden que términos dan mejor resultado y como se debe estructurar las frases de búsqueda.

Sin embargo, se puede concluir que si bien es cierto con las tecnologías usadas se pudo desarrollar una ontología y un servicio semántico, no están suficientemente desarrolladas como para crear un sistema que pueda suplir todas las necesidades de un sistema empresarial de gestión de competencias laborales.

La mayor dificultad que se encontró al desarrollar este proyecto fue el encontrar una tecnología adecuada para el almacenamiento de la información expresada en términos de la ontología y su posterior recuperación. Para almacenar los datos ontológicos en una Base de datos relacional se hace necesario hacer una transformación del modelo ontológico al modelo relacional, lo que hace que en buena medida se pierda el esquema semántico y la flexibilidad originalmente planteado. Igual sucede con las consultas, ya que se hace necesario traducir las consultas semánticas a consultas SQL relacional. Cuando se usan estructuras RDF para almacenar la información, se conserva la estructura ontológica de la información, pero al ser almacenados los datos en un archivo de texto se pierde seguridad e integridad de la información, lo que hace que no sea una solución viable para implementar un sistema funcional.

8. TRABAJOS FUTUROS

El trabajo realizado durante el presente proyecto puede servir como base para profundizar en el uso de ontologías aplicados a los procesos organizacionales de UNAB y en otras instituciones del sector educativo.

Concretamente se identificaron las siguientes oportunidades de investigación:

- Investigar en tecnologías que permitan la Integración de sistemas basados en ontologías con los sistemas empresariales con que cuenta la UNAB. Específicamente, investigar la posible integración de la ontología desarrollada con el sistema el de recursos humanos SARA.
- Explorar la posibilidad de aplicar el uso de las ontologías a otros procesos del área administrativa en la UNAB.
- Explorar la posibilidad de utilizar Bases de datos que soporten información semántica de forma tal que se pueda almacenar y recuperar la información de modo natural sin perder la flexibilidad que dan las ontologías. Evaluar en estos medios de almacenamiento la eficiencia de las búsquedas, la facilidad de administración y la seguridad e integridad de los datos.
- Trabajar en un módulo de consultas que elimine las imprecisiones que conlleva el generar las sentencias RDQL de forma dinámica, identificando y definiendo las consultas que va a soportar el sistema y limitando el servicio a las consultas predefinidas.
- Investigar herramientas que permitan realizar consultas y operaciones de alta complejidad usando las ontologías, ya que, las tecnologías escogidas para adelantar este proyecto no permitieron desarrollar consultas de alto nivel de complejidad que requerían cálculos matemáticos y agrupaciones, concretamente la comparación de las competencias de una persona respecto a un cargo dado.

BIBLIOGRAFÍA

- Borst, W. N. (1997). *Construction of Engineering Ontologies for Knowledge Sharing and Reuse*. Universiteit Twente, Enschede. <http://doc.utwente.nl/17864/>
- Christopher D. Manning, Prabhakar Raghavan & Hinrich Schütze. (2009). *An Introduction to Information Retrieval*. Cambridge University Press.
- Díaz, L. V. (2013). Gestión del conocimiento y del capital intelectual: una forma de migrar hacia empresas innovadoras, productivas y competitivas. *Revista EAN*, 0(61), 39–68.
- Esmeralda Ramos & Haydemar Nuñez. (2007, July). ONTOLOGÍAS: componentes, metodologías, lenguajes, herramientas y aplicaciones. Universidad Central de Venezuela Facultad de Ciencias. Escuela de Computación.
- Francisco José, G. P. (2004). Web Semántica y Ontologías. Departamento de Informática y Automática – Facultad de Ciencias Universidad de Salamanca. http://aulavirtual.catedra.com.co:8081/mnt/apache/editordata/editordatadian/0/Redes_semanticas1537/files/WSemantica.pdf
- Gallego, M. (2012). Gestión humana basada en competencias. Contribución efectiva al logro de los objetivos organizacionales. *Revista Universidad EAFIT*, 36(119), 63–71.
- Gómez-Pérez, A., Ramírez, J. & Villazón-Terrazas, B. (2007). An Ontology for Modelling Human Resources Management Based on Standards. In B. Apolloni, R. J. Howlett, & L. Jain (Eds.), *Knowledge-Based Intelligent Information and Engineering Systems* (pp. 534–541). Springer Berlin Heidelberg.
http://oa.upm.es/5168/1/An_Ontology_for_Modelling_Human_Resources_Management_based_on_Standards.pdf
- Gomez-Perez Asuncion, Fernández-López Mariano & Corcho Oscar. (2004). *Ontological Engineering: with examples from the areas of Knowledge Management, e-Commerce and the Semantic Web*.
- Guzmán Luna, J. A., Torres Pardo, D. & Ovalle, D. A. (2007). SABIOS: una aplicación de la Web semántica para la gestión de documentos digitales. *Revista Interamericana de Bibliotecología*, 30(1), 51–71.
- Hernández, G. C., Valencia, J. C. N. & Giraldo, C. M. Á. (2007). La gestión humana en Colombia: características y tendencias de la práctica y de la investigación. *Estudios Gerenciales*, 23(103), 39–64.

- Hidalgo Delgado, Y., Delgado, Y. H. & Puente, R. R. (2013). La Web Semántica: una breve revisión. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 7(1). <http://rcci.uci.cu/index.php/rcci/article/view/352>
- Hugo Armando Ordóñez Erazo & Carlos Alberto Cobos Lozada. (2010). Aportes de las ontologías en recuperación de información de la web. *Memorias del VI CONIIC & IX COPIDE 2010*. Lima, Peru: Universidad Tecnológica del Perú S.A.C.
- Jesús González Martí. (2009). *Uso de Información Semántica para la mejora de la recuperación de Información en la Web*.
- Lapiente, M. J. L. (2006). *Hipertexto: el nuevo concepto de documento en la cultura de la imagen* (Tesis doctoral). <http://www.hipertexto.info/>
- Mizoguchi, R. (2004). Tutorial on ontological engineering Part 2: Ontology development, tools and languages. *New Generation Computing*, 22(1), 61–96. <http://doi.org/10.1007/BF03037281>
- Noreña, H. & Alejandro, C. (2011). Gestión del conocimiento, capital intelectual y comunicación en grupos de investigación. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 1(27). <http://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/view/97>
- Partridge, C. & Stefanova, M. (2001). A Synthesis of State of the Art Enterprise Ontologies. En *Lessons Learned. 2001, The BORO Program, LADSEB CNR*.
- Pastor Sánchez, J. A. & Martínez Méndez, F. J. (2009). Aplicación de tesauros, taxonomías y ontologías en los sistemas de gestión de contenidos mediante tecnologías de la Web Semántica. *Ibersid*, 143–153.
- Pemberty, E. G. & Pineda, E. R. (2011). Soluciones organizacionales a partir de ontologías. *Avances En Sistemas E Informática*.
- Pereda Marín, S. & Berrocal Berrocal, F., López Quero, M. (2010). Gestión de Recursos Humanos por competencias y gestión del conocimiento. *Dirección y Organización*. <http://www.revistadyo.com/index.php/dyo/article/view/159>
- Jaime A. Guzmán & Durley Torres, Arlex D. Martínez. (2011). STAGE: un agente semántico para la gestión de información de egresados. *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada*, 1(19). http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home_10/recursos/geral/pag_contenido/publicaciones/revista_tec_avanzada/2012_vol_1/14052012/phd_jaime_a_guzman1.pdf

- Richard, D. (2005). Gestión por competencias. *Medwave*, 5(6).
<http://doi.org/10.5867/medwave.2005.06.2686>
- Rodríguez Perojo, K. & Ronda León, R. (2005). Web semántica: un nuevo enfoque para la organización y recuperación de información en el web. (Spanish). *ACIMED*, 13(6), 1–53.
- Rubén Darío Alvarado. (2010, May 11). Metodología para el desarrollo de ontologías.
- Sandoval, F., Montaña, N., Miguel, V. & Ramos, E. (2012a). Gestión de perfiles de cargos laborales basados en competencias. *Revista Venezolana de Gerencia*, 17(60), 660–675.
- Sandoval, F., Montaña, N., Miguel, V. & Ramos, E. (2012b). Un Enfoque Ontológico para Gestionar Perfiles de Cargos Basados en Competencias Laborales en la Administración Pública Venezolana.
<http://saber.ucv.ve/xmlui/handle/123456789/1090>
- Schmidt, A. & Kunzmann, C. (2007). Sustainable Competency-Oriented Human Resource Development with Ontology-Based Competency Catalogs.
<http://citeseer.uark.edu:8080/citeseerx/viewdoc/summary?doi=10.1.1.74.3424>
- Tim Berners-Lee, James Hendler & Ora Lassila. (2001). The Semantic Web, A new form of Web content that is meaningful to computers will unleash a revolution of new possibilities. *Scientific American*, 284(5), 34–43.
<http://doi.org/10.1038/scientificamerican0501-34>
- Trichet, F., Bourse, M., Leclere, M. & Morin, E. (2004). Human resource management and semantic Web technologies. *2004 International Conference on Information and Communication Technologies: From Theory to Applications, 2004.* pp. 641–642.
<http://doi.org/10.1109/ICTTA.2004.1307928>

ANEXOS

Anexo 1. Especificación de la de la ontología.

Conceptos de primer nivel

Concepto	Persona
Definición	Hace referencia a la persona que desempeña o aspira a desempeñar un cargo dentro de la organización.
Subconceptos	
Relaciones	Ejerce > Cargo CandidatoEjercer > Cargo TieneCompetencia > Competencia
Atributos	IdPersona, NombrePersona, ApellidoPersona

Concepto	NivelEducativo
Definición	Hace referencia a la formación académica ya se formal o no formal que tiene una persona. También hace referencia a la formación académica que se requiere para desempeñar un cargo.
Subconceptos	BasicaPrimaria, BasicaSecundaria, Tecnico, Tecnologico, PregradoProfesional, Especializacion, Maestrias, Doctorado, EducacionNoFormal
Relaciones	TituloEsRequeridoPor > Competencia
Atributos	TtituloAcademico

Concepto	Cargo
Definición	Unidad dentro de la organización que conlleva un grupo de deberes y responsabilidades que lo vuelven separado y distinto de otras unidades
Subconceptos	ApoyoOperativo, Docente, Ejecutivo, Gerencial, Operativo, Profesional
Relaciones	CargoAspiradoPor > Persona EsEjercido > Persona Requiere > CompetenciaLaboral
Atributos	NombreCargo

Concepto	CompetenciaLaboral
Definición	Capacidad que se debe tener para el logro de un objetivo o resultado en un contexto laboral dado. Se refiere a la capacidad de la persona para dominar tareas específicas dentro de su entorno laboral.
Subconceptos	CompetenciaGeneral, CompetenciaGeneralAdministrativa, CompetenciaGeneralAcademica, CompetenciaTecnica
Relaciones	EsCompetenciaDe > Persona EsRequerida > Cargo RequiereTituloAcademico > NivelEducativo
Atributos	NombreCompetencia, Calificacion, Peso

Conceptos de segundo nivel

Concepto Padre	NivelAcademico
Concepto	BasicaPrimaria
Definición	Nivel académico corresponde al ciclo de los cinco primeros grados de la educación básica
Subconceptos	Ninguno
Relaciones	Ninguno
Atributos	Ninguno

Concepto Padre	NivelAcademico
Concepto	Tecnico
Definición	formación en ocupaciones de carácter operativo e instrumental y de especialización en su respectivo campo de acción
Subconceptos	Ninguno
Relaciones	Ninguno
Atributos	Ninguno

Concepto Padre	NivelAcademico
Concepto	Tecnologica
Definición	Formación calificada en una especialidad. Esta formación debe incorporar la teoría y la practica
Subconceptos	Ninguno
Relaciones	Ninguno
Atributos	Ninguno

Concepto Padre	NivelAcademico
Concepto	PregradoProfesional
Definición	Formación en carreras profesionales de 4 0 5 años de duración
Subconceptos	Ninguno
Relaciones	Ninguno
Atributos	Ninguno

Concepto Padre	NivelAcademico
Concepto	Especialización
Definición	Las especializaciones tienen como propósito la cualificación del ejercicio profesional y el desarrollo de las competencias que posibiliten el perfeccionamiento de la profesión o en áreas afines
Subconceptos	Ninguno
Relaciones	Ninguno
Atributos	Ninguno

Concepto Padre	NivelAcademico
Concepto	Maestría
Definición	Nivel de postgrado que se alcanza al completar un programa formal de postgrado de al menos dos años de duración
Subconceptos	Ninguno
Relaciones	Ninguno
Atributos	Ninguno

Concepto Padre	NivelAcademico
Concepto	Doctorado
Definición	Nivel máximo de formación académica.
Subconceptos	Ninguno
Relaciones	Ninguno
Atributos	Ninguno

Concepto Padre	NivelAcademico
Concepto	EducacionNoFormal
Definición	La educación no formal es la que se ofrece con el objeto de complementar, actualizar o suplir conocimientos. Estos estudios están por fuera de los niveles y grados establecidos para la educación formal
Subconceptos	Ninguno
Relaciones	Ninguno
Atributos	Ninguno

Concepto Padre	NivelAcademico
Concepto	EducacionNoFormal
Definición	La educación no formal es la que se ofrece con el objeto de complementar, actualizar o suplir conocimientos. Estos estudios están por fuera de los niveles y grados establecidos para la educación formal
Subconceptos	Ninguno
Relaciones	Ninguno
Atributos	Ninguno

Concepto Padre	Cargo
Concepto	Ejecutivo
Definición	
Subconceptos	Rector, Vicerrector, SecretarioGeneral, Decano
Relaciones	Ninguno
Atributos	Ninguno

Concepto Padre	Cargo
Concepto	Gerencial
Definición	
Subconceptos	DirectorAcademico1, DirectorAcademico2, DirectorAdministrativo1, DirectorAdministrativo2, DirectorPrograma, Jefe1, Jefe2
Relaciones	Ninguno
Atributos	Ninguno

Concepto Padre	Cargo
Concepto	Docente
Definición	
Subconceptos	DocenteAsistente, DocenteAsociado, DocenteAuxiliar, DocenteCategoriaC, DocenteTitular, Tallerista
Relaciones	Ninguno
Atributos	Ninguno

Concepto Padre	Cargo
Concepto	Docente
Definición	
Subconceptos	DocenteAsistente, DocenteAsociado, DocenteAuxiliar, DocenteCategoriaC, DocenteTitular, Tallerista
Relaciones	Ninguno
Atributos	Ninguno

Concepto Padre	Cargo
Concepto	Profesional
Definición	
Subconceptos	AsistenteAcademico, AsistenteAdministrativo, Prodesional1, Profesional2, AdministradorSistemasInformacion
Relaciones	Ninguno
Atributos	Ninguno

Concepto Padre	Cargo
Concepto	Apoyo Operativo
Definición	
Subconceptos	Secretaria Ejecutiva Académica, Secretaria Académica Administrativa, Secretaria Académica, Secretaria Administrativa, Auxiliar Académico, Auxiliar Administrativo, Monitor
Relaciones	Ninguno
Atributos	Ninguno

Concepto Padre	Cargo
Concepto	Operativo
Definición	
Subconceptos	Aseador, Jardinero, Auxiliar Mantenimiento, Vigilante, Cocinero, Conductor, Mensajero
Relaciones	Ninguno
Atributos	Ninguno

Concepto Padre	Cargo
Concepto	Operativo
Definición	
Subconceptos	Aseador, Jardinero, Auxiliar Mantenimiento, Vigilante, Cocinero, Conductor, Mensajero
Relaciones	Ninguno
Atributos	Ninguno

Concepto Padre	Competencia Laboral
Concepto	Competencia General
Definición	Hace referencia al grupo de competencias que en menor o mayor medida deben tener todas las personas que trabajan en la UNAB
Subconceptos	Compromiso Institucional, Integración Entorno, Liderazgo, Orientación Cliente, Orientación Excelencia, Proactividad, Trabajo Equipo
Relaciones	Ninguno
Atributos	Ninguno

Concepto Padre	CompetenciaLaboral
Concepto	CompetenciaGeneralAcademica
Definición	Hace referencia al grupo de competencias que en menor o mayor medida deben tener todas las personas que trabajan en el área académica de la UNAB
Subconceptos	ComunicacionConocimiento, Credibilidadtecnica, InnovacionConocimiento
Relaciones	Ninguno
Atributos	Ninguno

Concepto Padre	CompetenciaLaboral
Concepto	CompetenciaGeneralAdministrativa
Definición	Hace referencia al grupo de competencias que en menor o mayor medida deben tener todas las personas que trabajan en el área administrativa de la UNAB
Subconceptos	ConocimientoInstitucion, Integridad, Planificacion
Relaciones	Ninguno
Atributos	Ninguno

Concepto Padre	CompetenciaLaboral
Concepto	CompetenciaTecnica
Definición	Son las competencias específicas requeridas por un cargo dado.
Subconceptos	Conocimientos, Experiencia, Educacion, Habilidad
Relaciones	Ninguno
Atributos	Ninguno

Definición de Atributos

Concepto	Atributo	Tipo	Carnalidad	Requerido	Valores validos
Persona	Nombre	String	Único	S	
	Apellido	String	Único	S	
	Identificación	String	Único	S	
Competencia laboral	Nombre	String	Único	S	
	Calificación	Entero	Único	N	entre 0 y 5
	Peso	Entero	Único	S	Entre 0 y 100
Cargo	Nombre	String	Único	S	
Nivel Académico	Nombre	String	Único	S	

Definición de Relaciones

Concepto	Relación	Concepto relacionado	Cardinalidad
Cargo	Requiere	Competencia laboral	1:n
	Es ejercido por	Persona	0:n
	Es aspirado por	Persona	0:n
Competencia	Es requerido por	Cargo	1:n
	Es competencia de	Persona	1:n
	Requiere	Nivel Académico	0:n
Persona	Ejerce	Cargo	0:n
	Aspira	cargo	0:n
	Tiene	Competencia Laboral	1:n
Nivel Académico	Es requerido por	Competencia laboral	0:n