

SWA: ontología para la gestión de conocimiento sobre trabajos de grado

*Omar Ernesto Cabrera Rosero**
*Jimmy Mateo Guerrero Restrepo***
*Mauricio Fernando Benavides****
*Ricardo Timar an Pereira*****

Fecha de recepción: 13 de septiembre de 2013
Fecha de aprobación: 20 de octubre de 2013
Pp. 183 a 213.

RESUMEN

Este artículo presenta los resultados obtenidos en el proyecto de investigación que tiene como objetivo la construcción de una ontología sobre los trabajos de grado de los estudiantes de pregrado de la Universidad de Nariño (Colombia), utilizando la herramienta de *Software* libre Protegé. Esta ontología denominada SWA, permite soportar la búsqueda inteligente de información sobre trabajos de grado. La metodología contempló cuatro fases; la primera fase, apropió el conocimiento sobre *Web* semántica, ontologías y la herramienta. En la segunda fase, diseñó y definió los diferentes componentes de la ontología; en la tercera fase, se implementó SWA con Protegé y finalmente, se realizaron pruebas y se evaluaron los resultados. De acuerdo a los resultados obtenidos, SWA se podría ajustar al dominio de la biblioteca de la Universidad de Nariño para ser utilizada como soporte a la búsqueda inteligente de cualquier material bibliográfico.

PALABRAS CLAVE

Web Semántica, Ontología, Protegé.

* Ingeniero de Sistemas, Universidad de Nariño.

** Ingeniero de Sistemas, Universidad de Nariño.

*** Ingeniero de Sistemas, Universidad de Nariño.

**** Doctor en Ingeniería, Master of Science en Ingeniería, Especialista en Multimedia e Ingeniero de Institución.

SAWA: Ontology for knowledge management generated by thesis projects

ABSTRACT

This article shows the outcomes of a research which aims at building up an ontology based on the thesis projects of undergraduate students at Universidad de Nariño in Colombia, using Free software tool called Protégé. This Sawa ontology allows the support of information intelligent search of thesis projects. The methodology shows four stages. In the first stage, appropriate knowledge was acquired based on semantic web, ontologies and Protégé tool. In the second stage, we design and define the different components of Sawa ontology. In the third stage, Sawa ontology was implemented using the Protégé free tool, and finally, in the last stage, we test and evaluate outcomes.

According to these outcomes, the Sawa ontology could be adjusted according to the library domain of Universidad de Nariño in order to use it as a support for an intelligent search of any bibliographic material.

KEY WORDS

Semantic Web, Ontology, Protégé.

SAWA : Ontologie pour la gestion des connaissances des travaux de mémoire universitaire

RÉSUMÉ

Cet article présente les résultats obtenus par un projet de recherche d'étudiants de premier cycle de l'Université de Nariño (Colombie). Le projet avait comme objectif la mise en place d'une ontologie des travaux de mémoire en utilisant le logiciel gratuit «Protégé». Cette ontologie appelée Sawa permet de classer la recherche d'informations sur les travaux de mémoire. La méthodologie comprend quatre phases. La première phase s'approprie les connaissances de la sémantique internet, de l'ontologie et du logiciel «Protégé». La deuxième phase conçoit et définit les différents composants de l'ontologie Sawa. La troisième phase met en place l'ontologie Sawa au moyen du logiciel «Protégé» et la dernière étape réalise les essais et évalue les résultats obtenus qui montrent que l'ontologie Sawa pourrait fonctionner au sein de la bibliothèque de l'Université de Nariño et être utilisée comme support pour la recherche de tout matériel bibliographique.

Mots-clés

Sémantique Internet, Ontologie, Protégé.

SAWA: Ontologia para a gestão de conhecimento em trabalhos de graduação

RESUMO

Este artigo apresenta os resultados obtidos no projeto de investigação que objetiva a construção de uma ontologia nos trabalhos de graduação dos estudantes da faculdade de graduação da Universidade de Nariño (Colômbia), utilizando a ferramenta de software livre Protégé. Esta ontologia chamada de Sawa, permite apoiar a busca inteligente de informação em trabalhos de graduação. A metodologia teve quatro fases. Na primeira fase apropriou-se o conhecimento sobre web semântica, ontologias e a ferramenta Protégé. Na segunda fase desenharam-se e determinaram-se os diferentes componentes da ontologia Sawa.

Na terceira fase, implementou-se a ontologia Sawa com a ferramenta livre Protégé e finalmente na última fase, realizaram-se provas e avaliaram-se os resultados. De acordo com os resultados obtidos, a ontologia Sawa poderia ser ajustada ao domínio da biblioteca da Universidade de Nariño para ser utilizada como apoio à busca inteligente de qualquer material bibliográfico.

PALAVRAS-CHAVE

Web Semântica, Ontologia, Protégé.

1. Introducción

La falta de significado que se maneja en la *Web* actual dificulta la búsqueda eficiente de información. La *Web* semántica (*World Wide Web Consortium* (W3C), s.f.) ha comenzado a adquirir una gran importancia debido a que se quiere encontrar información de manera precisa y poder convertirla en información del conocimiento además de representarla en recursos que puedan estar disponibles en otras aplicaciones. Para lograr encontrar un significado claro en la búsqueda, la *Web* semántica hace uso de ontologías, que es “una especificación explícita de una conceptualización” (Gruber, 1993), en donde una conceptualización es una visión abstracta y simplificada del mundo que queremos representar para algún propósito. Más adelante se complementaría esta definición, la cual expresa una ontología como “una especificación explícita y formal de una conceptualización compartida” (Studer, Benjamins y Fensel, 1998). Una conceptualización, es un modelo abstracto de algún fenómeno del mundo, construido mediante la identificación de los conceptos relevantes a ese fenómeno (normalmente un dominio del conocimiento). Explícito, significa que los conceptos utilizados y las restricciones para su uso, están claramente definidos. Formal, se refiere al hecho de que debe ser comprensible para las máquinas, es decir, estar expresada mediante una sintaxis que permita a un ordenador operar sobre ella.

Por último, el término compartida, refleja la noción de que contendrá conocimiento consensuado en algún grado (en el caso de un dominio del conocimiento, se supone que será por los expertos en él). Las ontologías están compuestas de elementos tales como clases, subclases, clases disjuntas, propiedades, rango, dominio y finalmente instancias de las clases o subclases (Alcina, Valero y Rambla, 2009).

En la actualidad, existen varios trabajos que se han realizado con ontologías, dando solución a algunos problemas como unificar términos que representen adecuadamente el significado de los conceptos más usados en sectores como muebles y afines (Ziouziou, 2009), dominios farmacéuticos

(Romái, 2009), e investigaciones agrícolas (Thunkijjanukij, 2009), también para que los sistemas de información puedan conectarse e intercambiar su información, de tal modo que sean capaces de compartir conocimiento entre ellos proporcionando soluciones de interoperabilidad semántica (Romá Ferri, 2009).

Para la construcción de las ontologías se tiene en cuenta la forma según el tipo y criterios para su desarrollo (Gruber, 1993), así como también el lenguaje, para este caso se utilizó el lenguaje OWL (*Web Ontology Language*), el cual añade más vocabulario para la descripción de clases y propiedades, y brinda más semántica que el lenguaje RDF (*Resource Description Framework*) (Santos y Duque, 2005) OWL se divide en tres sublenguajes: OWL Lite, OWL DL, OWL Full (*World Wide Web Consortium* (W3C), s.f.-b) las ontologías OWL pueden ser consultadas por el lenguaje SPARQL, el cual es similar al lenguaje de consulta SQL (Allemang y Hendler, 2008) (Segaran y cols., 2009) con la ventaja que SPARQL especifica una consulta en lenguaje formal que pueda ser procesada por ordenadores y por personas. Para la implementación de la ontología se utilizó la herramienta de *Software Libre* Protegé que permite desarrollar modelos de conocimientos basados en *frames* (marcos) y otros basados en el lenguaje ontológico *Web* (OWL) (Ramos y Gil, 2007).

En este artículo, se propone la construcción de una ontología denominada SWA, la cual ayuda a soportar la búsqueda inteligente de los trabajos de grado de la Universidad de Nariño, debido a que actualmente en la Institución, la búsqueda de documentación de los estudiantes de pregrado, se realiza a través del sistema de biblioteca, que no está dotado de ningún tipo de búsqueda inteligente que permita obtener resultados más óptimos esta únicamente se realiza por título, autor o materia.

Cuando se realiza la búsqueda por título, los resultados obtenidos no solamente corresponden a trabajos de grado, sino también a libros, artículos, entre otros, haciendo este proceso ineficiente ya que si los resultados son numerosos se deben revisar uno a uno aumentándose el tiempo de búsqueda y muchas veces no concuerdan con lo que el usuario está buscando.

El resto del artículo se organiza de la siguiente manera. En la sección metodología se describen las cuatro fases contempladas en la investigación; en la sección resultados y discusión, se muestran y analizan los resultados obtenidos en el proyecto. Para finalizar, se muestran las conclusiones y trabajos futuros.

2. Metodología

2.1 Fase I

En esta fase, se apropió el conocimiento de *Web* semántica, ontologías y la herramienta Protegé, en la que se construyó la bibliografía, se instaló la herramienta bajo el sistema operativo GNU/Linux y se realizaron algunos ejemplos.

2.2 Fase II

En esta fase se diseñó y definieron los diferentes componentes de la ontología SWA, con el fin de recolectar la información necesaria acerca de 202 trabajos de grado que se encontraban en medio digital, lo que permitió establecer el dominio de la ontología, clases, propiedades e instancias. Inicialmente, se diseñó la base de datos con el diagrama entidad relación y este se implementó en el Sistema Gestor de Base de Datos (SGBD) PostgreSQL; esta contiene información de los trabajos de grado recolectados y dentro de sus atributos están título, autores, jurados, modalidad, nota obtenida, líneas de investigación, palabras clave, entre otros, así como también, las tablas para la construcción de un tesaurus. El diseño detallado de la base de datos se puede consultar en el repositorio del proyecto SWA (Cabrera, Guerrero y Benavides, 2013).

Las principales entidades y relaciones de la base de datos son:

Entidad trabajos de grado: esta entidad tiene las siguientes características y relaciones.

- Tiene un único número de identificación (ID).
- Tiene una signatura topográfica, título, resumen, *Abstract*, calificación, fecha de sustentación.
- Está adscrito a una línea de investigación.
- Está adscrito a una modalidad.
- Puede tener uno o varios autores.
- Puede tener uno o varios asesores.
- Puede tener dos o más jurados.
- Tiene varias palabras clave.

El diagrama E-R correspondiente a trabajos de grado (Figura 1).

Facultades, departamentos y programas: estas entidades tienen las siguientes relaciones.

- Un programa está adscrito a un departamento.
- Un departamento está adscrito a una facultad.

El diagrama E-R correspondiente se muestra en la (Figura 2).

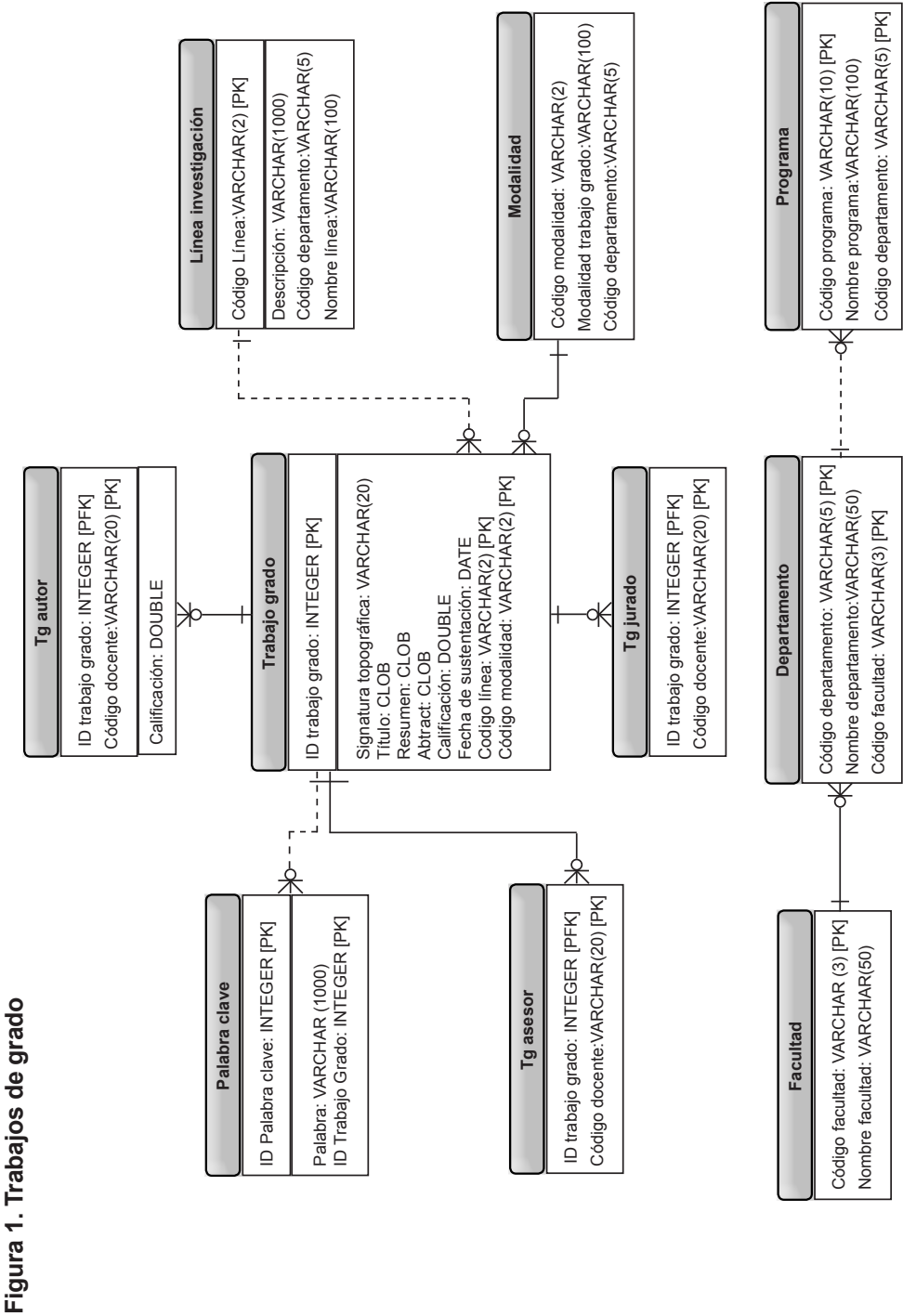
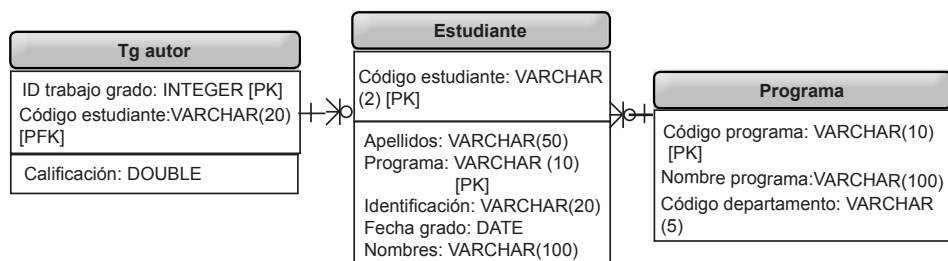
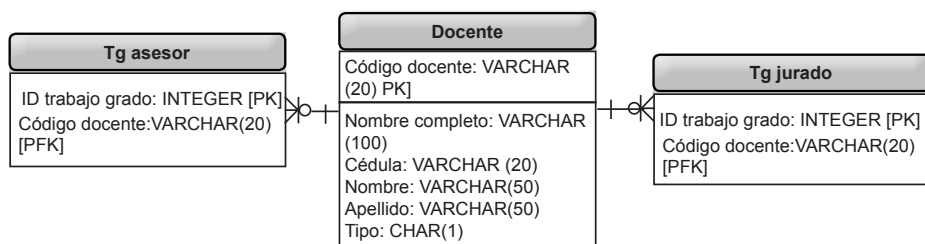


Figura 2. Facultades, departamentos y programas

Fuente. Elaboración propia del autor.

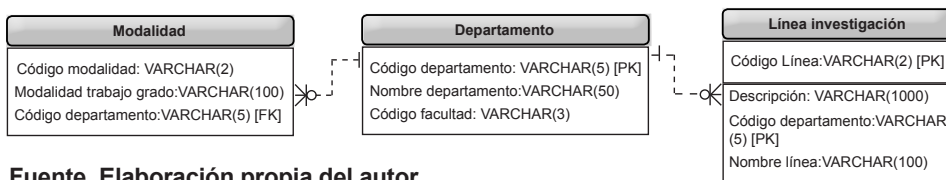
- **Autores:** esta entidad tiene las siguientes características y relaciones.
 - Un trabajo de grado puede tener uno o varios autores.
 - Un estudiante realiza un trabajo de grado.
 - Un estudiante pertenece a un programa.
 - Un estudiante le asignan una nota individual por el trabajo de grado. (Figura 3).

Figura 3. Autores.

Fuente. Elaboración propia del autor.

- **Asesores y Jurados:** estas entidades tienen las siguientes características y relaciones.
 - Un trabajo de grado es asesorado por uno o varios docentes.
 - Es evaluado por dos docentes, si el trabajo de grado tiene varias fases puede ser evaluado por más docentes.

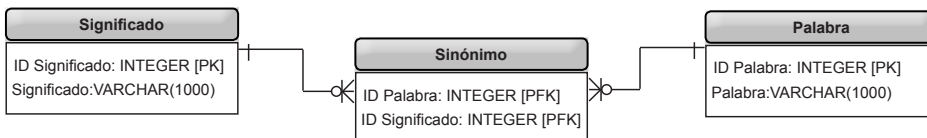
El diagrama E-R correspondiente se muestra la (Figura 4).

Figura 4. Asesores y jurados.

Fuente. Elaboración propia del autor.

- **Modalidad y línea de investigación:** estas entidades tienen las siguientes características y relaciones.
 - ▶ Un trabajo de grado tiene una modalidad.
 - ▶ Un trabajo de grado tiene una línea de investigación.
 - ▶ Las líneas de investigación y modalidad están adscritas a un departamento.
- **Tesoro.** Esta entidad tiene la siguiente relación.
 - ▶ Una palabra tiene varios sinónimos.

El diagrama E-R correspondiente se muestra en la Figura 5.

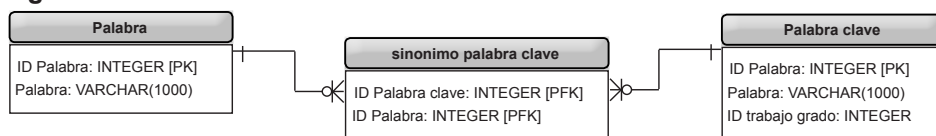
Figura 5. Tesoro

Fuente. Elaboración propia del autor.

- **Palabra clave.** Esta entidad tiene las siguientes características y relaciones.
 - ▶ Un trabajo de grado tiene varias palabras clave.
 - ▶ Las palabras clave tienen varios sinónimos.

El diagrama E-R correspondiente se muestra en la Figura 6.

Figura 6. Palabra clave.



Fuente. Elaboración propia del autor.

2.3 Fase III

En esta fase, se implementó la ontología SWA. Para ello, se usó la herramienta libre Protegé y se generó en formato OWL utilizando la metodología descrita en el artículo: “Una propuesta de metaontología para la educación de requisitos”, (Zapata, Giraldo y Mesa, 2010).

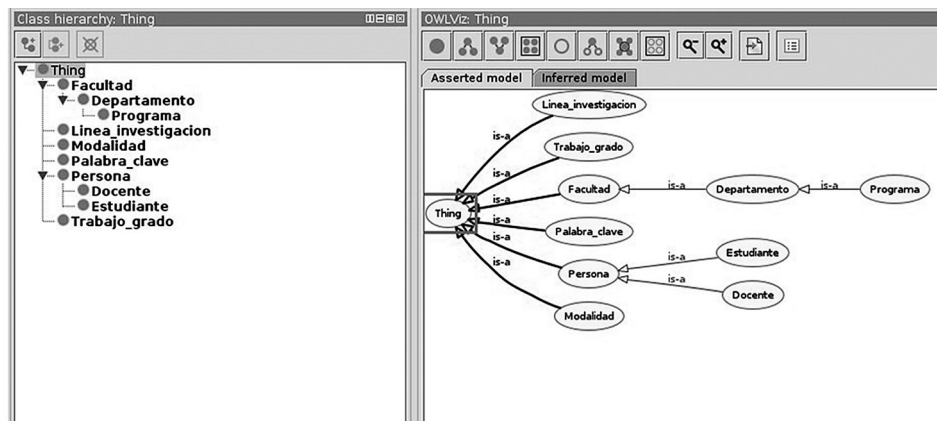
Protegé ofrece una interfaz gráfica que permite que la construcción de las ontologías se enfoque en el modelado conceptual sin que requiera de conocimientos de la sintaxis del formato utilizado. El modelo de conocimiento de Protegé, está basado en marcos (*Frames*) y sus elementos proporcionan clases, instancias de esas clases, propiedades que representan los atributos de las clases y sus instancias y restricciones que expresan información adicional sobre las propiedades (Figura 7).

Para la herramienta Protegé, los conceptos de la ontología son clases. SWA contiene las siguientes superclases y clases:

Superclase: Facultad. Abarca las siguientes clases: departamento y programa. Para el caso de la investigación, se define una instancia llamada Ingeniería. Las características que definen a la clase Facultad son: código de facultad, nombre de facultad y además, la clase Facultad, define el dominio de la ontología para trabajos de grado del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Nariño (Figura 8).

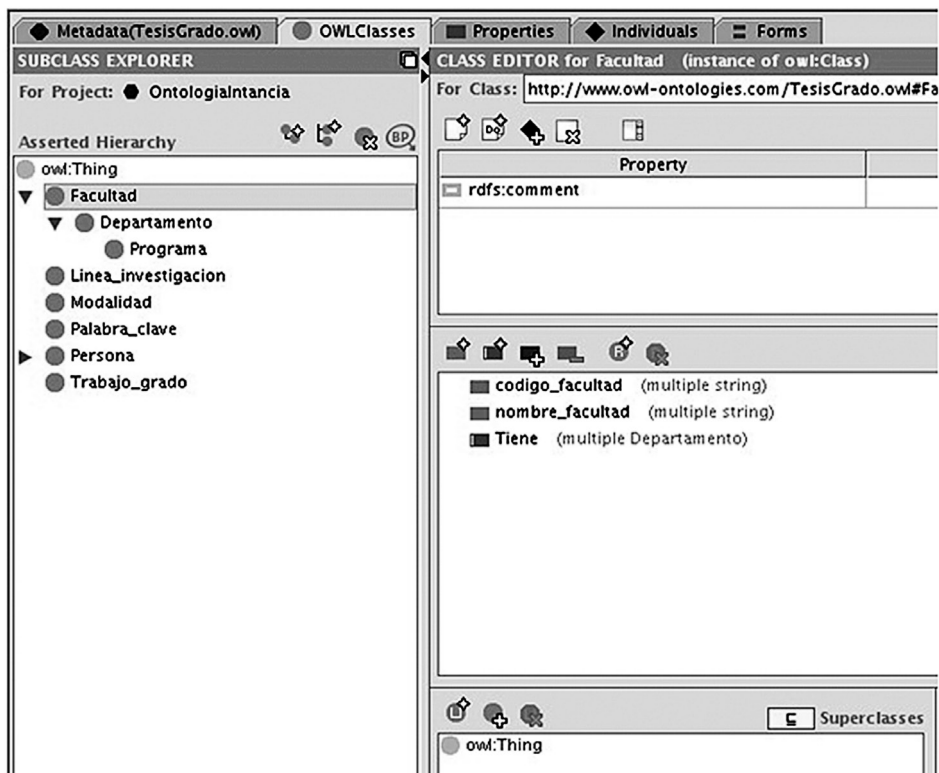
Clase: Departamento. Esta clase sólo abarca el departamento de Ingeniería de Sistemas y las características que las definen: código de departamento, nombre de departamento, pertenece, especifica y las siguientes, son características adquiridas por herencia: código de facultad y nombre de facultad.

Figura 7. Estructura general de ontología SWA.



Fuente. Elaboración propia del autor.

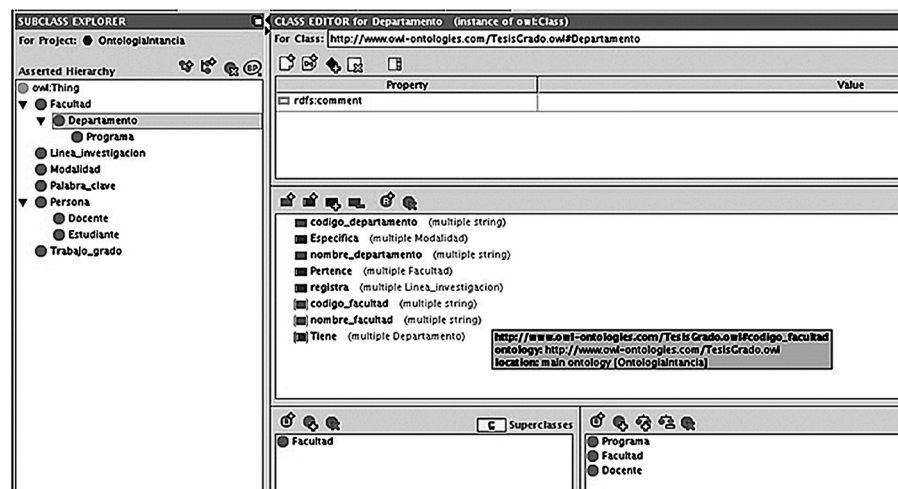
Figura 8. Superclase Facultad



Fuente. Elaboración propia del autor.

En la Figura 9 se muestra la definición de la clase Departamento con la herramienta libre Protegé.

Figura 9. Clase Departamento



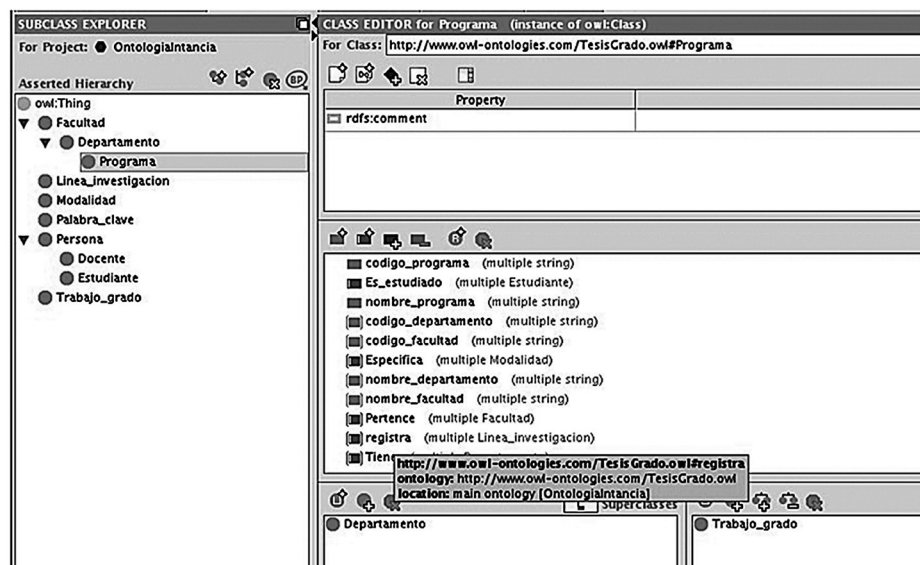
Fuente. Elaboración propia del autor.

Clase: Programa. Esta clase solo abarca el Programa de Ingeniería de Sistemas, las características que la definen son: código de programa, nombre de programa y es estudiado; además, hereda las características de la clase Departamento (Figura 10).

Superclase: Línea de investigación. Esta clase abarca cinco instancias *Software* y manejo de información, gestión de seguridad y control, no aplica, optimización de sistemas, procesos educativos apoyados por las nuevas tecnologías de la información y comunicación, sistemas computacionales, las características que definen esta clase son: código de línea, descripción, es inscrita, nombre línea, pertenece a (Figura 11).

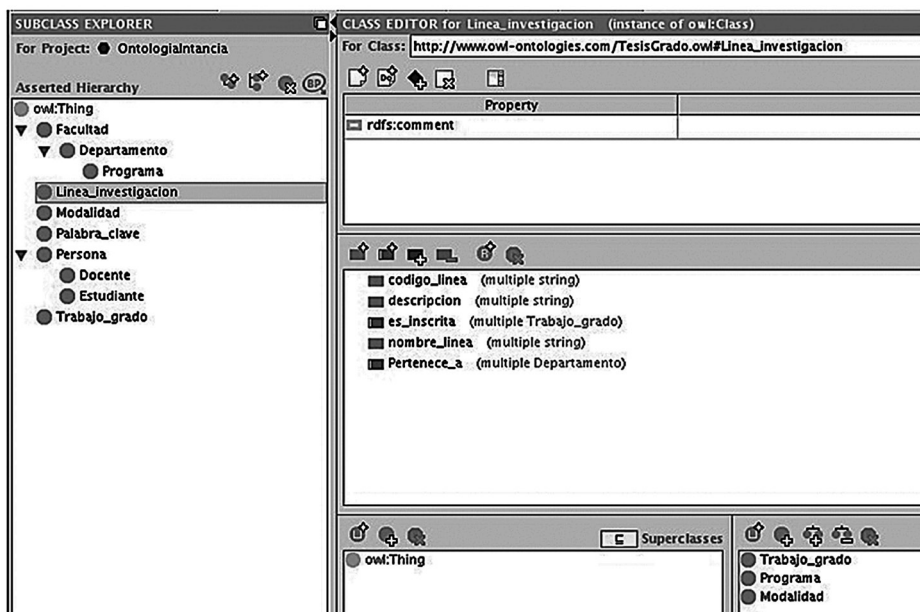
Superclase Modalidad. Esta clase, engloba cuatro instancias que se mencionan a continuación: pasantía, trabajo de investigación, no aplica y trabajo de extensión a la comunidad. Las características que la definen son: código modalidad, nombre modalidad, es del departamento, pertenece al (Figura 12).

Figura 10. Clase Programa



Fuente: Elaboración propia del autor.

Figura 11. Superclase Línea de investigación

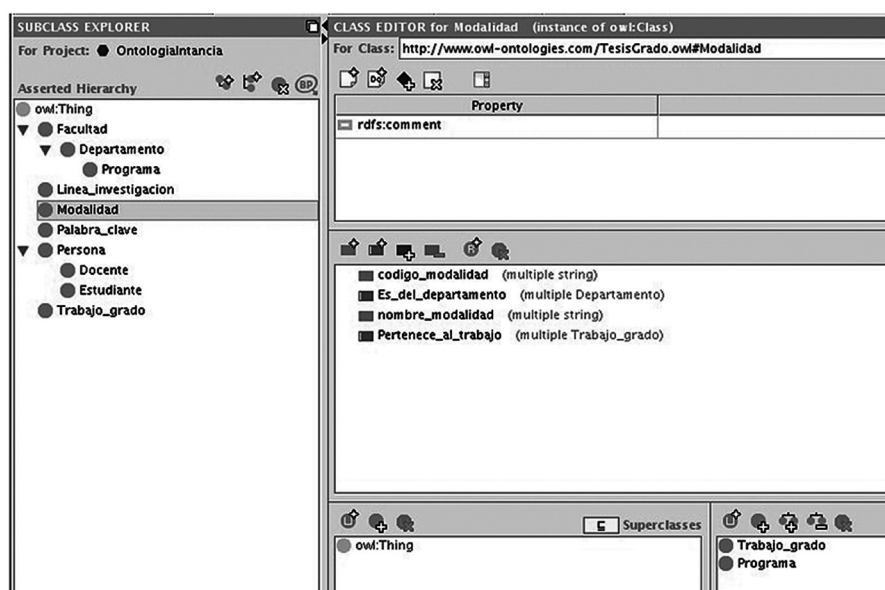


Fuente. Elaboración propia del autor.

Superclase: Palabra clave. Abarca todas las palabras clave con sus respectivos sinónimos, de cada uno de los trabajos de grado del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Nariño. Las características que la definen son: describen, significado, sinónimo (Figura 13).

Superclase: Persona. En esta clase, se encuentran contenidas las clases Docente y Estudiante. que se definen más adelante las características son: apellido persona, nombre persona, identificación persona (Figura 14).

Figura 12. Superclase modalidad

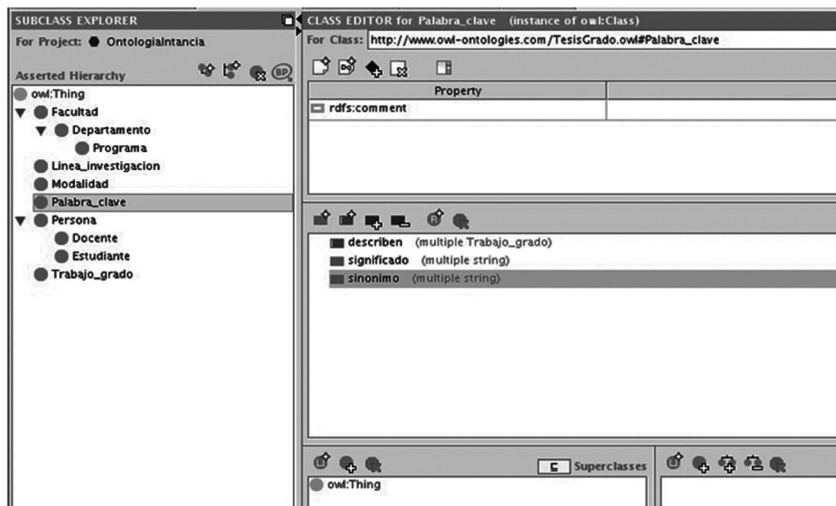


Fuente. Elaboración propia del autor.

Clase: Docente. Aquí, se encuentran todos los docentes que hayan participado como jurados y/o asesores de uno o varios trabajos de grado. Cabe destacar que los profesores contenidos en esta clase, pueden ser externos al programa de Ingeniería de Sistemas. Las características que la definen son: tipo de vinculación, dirige y califica, además hereda las características que definen a la clase persona (Figura 15).

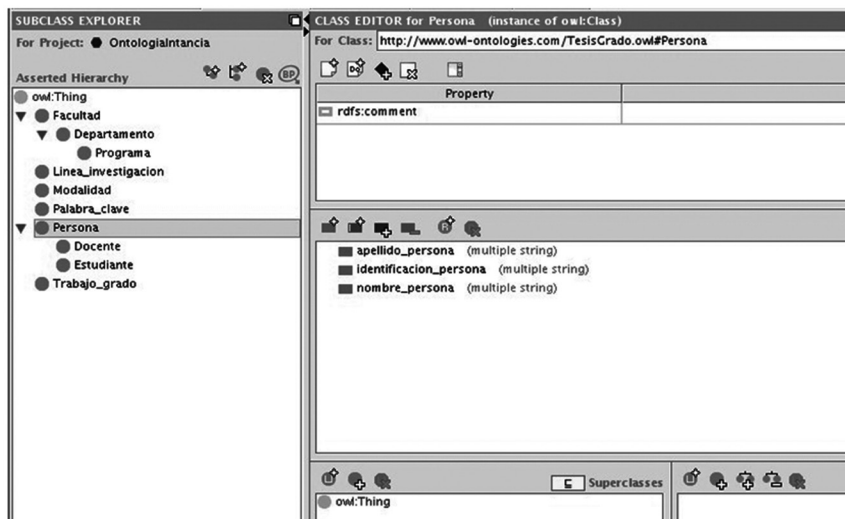
Clase: Estudiante. Se relacionan todos los estudiantes que han realizado su respectivo trabajo de grado. Las características que definen a esta clase son: calificación, código de estudiante, fecha de grado, pertenece y realiza, además también hereda las características de la clase persona (Figura 16).

Figura 13. Superclase palabra clave



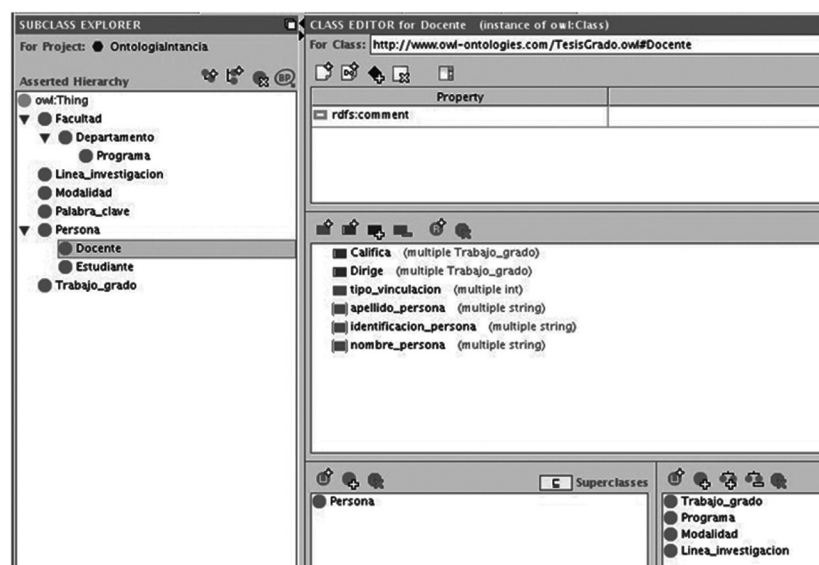
Fuente: Elaboración propia del autor.

Figura 14. Superclase persona.



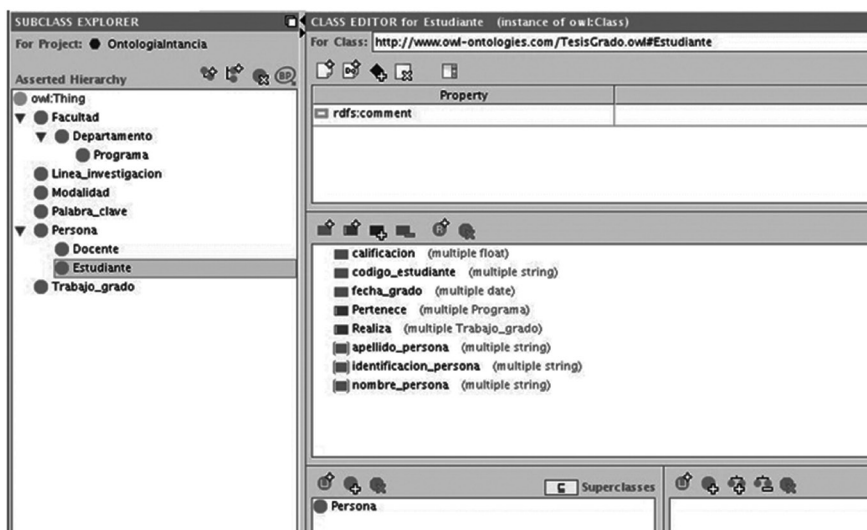
Fuente. Elaboración propia del autor.

Figura 15. Clase docente



Fuente: Elaboración propia del autor.

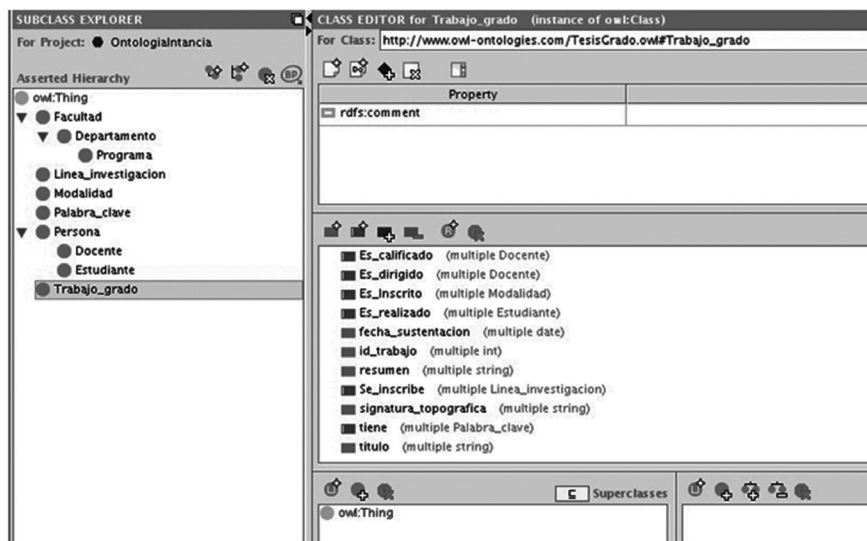
Figura 16. Clase estudiante



Fuente: Elaboración propia del autor.

Superclase: Trabajo grado. En esta clase, se encuentran todos los trabajos de grado del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Nariño. La definen: título, signatura topográfica, resumen, ID trabajo, fecha de sustentación, es calificado, es dirigido, es inscrito, es realizado, se inscribe y tiene (Figura 17).

Figura 17. Clase trabajo de grado



Fuente. Elaboración propia del autor.

Creación de Instancias

Para la creación de las instancias se utilizó un *Script*, tomando la información de la base de datos que fue construida anteriormente.

2.4 Fase IV

Se realizaron las pruebas y se evaluaron los resultados de la ontología SWA. Para lograr este objetivo se realizaron los siguientes pasos:

Construcción de la aplicación. Para realizar las pruebas a la ontología, se construyó un buscador desarrollado en JavaEE y liberado bajo licencia libre GPL3.

Para realizar las consultas se utilizó el lenguaje SPARQL y la extensión de *postgresql pg similarity*.

En la aplicación se utilizaron algoritmos como lematizadores y similitud de palabras para hacer corrección ortográfica, en caso que el usuario tenga error de digitación, además de la construcción de un tesoro para que pueda hacer la búsqueda por sinónimos de palabras.

El *Software* permite:

- Búsqueda general.
- Búsqueda por título.
- Búsqueda por autor.
- Auto completar palabras.
- Corrección de digitación.
- Búsqueda por sinónimos.
- Ordenamiento de resultados por mayor coincidencia.

Se muestra el diagrama de actividades de la búsqueda en el aplicativo desarrollado (Figura 18).

Por ser SPARQL, el lenguaje estándar para consultar ontologías en formato RDF y OWL, se utilizaron los siguientes elementos para realizar las consultas SWA:

Sujeto: es sobre quién se está haciendo la consulta es decir de quién se está hablando por ejemplo el estudiante.

Predicado: son las características de ese sujeto por ejemplo: pertenece, ya que un estudiante pertenece a una facultad.

Objeto: es el valor que tiene un predicado y puede ser una cadena entre comillas dobles o sencillas o también, puede ser otro sujeto en el caso de ser una relación entre dos sujetos. Ejemplo: el sujeto estudiante, tiene predicado la relación pertenece y como objeto, ingeniería de sistemas, que es otro sujeto (Tabla 1).

Tabla 1. SPARQL

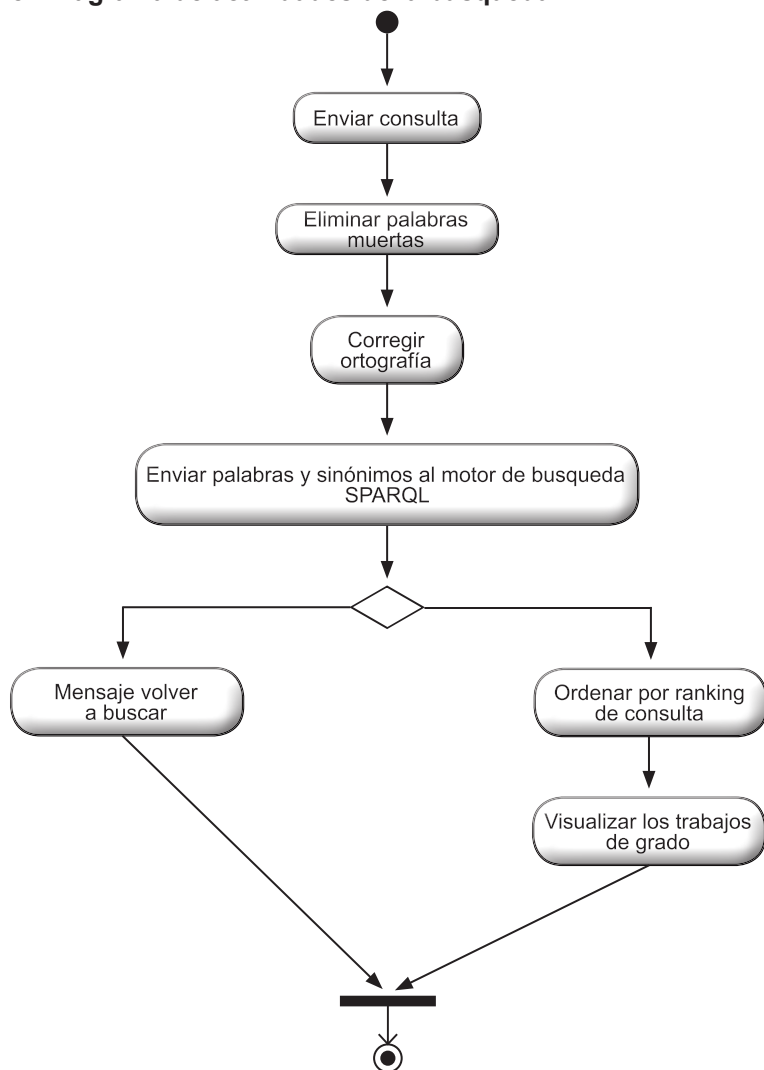
```
PREFIX po1:<http://www.owl-ontologies.com/TesisGrado.owl#>
SELECT
    distinct    ? Estudiante
where
{
    ? Estudiante po1: Pertenece po1:ingenieria de sistemas .}
```

Fuente. Elaboracion propia del autor.

Para realizar búsquedas de similitud entre cadenas, se utilizó la extensión de *postgresql pg similarity*, (Tabla 2).

El resultado obtenido es del 94 % y según criterios del sistema, se dará por aceptada la similitud.

Figura 18. Diagrama de actividades de la búsqueda



Fuente. Elaboración propia del autor.

Tabla 2. PG Similarity

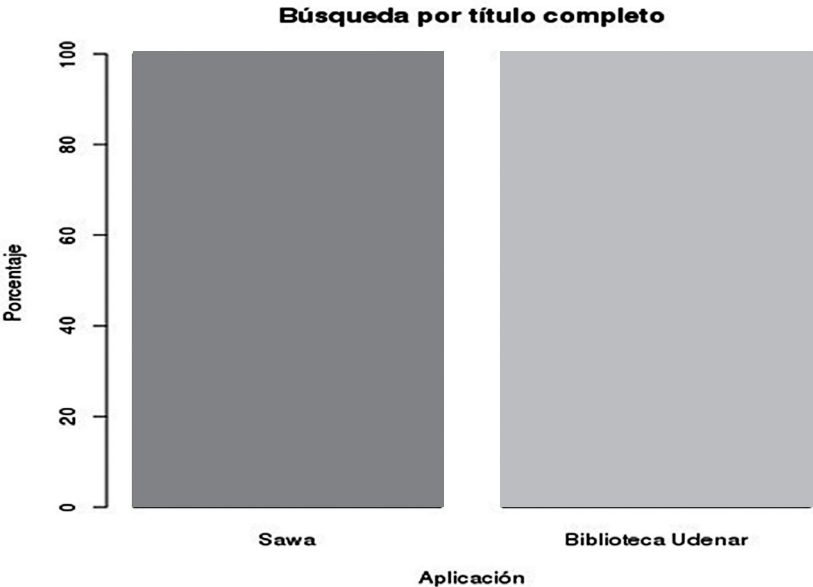
```
select jarowinkler('Ontolog a' , 'ontolog');
```

Fuente. Elaboración propia del autor.

Ejecución de pruebas. Para la aplicación de las pruebas se realizaron siete casos, con diez iteraciones cada una, para los cuales se elaboró una tabla comparativa para ver la eficiencia del buscador desarrollado en esta investigación y el buscador de la biblioteca de la Universidad de Nariño. Las pruebas se hicieron llevando los siguientes casos de prueba y se calificó como éxito o fracaso, teniendo en cuenta que el éxito se lo califica si la búsqueda a realizar está en los quince primeros resultados.

Búsqueda por título completo. Esta búsqueda se realizó enviando la consulta con el título exacto que aparece en la base de datos (tildes, signos de puntuación y comillas), dando como resultado que los dos sistemas se comportan de la misma manera (Figura 19).

Figura 19. Búsqueda por título completo



Fuente. Elaboración propia del autor.

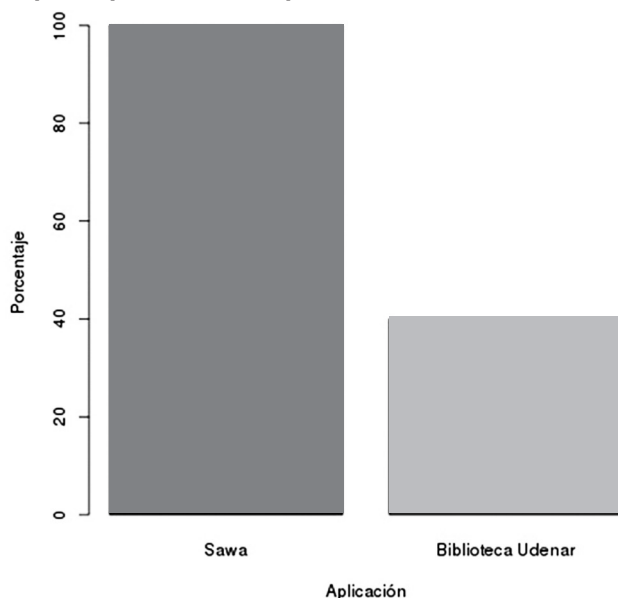
Búsqueda por autor completo: esta búsqueda se realizó enviando la consulta con el autor exacto que aparece en la base de datos, dando como resultado que con el sistema realizado en esta investigación se obtiene 100% de éxito y el sistema de biblioteca 40% (Figura 20).

Búsqueda por un nombre y un apellido: esta búsqueda se realizó enviando la consulta con un nombre y un autor únicamente, dando como resultado 90% de éxito y el sistema de biblioteca 40% (Figura 21).

Búsqueda por palabras contenidas en el título: esta búsqueda se realizó enviando la consulta con palabras que estén contenidas en el título, las palabras podrían haberse enviado en el orden del título, como en desorden, dando como resultado 100% de éxito y el sistema de biblioteca 0% (Figura 22).

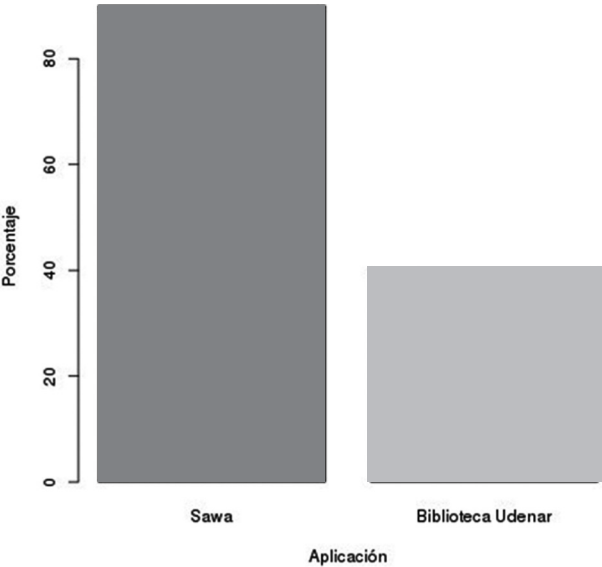
Búsqueda por error ortográfico en el título: esta búsqueda se realizó enviando la consulta con uno o dos errores de digitación en el título, dando como resultado que con el sistema realizado en esta investigación se obtiene 100% de éxito y el sistema de biblioteca 0% (Figura 23).

Figura 20. Búsqueda por autor completo



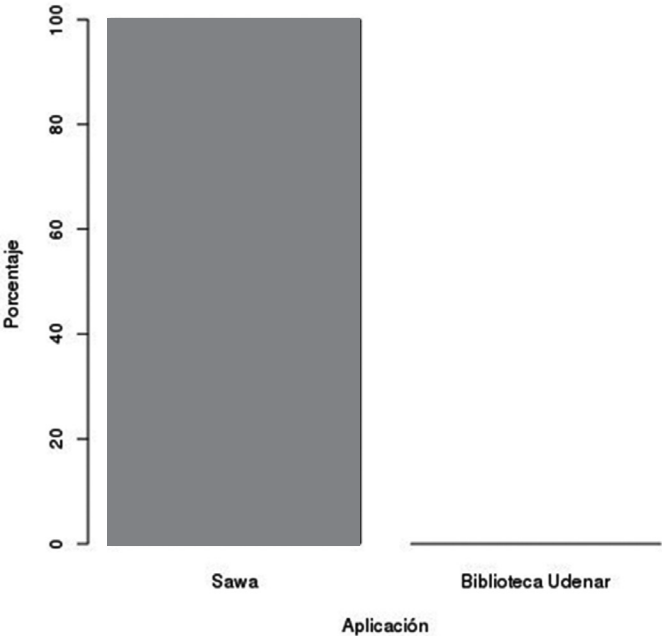
Fuente. Elaboración propia del autor.

Figura 21. Búsqueda por un nombre y un apellido



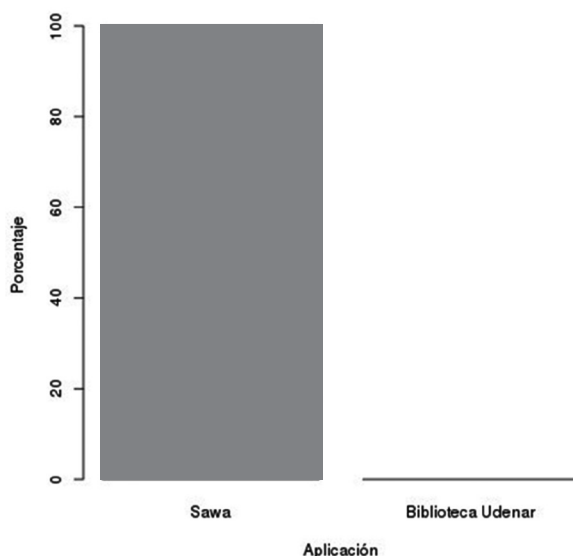
Fuente. Elaboración propia del autor.

Figura 22. Búsqueda por palabras contenidas en el título



Fuente. Elaboración propia del autor.

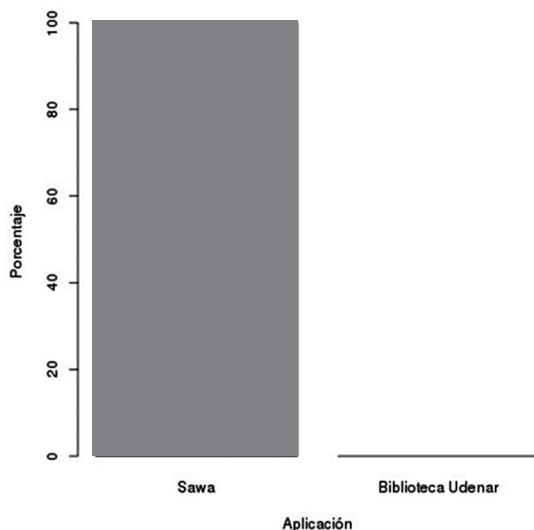
Figura 23. Búsqueda por error ortográfico en el título



Fuente. Elaboración propia del autor.

Búsqueda por error ortográfico en el autor: esta búsqueda se realizó enviando la consulta con uno o dos errores de digitación en el autor, dando como resultado 100% de éxito y el sistema de biblioteca 0% (Figura 24).

Figura 24. Búsqueda por error ortográfico en el autor



Fuente. Elaboración propia del autor.

Búsqueda por sinónimos de palabras: esta búsqueda se realizó enviando la consulta con algunos de los sinónimos de palabras contenidas en el título, dando como resultado 80% de y el sistema de biblioteca 0% (Figura 25).

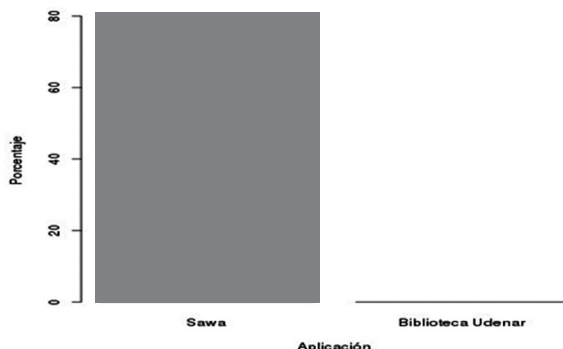
3. Resultados y discusión

3.1 Resultados

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- Se apropió el conocimiento sobre la funcionalidad y desempeño de la herramienta libre Protegé en el desarrollo de ontologías.
- Se creó una base de datos con toda la información de los trabajos de grado del programa de Ingeniería de Sistemas.
- Se construyó e implementó la ontología para realizar las búsquedas de los trabajos de grado.
- Se realizó un buscador semántico que muestra el mejoramiento en el sistema de consultas de trabajos de grado.

Figura 25. Búsqueda por sinónimos de palabras



Fuente. Elaboración propia del autor.

3.2 Discusión

Comparando los resultados obtenidos con el sistema de biblioteca de la Universidad de Nariño y el aplicativo SWA, la consulta por título completo, muestra únicamente un resultado, en cambio en la aplicación de la investigación se obtienen resultados similares, esto gracias a que la ontología consta de un tesauro, además da mayor relevancia a la consulta que tenga mayor exactitud de palabras.

En la búsqueda por autor completo, el sistema de la biblioteca en algunos casos fue exitoso y en otros no. En la aplicación de la investigación, siempre fue exitosa porque busca el mayor número de coincidencias en el nombre completo dando mayor relevancia a la consulta con mayor exactitud. De igual manera, sucedió en la búsqueda por un nombre y un apellido.

En las búsquedas realizadas por palabras contenidas en el título los resultados obtenidos no son satisfactorios, ya que al ingresar palabras en diferente orden a la del título no se obtiene ningún resultado. Esto no sucede con el aplicativo SWA que siempre obtiene una búsqueda exitosa.

En las búsquedas con errores de digitación en el sistema de la biblioteca, no se obtienen resultados así sea con una sola letra mal digitada; en la aplicación construida en esta investigación los resultados son satisfactorios porque se separa toda la cadena de la consulta y se realiza la búsqueda palabra por palabra, dando más relevancia al mayor número de palabras encontradas.

En las búsquedas con sinónimos de palabras en el título, en el sistema de la biblioteca no se obtuvieron resultados, esto se debe a que el sistema no posee un tesauro al cual consultar. En la aplicación construida en la investigación, el resultado que se obtuvo fue alto, debido a que el sistema busca en el tesauro y luego hace las consultas con las palabras encontradas, da relevancia a las que más se repiten y con esto se da más flexibilidad a la búsqueda.

4. Conclusiones



Se soportó la búsqueda inteligente de las consultas sobre los trabajos de grado de la Universidad de Nariño mediante la construcción de la ontología SWA.

La recolección de información, es una parte muy importante para la construcción de una ontología, ya que de esta se puede obtener el dominio, estructuras de las clases, propiedades, etc.

La herramienta Protegé facilitó la construcción de la ontología SWA. Los resultados de las pruebas demostraron que el aplicativo construido en esta investigación con SWA, es más eficiente en las búsquedas que un sistema de información tradicional.

Como trabajos futuros, está adecuar SWA y el aplicativo para manejar los trabajos de grado de todos los programas de la Universidad de Nariño, ya que se puede utilizar la misma estructura hecha para el programa de Ingeniería de Sistemas. Por otra parte, se puede adecuar la ontología Sawa aumentándole clases y superclases para el manejo de todo el material bibliográfico de la biblioteca de la Universidad de Nariño.

5. Referencias bibliográficas

- Alcina, A., Valero, E., y Rambla, E. (2009). *Terminología y sociedad del conocimiento*. Peter Lang Pub Incorporated. Recuperado de: <http://books.google.es/books?id=6MvolrQQRUC>.
- Allemang, D., y Hendler, J. (2008). *Semantic web for the working on-to-logist: Effective modeling in rdfs and owl*. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc.
- Cabrera, O., Guerrero, M., y Benavides, M. (2013). *Repositorio global proyecto Sawa*. Recuperado de: <https://sites.google.com/site/repositoriosawa/>.
- Gruber, T. R. (1993). *Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing*. En *In formal ontology in conceptual analysis and knowledge representation*, Kluwer Academic Publishers.
- Ramos, L., y Gil, R. (2007). *Hacia un sistema de información para apoyar la gestión de la educación a distancia*. I Encuentro Venezolano sobre Tecnología de Información e Ingeniería de Software.
- Romá Ferri, M. T. (2009). *Ontofis: Tecnología ontológica en el dominio farmacoterapéutico*. Tesis doctoral. Recuperado de: [http://gplsi.dlsi.ua.es/gplsi11/sites/default/files/tesis Roma OntoFIS.pdf](http://gplsi.dlsi.ua.es/gplsi11/sites/default/files/tesis%20Roma%20OntoFIS.pdf)
- Santos, C. y Duque, M. (2005). *Sistemas interactivos y colaborativos en la Web*. Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha. Recuperado de: <http://books.google.com.co/books?id=2V9WB5s-9IU4C>
- Segaran, T., Evans, C., Taylor, J. y et. al. (2009). *Programming the semantic web*. 1ra. ed. O'Reilly Media, Inc.

- Studer, R., Benjamins, V., y Fensel, D. (1998). *Knowledge engineering: Principles and methods*. Data and Knowledge Engineering: 25 (1-2), 161 - 197. Recuperado de: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169023X97000566>
- Thunkijjanukij, A. (2009). *Ontology development for agricultural research knowledge management: a case study for thai rice*. Tesis doctoral. Univer-sidad Kasetsart.
- World Wide Web Consortium (W3C). (s.f.). *Guía breve de Web semántica*. Recuperado de: <http://www.w3c.es/Divulgacion/GuiasBreves/WebSemantica>.
- World Wide Web Consortium (W3C). (s.f.-b). *Owl web ontology language*. Disponible en: <http://www.w3.org/TR/owl-features/>.
- Zapata, C. M., Giraldo, G. L., y Mesa, J. E. (2010, 04). *Una propuesta de metaontología para la educación de requisitos*. Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, 18 . 26 - 37. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052010000100004>
- Ziouziou, M. (2009). *Desarrollo de una ontología y de un sistema de recuperación de la información para el sector del mueble y afines*. Proyecto fin de carrera. Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ETSE). Universidad de Valencia. Recuperado de: <http://robotica.uv.es/jsamper/Mouna.pdf>

