

# Sistema multiagentes para la descripción, localización, recuperación y acceso a documentos

Multi-agent system for paper description, localization, recovery and access

Carlos Nelson Henríquez Miranda\*

*\* Mg(c) Ingeniería de Sistemas y Computación. Profesor Tiempo completo de Ingeniería de Sistemas. Grupo Ingeniería de software y nuevas tecnologías Universidad Autónoma del Caribe. chenriquez@uac.edu.co*

## RESUMEN

El propósito de este artículo es mostrar los resultados de investigación acerca de la implementación de un sistema basado en agentes inteligentes para recuperar documentos distribuidos y producidos por una organización

El sistema se basa en la tecnología de la Web Semántica y esta soportada por una arquitectura definida que apoya la construcción de los agentes. Esta arquitectura consta de 5 capas, la capa de descripción en donde se define el dominio de información, la capa de conocimiento donde se hace la estructura conceptual sistematizada que da significado al documento para su recuperación semántica; la capa de multiagentes que permite la definición de objetos de software autónomos e inteligentes con comportamientos diferentes y específicos; la capa de red que permite definir la distribución de sistemas con conocimiento y definir el grado de confianza entre estos y por último la capa de aplicación que permite capturar las solicitudes y mostrar los resultados precisos sobre el sistema.

La implementación del sistema, se hizo a través de un prototipo para la recuperación de artículos científicos pertenecientes a revistas de diferentes Facultades de la Universidad Autónoma del Caribe. Este artículo es el producto de diferentes investigaciones en la tecnología Web semántica realizada en la Universidad.

**Palabras clave:** Agentes Inteligentes, Web semántica, meta datos, ontologías, sistema distribuido

## ABSTRACT

The purpose of this paper is to show the results of research on the implementation of a system based on intelligent agents to retrieve documents produced by a organization. The system is based on the technology of the Semantic Web is supported by a defined architecture that supports the construction of agents. This architecture consists of 5 layers, the layer of description which defines the domain of information, knowledge of the layer where the systematic conceptual structure that gives meaning to document for semantic retrieval, multi-layer that allows the definition of objects autonomous and intelligent software with different and specific behaviors, the network layer that defines the distribution of knowledge and systems to define the level of trust between them and finally the application layer that allows applications to capture and show the accurate results on the system.

The implementation of the system was made through a prototype for the retrieval of scientific articles in journals belonging to various faculties of the University of the Caribbean. This article is the product of various investigations in the semantic web technology in the University.

**Key words:** Intelligent Agents, Web semantics, metadata, ontologies, distributed system

## 1- Introducción

En la actualidad contamos con un exceso de información inherente a nuestro entorno (documentos, artículos, Internet, entre otros) que no es manejada apropiadamente. Es común encontrar en la Web hasta un 90% de información inútil. En las universidades el mal manejo en la divulgación de avances académicos, en las empresas flujo de información improductiva y así en la mayoría de organizaciones. Esto quiere decir que el manejo de la información actualmente es cada vez más inoperante debido a su crecimiento elevado y a su mala estructuración. Por ejemplo cuando se necesita buscar cierto tema asociado con un área de conocimiento los resultados son extensos e imprecisos, los documentos encontrados no son fiables y algunos textos no son visibles.

Para abordar esta problemática existen tecnologías emergentes que se han dedicado al manejo preciso, eficiente y estructurado de la información. Una de estas tecnologías es la Web semántica, un área pujante que combina la inteligencia artificial y tecnologías Web donde se propone una representación de la información para facilitar la localización, distribución y acceso a los datos no solo por humanos sino sistemas inteligentes.

Esta tecnología ha tenido un gran desarrollo en los últimos tiempos y se espera que sea la tendencia mundial tanto en la Internet, así como, en el manejo de información en las organizaciones. El uso de agentes inteligentes es cada vez más común en la actualidad y surge como una nueva alternativa para el desarrollo de proyectos innovadores que puedan lograr excelente utilidad en un mundo real colmado de información.

El siguiente artículo esta estructurado de la siguiente manera: primero se muestra la metodología que se utilizó, luego se muestran los componentes de la Web Semántica. Seguidamente se presenta la arquitectura y luego su implementación en un caso de estudio. Finalmente se muestra los resultados y conclusiones del proyecto.

## 2- Metodología

### 2.1- Enfoque Metodológico

El tipo de investigación utilizado en este proyecto es la "Investigación aplicada", porque el objeto de esta investigación es comprobar la efectividad de las búsquedas de recursos mediante agentes inteligentes, mediante el desarrollo de un prototipo, este último utilizado para comprobar las teorías sobre búsquedas con inteligencia artificial.

En el proceso de alcance de objetivos, la definición clara de las actividades es un factor determinante para

lograrlo. El correcto seguimiento de dichas actividades encamina la investigación en el cauce correcto. En orden de ideas, en la primera fase se hizo una exploración documental sobre las teorías y conceptos redundantes en la investigación. Luego de este paso se examinó el estado actual de las tecnologías sobre Web Semántica para la operacionalización del proyecto.

En la segunda fase se definió la arquitectura y los agentes que se involucrarían en la misma. Luego de esta etapa se implantó la arquitectura capa por capa, tomando las tecnologías idóneas para cada caso y obteniendo como resultado un prototipo a partir de un caso de estudio concreto. Por último se hicieron las pruebas que avalan el funcionamiento del prototipo.

### 2-2. Técnicas e instrumentos metodológicos

Para la recolección de datos primarios se utilizó la observación documental. Este tipo de investigación es la que usa diferentes documentos para sustentar las diferentes teorías e hipótesis presentadas por un investigador. Así mismo, se hicieron consultas a expertos sobre el tema que pudieron representar una fuente de confianza para el desarrollo de la investigación.

Para la recolección de datos secundarios se utilizó los recursos de la Web. Se efectuaron búsquedas relacionadas con el tema, Web Semántica y agentes inteligentes, y se consultaron páginas de organizaciones especializadas donde se pudieron encontrarse textos, referencias a autores, libros e investigaciones, entre otros.

## 3- Estado del Arte

### 3.1- La recuperación de documentos

El problema de la recuperación de documentos siempre ha sido un inconveniente para las empresas, industrias, universidades y en general para todas las organizaciones. Por ejemplo el boom de la Internet ha creado una infinidad de información pública para todo el mundo. Actualmente la Web es un medio que ha cambiado la forma en que vivimos, la forma como nos relacionamos, comunicamos y adquirimos conocimiento. La Web es un hoy extremadamente flexible y económica para la comunicación, el comercio y los negocios, ocio y entretenimiento, acceso de información y servicio, cultura entre otras. Pero sin embargo, al mismo tiempo, los factores que han propiciado el éxito de la Web, han originado sus principales problemas: heterogeneidad de fuentes de información, interoperabilidad, poca fiabilidad, infoxicacion y acceso restringido [1]. No obstante el crecimiento de la Web ha permitido que emerjan nuevas y mejores tecnologías, para que no sólo los motores de búsqueda de carácter sintáctico y estadístico sean por si solas los encargados de recuperar la información en la Web.

### 3-2. La Web Semántica

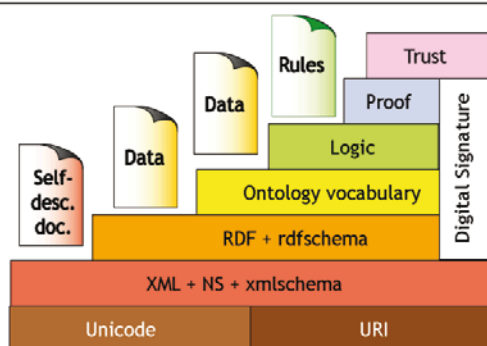
Dentro de las aplicaciones de La Web semántica, existen una serie de componentes que incluyen lenguajes, tecnologías y herramientas que permiten la organización, búsqueda y recuperación eficiente de información que provienen de páginas o documentos académicos y científicos (Internet, catálogos, revistas etc). Es por esto, que la exploración teórica es necesaria para ir materializando y creando una gran cantidad de aplicaciones que se basen en esta tecnología.

El investigador Tim Berners-Lee creador de la idea Web inicio sus investigaciones en la parte semántica a mediados del año 2000 ofreciendo después una conferencia en el marco del consorcio W3C donde propuso que “La nueva información debe ser reunida de forma que un buscador pueda “comprender”, en lugar de ponerla simplemente en una “lista”[2]. La Web sería una red de documentos más estructurados que permitan, a su vez, búsquedas más eficientes. La idea sería aumentar la inteligencia de los contenidos de las páginas Web dotándolas de significado.

En mayo de 2001, Tim Berners Lee, James Hendler y Ora Lassila publican un artículo en la revista Scientific American titulado “The Semantic Web: a new form of Web content that is meaningful to computers will unleash a revolution of new possibilities”, donde dan los primeros indicios de lo que es la Web Semántica, según Lee “La Web Semántica traerá significado a la estructura del contenido de las páginas Web, creando un entorno en el que agentes de software irán de una página a otra fácilmente para poder llevar a cabo tareas sofisticadas para los usuarios.”[3]. Actualmente las páginas se basan en HTML y es imposible sacar información pertinente de su significado, se necesita entonces una nueva estructura para poder crear programas inteligentes que interactuaren con millones de páginas Web sin la necesidad activa del usuario. La arquitectura de la Web Semántica pata Tim Berners Lee esta definida de la siguiente forma:

Figura 1. Arquitectura General Web Semántica

### Architecture



### 3-3. Expresar Conocimiento

Según Lee se tienen cuatro componentes principales que tenemos que tener en cuenta a la hora de desarrollar una aplicación bajo esta tecnología. El primer componente ilustra la forma de cómo dar significado pertinente a los documentos que publican las organizaciones (tipo Web u otro tipo). Una de las formas utilizadas es tener datos sobre la información o más comúnmente conocida como Metadato. Un Metadato es un dato que se encarga de mantener un registro sobre el significado, contexto o propósito de un objeto informativo, de tal forma que permita descubrir, entender, extraer y administrar dicho objeto. [4] En el marco de un contexto digital y en red se pueden utilizar los metadatos con la función que les caracteriza, que es la de la localización, identificación y descripción de recursos, legibles e interpretables por máquina.

Existen múltiples iniciativas para describir recursos electrónicos mediante metadatos normalizando y estandarizando las estructuras y arquitecturas de los recursos de Internet, el ejemplo más significativo, conocido y utilizado dentro del campo de la biblioteconomía y la documentación es el Dublin Core, creado por las iniciativas de las asociaciones de bibliotecarios norteamericanos, y en concreto por la Online Computer Library Center (OCLC). Además existen muchos otros que van desde los más estructurados y con un nivel más rico de descripción, hasta metadatos menos estructurados y con un nivel mucho menos detallado como:

- Learning Object Metadata (LOM)
- Metadata Encoding and Transmission Standard (Mets)
- Metadatos ADL-SCORM, MODS (Esquema para la Descripción de Objetos de Metadatos).

### 3-4. Representar Conocimiento

Ahora cuando se tienen los metadatos definidos, el siguiente paso sería buscar la forma de representarlos. En este ámbito se destaca RDF (Resource Description Framework), recomendado por W3C, Lenguaje de propósito general para representación de la información en la Web.” (RDF) [Infraestructura para la Descripción de Recursos] es una base para procesar metadatos; proporciona interoperabilidad entre aplicaciones que intercambian información legible por máquina en la Web.”[5]. Cualquier objeto se describe utilizando un conjunto de propiedades que se etiquetan bajo la marca <rdf:description> RDF representa las propiedades de un objeto mediante un modelo formal que cuenta con cuatro elementos clave:

- Recurso: Objeto Web identificado por un URI.
- Propiedad: atributo de los recursos. Son aspectos específicos, características, atributos o relaciones

utilizadas para describir recursos. Corresponden a los pares tradicionales atributo-valor.

- Valor: la representación que toma la propiedad en sí misma.
- Descripción: el conjunto que forma un recurso, un nombre de propiedad y el valor de esa propiedad.

Hasta ahora, damos significado a los documentos por medio de metadatos, describiéndolos usando estándares internacionales (dublincore), luego tenemos la representación de metadatos basados en RDF/XML, esto nos sitúa ya en las tres primeras capas de la arquitectura.

### 3-5. Ontologías

Según la W3C una ontología define los términos a utilizar para describir y representar un área de conocimiento. Las ontologías son utilizadas por las personas, las bases de datos, y las aplicaciones que necesitan compartir un dominio de información. Los principales usos de ontologías en la Web, son portales Web, Colecciones multimedia, Agentes inteligentes entre otras. Las ontologías incluyen definiciones de conceptos básicos del dominio, y las relaciones entre ellos, que son útiles para los ordenadores. Codifican el conocimiento de un dominio haciendo el conocimiento reutilizable.

Para representar las ontologías no basta sólo con semánticas básicas de RDF si se espera que las máquinas hagan tareas útiles de razonamiento. Existe por esto diversos lenguajes que permiten la representación de ontologías, algunos son: SHOE, OIL, DAML, DAML+OIL y OWL.

Actualmente, y como resultado de una evolución constante, OWL ha sido diseñado para cubrir una necesidad imperante en la Web Semántica convirtiéndose en un lenguaje de ontologías Web. OWL forma parte de un conjunto creciente de recomendaciones del W3C relacionadas con la Web Semántica. [6]

### 3-6. Agentes

Un agente es una entidad que puede llevar a cabo algunas tareas que son, usualmente, para ayudarnos a los seres humanos. Los agentes pueden ser biológicos, robóticos o computacionales. [7].

Un agente es una pieza de software que realiza una determinada tarea, utilizando la información obtenida de su entorno para actuar de manera adecuada a fin de completar la tarea con éxito. El concepto de agentes viene extraído del mundo real, por ejemplo agentes de viajes, agentes de bolsa; es una entidad que va en representación de otra ya sea un usuario u otro agente, para realizar por él, transacciones, monitoreo y búsqueda de información; para luego, realizar inferen-

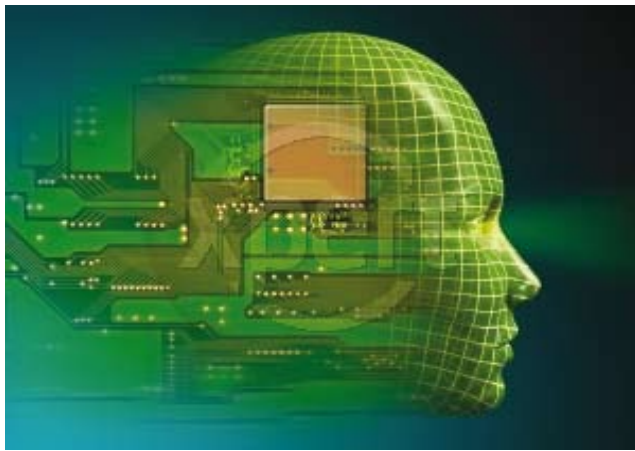
cias sobre dicha información e interactuar con el entorno sin necesidad de supervisión o control constante por parte del usuario. Un agente inteligente, ante una consulta dada, podría consultar libremente un buscador, y a partir de sus resultados, explorar la Web hasta encontrar la información requerida, y si es caso realizar una acción sobre dicho recurso, como podría ser la compra de un boleto de avión. Los agentes inteligentes son unidades de software con la capacidad de tomar decisiones racionales cuando se les presenta una elección.

Los agentes inteligentes se pueden clasificar dependiendo de diferentes criterios [8]

- Clasificación dependiendo de la relación entre percepciones y acciones
  - Agentes de Reflejo Simple. Actúa encontrando una regla cuya condición coincida con la situación actual (definida por la percepción) y efectuando la acción que corresponda a tal regla.
  - Agentes Bien Informados de todo lo que Pasa. Actualiza constantemente la información que le permita discernir entre estados del mundo y su evolución; además de necesitar conocer como las acciones del propio agente están afectando al mundo; así se mantiene informado acerca de esas partes no visibles de él.
  - Agentes Basados en Metas. Es sencillo cuando con una sola meta se alcanza con una acción. Debe ser flexible con respecto a dirigirse a diferentes destinos, ya que al marcar un nuevo destino, se crea en el agente una nueva conducta.
  - Agentes Basados en Utilidad. La utilidad es una función que correlaciona un estado y un número real mediante el cual se caracteriza el correspondiente grado de satisfacción.
- Clasificación de acuerdo al del tipo de aplicación
  - Agente de interfaz o usuario. Funciona como un asistente personal, sus características principales son: la autonomía y el aprendizaje. Enseñan al usuario a utilizar una aplicación en particular, poseen una base de conocimiento donde almacena el conocimiento adquirido por el usuario o por otros agentes.
  - Agentes de Búsqueda. No son simplemente técnicas de búsqueda, sino que tienen que interpretar patrones de búsqueda. Debe ser capaz de crear información útil para el usuario a partir de pedazos de información.
  - Agentes de Monitoreo. Estos avisan a los agentes de interfaz sobre algún cambio en el contenido de alguna página Web.
- Clasificación de acuerdo a características especiales
  - Agentes Deliberantes o Proactivos. Son agentes que poseen mucho conocimiento del entorno en el que se encuentran y son capaces de crear nuevos planes y adelantarse a lo que va a ocurrir en su entorno. En esta clasificación encontramos el

- modelo BDI (Belief, Desire, Intention) y BVG.
- Agentes Reactivos. Son sistemas estímulo-respuesta que actúan a partir de la observación directa y continua del entorno. Se adaptan perfectamente a los entornos dinámicos ya que no tienen que actualizar ninguna representación interna del entorno como los agentes BDI.
  - Agentes Estacionarios. Son un tipo de agente que no poseen la capacidad de desplazarse y salir del entorno.
  - Agentes Móviles. Son agentes que tienen la capacidad de desplazarse a través de una red; de esta forma cambian el entorno en el que se ejecutan. Se reduce el consumo de recursos en la máquina en la que se encontraba inicialmente el agente.

Figura 2. Agentes Inteligentes



Los agentes inteligentes en sistemas basados en Web Semántica son los encargados de interactuar con otros agentes que a su vez usaran ontologías para poder interpretar significado, extraer automáticamente datos de las páginas Web y así sacar conclusiones de ellos, tomar decisiones y en muchos casos negociar. Estos agentes deberían cumplir ciertas características ideales [9] como:

- Ser comunicativo: capaz de entender sus objetivos, preferencias y limitaciones.
- Capaz de tomar opciones en lugar de limitarse a prestar asesoramiento.
- Ser autónomo: capaz de actuar sin que el usuario esté en control todo el tiempo.
- Ser adaptable, capaz de aprender de la experiencia acerca de sus tareas y sobre las preferencias de sus usuarios.

Para implementar sistemas con agentes inteligentes, estos deberían seguir las recomendaciones FIPA. FIPA es una organización estándar de la IEEE que promueve la tecnología basada en agentes y la interoperabilidad de sus normas con otras tecnologías.

## 4- Resultados

### 4-1. Arquitectura del Sistema Basados en agentes

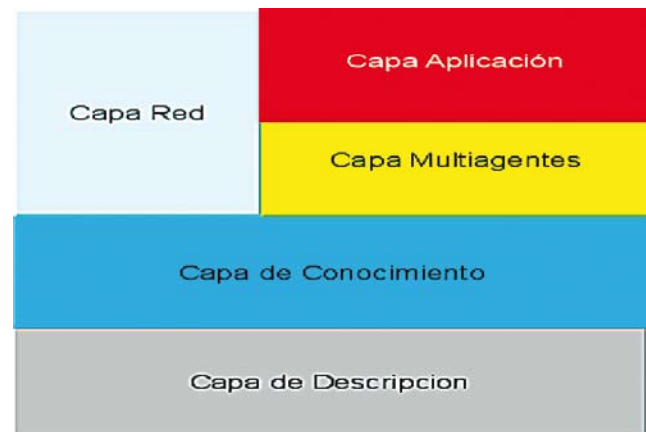
La arquitectura que da vida al sistema esta compuesta por el desarrollo de cinco (5) capas para la realización de un sistema basado en Multiagentes para la descripción, localización, recuperación y acceso a documentos producidos en un ambiente distribuido.

La capa de descripción se encarga de definir el dominio de información del sistema, es decir, que tipo de documento se desea recuperar. La capa de conocimiento define un marco común o estructura conceptual sistematizada, no sólo para almacenar la información, sino para poder buscarla y recuperarla. La capa de Multiagentes se encargara de definir los agentes adecuados para la localización y recuperación de los documentos.. Se proponen cinco tipos de agentes para esta operación.

- Agente Mediador,
- Agente Móvil,
- Agente Respuesta,
- Agente Espía
- Agente Directorio.

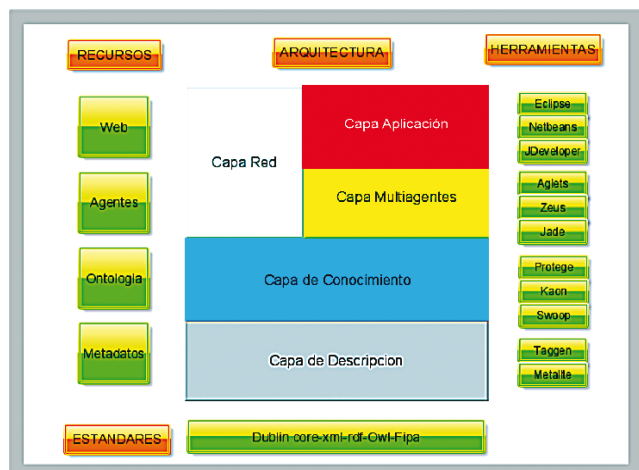
La capa de red es la que permite definir la distribución de sistemas con conocimiento y define el nivel de confianza entre estos. La capa de Aplicación proporciona servicios al usuario para permitir el acceso a la arquitectura

Figura 3. Arquitectura Basada en Agentes



Esta arquitectura funciona con un entorno que la hace posible e incluye los recursos para implementar cada una de las capas, las herramientas computacionales para su operacionalización y todo esto soportado o avalado por estándares internacionales. [10]

Figura 4. Operacionalización de Arquitectura



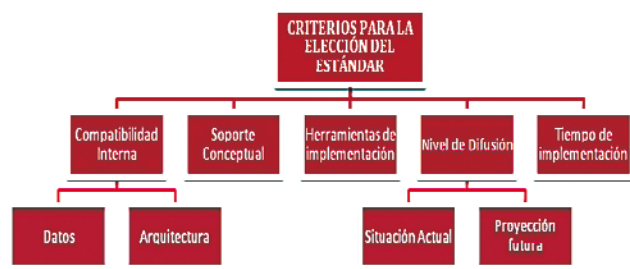
#### 4-2. Caso de Estudio (Implementación Arquitectura)

El caso de estudio en donde se operacionaliza la arquitectura es un sistema para la recuperación de artículos científicos que se encuentran apostados en revistas pertenecientes a varias Facultades de la Universidad Autónoma del Caribe. Cada facultad tiene en su dominio sus propias revistas, que son publicadas para poder acceder a ellas. Los usuarios podrán hacer búsquedas precisas de artículos sin enterarse en donde se encuentran.

A continuación se muestra el proceso de implementación de cada una de las capas.

##### 4-2.1. Descripción de Metadatos

Figura 5. Criterios para elección estándar Metadatos



El dominio de conocimiento como se prevé son los artículos científicos pertenecientes a las revistas de las Facultades de la Universidad. Se obtuvo las características más importantes de los artículos, y se plasmaron en propiedades representadas en metadatos. Se analizaron varios sistemas para describir recursos electrónicos mediante metadatos y se tomó el estándar internacional dublicore(DC). La escogencia del mismo se hizo en un análisis detallado en donde se tuvieron criterios bien definidos (ver figura 6)[11]

Ya seleccionado Dublin Core como el estándar adecuado para la descripción de los recursos en los repo-

sitorios distribuidos, el próximo paso fue la creación de los metadatos en donde se tomaron 4 revistas de la Universidad de distintas facultades:

- 1) Revista Prospectiva de la Facultad de Ingenierías.
- 2) Revista Jurisprudencia Juris de la Facultad de Derecho.
- 3) Revista Escenarios de la Facultad de Postgrados.
- 4) Revista Encuentros de la Facultad de Ciencias Sociales y Humanas.

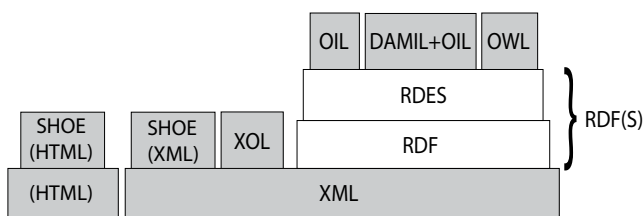
Tabla 1: Etiquetas Dublincore de las Revistas

Etiqueta del estándar Dublin Core	DESCRIPCIÓN
DC. Title	Título dado al artículo.
DC. Creator	Autor o autores del artículo.
DC. Subject	Palabras claves dentro del artículo.
DC. Description	Breve descripción del artículo.
DC. Type	De igual forma que las revistas los artículos son de tipo texto.
DC. Identifier	Una identificación para los artículos de las revistas.
DC. Source	Fuente de procedencia de los artículos.
DC. Language	Lenguaje en el que se encuentran escritos los artículos.
DC. Relation	Relación del artículo con el recurso general, la revista.

##### 4-2.2. Expresar Conocimiento (Ontologías)

Una vez definidos los metadatos se da inicio a la creación de la ontología, esta permite dar significado y definir un conjunto de relaciones y reglas según las propiedades de los documentos. Para poder crear la ontología se debió escoger el mejor lenguaje para trabajarla. En la actualidad existen muchos lenguajes de ontologías. Entre los más usados podemos encontrar: SHOE, OIL, DAML, DAML+OIL y OWL, como resultado de una evolución constante debido a los avances en la Web Semántica (ver figura 6).

Figura 6. Arquitectura Lenguajes Ontológicos



En este punto fue preciso escoger cual lenguaje aportaba más poder a la hora de elaborar la ontología para nuestro dominio de información, teniendo además en cuenta las tendencias actuales.

Se eligió para construir las ontologías a OWL. Esta selección se hace principalmente porque OWL mejora de forma complementaria las deficiencias o desventajas mostradas por los lenguajes anteriores a este, implementando mayor capacidad para expresar las ontologías, mayor facilidad al usarse y reuniendo características compatibles con los sistemas. [12]

Dentro del dominio de información sobre el que se desarrolla la ontología, podemos identificar las entidades que interactúan entre sí, las cuales encierran el concepto de los elementos reales existentes en el dominio de información:

- Entidad Estudiante: esta entidad representa un estudiante de la Universidad Autónoma del Caribe que puede figurar como autor y/o usuario final de los artículos contenidos en las revistas científicas.
- Entidad Profesor: la entidad profesor representa un profesor de la Universidad Autónoma del Caribe que puede figurar como autor y/o usuario final de los artículos contenidos en las revistas científicas.
- Entidad Programa: programa, es la entidad dentro del dominio de información que figura como un programa de una determinada Facultad de la Universidad. Estos a su vez, contienen profesores y estudiantes como propiedades de objeto o relaciones.
- Entidad Facultad: la entidad Facultad puede incorporar una facultad determinada que se encuentre

dentro del dominio de información modelado y que produce una revista científica. Esta entidad a su vez posee programas como propiedades de objeto o relaciones que lo componen.

- Entidad Autor: esta entidad figura como un autor de un artículo que pertenezca a alguna revista científica existente en el dominio. Es decir, puede llegar a representar a un estudiante o a un profesor según sea necesario.
- Entidad Revista: esta entidad constituye el concepto de una revista científica producida por una facultad. Esta entidad se encuentra compuesta por artículos que pertenezcan a ella.
- Entidad Artículo: la entidad artículo representa un artículo del científico que debe pertenecer a una revista, existente en el dominio de información modelado.

Para la elaboración de las ontologías se usa principalmente una herramienta especializada en la construcción de estas, llamada Protégé, en su versión 3.3.1. Protégé permite crear la ontología a través de una interfaz gráfica especializada; y como producto genera un archivo con extensión OWL. Además provee la posibilidad de integrar una serie de recursos que le dan robustez a la estructura de esta. Uno de estos recursos son las etiquetas para el tratamiento o clasificación de metadatos basadas en un estándar de recolección de metadatos (Dublin Core) de forma fácil y rápida.

Figura 7. Apartes de La ontología Construida

```

- <Revista rdf:ID="Prospectiva">
  <dc:type rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">PhysicalObject</dc:type>
  <dc:title rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">PROSPECTIVA Una nueva Vision para la ingenieria</dc:title>
- <dc:rights rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
  Los conceptos y opiniones de los artículos son responsabilidad exclusiva de su autor. En ningún momento comprometen las orientaciones de la
  Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma del Caribe. Los artículos de esta revista pueden reproducirse citando la fuente.
</dc:rights>
  <dc:language rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">es</dc:language>
- <dc:description rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
  El conjunto de artículos que desarrollan nuestros colaboradores abordan diferentes temas de la ingeniería tanto en el campo profesional como en
  áreas de la automoción, eficiencia energética y la fatiga como también en el campo de la didáctica de la formación de ingenieros potenciales.
  formación en investigación condición fundamental para la innovación.
</dc:description>
  <dc:publisher rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">Editorial Uniautónoma</dc:publisher>
  <dc:coverage rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">Julio - Diciembre 2006</dc:coverage>
</Revista>

```

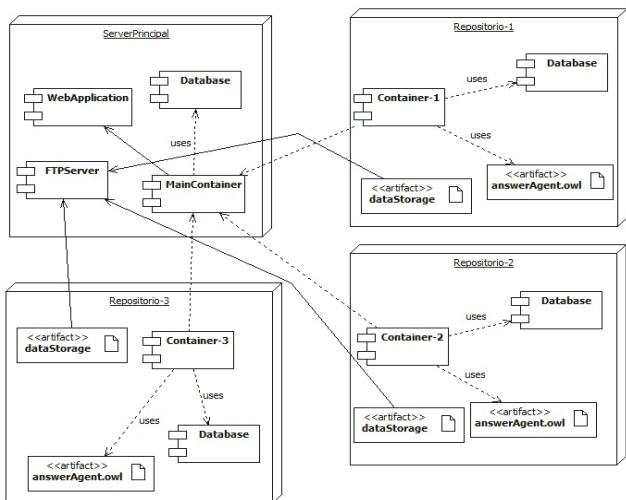
También, y después de construida la ontología, se usarán otros marcos de trabajo (frameworks) que posibiliten la labor con la ontología. Es decir, consultas y modificación a la ontología permitiéndole a capas superiores a la del conocimiento (Generalmente a la capa de aplicaciones) realizar tareas con la ontología.

#### 4-2.3. Red de Confianza

En primer lugar, se debe definir una arquitectura adecuada para desarrollar la solución, ésta de acuerdo a la natura-

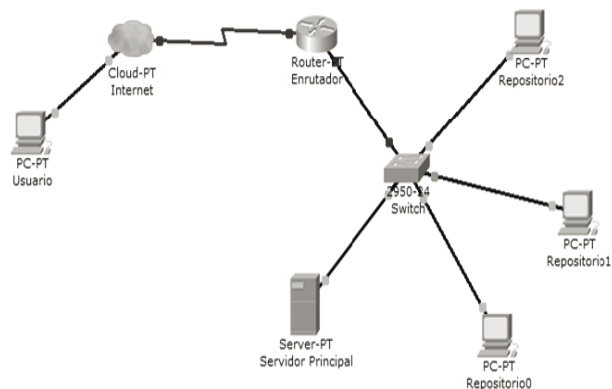
leza de la universidad, la cual es tener agrupados todos los programas por facultad. El sistema deberá estar compuesto por varios nodos, los cuales Pueden ser llamados repositorios”, donde cada nodo corresponderá a una facultad. (Figura 8)

Figura 8. Arquitectura del prototipo



Para la implantación de la arquitectura se creó un prototipo, llamado SOMBRA. Este prototipo funciona en una red Lan donde están conectados varios equipos que contienen sus respectivos repositorios, los cuales contienen la información de los artículos. Hay un servidor en donde se encuentra una aplicación Web, mediante la cual el usuario podrá llevar a cabo sus búsquedas y se podrán recuperar archivos mediante un servidor FTP (Cerberus). (Figura 9)

Figura 9. Arquitectura del prototipo



Los nodos representan los repositorios en donde se guardan los documentos. Cada nodo corresponde a cada una de las facultades de la Universidad y tiene una ontología que representa a los artículos científicos, en donde, los agentes inteligentes son capaces de consultar para poder obtener información precisa, relacionada con la petición del usuario. Estos agentes de búsquedas están registrados en el contenedor de

agentes del servidor principal, en donde, el ambiente de trabajo (Framework para agentes) los coordina. El sistema en general funciona recibiendo peticiones desde afuera de la red local por intermedio del prototipo SOMBRA el cual entrega las peticiones a un conjunto de agentes inteligentes que buscan la información dentro de la red Lan en todos los repositorios que tiene su respectiva ontología.

#### 4-2.4. Creación de agentes y Capa de aplicación

Para la creación del entorno y ambiente de agentes, se eligió JADE. Este tiene muchos años de desarrollo y es muy popular por lo que se encuentra bastante información relacionada con él. Cumple con todos los estándares FIPA, lo que permite que se integre fácilmente con otros sistemas multiagentes. Para la escogencia y la implementación de lo agentes en Jade se hizo un estudio detallado [13].

Para llevar a cabo el proceso de construcción del prototipo, el sistema se ha dividido en diferentes secciones. Cada sección contendrá diferentes tipos de agentes en combinación con diferentes elementos que son usados por ellos.

- Servidor Principal  
El servidor principal es el corazón del sistema. En él se encuentra el contenedor principal de agentes.
- Aplicación Web  
El usuario final interactuará con un servicio web para la utilización del sistema (capa aplicación), donde se le permitirá hacer una petición, escribiendo las palabras claves según el caso.
- Agente mediador  
El agente mediador será el que reciba la búsqueda que haga el usuario. Su existencia se fundamenta en la necesidad de tener un agente especializado en comunicar al usuario con los agentes encargados de moverse por el sistema en busca de la solicitud.
- Agente Directorio  
Este agente será el que se encargue de tener una lista de los servicios que pueden ser prestados en el servidor principal por los diferentes agentes localizados en él.
- Agente Móvil  
El agente móvil, como su nombre lo indica, será el encargado de moverse por los nodos de la red en busca de la información que ha sido solicitada por el usuario. Este agente se encargará de preguntar a los distintos agentes ubicados en los diferentes nodos del sistema distribuido si poseen información relacionada con la búsqueda del usuario. Para moverse, este agente se clonará a sí mismo y enviará a sus clones a buscar.
- Agente de respuesta  
El único agente que se ubica en los nodos es el agente de respuestas. Estos agentes son los encargados de llevar a cabo el proceso de consulta de las ontologías



y buscar en ellas información relacionada a la petición del usuario, la cual le ha sido entregada por el agente después de definido la totalidad del sistema, empieza la fase de pruebas, en un entorno local ofreciendo varios repositorios de documentos que simulan cada una de las facultades.

#### 4-2.5. Pruebas

Después de la implementación de toda la capa de la arquitectura, se integró y se realizaron las pruebas, con varios equipos de la facultad. En cada equipo se colocó un cargador de ontologías (el que permite ingresar los artículos y alimentar la ontología), con su respectivo sistema individual de agentes. Se escogió un equipo para que fuese el principal y así colocar los diferentes servicios (Web, Ftp, contenedor de agentes). Se procedió a cargar el prototipo sombra y a realizar una búsqueda en el sistema, a continuación se muestran las evidencias del caso:

Figura 10. Se carga el contenedor de Agentes

```

C:\Windows\system32\cmd.exe
21/05/2009 09:13:21 AM jade.mtp.http.HTTPServer <init>
INFO: HTTP-MTP Using XML parser con.sun.org.apache.xerces.internal
Impl$JAXPSAXParser
21/05/2009 09:13:21 AM jade.core.messaging.MessagingService boot
INFO: MTP addresses:
http://hp11:7778/acc
21/05/2009 09:13:21 AM jade.core.AgentContainerImpl joinPlatform
INFO:
Agent container Main-Container@hp11 is ready.

AgenteMediador [OK]
NotifierAgent [OK]
SpyAgent [OK]
AskAgent [OK]
    
```

Figura 11. Se carga el primer repositorio

```

INFO: Creating cache
21/05/2009 09:15:54 AM jade.mtp.http.HTTPServer <init>
INFO: HTTP-MTP Using XML parser org.apache.xerces.jaxp.SAXParserImpl$JAXPSAX
Parser
21/05/2009 09:15:54 AM jade.mtp.http.HTTPServer <init>
ADVERTENCIA: Port 7778 is already in used, selected another one
21/05/2009 09:15:54 AM jade.core.messaging.MessagingService boot
INFO: MTP addresses:
http://hp11:49185/acc
21/05/2009 09:15:54 AM jade.core.AgentContainerImpl joinPlatform
INFO:
Agent container Container-2@hp11 is ready.

INFO [repositorio0] (Config.java:27) - Trying to initiate config
INFO [repositorio0] (Config.java:29) - Trying to initiate config
Cargando ontologia...
Espiendo
    
```

Figura 12. Se carga otro repositorio

```

INFO: HTTP-MTP Using XML parser org.apache.xerces.jaxp.SAXParserImpl$JAXPSAX
Parser
21/05/2009 09:16:43 AM jade.mtp.http.HTTPServer <init>
ADVERTENCIA: Port 7778 is already in used, selected another one
21/05/2009 09:16:43 AM jade.core.messaging.MessagingService boot
INFO: MTP addresses:
http://hp11:49195/acc
21/05/2009 09:16:43 AM jade.core.AgentContainerImpl joinPlatform
INFO:
Agent container Container-3@hp11 is ready.

INFO [repositorio1] (Config.java:27) - Trying to initiate config
INFO [repositorio1] (Config.java:29) - Trying to initiate config
Cargando ontologia...
    
```

Figura 13. Contenedor detectando los repositorios

```

Espiendo
21/05/2009 09:16:43 AM jade.core.PlatformManagerImpl localAddNode
INFO: Adding node <Container-3> to the platform
21/05/2009 09:16:43 AM jade.core.messaging.MessagingService clearCachedSlice
INFO: Clearing cache
21/05/2009 09:16:43 AM jade.core.PlatformManagerImpl$1 nodeAdded
INFO: --- Node <Container-3> ALIVE ---
21/05/2009 09:16:43 AM jade.core.messaging.MessagingService clearCachedSlice
INFO: Clearing cache
Registrado agente -> repositorio1
Desde -> Container-3
Espiendo
Espiendo
Espiendo
    
```

Figura 14. Se lanza el buscador SOMBRA

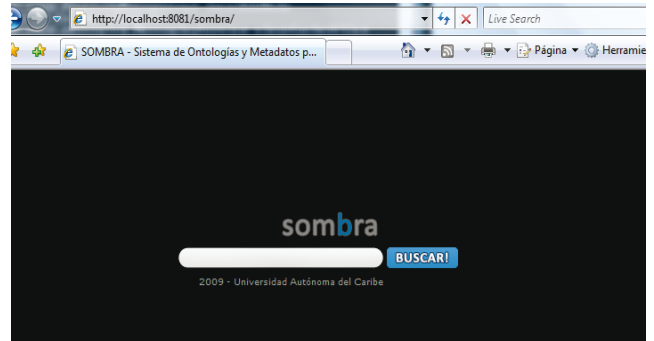


Figura 15. Se digita criterio de búsqueda

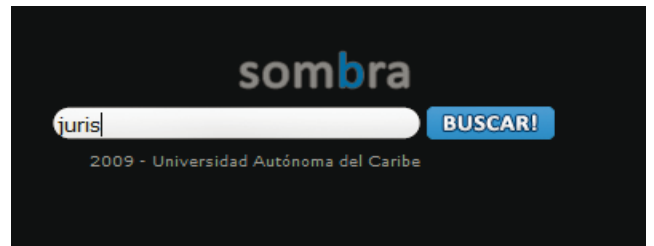


Figura 16. Respuesta Buscador Sombra

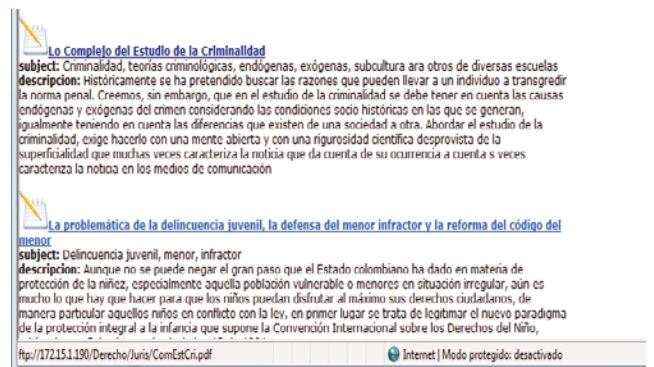
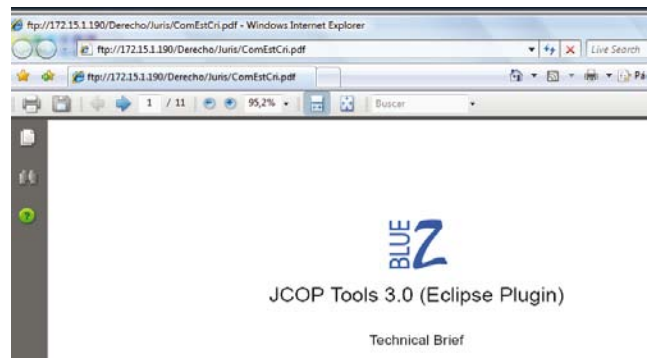


Figura 17. Recuperación de documento



## Conclusiones

- En esta investigación nos damos cuenta como las ontologías y metadatos ofrecen un alto potencial para el intercambio de información, dándole además significado a los recursos, y cómo los sistemas multiagentes se encargan de las tareas específicas como búsqueda y la recuperación de documentos.

- Encontramos que existe un cúmulo de iniciativas para describir metadatos y lenguajes de representación de ontologías para construir sistemas semánticos. Es por esto que se debe hacer un estudio documental para tener bases sólidas teóricas para escoger los mejores componentes para la construcción del sistema.
- La escogencia de un Framework para el desarrollo de soluciones multiagentes es un proceso delicado, y se deben estudiar en profundidad. Ya sea haciendo uso de ellos o consultando manuales o personas que lo hayan trabajado.
- Las tecnologías de inteligencia artificial representan un recurso muy poderoso para la búsqueda de información. Aún en su forma más básica, una solución de IA puede aumentar significativamente el proceso de búsqueda de información, y no solo en lo que a tiempo se refiere.
- La tecnología de agentes inteligentes permite que las búsquedas incluso se hagan fácilmente en un sistema distribuido, cosa que con técnicas tradicional es mucho más complejo y, en la mayoría de los casos, ineficiente.

## Referencias

- [1] Gómez L. Las nuevas tecnologías en los procesos de cooperación documental: Aumento de la visibilidad para REDINED. 2007
- [2] Lamarca M. Hipertexto, el nuevo concepto de documento en la cultura de la imagen. 2008. [Internet ] <[http://www.hipertexto.info/documentos/web\\_semantica.htm](http://www.hipertexto.info/documentos/web_semantica.htm)>
- [3] Lee T. The Semantic Web:A new form of Web content that is meaningful to computers will unleash a revolution of new posibilidades. 2001
- [4] Delcor J. Descripción, Indexación, búsqueda Y Adquisición De Secuencias De Vídeo Mediante Descriptores Mpeg. 2006. Universidad UPC.
- [5] W3C Consorcio. RDF Primer W3C Recommendation 10 February 2004. [Internet ] <<http://www.w3.org/TR/REC-rdf-syntax/>>
- [6] W3C Consorcio. Recomendaciones del W3C 2004 [Internet ] <<http://www.w3.org/2007/09/OWL-Overview-es>>
- [7] Coppin, B. Artificial Intelligence Illuminated. Estados Unidos: Jones and Bartlett Publishers. 2004
- [8] Mancilla L. ¿Qué son los agentes inteligentes de software?. (2008) [Internet ] <[http://energia.guanajuato.gob.mx/gaceta/Gacetaideas/Archivos/31072008\\_QUE\\_SON\\_AGENTES\\_INTELIGENTES\\_SOFTWARE.pdf](http://energia.guanajuato.gob.mx/gaceta/Gacetaideas/Archivos/31072008_QUE_SON_AGENTES_INTELIGENTES_SOFTWARE.pdf)>
- [9] Hendler J. Is There an Intelligent Agent in Your Future?. (1999) [Internet ] <<http://www.nature.com/nature/webmatters/agents/agents.html>>
- [10] Henriquez C. (2008). Modelamiento, Diseño e Implementación de una arquitectura basada en MultiAgentes para recuperación de artículos científicos en las facultades de la Universidad Autónoma del Caribe. Tesis de Maestría Universidad del Norte 2009
- [11] Castaño A y Loaiza A (2008). Descripción De Revistas Y Artículos Científicos Situados En Un Entorno Distribuido, Empleando Un Estándar De Metadatos. Tesis de pregrado Universidad Autonoma del caribe 2008
- [12] Ucross d, y Vargas I. (2008). Construcción De Una Ontología Web Para Un Sistema Basado En Agentes Inteligentes Para La Descripción, Localización Y Acceso A Artículos Científicos En Un Sistema Distribuido. Tesis de Pregrado Universidad Autónoma del caribe 2008
- [13].Florez J y Messino A. (2008). Desarrollo De Un Sistema Basado En Agentes Inteligentes Para La Descripción, Localización Y Acceso A Artículos Científicos En Un Sistema Distribuido. Tesis de Grado Universidad Autónoma del caribe 2008.