

Sistema Buscador de Contenidos Digitales de la Nube de Conocimiento del Proyecto Madre

Jose Aguilar¹, Ricardo Dos Santos¹
aguilar@ula.ve, ricardojds@gmail.com

¹ Departamento de Sistemas Computacionales, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela

Resumen: Este artículo propone un sistema buscador de contenidos digitales adaptados a los estilos de aprendizajes, utilizando tecnologías como los servicios web para lograr mayor interoperabilidad entre sistemas, y ontologías para permitir razonar sobre el conocimiento. Este sistema brinda contenidos que coincidan con las herramientas, actividades e instrumentos, según el perfil educativo de los estudiantes. Para ello, consulta a un servicio web que provee información de los paradigmas de aprendizaje, y con esta información optimiza la búsqueda de los contenidos, logrando responder a la necesidad particular de un estudiante según su estilo de aprendizaje. Además se muestra la integración de este servicio web con el Proyecto Madre, donde interactúan un conjunto de servicios que garantizan un proceso de auto-formación, que va a ser ejecutado por el estudiante guiado por los profesores.

Palabras Clave: Contenidos Digitales; Paradigmas de Aprendizaje; Arquitectura Guiada por Ontologías (ODA); Arquitectura Orientada a Servicios (SOA); Plataforma Web Educativa.

Abstract: This article proposes a searcher system of digital contents adapted to the learning styles, utilizing technologies as the web services for to achieve higher interoperability between systems, and ontologies for to permit to reason about the knowledge. This system offers contents that coincide with the tools, activities and instruments, by the educative profile of the students. For that, the system consult to a web service that provides knowledge of the learning paradigms, and with this knowledge optimizes the search of the contents, achieving to respond to the particular necessity of a student by him learning style. Further it show the integration of this web service with the Mother Project, where interacts a set of services that guarantees a process of self-formation, that will be executed for the student and guided for the teachers.

Keywords: Digital Contents; Learning Paradigms; Ontology Driven Architecture (ODA); Service Oriented Architecture (SOA); Educational Web Platform.

I. INTRODUCCIÓN

En Venezuela se viene desarrollando un constante cambio a nivel educativo inspirada en los principios y en las conclusiones de la conferencia mundial sobre la educación superior realizada por la UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura) en octubre de 1998 en París. Se reconoce que hay, entre otras, una gran desigualdad en la distribución del conocimiento, y por lo tanto, con las posibilidades de desarrollo en los ciudadanos, por lo que se requiere de grandes cambios con respecto a la pertinencia del conocimiento impartido, determinado por su carácter social, la inclusión de sectores tradicionalmente excluidos de los sistemas educativos, y la flexibilización de las mallas curriculares para permitir mayor fluidez y libertad al proceso de formación académica.

Los Programas Nacionales de Formación (PNF), creado en el 2008, es el primer cambio rumbo a esa igualdad y flexibilidad, que queda plasmada en el currículo que forja los procesos

de formación educativa en cuatro dimensiones principales: aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a vivir (junto a aprender a convivir) y aprender a ser [1]. Los PNF se vienen dictando en los diferentes Institutos Universitarios de Tecnología (IUT) y los Colegios Universitarios (CU), que en el transcurso del tiempo son transformado en las Universidades Politécnicas Territoriales (UPT).

Siguiendo estos cambios, la Universidad de Los Andes (ULA), a través del Proyecto Madre, busca formar parte de esta transformación educativa, creando una carrera experimental denominada "Ingeniería en Computación e Informática", empleando el paradigma de aprendizaje basado en nubes. El paradigma lo conforman tres nubes que representan la auto-formación, los paradigmas de aprendizajes, y las fuentes de conocimiento. Las nubes permiten una dinámica muy particular, donde se puede navegar de una nube a otra, ya que las fronteras no están claramente definidas y sus elementos pueden aparecer o desaparecer.

La singularidad del paradigma basado en nubes requiere de cambios en todos los niveles de la institución, y uno de esos cambios radica en el sistema que acompañan a los profesores, estudiantes, y demás miembros de la comunidad, durante su estadía en la universidad. El sistema ya se encuentra en construcción, con desarrollos en las diferentes nubes, pero existe una necesidad latente en la nube de conocimiento, porque el actual desarrollo solo cubre objetos de aprendizajes, dejando por fuera contenidos como cursos en línea, guías, artículos y libros, entre otros.

Esta investigación soluciona la necesidad de encontrar contenidos digitales generales que necesitaba la nube de conocimiento. Dichos contenidos están regados en la inmensa Internet, permitiendo la búsqueda integrada al estilo de aprendizaje de los estudiantes, para ayudarlos en cada uno de los temas que conforman los módulos de la carrera.

Para el desarrollo de este sistema buscador de contenidos se usan ontologías, junto con el paradigma arquitectura orientada a servicios (SOA). Ambas herramientas tecnológicas permiten, entre otras cosas, la capacidad de deducir y compartir información (interoperabilidad); bases fundamentales dentro del planteamiento tecnológico educativo que propone el “Proyecto Madre”.

Este artículo está estructurado en siete secciones. La Sección I ofrece una visión del contexto general de la presente investigación. La Sección II define las bases teóricas de la propuesta, que consiste en el proyecto madre, la ontología con su capacidad de modelar el conocimiento, y por último, los contenidos digitales y sus características; La Sección III describe la construcción del sistema siguiendo la metodología para el desarrollo de aplicaciones basado en el paradigma de arquitectura orientada por ontología. La Sección IV detalla la implementación del sistema según la metodología, presentando el modelo específico de la plataforma. La Sección V muestra los casos de experimentación para probar todas las funcionalidades del sistema. La Sección VI compara otros trabajos con la presente investigación. Finalmente, la Sección VII especifica los logros y las posibles mejoras en la investigación.

II. MARCO TEÓRICO

A. Fundamentos Teóricos del Proyecto Madre

1) *Proyecto Madre*: El proyecto madre nace por la necesidad de compensar la carente calidad del proceso de aprendizaje de un estudiante, este proyecto se viene desarrollando en el Departamento de Computación de la Universidad de Los Andes. Las ideas planteadas se basan en la creación de una carrera experimental en el ámbito de las Tecnologías de la Información, utilizando el paradigma de las nubes. Basada en dicho paradigma, la misma tiene características fuera de lo convencional, como por ejemplo, una dinámica centrada en los grupos de investigación, mallas curriculares adaptables a varios perfiles de formación profesional en TICs, y un modelo pedagógico basado en el paradigma “aprender haciendo”, todo esto garantizando un proceso de auto-formación basada en recursos educativos, que va a ser ejecutado por el estudiante guiado por los profesores [2].

2) *Organización en Nubes*: El paradigma de aprendizaje basado en nubes lo conforman tres nubes que representan la auto-formación, los paradigmas de aprendizaje, y las fuentes de conocimiento, como se observa en la Figura 1; las nubes permiten una dinámica muy particular, donde se pueden navegar de una nube a otra, ya que las fronteras no están claramente definidas y sus elementos pueden aparecer o desaparecer, así como las interrelaciones entre ellos [2].

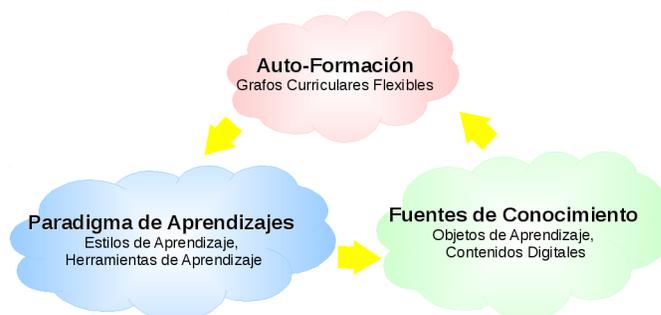


Figura 1: Paradigma de las Nubes [2]

Nube de Auto-Formación

La nube de auto-formación es el eje principal de la vida del estudiante, con toda la información proveniente de las nubes de los paradigmas de aprendizajes y de las fuentes de conocimiento. Quien entre a la nube de auto-formación debe estar consciente de los pre-requisitos exigidos por los módulos de las materias, que pueden ser cubiertos por cursos previos, pueden haber sido adquiridos por procesos de auto-formación, o eventualmente, pueden ser cubiertos durante la realización del módulo.

Esta nube permite al estudiante construir la malla curricular según su interés, logrando así conseguir competencias específicas y titulaciones en diferentes niveles: ingeniero, técnico medio, entre otros. Los perfiles de formación definidos para el recorrido del estudiante fueron inspirados en la curricula definida por la IEEE/ACM, donde se especifican 5 perfiles curriculares/profesionales, que son [3]; Ciencias de la Computación, Ingeniería del Software, Ingeniería del Computador, Sistemas de Información y Tecnologías de Información.

Nube de Paradigmas de Aprendizaje

En la nube de los paradigmas de aprendizaje es donde recae la responsabilidad de aportar los mecanismos necesarios para la auto-formación, según el estilo de aprendizaje del estudiante. Dicho estilo de aprendizaje determinará las estrategias y herramientas que mejor se adapten a la capacidad y aptitud de un estudiante particular. Esta nube guía las dinámicas de auto-formación, establece formas de acreditar cursos, posibilita maneras de plasmar los conocimientos adquiridos, espacios de intercambio, de trabajo colaborativo, de construcción colectiva del conocimiento, entre otras cosas. Permite navegar entre el mundo presencial y virtual en el proceso de aprendizaje, garantizando elementos humanísticos en el proceso de aprendizaje.

El estudiante posee un estilo de aprendizaje representado por un número de cuatro dígitos, cada dígito de este número es una

dimensión según el modelo pedagógico de Felder-Silverman. Las cuatros dimensiones en las que se clasifica a los perfiles de aprendizajes de los estudiantes son [4]: Activos o Reflexivos, Sensitivos o Intuitivos, Visuales o Verbales y Secuenciales o Globales.

Nube de Fuentes de Conocimiento

Por último, en la nube de fuentes de conocimiento confluyen las diferentes fuentes de información distribuidas a lo largo y ancho de la Internet. Ese conocimiento que se le entrega al estudiante esta adaptado a su perfil, primero basado en los requerimientos establecidos en la nube de auto-formación (por ejemplo, módulos a cursar), y segundo basado en los instrumentos, las actividades, y las herramientas especificadas en la nube de paradigma de aprendizajes para el estilo de aprendizaje del estudiante. Esta nube requerirá de herramientas para organizar, analizar, explotar, criticar, dicho conocimiento (es decir, de gestión del conocimiento), haciendo énfasis en la adquisición de conocimientos, en las destrezas para usarlo y reflexionar sobre él, y en la actitud como ciudadano para reconocerlo en el contexto social donde este inmerso.

Actualmente esta nube posee conocimientos sobre objetos de aprendizajes [5], pero esta fuente de conocimiento se queda corta con la gran gama de información que esta dispersa en la Internet, debido a esto, la presente investigación amplia de manera general la capacidad de albergar cualquier contenido digital.

B. Arquitectura Orientada por Ontologías (ODA)

La Ingeniería Dirigida por Modelos (Model Driven Engineering o MDE) es una metodología de desarrollo de software que se centra en la creación de modelos o abstracciones, para modelar y especificar sistemas (computacionales, reales, etc.)

La arquitectura dirigida por modelos (Model Driven Architecture o MDA) [6] es tal vez la más prometedora y ambiciosa propuesta de la Object Management Group (OMG), se basa en los conceptos de MDE, pero utilizando los estándares de la OMG: MOF (MetaObject Facility), XML (Metadata Interchange), OCL (Object Constraint Language), UML (Unified Modeling Language) y CWM (Common Warehouse Metamodel). En MDA se propone una forma de desarrollo del software basada en varios niveles de abstracción. Los niveles de abstracción van de lo mas abstracto a lo mas concreto, comenzando su ciclo de vida por la capa CIM y terminando en el Código.

Mientras MDA proporciona un marco de gran alcance en la Ingeniería del Software, las tecnologías semánticas, naturalmente, pueden ampliarla para permitir la representación de vocabularios inequívocos de dominio, la verificación del modelo de consistencia, y el incremento de las capacidades de expresividad en la representación de restricciones. Los Modelos semánticos u ontologías, amplían la metodología base de la OMG, dando lugar a la Arquitectura Dirigida por Ontología.

La Arquitectura Dirigida por Ontología (Ontology-Driven Architecture o ODA) [7] se basa en ontología. En pocas

palabras, ODA centra su desarrollo en las ontologías, las cuales además de describir el dominio, son capaces de representar el contenido semántico del sistema. En cambio, el MDA se centra en el desarrollo de modelos, posando en ellos toda la carga de especificación, análisis y diseño del sistema a desarrollar. El enfoque de ODA es complementario al MDA.

Una metodología para el desarrollo de aplicaciones basado en el paradigma ODA [8], consiste básicamente en las tres etapas de desarrollo: conceptualización, especificación y realización. En el desarrollo de cada una de estas etapas, se definen una serie de diagramas que ayudan a generar la ontología resultante para cada fase (ver Figura 2).



Figura 2: Fases de la Metodología [8]

Las tres fases del desarrollo metodológico son las siguientes:

- **Conceptualización o Modelo Independiente de la Computación (CIM):** En esta fase se representa de manera compacta la conceptualización del problema a través de un modelo ontológico; que usa como insumo los siguientes diagramas UML: Casos de Uso, Actividades y Secuencia. Ese modelo ontológico podría ser extendido por ontologías propias del dominio de aplicación, las cuales pueden describir estándares, normas, etc., lo que enriquece la descripción semántica de la conceptualización del problema. A ese modelo ontológico se le denomina modelo ontológico conceptual del problema.
- **Especificación o Modelo Independiente de la Plataforma (PIM):** En esta fase el objetivo fundamental es definir una ontología centrada en el diseño del sistema, sin considerar los detalles necesarios para su implementación en una plataforma determinada. Además, se debe definir la ontología que describe los paradigmas de arquitectura de software a usar para el desarrollo de la aplicación. De esta manera, la ontología de la capa PIM fusiona los aspectos específicos de diseño del sistema bajo desarrollo con los paradigmas de software a usar en su desarrollo. El diagrama UML fundamental para esta fase es el Diagrama de Clases, y la ontología producto de esta fase es el modelo ontológico de diseño del sistema.
- **Realización o Modelo Específico de la Plataforma (PSM):** En esta fase se especifica detalladamente en una ontología el proceso de implementación del sistema bajo

desarrollo, así como sus componentes, y la interacción entre ellos. Para ello, se usan como insumo los diagramas UML de Componentes y de Paquetes. Esa ontología es el modelo ontológico de implantación del sistema.

C. Contenidos Digitales

1) *Definición de Contenidos Digitales:* Según el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (Min-TIC) de Colombia se define como: “Los contenidos digitales son cualquier forma de datos o información en forma digital (es decir, un archivo electrónico)”.

Cualquier archivo electrónico como: fotos, artes gráficas, documentos de investigación, artículos, informes, estadísticas, bases de datos, planes de negocios, diseños de ingeniería, e-libros, multimedia (música y películas), objetos de aprendizajes (OA), cursos en línea, entre otros, son considerados Contenidos Digitales.

La gran ventaja que suponen los contenidos digitales es la facilidad de acceso a multitud de información o aplicaciones, sin barreras geográficas y ahorro temporal.

Por otro lado, otro beneficio de este tipo de formato es que su edición no supone unos gastos elevados. Teniendo un ordenador, una impresora y los programas informáticos apropiados, se pueden sacar informes, fotos, composiciones musicales, etc.

2) *Clasificación de los Contenidos Digitales:* Los contenidos digitales pueden ser clasificados en una variedad de maneras, por ejemplo, [9] propone la atención a diversos preceptos, entre los que destaca el de la función que desempeñan los contenidos, traducida en criterios de interés de uso, aplicación, y de producción, de los que resultan las tres categorías siguientes:

- **Informativos:** Son contenidos compuesto por información de utilidad, que explican o aclaran desde una teoría hasta datos específicos y concretos, pasando por conceptos claves. Su marco de referencia es temático. Ejemplos son: Enciclopedias, tratados, informes, artículos, noticias.
- **Apoyo Educativo:** Es una gama que incluye información que favorece la incorporación de conocimientos, pero que no tiene implícitamente una labor de instrucción. Ejemplos son: Guías de estudio, manuales, apuntes, problemarios.
- **Tratamiento Educativo:** Son contenidos que median el acceso a la información para procurar un aprendizaje formativo o informativo con un lenguaje apropiado, según el usuario al que va dirigido. Ejemplos son: tutoriales, objetos de aprendizajes, cursos en línea.

Otra clasificación interesante de los contenidos digitales es según su distribución [10]: Audio, Imagen, Vídeo, Texto y Otros.

Ontology for Media Resources 1.0 de la W3C es un estándar ontológico para la representación de Contenidos Digitales [11]

(ver Figura 3), su objetivo es proveer un conjunto de propiedades estándares, tales como: locator para la URL del contenido, title para el título del contenido, description para la descripción del contenido, agent para la información del autor/editorial, entre otros más. Asimismo, también busca proporcionar la información básica necesaria para la interoperabilidad entre los distintos tipos de formatos de metadatos y contenedores de medios disponibles en la Internet.

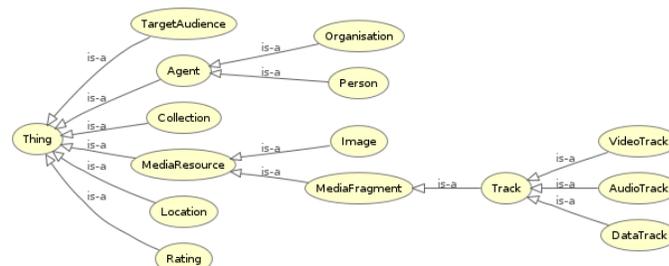


Figura 3: Ontología para Recursos de Medios de Comunicación

Las propiedades de Ontology for Media Resources se pueden dividir en las siguientes categorías: Información de identificación del recurso, Información sobre su creación, Descripción sobre el contenido, Información relacional, Derechos sobre el recurso, Información sobre su distribución, e Información técnica.

Esta ontología es especialmente útil cuando se requiere describir recursos multimedia publicados en la web que poseen distintos formatos de metadata. La especificación completa del vocabulario y los mapeos se puede encontrar en su página web [11].

Finalmente, un contenido digital de especial interés en este trabajo serán los MOOC, termino acuñado por Dave Cormier y Bryan Alexander en el año 2008. Según el artículo What is the theory that underpins our MOOCs? escrito por George Siemens, proviene del acrónimo en inglés *Massive Open Online Course*. El diccionario de Oxford lo define como: “un curso de estudio a disposición en Internet de forma gratuita a un número muy grande de personas”.

Algunas universidades de clase mundial, tales como Harvard y el MIT, ya están incursionando en los MOOC. MIT comenzó hace algunos años montando en línea y dando acceso gratuito al material de todos los cursos que ofrece. Desde hace unos años existe una alianza de las dos universidades para ofrecer varios MOOC, mediante la propuesta edX [12].

Las empresas MOOC Coursera y Udacity fueron creados por Daphne Koller, Andrew Ng, Sebastian Thrun y antiguos docentes, todos de la universidad de Stanford, en California [13].

III. DISEÑO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CONTENIDOS DIGITALES

A. Arquitectura de Base del Proyecto Madre

El diseño de la arquitectura base del Proyecto Madre esta apoyada sobre dos pilares primordiales. Primero, el modelo

filosófico de las nubes descrito en el marco teórico, y segundo, la Plataforma Web esta basada en la Arquitectura Orientada a Servicio (SOA). En la Figura 4 se observan tres capas de gestión, donde cada capa administra una nube del modelo filosófico, la capa de Gestión Administrativa es la encargada de manejar la nube de Auto-Formación, la capa de Gestión Objetos Virtuales se encarga de la nube de Fuentes de Conocimiento, y por ultimo, la capa de Gestión de Paradigmas de Aprendizaje controla la nube de Paradigmas de Aprendizajes. Cada capa tiene sus propias estructuras de almacenamiento, que son ontologías específicas a cada dominio de cada capa, cuyas instancias representan la información guardada. A eso se llama en la Figura 4 Base de Datos Extendida, la cual, además, tiene la capacidad de soportar procesos de razonamiento sobre ella. En este trabajo se desarrolló la plataforma para la gestión de la nube de fuentes de conocimiento compuesta por Contenidos Digitales, que es parte de la segunda capa, el resto de capas fue, o está siendo desarrollada, en otros trabajos: la plataforma de gestión de la nube de auto-formación [14], la plataforma para la gestión de la nube de fuentes de conocimiento compuesta por objetos de aprendizaje [5], y la plataforma de gestión de la nube de paradigmas de aprendizajes [4].

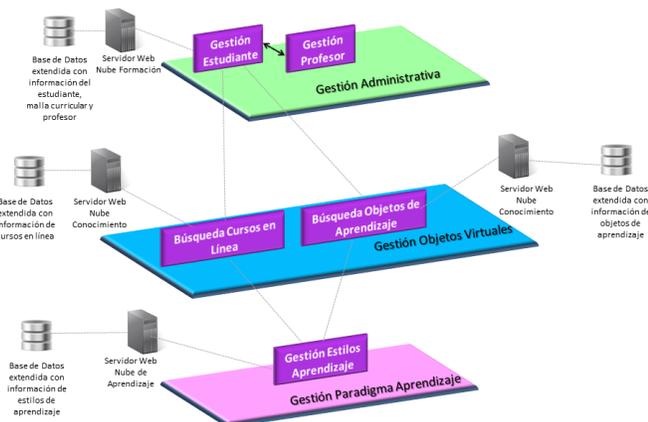


Figura 4: Arquitectura Funcional de la Plataforma Web [14]

Un ejemplo de un posible proceso de invocación entre las nubes se muestra en la Figura 5, para el caso de un estudiante que esté tomando un curso (modulo) de la malla curricular. Se inicia con la solicitud por parte de la nube de auto-formación (un estudiante ya registrado) a la nube de fuentes de conocimiento de un listado de objetos de aprendizaje o contenidos digitales para un tema en particular correspondiente al módulo y al perfil del aprendizaje del estudiante (paso 1). Ese listado debe ser compatible con la descripción del estudiante; para ello, la nube de fuentes de conocimiento realiza una consulta a la nube de paradigmas de aprendizajes de cuales herramientas, actividades, mecanismos de evaluación y tipo de obras, debe usar un estudiantes con ese perfil educativo (paso 2). Esa información es enviada por la nube de paradigmas de aprendizajes a la nube de auto-formación (paso 3). Una vez que se conoce el conjunto de características de los objetos virtuales a buscar, la nube de fuentes de conocimiento se

encarga de buscar (en su base de datos de objetos certificados o en internet) los objetos virtuales adecuados, y le entrega a la nube de auto-formación un listado ordenado por prioridad de los distintos objetos de aprendizaje o contenidos digitales asociados a ese estudiante en particular (paso 4).

Cada componente de las nubes puede estar instalado en uno o varios servidores web con el conjunto de servicios a proveer. El o los servicios se conectan a la información que ha sido almacenada en las bases de datos extendidas (u ontologías) respectivas, para poder responder a las solicitudes de otras nubes.

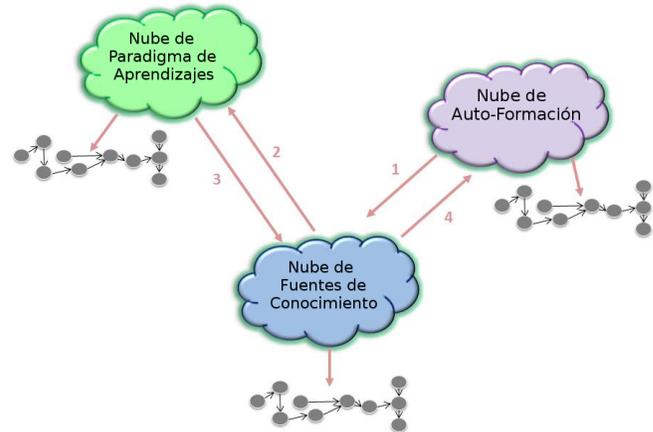


Figura 5: Proceso de Invocación entre las Nubes

B. Fase de Diseño

Esta fase está compuesta por el Modelo Independiente de la Computación (CIM) que recoge los requerimientos del sistema, y por el Modelo Independiente de la Plataforma (PIM) que detalla la arquitectura funcional, y los procesos y estructuras que lo componen.

1) *Conceptualización o Modelo Independiente de la Computación (CIM)*: En este modelo se comienza por definir los requisitos funcionales y no funcionales de la plataforma, y culmina con la ontología conceptual de la plataforma web.

Requisitos Funcionales

El conjunto de entradas, comportamientos y salidas que requiere el sistema, tanto para el cliente (sistemas externos) como para el especialista, que son los actores fundamentales, se describen a continuación:

- **Consultar:** Permite al estudiante y al especialista consultar la información de los contenidos digitales, según la necesidad que se tenga, por ejemplo, título, descripción, herramientas, actividades, entre otros. Asimismo, también debe permitir realizar consultas de los contenidos digitales que coincidan con un estilo de aprendizaje y tema específico.
- **Registrar:** Esta funcionalidad permite al especialista agregar los contenidos digitales, con la información que se tenga del contenido, por ejemplo, herramientas, actividades, instrumentos, título, entre otros.

- **Eliminar:** Permite al especialista borrar contenidos digitales que se consideren que no cumplen con las necesidades latentes.

Los procesos de consultar, registrar y eliminar en general son bastante sencillos, todos parten del mismo principio, con solo obtener el “id” del contenido digital y la necesidad específica. Hay un caso particular que es interesante describir con los diagramas de actividades, y es cuando se necesita consultar contenidos digitales para un tópico específico dependiendo del estilo de aprendizaje, para esto se cuenta con dos métodos: Consultar Interno y Consultar Externo.

Antes de describir el funcionamiento de los dos métodos, hay que explicar que es un contenido digital certificado y uno no certificado. Se dice que un contenido es certificado, si el mismo ha sido revisado y categorizado por un especialista, indicando que es un contenido apto para fortalecer o clarificar un determinado tema, y los contenidos que no pasan el proceso se considera que son contenidos digitales no certificados.

El método Consultar Interno tiene la finalidad de obtener información alojado en la ontología del sistema sobre contenidos públicos en la web, estos contenidos son certificados. En cambio, el método Consultar Externo obtiene la información sobre los contenidos de los buscadores en internet (por ejemplo, Coursera, Udacity, Miranda X, entre otros), y dichos contenidos son no certificados. La Figura 6 muestra de manera general el proceso de ambos métodos.

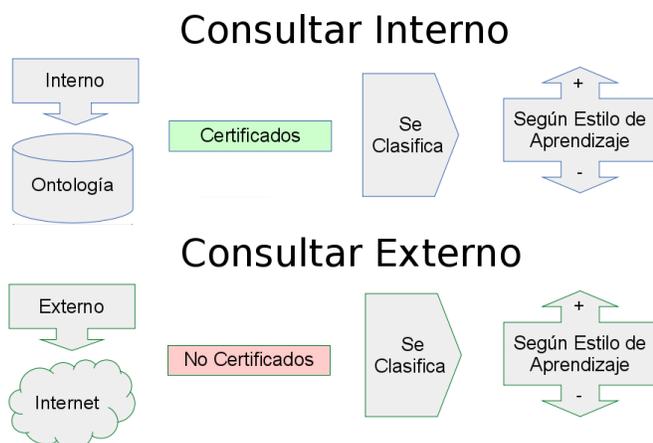


Figura 6: Métodos Consultar Interno y Externo

Es importante destacar que cada método es independiente uno del otro, es decir, el cliente puede invocar cualquiera de los dos según la necesidad que tenga. Sin embargo, la manera ideal es llamar al método Consultar Interno, y si este no retorna nada (no encontró contenidos) se llama al método Consultar Externo. El sistema no realiza las dos llamadas automáticamente, la razón de esto es que los dos métodos devuelven los contenidos de distinta forma. Por ejemplo, Consultar Interno devuelve una lista de id de los contenidos digitales, y luego con ese id se puede solicitar la información que se requiera de ese contenido, ya que está almacenado en la ontología. En cambio, Consultar Externo devuelve una lista de los contenidos con toda la información encontrada en formato de intercambio estándar JSON (JavaScript Object Notation).

Requisitos No Funcionales

Entre los requisitos no funcionales que el sistema debe cumplir, se encuentran los siguientes: Escalabilidad, Usabilidad, Confiabilidad, Seguridad e Interoperabilidad.

Ontología Conceptual

En la Figura 7 se observa la ontología de la capa CIM, dicha ontología muestra las relaciones entre los diferentes conceptos vinculados a la plataforma web y sus requerimientos.

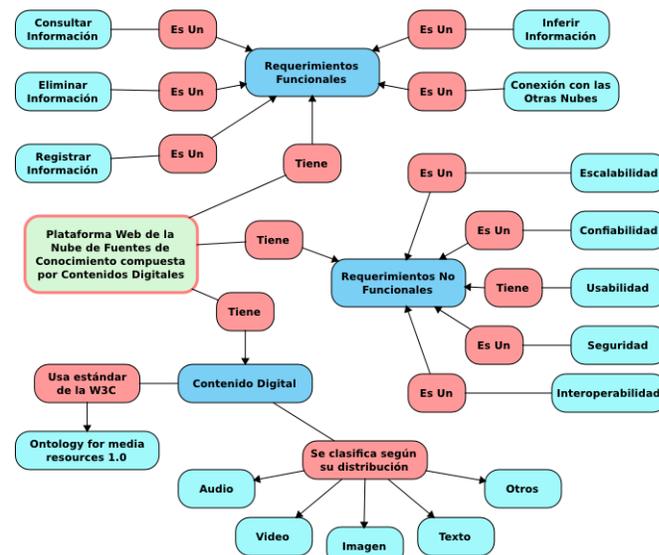


Figura 7: Ontología de Conceptualización de la Capa CIM de la Plataforma Web

Los contenidos digitales usan el estándar de la W3C Ontology for media resources 1.0 (ver Figura 7), para la base de datos que almacena la información sobre los contenidos digitales, más conceptos nuevos necesarios para ofrecer la capacidad de adaptar el contenido a un estilo de aprendizaje de un estudiante específico.

2) *Especificación o Modelo Independiente de la Plataforma (PIM):* En este modelo se describe la arquitectura funcional, sin considerar los detalles necesarios para su implementación en una plataforma determinada, acompañado de los procesos y estructuras que lo componen, para finalmente generar la ontología de diseño del sistema.

Arquitectura Funcional

La arquitectura funcional para el sistema es SOA conformada por operaciones o métodos que están disponibles en los servicios web del sistema, los cuales se muestran a continuación agrupados por funcionalidad:

- **Métodos de Consultar:** título, localizador, certificación, descripción, categoría, herramientas, instrumentos, actividades, etiquetas, autores, nombreAutor, localizadorAutor, Editoriales, nombreEditorial, localizadorEditorial, consultarInterno (consultar) y consultarExterno.
- **Métodos de Registrar:** títuloAdd, localizadorAdd, certificaciónAdd, descripciónAdd, categoríaAdd, herramientasAdd, instrumentosAdd, actividadesAdd, etique-

tasAdd, autoresAdd, nombreAutorAdd, localizadorAutorAdd, EditorialesAdd, nombreEditorialAdd, localizadorEditorialAdd.

- **Métodos de Eliminar:** eliminar.

En la Figura 8 se muestra el diagrama de clases general de la plataforma. La plataforma para la gestión de la nube de fuentes de conocimiento compuesta por contenidos digitales esta conformado por las siguientes clases:

- **ContenidoDigital:** clase principal del servicio que exhibe la estructura de los métodos.
- **OntologíaContenidoDigital:** enlace con el servicio web NubeAprendizajeWS y las clases ContenidoDigital, Ontología y Razonador.
- **NubeAprendizajeWS:** servicio responsable de entregar las herramientas, actividades e instrumentos para un estilo de aprendizaje específico.
- **Ontología:** encargado de manejar la estructura de la base de datos ontológica.
- **Razonador:** encargado de realizar las inferencias sobre la base de datos ontológica.
- **FContenidoDigital:** servicio que permite limitar las funcionalidades de la Nube de Conocimiento a solo los métodos disponible para los clientes, brindando mayor sencillez y seguridad.
- **Cliente y Especialista:** son las interfaces que consumen la información. Estas interfaces son servicios web, gracias a este tipo de arquitectura las interfaces pueden ser mejoradas o sustituidas sin afectar el funcionamiento de la plataforma.

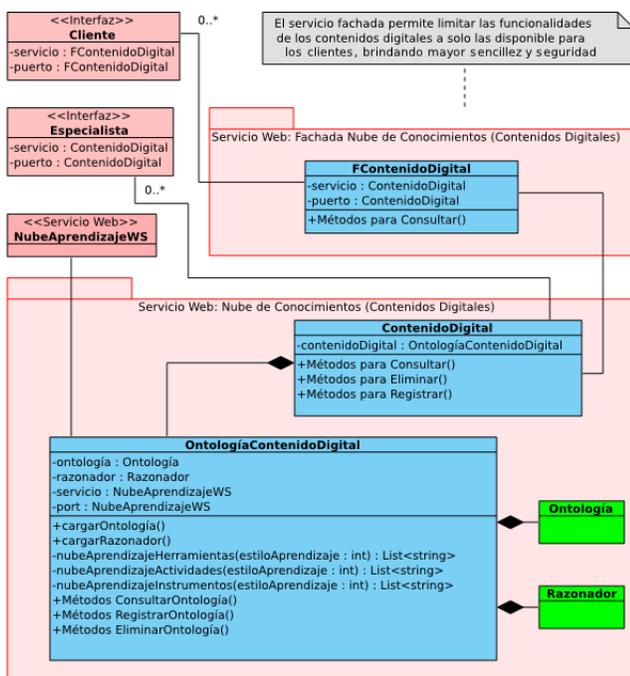


Figura 8: Diagrama de Clases de la Plataforma

Asimismo, en esta capa se deben especificar las clases propias que caracterizan la arquitectura orientada a servicios del sistema.

Ontología de Diseño

En la Figura 9 se observan las funcionalidades de la plataforma web, descritas como servicios web.

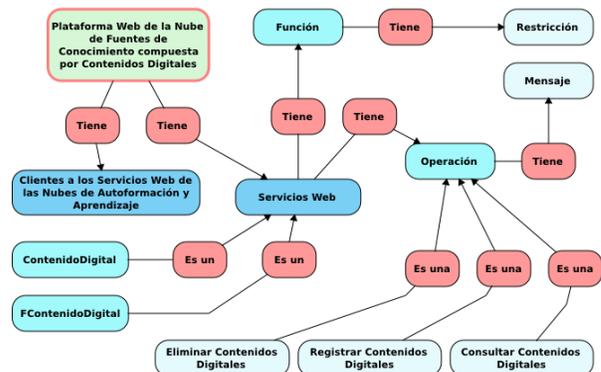


Figura 9: Ontología de Diseño de la Capa PIM de la Plataforma Web

IV. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CONTENIDOS DIGITALES

A. Arquitectura General del Sistema Web

La arquitectura del sistema se describe en la Figura 10, en ella se muestra una capa llamada servidor, contiene todos los proveedores de servicios web de cada una de las nubes, estos servicios web han sido desarrollados bajo el uso de la interfaz de programación de aplicaciones de Java (JAX-WS) (Sun Microsystems). Cada uno de estos servicios necesita conectarse a una base de datos extendida (ontología) que gestiona la información de cada nube. Esta conexión entre los servicios web en Java y las ontologías en protégé se realiza a través del OWL API, este gestiona la información haciendo uso del razonador Fact++ para el lenguaje OWL (W3C). Fact++ es un razonador de descripción lógica del tipo OWL DL. Este razonador permite validar la consistencia de las ontologías, así como hacer inferencia sobre la información almacenada.

La capa cliente aloja todas las referencias a los servicios web de la plataforma educativa, la cual permite utilizar la información y conocimiento almacenado, además de que provee la interfaz de usuario del sistema. La comunicación entre las capas cliente y servidor se hace a través de un bus de servicios, que maneja los mensajes de enlace entre las 2 capas.

B. Realización o Modelo Específico de la Plataforma (PSM)

1) *Diagrama de Componente:* La Figura 11 muestra el diagrama de componente de la plataforma, conformado por tres grandes grupos de nodos. El primer grupo lo integran los nodos que consumen los recursos ofrecidos por la nube de fuentes de conocimientos, y esta compuesta por:

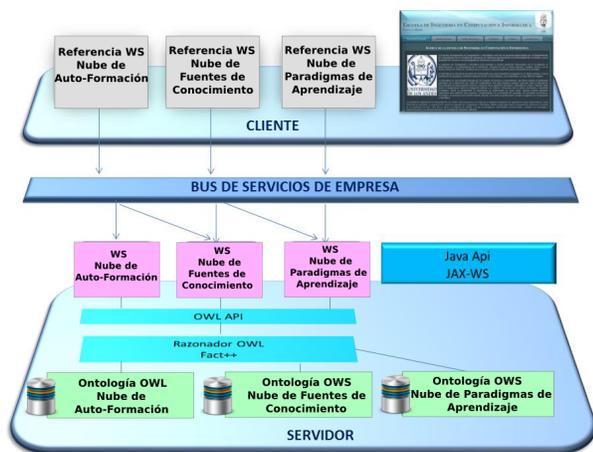


Figura 10: Arquitectura de la Plataforma Web

- **Interfaz Especialista:** responsable de registrar los contenidos digitales y probar cada funcionalidad disponible en la nube de conocimiento compuesta por contenidos digitales. Este nodo posee dos paquetes importantes: el ClienteContenidoDigital.war, provee el servicio web con las paginas (coursera.jsp y generica.jsp) disponibles para el especialista, y las paginas para las pruebas de integración del sistema; El otro paquete, es el ClienteContenidoDigitalJUnitTest.java con las pruebas unitarias automatizadas del sistema.
- **Nube de Auto-Formación:** solicita contenidos digitales específicos para el estilo de aprendizaje que tiene un estudiante particular en un tema determinado.
- **Módulo Adaptativo para el Estilo de Aprendizaje (en desarrollo):** solicita las herramientas, instrumentos y actividades de un contenido digital, para verificar y actualizar el estilo de aprendizaje asociado a un estudiante.

El segundo grupo representa las funcionalidades de la nube de fuentes de conocimiento para los contenidos digitales, constituidos por los dos nodos siguientes:

- **FContenidoDigital:** actúa como capa de seguridad, limitando los métodos disponibles en ContenidoDigital a solo los indicados en este servicio, funcionando como fachada entre el servicio de contenidos digitales y los clientes.
- **ContenidoDigital:** es el núcleo de la plataforma de contenidos digitales, está conformado por el ContenidoDigital.java, que contiene la estructura de los métodos disponibles en el servicio; OntologiaContenidoDigital.java, encargado de todo el manejo de la ontología específica del contenido digital; owlapi-distribution.jar, librería con capacidades para el manejo de la ontología; jfact.jar, razonador encargado de manejar las consultas semánticas para la ontología; y json-simple.jar, librería que permite la codificación y decodificación de textos de tipo JSON (formato ligero para el intercambio de datos).

El último grupo lo componen tres nodos muy importantes para

el funcionamiento de la nube de fuentes de conocimiento, ya que estos nodos contienen y entregan toda la información necesaria sobre los contenidos digitales. Cada nodo es detallado a continuación:

- **ContenidoDigital.owl:** ontología con la información y estructura de los contenidos digitales certificados por el especialista.
- **Repositorios (Internet):** son contenidos digitales buscados en la internet para ser ofrecidos por la nube de conocimientos como contenidos no certificados.
- **Nube de Paradigma de Aprendizajes:** servicio que permite generar listas de herramientas, instrumentos y actividades asociados a un estilo de aprendizaje.

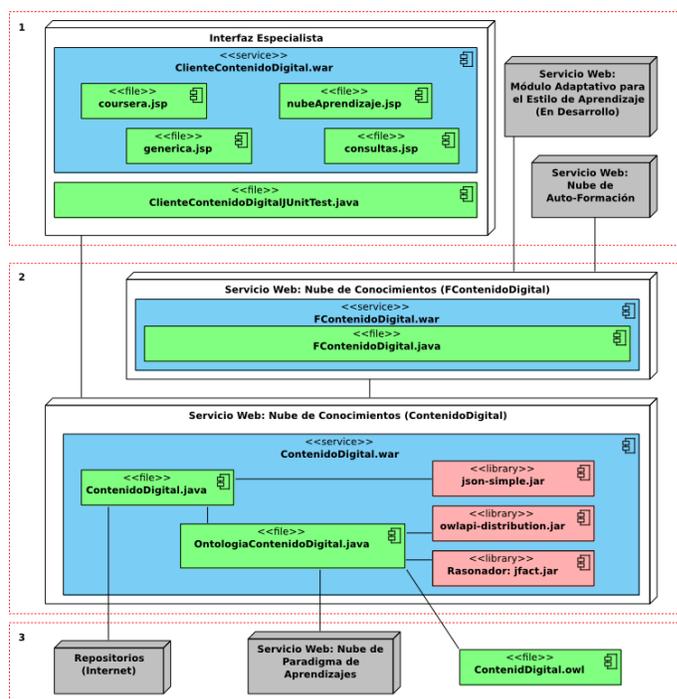


Figura 11: Diagrama de Componentes de la Plataforma

2) *Ontología de Desarrollo:* En la Figura 12 se observan las distintas tecnologías utilizadas para construir y hacer funcionar la plataforma encargada de prestar los servicios relacionados con la nube de conocimientos compuestas de contenidos digitales.

V. FUNCIONAMIENTO Y PRUEBAS DEL SISTEMA

A. Prueba de Integración con la Nube de Paradigmas de Aprendizaje

Esta prueba permite comprobar la interacción entre el servicio web que provee contenidos digitales y la nube de paradigmas de aprendizaje, la cual se realiza consultando al método nubeAprendizaje disponible en el servicio web de los contenidos digitales. El método solo recibe como parámetro el estilo de aprendizaje, como se observa en la Figura 13, y este método invoca a los cuatro métodos que provee el servicio

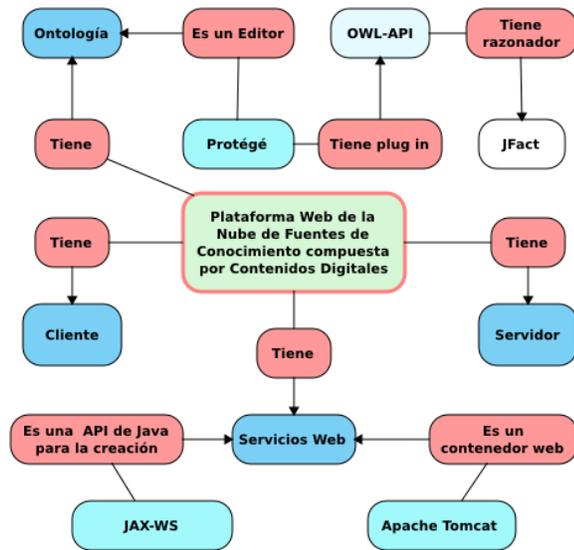


Figura 12: Ontología de Desarrollo de la Capa PSM de la Plataforma

de paradigma de aprendizajes, que son los siguientes: verParadigma, verActividades, verHerramientas y verInstrumentos. El resultado que se obtiene de la prueba es toda la información relacionada con un estilo de aprendizajes.

```

List<String> nubeAprendizaje(int estiloAprendizaje) throws Exception {
    List<String> listaAprendizaje = new ArrayList<String>();

    NubeAprendizajeWS_Service service = new NubeAprendizajeWS_Service();
    NubeAprendizajeWS_port = service.getNubeAprendizajeWSPort();

    listaAprendizaje.add(port.verParadigma(estiloAprendizaje));
    listaAprendizaje.add(port.verActividades(estiloAprendizaje));
    listaAprendizaje.add(port.verHerramientas(estiloAprendizaje));
    listaAprendizaje.add(port.verInstrumentos(estiloAprendizaje));

    return listaAprendizaje;
}
    
```

Figura 13: Método nubeAprendizaje del Servicio Web del Sistema

La Figura 14 muestra el resultado de la consulta al método nubeAprendizaje, pasando como parámetro el estilo de aprendizaje 4534, que corresponde a un Paradigma Activo. Como se lee en la Figura 14, este retornar el paradigma Activo con sus herramientas, actividades e instrumentos, quedando adicionalmente verificada la comunicación entre los componentes del sistema.

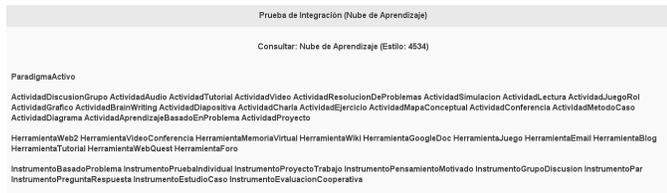


Figura 14: Prueba de Integración con la Nube de Paradigmas de Aprendizaje

B. Prueba de Integración con la Capa de Seguridad

El objetivo de esta prueba es verificar la integración de la capa de seguridad que provee el servicio web FContenidoDigital

al servicio web ContenidoDigital de la nube de fuentes de conocimiento. El proceso que se sigue es invocar los métodos disponibles en FContenidoDigital, que solo contiene métodos de consulta, y este a su vez, invocan los métodos del servicio web ContenidoDigital correspondientes. El resultado que se debe obtener es poder consultar los contenidos digitales de la nube de fuentes de conocimiento. En la Figura 15 se observa como se consume el servicio web FContenidoDigital, y la invocación del método consultar con los parámetros de pruebas: estilo, tópico y tema.

```

fcontenidodigital.FContenidoDigital_Service service = new fcontenidodigital.FContenidoDigital_Service();
fcontenidodigital.FContenidoDigital_port = service.getFContenidoDigitalPort();

out.println("<center><br><b>Consultar: Contenido Digital</b></center>");

int estilo=4534;
topico="Fundamentos de Programación 1";
tema="Algoritmos y Resolución de Problemas";

List<String> listaContenidosDigitales = port.consultar(estilo,topico, tema);
    
```

Figura 15: Invocación del Servicio Web FContenidoDigital

El resultado final de toda la invocación se muestra en la Figura 16, donde se detalla la información como: Titulo, URL, Descripción, Herramientas, etc; asociado a uno de los contenidos digitales encontrados con el método consultar.

Contenido Digital (Limitada)!



Figura 16: Resultado de la Prueba al Servicio FContenidoDigital

C. Prueba de Integración con la Interfaz del Especialista

Esta prueba es de suma importancia para el sistema, porque verifica la comunicación desde la interfaz del especialista al servicio de contenidos digitales, y también se verifica la capacidad de búsqueda del sistema de la nube de fuentes de contenidos digitales, tanto para consultas internas como consultas externas. Ambas consultas necesitan tres parámetros para realizar la búsqueda, estos parámetros son: estilo, tópico y tema. La interfaz también posee validaciones (ver Figura 17) que permiten minimizar los errores a la hora de realizar dichas consultas, donde todos los parámetros son obligatorios y el estilo debe ser un número de cuatro dígitos sin espacio.

Los valores de pruebas para el caso de la consulta interna son los mismos que se han estado usando en anteriores pruebas, como se puede observar en la Figura 18. La consulta externa se usa como tópico "Inteligencia Artificial", y tema "Planificación". El resultado que se debe obtener para cada caso es un listado de contenidos digitales con su información asociada.

Figura 17: Validaciones de los Campos para las Consultas

Figura 18: Resultados de las Consultas

En la Figura 18 se puede apreciar el resultado de cada consulta, la cual es mostrado en la parte inferior de las misma. El resultado de la consulta interna se estudiará en la prueba de integración con el Proyecto Madre. En el caso de la consulta externa, al revisar la información de cada contenido, se pudo apreciar que los contenidos que están al principio guardan más relación con lo buscado, y a medida que se va llegando al final se va alejando del resultado óptimo. Hay que resaltar que la calidad de esta búsqueda depende del buscador externo que contiene esta fuente de contenidos, y por dicho motivo, son considerados como contenidos digitales no certificados.

D. Prueba de Integración con la Plataforma Madre

El sistema de contenidos digitales, a través de la nube de fuentes de conocimiento, se integra al proyecto madre como un nuevo servicio que aporta recursos a la nube de auto-formación. En la Figura 19 se observa la interfaz de la nube de auto-formación, donde un estudiante consulta los módulos inscritos y tiene la opción “Ver Cursos en Línea”, para solicitar contenidos digitales relacionados tanto con su estilo de aprendizaje como con el módulo inscrito.

Figura 19: Interfaz de la Nube de Auto-Formación

El objetivo de esta prueba es comprobar que la nube de auto-formación consume la información contenida en el servicio web de los contenidos digitales a través del servicio FContenidoDigital, que brinda la seguridad de limitar los métodos a

solo los necesarios para este nivel de cliente. Para realizar esta prueba se usa un estudiante con estilo de aprendizaje 4534, que corresponde al Paradigma Activo, la Figura 14 detalla las características de este paradigma. Otro dato importante a considera en la prueba es el tópico y tema a consultar desde la nube de auto-formación, el tópico a usar es “Fundamentos de Programación 1”, y el tema es “Algoritmos y Resolución de Problemas”. La respuesta que se debe obtener es un listado de contenidos digitales adecuados a estas necesidades.

En la Figura 20 se observa el resultado de la consulta desde la nube de auto-formación a los contenidos digitales. El proceso que sigue la consulta comienza en la invocación del servicio web desde la nube de auto-formación del proyecto madre, luego el servicio web FContenidoDigital recibe la solicitud y hace un llamado al servicio web que busca los contenidos, allí se hace la búsqueda según su tema y tópico, una vez encontrado los contenidos se invoca a la nube de aprendizaje con el estilo de aprendizaje, con esa información se procede a organizar y clasificar los contenidos, y finalmente, retorna toda la información al estudiante.

Figura 20: Interfaz de la Nube de Auto-Formación Consultando Contenidos Digitales

Para determinar si la respuesta de la prueba es correcta, los contenidos deben coincidir con algunas de las propiedades (actividades, herramientas e instrumentos) del paradigma Activo, y que estos contenidos deben estar ordenados de mayor a menor coincidencia. Se estudiaron los contenidos, donde se pudo constatar que el primer contenido coincide con siete de estas propiedades, y que va disminuyendo las coincidencias hasta llegar al último contenido con cuatro coincidencias. La otra característica a considerar es que los contenidos deben estar relacionados con el tópico y tema pedido, para esto se verificó el resumen de cada contenido, donde se apreció que el contenido si guarda relación con lo buscado.

VI. COMPARACIÓN CON OTROS TRABAJOS

La comparación de la calidad del sistema buscador de contenidos digitales, con respecto a otros sistemas que posean características similares de búsquedas de contenidos alojados en la Internet. A continuación se muestra la Tabla I considerando los siguientes criterios:

Tabla I: Tabla Comparativa de Sistemas Desarrollados

Sistemas Criterios	Euro-peana [15]	BDU2 [16]	DigitalNZ Search [17]	Este trabajo
Filtros para la Búsqueda	Tipo de archivo, idioma, fecha, país, copyright y proveedor	Tipo de archivo, autores, títulos y materias	Tipo de archivo, proveedor, fecha y copyright	Estilo de aprendizaje
Gestión de Información	Ontología y búsquedas semánticas	Ontología y búsquedas semánticas	Ontología y búsquedas semánticas	Ontología y búsquedas semánticas
Aprendizaje	No Posee	No Posee	No Posee	No implementado actualmente
Interfaz	Página Web, API, Widget	Página Web	Página Web, API	Página Web, Servicio Web
Tipos de Archivos	Texto, imagen, vídeos, sonidos y 3d	Cualquier tipo de archivo alojado en los repositorios	Cualquier tipo de archivo alojado en los repositorios	Cualquier tipo de contenido alojado en la internet
Interoperabilidad	JavaScript Object Notation (JSON)	Open Archives Initiative Protocol for Metadata Harvesting (OAI-PMH)	Open Archives Initiative Protocol for Metadata Harvesting (OAI-PMH), XML Sitemap, API y RSS feed	JavaScript Object Notation (JSON)
Adaptabilidad	IND.	IND.	IND.	Permite agregar nuevos filtros de búsquedas y nuevas clasificaciones en los contenidos
Escalabilidad	Permite agregar nuevas fuentes de búsquedas	Permite agregar nuevos repositorios	Permite agregar nuevas fuentes de búsquedas	Permite agregar nuevas fuentes de búsquedas y nuevas características en los contenidos

- **Filtros para la Búsqueda:** Capacidad del sistema para ajustar los resultados de los contenidos digitales ofrecidos.
- **Gestión de Información:** Capacidad del sistema centrada en los procesos relacionados con el almacenamiento, el tratamiento y difusión del conocimiento explícito, que se encuentra representado en la metadata de los contenidos digitales.
- **Aprendizaje:** Capacidad del sistema para aprender.
- **Interfaz:** Capacidad del sistema para ofrecer distintas interfaces.
- **Tipos de Archivos:** Capacidad del sistema para clasificar los distintos contenidos digitales.
- **Interoperabilidad:** Capacidad del sistema para comunicarse con otros sistemas.
- **Adaptabilidad:** Capacidad del sistema para ajustarse a los distintos cambios del entorno.
- **Escalabilidad:** Capacidad del sistema para crecer sin perder calidad en los servicios ofrecidos.

Los tres sistemas usados para la comparación se basan en la gestión de los metadatos y no en el almacenaje de los contenidos digitales, ya que es la característica principal en el sistema buscador de contenidos desarrollado. El primero es Europea [15], es la biblioteca digital europea, de acceso libre, que reúne contribuciones ya digitalizadas de reconocidas instituciones culturales de los 28 estados miembros de la

Unión Europea. El segundo es BDU2 [16], es un proyecto iniciado por el SIU (Sistema de Información Universitario) de Argentina, que permite reunir recursos de información de valor académico de libre disponibilidad para el usuario final. El último es DigitalNZ Search [17], es una iniciativa con cerca de 200 socios, liderados por la Biblioteca Nacional de Nueva Zelanda, que buscan fomentar la reutilización de los contenidos digitales.

En cuanto al criterio del filtro de búsqueda, la diferencia con este trabajo, es porque usan filtros muy típicos como: tipo de archivo, título, etc. En cambio, el sistema buscador de contenido utiliza un filtrado basado en el estilo de aprendizaje, lo que permite entregar contenidos más adaptados a las capacidades de aprendizaje particulares de una persona.

En relación con el aprendizaje, ninguno de los sistemas poseen mecanismos que permita aprender, aunque la ontología de este trabajo ya posee conceptos que permite en una futura actualización incluirlo, por ejemplo, el concepto “Índice”, que permitiría al cliente valorar los contenidos entregados en las búsquedas, permitiendo aumentar o disminuir su prioridad en próximas búsquedas de los clientes en el sistema.

En el resto de los criterios muy semejantes las características de los sistemas. En gestión de información, todos usan ontologías para almacenar los metadatos, y realizar búsquedas semánticas. En interfaz, todos usan la página web como principal entorno gráfico, y se apoyan en otras interfaces para permitir la comunicación con otros sistemas. En tipos de archivos, como los sistemas manejan metadatos pueden utilizar cualquier tipo de contenido que puedan referenciar. En inter-

operabilidad, todos implementan mecanismos para compartir los metadatos de los contenidos digitales con otros sistemas. En adaptabilidad, no se logró determinar las capacidades adaptativas de los sistemas a comparar. En escalabilidad, todos permiten incluir nuevas fuentes de búsquedas y/o repositorios.

VII. CONCLUSIÓN

La presente investigación logró desarrollar el sistema buscador de contenidos digitales usando el paradigma ODA, con este propósito se especificaron las capas CIM, PIM y PSM, apoyado en los diversos diagramas UML, culminando en cada capa con su ontología específica. El sistema se desarrolló como servicio web, permitiendo la interoperabilidad entre los distintos sistemas que conforman la plataforma del Proyecto Madre, y para el manejo de la ontología y procesos de razonamiento se usó OWL-API y JFact, respectivamente. Por último, el estándar Ontology for Media Resource permitió manejar la información sobre las distintas características de los contenidos digitales, aunado a esto se amplió el estándar con nuevas características particulares, para ofrecer los contenidos según los distintos paradigma de aprendizajes.

Este trabajo es innovador, ya que provee toda una plataforma para la búsqueda de contenidos más adecuados a cada estilo de aprendizaje que tenga un estudiante, entregando los contenidos priorizados según la mayor coincidencia con su estilo, logrando apoyarse en su proceso de auto-aprendizaje. También, el sistema permite su uso en otras plataforma educativas, gracias a que esta implementado en un servicio web, siempre y cuando se respete los parámetros de búsqueda del mismo.

Como trabajos futuros se propone agregar capacidades para la carga de información de contenidos publicados a través de distintos metadatos multimedia, como por ejemplo, los formatos OGG, LOM (Learning Object Metadata), entre otros. También se propone explotar conceptos aun no usados en la ontología, como Audiencia e Índice, que permitan refinar más las búsquedas. Asimismo, se propone experimentar con la capacidad de la ontología para almacenar información de las partes de un contenido digital, esto permitiría ofrecer solo las partes de un contenido que más se adapten a un paradigma específico.

REFERENCIAS

- [1] J. Delors, *La Educación o la Utopía Necesaria*, Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la Educación. La Educación Encierra un Tesoro, pp. 13–36, 1996. http://www.unesco.org/education/pdf/DELORS_S.PDF.
- [2] J. Aguilar, D. Gutiérrez y D. Hernández, *Proyecto Madre*, Informe Técnico, Departamento de Ciencias Computacionales, Universidad de Los Andes, Mérida, 2012.
- [3] R. Shackelford, A. McGettrick, R. Sloan, H. Topi, G. Davies, R. Kamali, J. Cross, J. Impagliazzo, R. LeBlanc y B. Lunt, *Computing Curricula 2005: The Overview Report*, ACM SIGCSE Bulletin, vol. 38, no. 1, pp. 456–457, 2006.
- [4] J. Fuentes, *Implementar un Prototipo de un Sistema de Gestión de la Nube de Aprendizaje Usando el Paradigma ODA*, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela, 2014.
- [5] O. Portilla, *Plataforma Basada en SOA Usando el Paradigma ODA (Ontology Driven Architecture)*, para la Gestión de una Nube de Fuentes de Conocimiento Compuesta por Objetos de Aprendizaje, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela, 2014.
- [6] OMG, *MDA Guide, Version 1.0.1*, Object Management Group, pp. 62, 2003.
- [7] P. Tetlow, J. Pan, D. Oberle, E. Wallace, M. Uschold y E. Kendall, *Ontology Driven Architectures and Potential Uses of the Semantic Web in Systems and Software Engineering*, W3C Working Draft, Febrero 2005. <http://www.w3.org/2001/sw/BestPractices/SE/ODA>.
- [8] J. Aguilar y K. Moreno, *Metodología para el Desarrollo de Aplicaciones Basado en el Paradigma ODA*, CEMICID, Departamento de Computación, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela, 2014.
- [9] O. Nájera, *Tipología de Contenido Digital*, Abril 2004. <http://portal.educ.ar/debates/educacionyitic/inclusion-digital/tipologia-de-contenido-digital.php>.
- [10] F. Gastaminza, *Documentos Digitales: Hipertexto y Edición Digital*, Universidad Complutense de Madrid, 2005. <http://pendientedemigracion.ucm.es/info/multidoc/prof/fvalle/tema20.htm>.
- [11] W. Lee, T. Bürger, F. Sasaki, V. Malaisé, F. Stegmaier y J. Söderberg, *Ontology for Media Resource 1.0*, W3C Working Draft, Febrero 2012. <http://www.w3.org/TR/mediaont-10>.
- [12] *We're Empowering Learning in the Classroom and Around the Globe*, Edx inc, 2015, <https://www.edx.org/about-us>.
- [13] F. Wright, *What do Librarians Need to Know About MOOCs?*, D-Lib Magazine, vol. 19, no. 3/4, Marzo/Abril 2013, <http://www.dlib.org/dlib/march13/wright/03wright.print.html>.
- [14] K. Moreno, *Prototipo de Plataforma Web para la Gestión de la Nube de Auto-Formación Basado en Ontologías*, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela, 2014.
- [15] Europea, 2015, <http://www.europeana.eu>.
- [16] BDU, 2015, <http://bdu.siu.edu.ar/cgi-bin/inicio.pl>.
- [17] DigitalNZ, Biblioteca Nacional de Nueva Zelanda, 2015. <http://www.digitalnz.org>.