

**PROPOSAL OF A SYSTEM HYBRID RECOMMENDATION SEMANTIC OF
LEARNING OBJECT IN THE AREA OF ENVIRONMENTAL EDUCATION
BASED IN LINKED DATA**

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE RECOMENDACIÓN HÍBRIDO
SEMÁNTICO DE OBJETOS DE APRENDIZAJE EN EL ÁREA DE EDUCACIÓN
AMBIENTAL BASADO EN LINKED DATA**

**PhD. Jaime Guzmán-Luna, Jennifer Cartagena Orrego, Carlos Andrés Pérez A.
MSc. Eder Alonso Acevedo Marín**

Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, Grupo de Investigación SINTELWEB
Medellín, Antioquia, Colombia, Tel.: 57-4-255378
E-mail: {jaguzman, caaperezag, caaperezag}@unal.edu.co jcartagena@est.colmayor.edu.co

Abstract: This paper proposes an architecture for the recommendation of learning objects in the area of environmental education using the standard LOM with the purpose of represent educational resources in the area. The information required for the recommendation process will be obtained using Linked Data technology with ontologies for recover the resources from learning object repositories in the Web. Similarly, this recommender system proposes techniques of content-based and collaborative filtering favoring the selection of the objects according to user requirements for to give the material more appropriate to user profile.

Keywords: Recommender system, Learning objects, Environmental education, Semantic recommendation, Linked Data.

Resumen: Este artículo propone una arquitectura para la recomendación de objetos de aprendizaje en el área de Educación Ambiental utilizando el estándar LOM con el fin de representar recursos educativos en dicha área. La información necesaria para el proceso de recomendación será obtenida mediante la tecnología de datos enlazados en asocio con ontologías para recuperar los recursos desde repositorios de Objetos de Aprendizaje existentes en la Web. Paralelamente este sistema de recomendación hace uso de técnicas de filtrado basado en contenidos y colaborativos que favorece la selección de los objetos de acuerdo a los requerimientos del usuario dando como respuesta el material más adecuado al perfil del usuario.

Palabras clave: Sistema de recomendación, Objetos de aprendizaje, Educación Ambiental, Recomendación Semántica, Linked Data.

1. INTRODUCCIÓN

La educación ambiental (EA) se ha venido incorporando en las políticas nacionales como iniciativa para crear conciencia ciudadana sobre los aspectos físicos y sociales del entorno. En esta

dirección se crean programas de educación ambiental como parte integral en la formación de individuos y la transformación de las dinámicas sociales en el país. Para apoyar su desarrollo, los objetos de aprendizaje (OA) pueden ser incorporados ya que juegan un papel fundamental

en la enseñanza. Estos se utilizan en diversos escenarios educativos atendiendo aspectos como los estilos de aprendizaje y las preferencias del usuario. Bajo el contexto de los OA, el material educativo multimedia es agrupado, indexado y combinado, permitiendo el uso de metadatos que describe la información relevante de este material facilitando su búsqueda y recuperación.

En el caso particular de la búsqueda de OA, en muchos sistemas su búsqueda se realiza mediante el uso de las palabras claves de la temática que le interesa. Esto no es tan adecuado ya que no consideran las preferencias de los usuarios y es ahí en donde los sistemas de recomendación ayudan a mejorar su búsqueda. Su uso permite seleccionar de forma automática y personalizada el material que mejor se adecúe a las necesidades del usuario, sin embargo, muchos de los modelos de recomendación siempre hacen uso de sus propias bases de datos para el manejo de su información, pero cuando se necesita recuperar recursos desde otros repositorios las técnicas de datos enlazados en asocio con el uso de las ontologías favorece la recomendación de OA que se encuentran distribuidos en diferentes repositorios

Este trabajo presenta una propuesta de un sistema híbrido (filtrado basado en contenido con filtrado colaborativo) para la recomendación de OA en el área de educación ambiental, integrando técnicas de procesamiento de ontologías en esta área y aprovechando los repositorios de objetos de aprendizaje ya existentes con la implementación de *Linked Data* para la recuperación de OA.

2. MARCO REFERENCIAL

2.1 Repositorios de Objetos de aprendizaje

Los objetos de aprendizajes (OA) se definen como “cualquier tipo de recurso digital que puede ser reutilizado para favorecer el aprendizaje” (Zapata, 2006). De esta forma los objetos de aprendizaje favorecen el acceso a los distintos contenidos educativos, siendo su mayor característica la optimización de recursos, que son destinados a la producción mediante la reutilización.

Teniendo en cuenta la definición anterior, surge el concepto de repositorios de objetos de aprendizaje (ROA), que son básicamente los almacenes de los OA y conjuntamente permiten guardar diferentes objetos que habilitan los mecanismos de acceso remoto para la reutilización de los mismos

(García, 2015). Este tipo de almacenes fomenta la reutilización de los contenidos multimedia de tal forma que los nuevos contenidos que se generen se apoyen sobre los ya existentes e incluso que se autogeneren contenidos, teniendo en cuenta el perfil del usuario en cuanto a sus preferencias en el aprendizaje con diferentes recursos educativos tales como imágenes, video, texto y audio.

Una definición más acertada sobre los ROA la da (García, 2000) que considera un repositorio como un “concepto tan amplio que va desde sencillos sistemas de almacenamiento hasta complejos entornos que incorporan además de los sistemas de almacenamiento un conjunto de herramientas que ayudan al proceso de reutilización”. Los ROA disponibles pueden acogerse a distintos esquemas, pero la tendencia es utilizar LOM (*Learning Object Metadata*) o algún esquema compatible o derivado de éste (IEEE-LOM, 2002). Básicamente LOM es un estándar de metadatos para la creación de OA que especifica la semántica de los metadatos necesarios para identificar y evaluar un OA. LOM agrupa los metadatos en nueve categorías: general, ciclo de vida, meta metadatos, técnica, educativa, derechos, relación, anotación y clasificación.

2.2 Sistemas de Recomendación

Los sistemas de recomendación son un conjunto de herramientas de software y técnicas para proveer o sugerir un ítem que pueda ser de interés a un usuario (Kantor, Rokach y Shapira, 2011). Los sistemas de recomendación permiten en el proceso de búsqueda establecer la similitud entre los gustos que existe en un grupo usuarios, mediante el análisis de los contenidos de búsquedas de los usuarios y construir una inteligencia colectiva para recuperar elementos de información acorde a sus gustos (Galán, 2007). En general, los sistemas de recomendación más conocidos son: colaborativos, basados en contenido e híbridos.

Los sistemas de recomendación basados en contenido realizan un análisis sobre un conjunto de documentos y/o descripciones previamente calificadas por el usuario y construyen un modelo o perfil de los intereses del usuario basado en los objetos que ha clasificado previamente (Kantor, Rokach y Shapira, 2011). Los sistemas colaborativos utilizan las preferencias y calificaciones de un grupo de usuarios respecto a los ítems de los repositorios para predecir la preferencia o calificación de un usuario en particular sobre un ítem (Ochoa y Carrillo, 2013).

Un sistema de recomendación híbrido usa múltiples técnicas de recomendación para realizar sugerencias al usuario. La hibridación se puede realizar haciendo una combinación de las listas de recomendación refinando los resultados con otra técnica.

2.3 Datos enlazados

Stefan Dietz define los datos enlazados como un conjunto de técnicas y estándares, los cuales permiten el enlace de información dentro de la web semántica (Dietze *et al.* 2013). Por otro lado Wood, Zaidman y Ruth definen a los datos enlazados como el mecanismo para conectar la web de manera que sistemas de computación comprendan dichas conexiones y puedan inferir ciertos resultados (Wood, Zaiman y Ruth, 2014),. Esto permite brindarle un sentido o un significado a las conexiones que forma lo que es llamado la Web de los datos. Una parte bastante importante mencionada por Christian Bizer, es que los datos enlazados emplean el RDF (*Resource Description Framework*) en conjunto con el protocolo HTTP (Bizer *et al.*, 2008).

Teniendo en cuenta lo anterior, los datos enlazados se pueden considerar una base de datos para la web, como lo menciona Bob Ducharme. Se puede observar que es un conjunto de prácticas y una infraestructura que facilitan el procesar, interpretar, compartir y conectar información de la web, dando así facilidades a las aplicaciones para que administren la información de una manera más efectiva (DuCharme, 2011).

3. TRABAJOS RELACIONADOS

En (Cechinel *et al.* 2013) evalúa recomendaciones de recursos de aprendizaje generados por diferentes algoritmos de filtrado colaborativo, basados en memoria, también conocidos como *user-based* los cuales fueron aplicados sobre conjuntos de datos obtenidos del repositorio MERLOT. En este se evaluó un conjunto de datos con las calificaciones que han dado los usuarios a los recursos, aplicando tres métricas y mostrando cual genera mejores recomendaciones.

En (Casali *et al.* 2011) se presenta una arquitectura e implementación de un prototipo de un sistema de recomendación basado en agentes inteligentes y recomendación basado en contenido, cuyo objetivo es devolver una lista ordenada de los OA más adecuados de acuerdo a un perfil de usuario. La

búsqueda se realiza en repositorios con metadatos descriptivos que incluyen características educacionales, utilizando el repositorio ARIADNE en la validación del prototipo.

En (Betancur *et al.*, 2009) se presenta un modelo de recomendación en el que los OA son representados a través de metadatos definidos en el Esquema LOM por el Grupo de Trabajo IEEE P1484.12, con un modelamiento de la recomendación dependiendo del usuario (profesor y estudiante) y con dos enfoques de recomendación: uno para aumentar el conocimiento en el proceso de aprendizaje del estudiante y otro para ofrecer materiales independiente según los estilos de aprendizaje y áreas de interés.

En (Machado y Montoyo, 2006) se centra en el estudio y creación de un método para la gestión de objetos de aprendizaje el cual está basado en la integración de técnicas de procesamiento del lenguaje natural (PLN), ontologías de dominio y aplicando un enfoque híbrido de recomendación. Por otra parte, (Rodríguez, 2014) realizan un sistema híbrido, en el cual muestran los OA recomendados según la ocurrencia en los tres sistemas implementados: colaborativo, basado en contenido y basado en conocimiento.

En (Ochoa y Carrillo, 2013) desarrolla un prototipo de sistema de recomendación de OA, comparando una recomendación basada en contenido, una recomendación basada en filtrado colaborativo y un tercer sistema híbrido que combina los dos anteriores, esto basado en el perfil de usuario y la información de atención representadas por las interacciones que realiza un usuario con los objetos de aprendizaje como recomendar, calificar o definir gusto por los mismos.

En términos generales, se puede decir que los trabajos mencionados anteriormente utilizan aspectos como técnicas de recomendación, representación especializada de los objetos de aprendizaje y utilización de ontologías, pero estas características no convergen en una de las propuestas hasta ahora mencionadas.

4. ARQUITECTURA PROPUESTA

En este trabajo se propone un sistema para la búsqueda personalizada de objetos de aprendizaje ubicados en repositorios remotos. El objetivo de este sistema es localizar los objetos de aprendizaje que satisfagan las preferencias de un usuario

mediante la utilización de una ontología de dominio, técnicas de recomendación y la implementación de Linked Data. Específicamente se propone un sistema de recomendación híbrido que combine las características del contenido con la información colaborativa de los usuarios.

La figura. 1 muestra la arquitectura propuesta, la cual consta de las siguientes capas: la capa *Interfaz de usuario*, encargada del ingreso y la presentación de la información; la capa *Servicios*, que se encarga de administrar los servicios web que realizan la recomendación; la capa de *Acceso de datos* que provee una interfaz que le permite a la capa de servicios acceder a la información necesaria para realizar la recomendación; y la capa de *datos*, encargada de administrar las consultas en las bases de datos internas y externas.

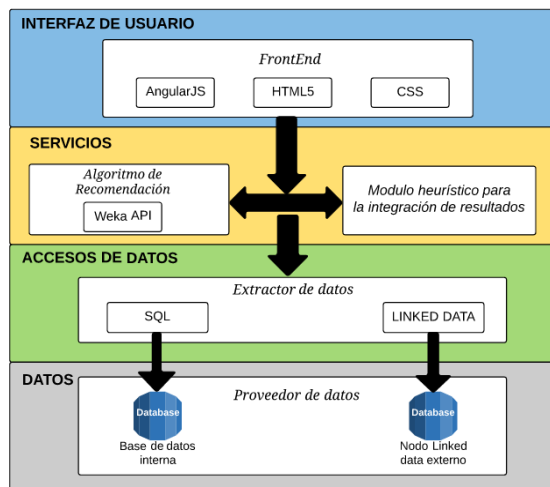


Fig. 1. Arquitectura por capas del sistema propuesto

A continuación se describe detalladamente cada componente:

4.1 capa de interfaz de usuario

Esta capa interactúa con el usuario, capturando los datos ingresados y presentado los resultados de búsqueda que le permite al administrador gestionar el sistema. La capa de interfaz, invoca los servicios que están alojados en la capa de servicios, la cual ejecuta los algoritmos de recomendación y posee la base del conocimiento de la ontología. En la capa de interfaz cuando el usuario ingrese un término clave de búsqueda va a tener un módulo que despliega los conceptos subyacentes de este, haciendo uso de la ontología en educación ambiental manejada en la capa de datos.

4.2 Capa de servicios

La *capa de servicios* provee la información que es presentada en la *capa de interfaz*. Esta capa ejecuta los algoritmos de recomendación que posteriormente son integrados en un resultado con el módulo heurístico como se muestra en la figura 2, que luego de tener un conjunto de OA se realiza el filtrado colaborativo, basado en contenidos y semántico. Cada filtrado le da una puntuación al OA, posteriormente los objetos son ordenados usando un promedio ponderado de las calificaciones en el cual se da un mayor peso al filtrado semántico.

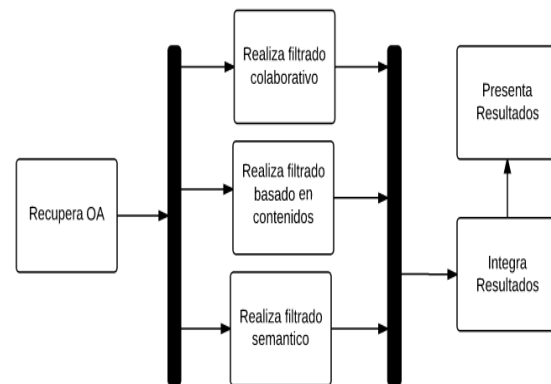


Fig. 2. Módulo heurístico de integración.

Para realizar el filtrado semántico se utilizan las relaciones semánticas de la ontología como un explotador de grafos. Dado un término inicial como nodo, el algoritmo recorre los arcos del grafo de la ontología activando los nodos que están relacionados más estrechamente y asignándoles una puntuación de forma dinámica. Así, el concepto inicial (correspondiente a la consulta del usuario) recibe la máxima puntuación y luego se puntúan los conceptos que estén relacionados semánticamente. Cuanto más lejos estemos del concepto inicial, más baja será la puntuación que reciba ese nodo. El algoritmo se detiene cuando no quedan más conceptos por explorar. La salida es una lista de conceptos clasificados por relevancia según se acerquen al concepto inicial de la consulta (Machado y Montoyo 2006).

El filtrado colaborativo utiliza la información de preferencias y calificación de uno de los usuarios respecto a los objetos con el fin de predecir la preferencia de un usuario en particular. Para esto se usa el algoritmo de aprendizaje inductivo llamado *K nearest neighbor (KNN)*. Este se implementa haciendo uso de Weka (García & Moreno 2006), que permite llevar a cabo la agrupación de los

usuarios según los objetos que han calificado. Además, weka implementa una estructura *Ball-tree* para hacer más eficiente la ubicación de los K “vecinos” y tener una menor carga de procesos *Online*; de esta forma, cada nodo, llamado *ball node*, posee un conjunto de puntos (usuarios) y tiene asociado un pivote, que es el centroide de los puntos del nodo y un radio que es la distancia del pivote al punto más alejado del nodo (Rajani y McArdle, 2015). De esta forma se agrupan los usuarios según el centroide y la distancia a dicho punto hasta obtener nodos que satisfagan los K elementos. Luego de la selección de vecinos, se hace la recomendación en base a los objetos calificados por los demás usuarios y se predice la preferencia que le daría el usuario a los objetos recuperados.

El filtrado basado en contenidos busca los OA mejor calificados por el usuario y luego estima la calificación de cada objeto obtenido en la recuperación. Para esto, se utilizan algunos de los atributos definidos en el estándar LOM que se implementan con el algoritmo KNN.

4.3 Capa de acceso de datos

La capa de *Acceso de datos* toma los resultados ingresados en la *capa de interfaz* de usuario mediante la *capa de servicios* y realiza la búsqueda de los OA de la base de datos externa. Además, extrae información acerca de las calificaciones dadas a estos objetos por los usuarios del sistema, que serán usadas para la recomendación en la *capa de servicios*. Esta capa utiliza la *capa de Datos*, la cual administra las consultas de manera directa (en SQL y SPARQL), para proveer una abstracción de los datos a la capa de Servicios.

La figura. 1 muestra la actuación de los datos enlazados en la *capa de Datos* que se encarga de extraer los datos de manera remota. Para tener acceso a los datos, existe un módulo que hace las consultas sobre *endPoints* que soportan SPARQL. Un *endPoint* es un servicio que posibilita el acceso a las aplicaciones externas, con la intención de realizar consultas semánticas usando el lenguaje SPARQL. Estos poseen sistemas que administran la información en forma de tripletas donde se relacionan dos recursos y se expresa una conexión con un determinado significado (Dietze et al, 2013).

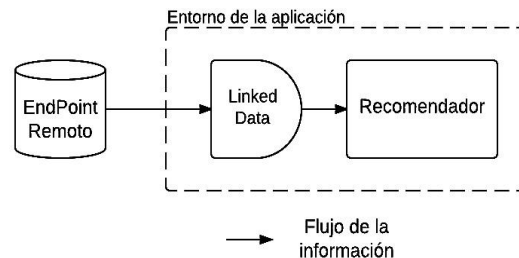


Fig. 3. Flujo de información para la recuperación de OA.

En esta propuesta las tecnologías de datos enlazados se implementan mediante Jena, que juega un papel bastante importante, debido a que implementa la base de conocimiento conjuntamente con la ontología en el área de educación ambiental ya que se convierte en el mecanismo que obtiene la información de los OA que son el insumo necesario para realizar la recomendación. Apache Jena es un *framework* para Java de código abierto que permite construir aplicaciones semánticas y que involucra datos enlazados, esta herramienta está compuesta de diferentes APIs que interactúan de manera conjunta para procesar datos RDF (Jena, 2015). De esta manera, es evidente que el objetivo principal de este módulo es acceder a una base de conocimiento que no está alojada de manera local, sino que mediante herramientas de consulta con tecnología de datos enlazados y el uso de ontologías se puede acceder a los objetos educativos de manera remota conservando el significado de sus relaciones. Aun así, persiste un factor problemático en la adquisición de recursos educativos de manera remota, y es la adaptación del material obtenido el cual contiene diferentes representaciones debido a que son alojados en diferentes repositorios (Dietze et al. 2013).

Para atacar este problema el sistema propone hacer uso de ontologías para describir el conocimiento relacionado con la descripción de los OA y la temática a tratar en un curso de educación ambiental, elementos claves del sistema.

Para atender lo anterior, en este trabajo se propone la creación de dos ontologías, primeramente que integre ontologías existentes como FOAF, *Dublin-Core* y los lineamientos del modelo LOM (ontología 1) y como segunda ontología que integre el vocabulario de SKOS-core, y la taxonomía de Bloom para modelar semánticamente los OA (ontología 2). Bloom expone cual debe ser la clasificación por niveles de los OA para el correcto

aprendizaje del usuario. A continuación se detalla las dos ontologías a proponer.

4.3.1 Ontología 1

El principal objetivo es reutilizar ontologías existentes, una de ellas es FOAF, que básicamente es una ontología legible por las máquinas donde describe las actividades de las personas y las relaciones con otros objetos. Otra ontología reutilizada es la de *Dublin Core*, que proporcionan estándares interoperables de los metadatos que describe los recursos. Teniendo en cuenta lo anterior, se identificaron cuáles de los metadatos del modelo LOM de las categorías General, *technical*, *educational* y *classification*, estaban presentes en la ontología de FOAF y *Dublin core* con la intención de reutilizar los metadatos de ambas ontologías, pero en caso de no estar presente en ellas se acogen como metadato del modelo LOM. La tabla 1 muestra el análisis de algunos metadatos por categoría, que se evaluaron con el fin de identificar cuáles de ellos existen en cada una de estas. Los metadatos marcados con X indican que están presentes en esa ontología, lo que favorece que sean recuperados en esta ontología.

Tabla 1 Evaluación de los metadatos del Modelo LOM, en las ontologías de Dublin core y FOAF

METADATOS LOM	DEFINICIÓN	CATEGORIA	DUBLIN CORE	FOAF	LOM
Identifier	Identificador descriptivo del material educativo	General	X		
Catalog	El nombre del esquema de identificación para esta entrada	General			X
Name	El nombre de la tecnología requerida para utilizar este objeto educativo	Technical		X	
Language	Idioma del usuario final.	Educational	X		

A los metadatos de las 4 categorías seleccionadas del modelo LOM se les define las propiedades que les corresponden, es decir, se clasifican cada uno de ellas en *Object Properties* o *Data Properties*, la primera es para definir las relaciones que existen entre las clases y la segunda es para determinar las propiedades básicas de cada clase, es ahí en donde se reutilizan las ontologías de *Dublin core* y FOAF ya que estas tienen sus propiedades ya definidas y clasificadas. Esta ontología se encuentra en desarrollo actualmente.

4.3.2 Ontología 2

Como primera medida se propuso la estructura jerárquica que contiene los conceptos que hacen parte de la ontología 2 en el área de educación ambiental como se muestra en la figura 4, que ilustra los objetivos educativos abordados en esta área con el tema de *Generalidad en la EA*. Estas relaciones se clasifican por habilidades de acuerdo a la taxonomía Bloom (Eduteka, 2008). Que propone la clasificación de habilidades en 6 categorías: conocimiento, comprensión, aplicación, análisis, sintetizar y evaluar, básicamente esta es la estructura de aprendizaje que debe tener un usuario para el correcto aprendizaje.



Fig. 4. Jerarquía de conceptos en el área de educación ambiental

En la construcción de esta ontología se propuso reutilizar la ontología de *Skos core* que proporciona las relaciones que se encuentran entre los descriptores de los tesauros tradicionales que pasan a ser relaciones de carácter semántico. Haciendo uso de esta ontología, se propone crear las instancias individuales que se encuentran en la clase *skos:concept* que son los objetivos educativos en el área de educación ambiental. Posteriormente a cada instancia se le define un *skos:broader* que describe el padre de este concepto, es decir el concepto más general y *skos:narrower* donde se anexan todos los conceptos subordinados a este concepto.

Una vez definidas las relaciones de jerarquías, se propone crear las etiquetas correspondientes a los términos preferentes y alternativos de un concepto, mediante las propiedades *skos:preflabel*, para los términos preferentes y *skos:altLabel*, para los no preferentes. Por último, se define la descripción que corresponden a cada objetivo educativo, esta se genera como una *Data Property* que determina las propiedades básicas de cada clase.

Básicamente la ontología 1 y la ontología 2 propuestas proporcionan la base del conocimiento que tiene como objetivo proporcionar el vocabulario para hacer las consultas con el modulo que implementa los datos enlazados.

En esta capa, por último se propone para poder integrar diversos repositorios de OA, hacer uso de modelos que implementen equivalencias y similitudes semánticas entre términos a nivel de Clases e Instancias mediante el lenguaje OWL, con el fin de asimilar de manera automática la estructura, las definiciones y las relaciones manejadas por los datos externos en diferentes repositorios.

5. CASOS DE APLICACIÓN

Los ROA son catálogos o bases de datos que fueron creados para ser utilizados en el proceso de enseñanza, de esta forma, no se puede pensar en los ROA sin tener presente los objetos, ya que algunas de las características de estos repositorios están dadas por las características intrínsecas de los OA.

En ese sentido, se identificaron un conjunto de ROA que serían candidatos para probar el sistema propuesto los cuales cumplen con las siguientes características; la primer característica está ligada a la expresividad *semántica del repositorio*, es decir, que haga uso de ontologías como soporte de modelos semánticos sólidos que rellenan un número de nuevos requisitos relacionados con los procesos automáticos tales como: la búsqueda, recuperación o composición de nuevo material didáctico. La segunda característica está ligada a las *áreas temáticas* del repositorio, en este caso es importante que aborden la temática en el área de educación ambiental o temáticas afines. La tercera característica se enfoca en el *modelo de datos* la cual debe estar acorde con el modelo *LOM (learning object metadata)*, este modelo es el más aceptado internacionalmente porque provee una estructura de datos de los OA que facilita la comunicación y el intercambio de contenidos. La ultima característica y no menos importante está ligada a la conexión del *endPoints SPARQL*, que constituye una interfaz para hacer consultas semánticas y extraer los datos del repositorio de manera remota. De este estudio se analizaron 13 ROA de los cuales se destacaron como posibles candidatos a ser utilizados en las pruebas de validación del sistema el *European Environment Agency* (Merlot, 2015) y el *SLO4DTV* (Torres y Guzmán, 2014) que son los únicos que cuentan con

las características anteriormente mencionadas y a su vez posibilitan la reutilización de sistemas externos para la extracción del material educativo.

6. RECONOCIMIENTO

Este artículo se realizó en el marco del proyecto de investigación: “*Desarrollo de un sistema de recomendación de objetos de aprendizaje en el área de educación ambiental basado en linked Data*”, código Hermes 25847 financiado por la Vicerrectoría de investigación de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, mediante la convocatoria del “programa nacional de proyectos para el fortalecimiento de la investigación, la creación y la innovación en posgrados de la universidad nacional de Colombia 2013-2015 modalidad 2: nuevos proyectos de investigación, creación o innovación”.

7. CONCLUSIONES

Se propone un sistema de recomendación híbrido con una arquitectura basada en un modelo de capas, dentro de las cuales se destaca las capas de Acceso de datos y de Servicios, que obtiene objetos de aprendizaje relacionados semánticamente al tema a consultar y clasificados por relevancia; gracias a una técnica de recomendación híbrida que usan una técnica de filtrado basado en contenido y una de colaborativo, para presentar al usuario no solo OA con relación semántica, sino también, acorde a las preferencias y características de ese usuario en particular.

En relación a la ontología del modelo LOM, se propone una ontología basada en 4 de los principales componentes de este estándar para modelar OA los cuales son: general, technical, educational y classification. Esto permite modelar un OA con sus relaciones semánticas entre conceptos y así poder en el futuro hacer uso de las estructuras de equivalencia a nivel de clases e y de instancias del lenguaje OWL para consultar varios repositorios de OA que hagan uso de las tecnologías de datos enlazados para sus consultas.

Como trabajo futuro, se propone terminar con la implementación de los principales módulos del sistema y posteriormente con este poder llevar a cabo las pruebas de validación del mismo en un ambiente controlado haciendo uso de dos repositorios semánticos: *SLO4DTV* y *European Environment Agency*.

REFERENCIAS

- Betancur, D., Moreno, J. y Ovalle, D. (2009). *Modelo para la recomendación y recuperación de objetos de aprendizaje en entornos virtuales de enseñanza/aprendizaje*. Avances en Sistemas en Sistemas e Informática, Vol. 6, No.1.
- Bizer, C. et al. (2008). *Linked data on the web*. Proceeding of the 17th International Conference on World Wide Web. Beijing, China. pp.1265–1266.
- Casali, A. et al. (2011). *Sistema inteligente para la recomendación de objetos de aprendizaje*. Revista Generación Digital, vol. 9, no. 1, pp. 88–95.
- Cechinel, C. et al. (2013). *Evaluating collaborative filtering recommendations inside large learning object repositories*. Information Processing & Management. Vol. 49, No. 1, pp.34–50.
- Dietze, S. et al. (2013). *Interlinking educational resources and the web of data: A survey of challenges and approaches*. Emerald Program: electronic Library and Information Systems, Vol. 47, No. 1, pp.60–91.
- DuCharme, B. (2011). *Learning SPARQL*, O'Reilly Media, Inc. ISBN 978-1-449-30659-5.
- Eduteka, 2008. *La Taxonomía de Bloom y sus dos Actualizaciones*. <http://www.eduteka.org/TaxonomiaBloomCuadro.php3>, pp.1–7. (Consultado: 5 de octubre 2015).
- Galán N., S.M. (2007). *Filtrado Colaborativo y Sistemas de Recomendación*. Universidad Carlos III de Madrid, España.
- García A., L. (2015). *Objetos de Aprendizaje*. http://www.academia.edu/2528431/Objetos_de_aprendizaje. (Consultado: 15 de octubre 2015).
- García C., C. y Moreno, I. (2006). *Algoritmos de aprendizaje: knn & kmeans*. Inteligencia en Redes de Comunicación, Universidad Carlos III de Madrid. <http://www.it.uc3m.es/jvillena/irc/practicas/08-09/06.pdf>. (Consultado: 6 de octubre 2015).
- García, P. (2000). *Recursos en los entornos E-Learning*, Editorial:Bibl. Univ. Nueva época. pp. 101
- IEEE-LOM. (2002). *Standard for Learning Object Metadata*. ANSI/IEEE. etadata. (2002). <http://ltsc.ieee.org/wg12/>. (Consultado: 10 de octubre 2015)
- Jena, A. (2015). *Getting started with Apache Jena*.http://jena.apache.org/getting_started/index.html. (Consultado: 5 de octubre 2015).
- Kantor, P., Rokach, L. y Shapira, B. (2011). *Recommender systems handbook*. Editorial Springer, New York, E.E.U.U.
- Machado G., N. y Montoyo, A. (2006). *Recomendación de objetos de aprendizaje almacenados en repositorios lor@server según las preferencias del usuario*. Proceedings of the 5th WSEAS International Conference on E- ACTIVITIES.
- Merlot. (2015). *Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching*. Universidad Estatal de California, E.E.U.U. <http://www.merlot.org/>. (Consultado: 1 de octubre 2015)
- Ochoa, X. y Carrillo, G. (2013). *Recomendación de Objetos de Aprendizaje basado en el Perfil del Usuario y la Información de Atención Contextualizada*. Conferencia LACLO, Vol. 4, No.1.
- Torres P., I. D. y Guzmán L., J.A. (2014). “A Cloud Computing Infrastructure Using Semantic Learning Objects for Digital Television”. Proceedings of 4th international workshop on computer science and engineering-summer (WCSE 2014). Dubái, Vol 4, No. 1.
- Rajani, N. y McArdle, K. (2015). “Parallel k Nearest Neighbor Graph Construction Using Tree-Based Data Structures”. Proceedings of 1st High Performance Graph Mining workshop. Sydney.
- Rodríguez M., P.A. (2014). *Modelo de recomendación adaptativa de objetos de aprendizaje en el marco de una federación de repositorios, apoyado en agentes inteligentes y perfiles de usuario*. Universidad Nacional de Colombia. <http://www.bdigital.unal.edu.co/11634/1/1053767913.2013.pdf>. (Consultado: 1 de octubre 2015)
- Zapata, M. (2006). “¿Han muerto los objetos de aprendizaje?”. La Columna, Revista RED Revista de Educación a Distancia, Año V, No. 14. Universidad de Murcia, España.
- Wood, D., Zaidman, M., Ruth, L. (2014). *Linked Data – Structured Data on the Web*. Manning Publications.