

SERVICIO WEB PARA RECOMENDACIÓN EN LA FEDERACIÓN DE REPOSITORIOS DE OBJETOS DE APRENDIZAJE COLOMBIA

WEB SERVICE RECOMMENDATION IN THE FEDERATION OF LEARNING OBJECTS REPOSITORY OF COLOMBIA

Paula A. Rodríguez¹, Néstor D. Duque², Demetrio A. Ovalle³, Oscar M. Salazar⁴

Recibido para publicación: 25 julio 2015 - Aceptado para publicación: 20 de septiembre 2015

RESUMEN

La federación de repositorios de objetos de aprendizaje Colombia (FROAC) permite acceder a Objetos de Aprendizaje (OA) almacenados en diferentes repositorios afiliados a la federación a través de búsquedas sencillas y avanzadas. El objetivo de este artículo es entregar OA adaptados a las preferencias y necesidades de los usuarios de la federación, integrando un sistema híbrido de recomendación de OA, que permite filtrar los resultados de una búsqueda y entregar primero aquellos OA que se ajusten mejor a las características del usuario. Para dicha integración se implementó un servicio web que permite la comunicación entre la federación y el sistema de recomendación. Los resultados permiten concluir que el sistema de recomendación en FROAC permite visualizar los OA que se adaptan a un usuario mejorando la precisión en cuanto a la relevancia de los resultados y que los servicios web son un mecanismo que facilita su implementación.

Palabras Clave: Servicio Web para Recomendación; Sistemas de Recomendación; Objetos de Aprendizaje; FROAC.

ABSTRACT

The Learning Objects Repositories federation Colombia (FROAC) allow accessing Learning Object (LO) stored in different repositories affiliated to the federation through simple and advanced searches. The aim of this article is to give LO adapted to users' preferences and needs, integrating a hybrid LO recommendation system, which allows you to filter search results and deliver first LO those that best fit the user characteristics. For such integration, a web service that enables communication between the federation and the recommendation system was implemented. The results show that the system can display LO through recommendation on FROAC suit a user improving accuracy as to the relevance of the results and that web services are a mechanism that facilitates its implementation.

Key word: Web Service Recommendation; Recommendation Systems; Learning Objects; FROAC.

¹ Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín Cra 80 # 65-223 Medellín, Antioquia, Colombia. parodriguezma@unal.edu.co

² Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín Cra 80 # 65-223 Medellín, Antioquia, Colombia. ndduqueme@unal.edu.co

³ Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín Cra 27 # 64-60, Manizales, Caldas, Colombia. dovalle@unal.edu.co

⁴ Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín Cra 27 # 64-60, Manizales, Caldas, Colombia. omsalazaro@unal.edu.co

1. INTRODUCCIÓN

El acceso a materiales educativos como los objetos de aprendizaje (OA), que se caracterizan por su disponibilidad inmediata a través de repositorios basados en Web y por sus metadatos descriptivos que permiten su búsqueda y recuperación, viene en aumento debido al crecimiento de la computación de alta velocidad y la comunicación a través de redes ubicuas [Peña et al., 2002]. Para maximizar la cantidad de OA a los que se puede tener acceso, los repositorios digitales centralizados se unen en federaciones de repositorios para compartir y tener acceso a los recursos de los demás [Tabares et al., 2015].

Una federación ofrece un enfoque unificado y uniforme de representación de los repositorios de OA componentes, tanto en visibilidad como en administración, definiendo un sistema jerárquico que centraliza el acceso e información en un solo portal. En ocasiones el rol que juega la federación es solamente permitir búsquedas centralizadas sobre recursos distribuidos sin explotar las posibilidades de un sitio común donde concentrar servicios y aplicaciones en beneficio de los usuarios [Duque, Ovalle, & Moreno, 2015], sin embargo FROAC (Federación de Repositorios de Objetos de Aprendizaje Colombia) sobrepasa la idea de búsquedas centralizadas de recursos distribuidos y la convierte en una plataforma de servicios y aplicaciones en beneficio de los usuarios [Tabares et al., 2015].

A pesar de las características de los OA y de las facilidades ofrecidas por los repositorios de estos, los estudiantes que desean recuperar objetos almacenados, tienen dificultades al especificar los términos de búsqueda para acceder a estos recursos y más aún que se adapten a sus características y necesidades [Wang et al., 2007]. Es allí donde los sistemas de recomendación surgen para entregar sugerencias de OA a un estudiante según sus características personales, preferencias propias o de un estudiante con gustos y opiniones similares a [Sanjuán et al., 2009]. Un sistema de recomendación se puede distinguir de un sistema de recuperación de información por la personalización de las respuestas a un usuario en particular [Burke, 2007] [Rodríguez, Duque, & Ovalle, 2012].

Los Sistemas de Recomendación (SR) son herramientas que apoyan al usuario a obtener

información de acuerdo a sus necesidades y preferencias. Para el uso de SR se debe contar con la caracterización de los usuarios a través de perfiles de usuario con el fin de entregar OA adaptados, recuperados desde federaciones de repositorios que almacenan grandes volúmenes de OA. Con el fin de enfrentar las dificultades encontradas, se propone en este artículo la integración de un sistema multi-agente para la recomendación híbrida de OA con la federación FROAC a través de la implementación de un servicio web que facilite la comunicación entre plataformas y entregue materiales educativos adaptados a los estudiantes. Los servicios web son promovidos regularmente como soluciones a la interoperabilidad entre plataformas heterogéneas y hoy en día están siendo altamente utilizados [Christensen et al., 2001].

La organización del artículo es la siguiente: mientras en la sección 2, se expone el marco conceptual de la investigación, en la sección 3, se hace referencia a los principales trabajos relacionados. En la sección 4, se presenta la implementación del servicio web que integra FROAC con el sistema multi-agente de recomendación híbrido. Finalmente, se presentan las conclusiones y el trabajo futuro.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Sistemas de Recomendación

A mediados de los años 90 surgen los Sistemas de Recomendación (SR) con el objetivo de entregar a los usuarios resultados adaptados y cercanos a sus necesidades [Casali et al., 2011]. Chesani (2002) define un SR como aquel capaz de realizar predicciones a partir del hecho que a un usuario le guste o no cierto ítem, objeto, medio o información al que podría acceder, para esto es necesario almacenar la información de los usuarios por medio de perfiles de usuario.

En la actualidad se han desarrollado muchas técnicas de SR, cada una puede ser usada para diferentes enfoques y en diferentes contextos, de acuerdo a las necesidades y a la información disponible [Hdioud, Frikh, & Ouhbi, 2012], debido que estas técnicas necesitan gran cantidad de información sobre los usuarios y recursos a recomendar para entregar resultados de calidad, esto se logra con la caracterización de los estudiantes y la retroalimentación que se realice de las recomendaciones.

Burke clasifica los SR así [Burke, 2002]:

2.1.1. Sistemas de Recomendación Basados en Contenido

Estos sistemas tienen en cuenta los intereses de los usuarios y aplica la recomendación sobre las características de los ítems. En los OA, la recomendación se realiza utilizando los metadatos y una o varias características del perfil del usuario.

2.1.2. Sistemas de Recomendación Colaborativos

Esta clase de sistemas construyen la recomendación como una agregación estadística/probabilística de las preferencias de otros usuarios [Burke, 2002]. Se fundamentan en el hecho de que los OA que le gustan a un usuario, les pueden interesar a otros usuarios con gustos similares. El gusto de un OA a un usuario se extrae de la votación que este dio al OA.

2.1.3. Sistemas de Recomendación Basado en Conocimiento

Estos sistemas se basan en el historial de navegación de un usuario, desde el cual se puede extraer las preferencias e intereses del usuario. Se basa en el hecho de que los objetos que le pueden gustar o interesar al usuario deben ser similares a OA que han sido de su agrado en el pasado.

2.1.4. Sistemas Híbridos de Recomendación

El enfoque híbrido, busca la unión entre varios enfoques o técnicas de recomendación con el objetivo de completar sus mejores características y hacer mejores recomendaciones.

2.2 Perfiles de Usuario

El modelado de las características primordiales como datos personales, intereses y preferencias es llamado el perfil de usuario. El uso de perfiles pretende tener información de un estudiante como sus características, necesidades y preferencias con el fin de entregar un resultado de búsqueda acorde a los diferentes usuarios [Casali et al., 2011].

Un componente de un perfil de usuario específicamente un perfil de estudiante lo compone el estilo de aprendizaje que se refiere a las estrategias preferidas de recopilar, interpretar, organizar y pensar sobre la nueva información [Alonso et al., 1997]. Los estilos de aprendizaje sirven como indicadores relativamente estables,

de cómo los alumnos perciben interacciones y responden a sus ambientes de aprendizaje.

2.3 Servicios Web

Un servicio web es una tecnología emergente que utiliza un conjunto de protocolos y estándares que sirven para el intercambio de información entre diferentes aplicaciones y plataformas. Los servicios web son promovidos regularmente como soluciones a la interoperabilidad entre plataformas heterogéneas y hoy en día están siendo altamente utilizados. Los servicios web se utilizan en formato XML, para describir servicios de red como un conjunto de puntos finales que operan en los mensajes que contienen la información de procedimientos a ejecutar [Christensen et al., 2001].

3. ESTADO DEL ARTE

La gestión de materiales educativos (búsqueda, recuperación, etiquetado) se ha venido abriendo lugar y cada día hay más investigaciones sobre el tema. Por otro lado, los sistemas de recomendación en línea son ampliamente utilizados para apoyar a los usuarios a encontrar información pertinente según sus características y necesidades. En esta sección se presentan algunos trabajos relacionados a la recomendación de materiales educativos.

Cleger et al. (2014) presentan una nueva técnica para mejorar las recomendaciones de materiales educativos entregando explicaciones del proceso de recomendación, su principal objetivo era entrenar un modelo de regresión, a partir de la información que se presenta en las explicaciones para cambiar la recomendación de un elemento de destino.

Salehi et al (2013) presentan un sistema de recomendación híbrido de materiales educativos, para lograrlo utilizan algoritmos genéticos basándose en las características explícitas de los estudiantes. Combinan dos sistemas de recomendación, el primero de ellos se basa en una matriz de cruce entre los materiales y las preferencias de los estudiantes. El segundo sistema da pesos implícitos a los recursos educativos que se consideran cromosomas en el algoritmo genético [Salehi et al., 2013].

Por otro lado Sikka et al (2012) realizan una revisión de los sistemas de recomendación que

pueden utilizarse en ambientes e-learning para encontrar actividades de aprendizaje pertinentes para un estudiante; llegan a la conclusión que se deben usar técnicas de minería web y un agente de software que desarrolle el proceso de recomendación [Sikka, Dhankhar, & Rana, 2012].

Sabitha et al. (2012) utilizan técnicas de minería de datos para buscar y recuperar objetos de aprendizaje a través de métricas de calidad y técnicas de clustering sobre las preferencias de los estudiantes y su perfil de usuario [Sabitha, Mehrotra, & Bansal, 2012]

Finalmente, Vekariya y Kulkarni (2012) presentan un sistema de recomendación híbrido entre las técnicas de filtrado colaborativo y basado en contenido, confirmando las ventajas del uso de técnicas híbridas para mejorar las predicciones de un sistema de recomendación, sin embargo su dominio de aplicación no son los materiales educativos [Vekariya & Kulkarni, 2012].

Aunque existen iniciativas de recomendación híbrida de materiales educativos, donde se cuenta con un perfil del estudiante y donde se entregan materiales adaptados, no se encontraron sistemas afiliados a una federación de repositorios de objetos de aprendizaje.

4. SERVICIO WEB PARA LA RECOMENDACIÓN DE OA EN FROAC

Como se mostró en la sección 3, existen diferentes aproximaciones y propuestas para la recomendación de materiales educativos con diferentes fines. En este artículo se propone la integración del sistema multi-agente de recomendación presentado en [Rodríguez et al., 2013] a la Federación de repositorios de objetos de aprendizaje FROAC, a través de la implementación de un servicio web que permite la comunicación entre el sistema multi-agente y la federación a través del intercambio de información.

En la figura 1 se puede ver la integración propuesta la cual se compone de tres elementos, el primero de ellos es la Federación de Repositorios de Objetos de Aprendizaje Colombia FROAC, el segundo es el servicio web como tal y finalmente el sistema multi-agente de recomendación híbrida. A continuación se explican los elementos que conforman dicha integración.

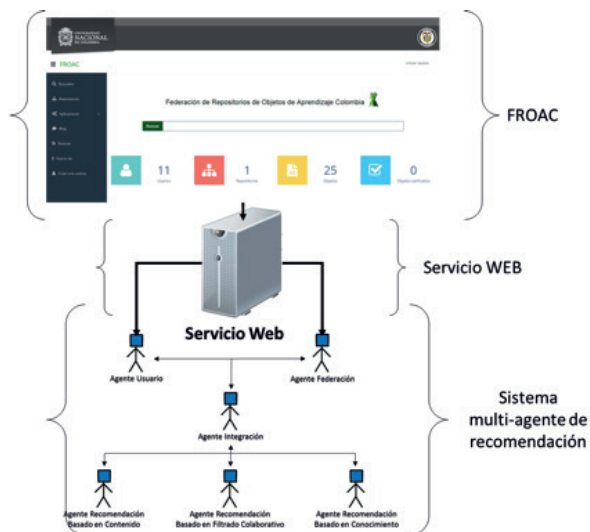


Figura 1. Integración del servicio web con FROAC.

4.1. Elemento 1: FROAC

FROAC permite el acceso a recursos educativos heterogéneos y provenientes de diversos repositorios, unos propios y otros vinculados con convenios institucionales, que además de permitir la búsqueda y recuperación de los recursos se propone también ofrecer a los usuarios servicios y aplicaciones que mejoren los resultados de sus búsquedas, que le permitan mayor interacción con el sistema y su participación en la evaluación de los recursos utilizados.

En la figura 2 se presenta el modelo general de la federación, el cual está compuesto por un grupo de repositorios locales de la Universidad Nacional de Colombia de las diferentes sedes, implementados utilizando la herramienta ROAp, repositorios de otras instituciones con diferentes arquitecturas y otras federaciones.

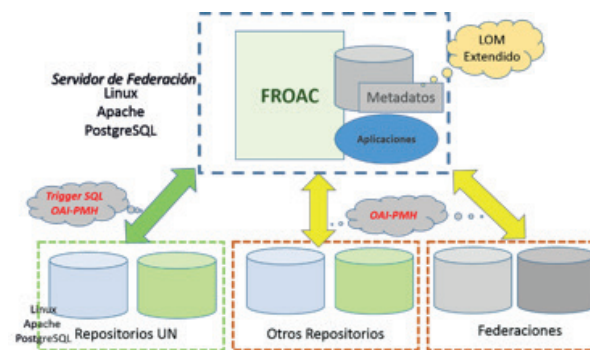


Figura 2. Modelo de FROAC.

El estándar de metadatos utilizado por FROAC es el IEEE LOM, sin embargo, se han agregado nuevos metadatos para cubrir necesidades específicas relacionadas con el desarrollo de aplicaciones y servicios que se ofrecen desde la Federación. FROAC está disponible en: <http://froac.manizales.unal.edu.co/>.

4.2. Elemento 2: Servicio Web

El servicio web implementado permite la comunicación y extracción de datos de la federación que son el insumo del sistema de recomendación.

Para su implementación se utilizó el estándar SOAP (Simple Object Access Protocol), por interés y experiencia del grupo de investigación, que pertenece actualmente a W3C [Christensen et al., 2001] y que permite la comunicación a través del intercambio de datos XML. Además SOAP aporta interoperabilidad entre aplicaciones de software independientemente de sus propiedades o de las plataformas sobre las que se instalen.

Para el proceso de recomendación se implementó el método adaptarOAs, que recibe como parámetro de inicialización el id del usuario activo que es aquel que está realizando una búsqueda en la federación y cuenta con un perfil de usuario.

El servicio web se comunica con el agente usuario y el agente federación del SMA de recomendación, con el objetivo de proveerlos de la información

necesaria para que los agentes recomendadores puedan ejecutar su proceso.

Para el sistema de recomendación se toma en cuenta las características del estudiante como su perfil académico, perfil pedagógico y finalmente el perfil psicopedagógico donde el estilo de aprendizaje es el factor más relevante para hacer las recomendaciones [Alonso, Gallego, & Honey, 1997]

El servicio web debe entregar los perfiles de los usuarios al sistema de recomendación así:

Perfil Usuario X: Este perfil se refiere a las características que describen el usuario activo y al cual se le entregarán los resultados de las recomendaciones.

Todos los Perfiles Usuario: La recomendación colaborativa, necesita la información de los usuarios para calcular la vecindad de usuarios similares y buscar los OA a recomendar.

Historial Usuario X: En el historial de los usuarios está almacenada la calificación de los OA que ha evaluado en el pasado con la fecha de dicha calificación. El usuario X es el usuario activo, quien es el objetivo para hacer las recomendaciones.

En la figura 3 se presenta un fragmento del servicio web implementado.

```

▼<!--
  Published by JAX-WS RI at http://jax-ws.dev.java.net. RI's version is JAX-WS RI 2.2.4-b01.
-->
▼<!--
  Generated by JAX-WS RI at http://jax-ws.dev.java.net. RI's version is JAX-WS RI 2.2.4-b01.
-->
▼<definitions xmlns:wsu="http://docs.oasis-open.org/wss/2004/01/oasis-200401-wss-wssecurity-utility-1.0.xsd" xmlns:wsp=
xmlns:wsp1_2="http://schemas.xmlsoap.org/ws/2004/09/policy" xmlns:wsam="http://www.w3.org/2007/05/addressing/metadata"
xmlns:tns="http://ServicioWeb/" xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" xmlns="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/"
  ▼<types>
    ▼<xsd:schema>
      <xsd:import namespace="http://ServicioWeb/" schemaLocation="http://localhost:6020/ServicioWeb?xsd=1"/>
    </xsd:schema>
  </types>
  ▼<message name="adaptarOAs">
    <part name="parameters" element="tns:adaptarOAs"/>
  </message>
  ▼<message name="adaptarOAsResponse">
    <part name="parameters" element="tns:adaptarOAsResponse"/>
  </message>
  ▼<portType name="ServicioSMA">
    ▼<operation name="adaptarOAs">
      <input wsam:Action="http://ServicioWeb/ServicioSMA/adaptarOAsRequest" message="tns:adaptarOAs"/>
      <output wsam:Action="http://ServicioWeb/ServicioSMA/adaptarOAsResponse" message="tns:adaptarOAsResponse"/>
    </operation>
  </portType>
</definitions>

```

Figura. 3. Servicio Web.

4.3. Elemento 3: Sistema multi-agente de recomendación híbrida

En este elemento se encuentra un sistema multi-agente de recomendación híbrida, que integra tres tipos de recomendación. Se adoptó la metodología de los sistemas multi-agentes (SMA) debido que en el grupo se ha venido trabajando en ella, y encontramos ventajas como el paralelismo que permite que cada agente ejecute una técnica de recomendación diferente, independiente y al mismo tiempo, mejorando el rendimiento del sistema. Además la distribución de tareas, la heterogeneidad de los agentes que componen el SMA y finalmente por la escalabilidad cuando se quiera agregar una nueva técnica de recomendación.

Las técnicas de recomendación de este SMA son: la primera de ellas es la recomendación por contenido donde se relaciona la información de los metadatos de los OA con el perfil del estudiante y se seleccionan aquellos OA que personalicen los resultados que se le entregan al estudiante. La segunda es la recomendación colaborativa que está basada en filtrado colaborativo y busca OA que le gustaron o interesaron a usuarios similares para entregarlos como resultado de la recomendación. Y finalmente la recomendación basada en conocimiento, también llamada basada en el historial cuyo objetivo es encontrar OA similares a los que el usuario activo evaluó en el pasado.

Para que el sistema entregue una recomendación híbrida se deben definir los criterios para ordenar los resultados de los otros tres tipos de recomendación, para ello, entonces se define los OA a ser entregados al usuario a través de la intersección de resultados, es decir, aquellos OA comunes en los tres procesos de recomendación tendrán los primeros lugares, en la lista continúan aquellos que fueron recomendados por dos de las técnicas y finalmente los OA que están sólo en una lista de recomendaciones.

5. CASO DE ESTUDIO

Para mostrar la validez de la integración se describe a continuación un caso de estudio del funcionamiento del servicio web.

Se tiene un estudiante cuyo estilo de aprendizaje es auditivo, tiene un grado de escolaridad de pregrado y entre sus preferencias se sabe que le

gustan los OA en español, así como sus temas de interés es la programación orientada a objetos. Además ha evaluado objetos relacionados con la programación dinámica con 4 y 5 estrellas. Este estudiante realiza una búsqueda en FROAC, con la palabra "algoritmos". FROAC realiza la búsqueda utilizando los metadatos de título, descripción y palabras clave generando una lista de resultados de búsqueda, inmediatamente el servicio web se dispara y recopila los metadatos de los OA resultados de búsqueda, toda la información del perfil de este estudiante (perfil del usuario x), con el historial de uso de los OA (historia del usuario x) y todos los perfiles de los usuarios registrados en el sistema con sus calificaciones. Toda esta información es recibida por el sistema de recomendación.

Cada agente de recomendación, ejecuta sus comportamientos así: El agente de contenido, toma la característica del estudiante, estilo de aprendizaje y realiza la selección de OA que se adapten al estilo de aprendizaje de este estudiante. El agente de filtrado colaborativo, busca usuarios similares al usuario que está realizando la búsqueda, por las características del estilo de aprendizaje, preferencias y grado de escolaridad, al encontrar usuarios similares selecciona los OA que evaluaron con 4 y 5 estrellas, para generar así su resultado de recomendación. Finalmente el agente basado en conocimiento, recibe los objetos que el estudiante al que se le va a recomendar, evaluó con 4 y 5 estrellas y busca cuales OA son similares a estos para ser candidatos a recomendar. El agente de integración, realiza el proceso de combinar las tres diferentes listas de resultados. Esta lista se manda a la federación a través del servicio web que estaba esperando una respuesta. FROAC recibe la lista de recomendación y se la presenta al estudiante en la interfaz de la federación, como se muestra en la figura 4.



Figura 4. Resultados de la recomendación.

6. CONCLUSIONES

En este trabajo se presentó el desarrollo de un servicio web que permite la comunicación entre la Federación de Repositorios de Objetos de Aprendizaje FROAC con un sistema multi-agente de recomendación híbrida con el objetivo de entregar OA adaptados a las preferencias y necesidades de un estudiante. Las principales ventajas encontradas al utilizar un servicio web en la comunicación con la federación son la interoperabilidad, independencia y seguridad de la información que maneja la federación.

Como trabajo futuro se plantea realizar pruebas de desempeño y de rendimiento del servicio web, además de ver la posibilidad de ofrecerlos a otros sistemas para que lo consuman.

AGRADECIMIENTOS

El trabajo presentado en este artículo es realizado en el marco de proyecto "Gestión de Recursos Educativos Digitales Accesibles" financiado por la Universidad Nacional de Colombia, con Código Hermes: 28828.

REFERENCES

- [1]. Alonso, C., Gallego, D., & Honey, P. (1997). Los Estilos de Aprendizaje. Procedimientos de diagnóstico y mejora. Bilbao.
- [2]. Burke, R. (2002). Hybrid Recommender Systems: Survey and Experiments. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 12(4), 331–370.
- [3]. Burke, R. (2007). Hybrid web recommender systems. *The Adaptive Web*, 4321, 377–408.
- [4]. Casali, A., Gerling, V., Deco, C., & Bender, C. (2011). Sistema inteligente para la recomendación de objetos de aprendizaje. *Revista Generación Digital*, 9(1), 88–95.
- [5]. Chesani, F. (2002). Recommendation Systems. *Curso Di Laurea in Ingegneria Informatica*, 1–32.
- [6]. Christensen, E., Curbera, F., Meredith, G., & Weerawarana, S. (2001). Web Services Description Language (WSDL) 1.1. <http://www.w3.org/TR/2001/NOTE-wsdl-20010315>.
- [7]. Cleger, S., Fernández-Luna, J. M., & Huete, J. F. (2014). Learning from explanations in recommender systems. *Information Sciences*, 287, 90–108. doi:10.1016/j.ins.2014.07.031
- [8]. Duque, N. D., Ovalle, D. A., & Moreno, J. (2015). OBJETOS DE APRENDIZAJE, REPOSITARIOS Y FEDERACIONES... CONOCIMIENTO PARA TODOS.

- [9]. Edwards, D., Rai, S., Phillips, R., & Fung, L. C. C. (2007). A Framework for Interoperable Learning Objects for E-Learning. In *Learning Objects and Instructional Design*. Santa Rosa, California: Informing Science Press (pp. 437–469).
- [10]. Hdioud, F., Frikh, B., & Ouhbi, B. (2012). A comparison study of some algorithms in Recommender Systems. *Information Science and Technology (CIST), Colloquium*, 130–135.
- [11]. Peña, C. I., Marzo, J., De la Rosa, J. L., & Fabregat, R. (2002). Un sistema de tutoría inteligente adaptativo considerando estilos de aprendizaje. Universidad de Girona, España.
- [12]. Rodríguez M, P. A., Duque, N. D., & Ovalle, D. (2012). Hacia un modelo de recomendación adaptativa de OAs en el marco de una federación de repositorios apoyado en agentes inteligentes y estilos de aprendizaje. *Revista Avances Universidad Libre*, 1–12.
- [13]. Rodriguez, P., Tabares, V., Duque, N., Ovalle, D., & Vicari, R. (2013). BROA: An agent-based model to recommend relevant Learning Objects from Repository Federations adapted to learner profile. *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*, 2(1), 6–11. doi:10.9781/ijimai.2013.211
- [14]. Sabitha, a S., Mehrotra, D., & Bansal, A. (2012). Quality metrics a quanta for retrieving learning object by clustering techniques. In *2012 Second International Conference on Digital Information and Communication Technology and it's Applications (DICTAP)* (pp. 428–433). Ieee. doi:10.1109/DICTAP.2012.6215396
- [15]. Salehi, M., Pourzaferani, M., & Razavi, S. A. (2013). Hybrid attribute-based recommender system for learning material using genetic algorithm and a multidimensional information model. *Egyptian Informatics Journal*. doi:10.1016/j.eij.2012.12.001
- [16]. Sanjuán, O., Torres, E., Castán, H., Gonzalez, R., Pelayo, C., & Rodriguez, L. (2009). Viabilidad de la aplicación de Sistemas de Recomendación a entornos de e-learning. Universidad de Oviedo, España.
- [17]. Sikka, R., Dhankhar, A., & Rana, C. (2012). A Survey Paper on E-Learning Recommender System. *International Journal of Computer Applications*, 47(9), 27–30. doi:10.5120/7218-0024
- [18]. Tabares, V., Duque, N., Rodríguez, P., Moreno, J., & Ovalle, D. (2015). FROAC : Una Iniciativa Colombiana para la Integración de Repositorios de Objetos. *Campus Virtuales*, IV(1), 108–117.
- [19]. Vekariya, V., & Kulkarni, G. R. (2012). Hybrid recommender systems: Survey and experiments. In *2012 Second International Conference on Digital Information and Communication Technology and it's Applications (DICTAP)* (pp. 469–473). Ieee. doi:10.1109/DICTAP.2012.6215409
- [20]. Wang, T. I., Tsai, K. H., Lee, M. C., & Chiu, T. K. (2007). Personalized Learning Objects Recommendation based on the Semantic Aware Discovery and the Learner Preference Pattern. *Educational Technology & Society*, 10(3).