



Recibido: 13/10/2020

Aceptado: 09/02/2021

Revision sistemática de la literatura de los sistemas de recomendacion de contenidos educativos

Luis Daniel Álava Pivaque ¹

¹Facultad de Ciencias Informáticas de la Universidad Técnica de Manabí Portoviejo, Manabí, Ecuador

¹lalava9533@utm.edu.ec

RESUMEN

En la actualidad, el Sistema de Recomendación Basado en Contenidos (RS) contribuye al objetivo de dotar a los docentes de más herramientas de apoyo a la docencia por competencias, especialmente en la educación superior, esta investigación presenta la fase inicial hacia el desarrollo de RS basados en contenidos educativos y personalizados. caminos de aprendizaje. La revisión de la literatura se realizó explorando el tema central en bases de datos tecnológicas especializadas, realizando un análisis de manera sistemática, buscando información que sirva de base, analizando los puntos más relevantes como las tendencias y los mejores métodos y prácticas utilizados en la desarrollo de un RS.

ABSTRACT At present, Content-Based Recommendation System (RS) contribute to the aim of providing teachers with more support tools for competence-based teaching, especially in higher education. This research presents the initial phase towards the development of RS based on educational contents and personalized learning paths. The literature review was carried out by exploring the central topic in specialized technology databases, making an analysis in a systematic way, looking for information to serve as a basis, analysing the most relevant points such as trends and the best methods and practices used in the development of an RS.

KEYWORDS: Recommendation systems, content, higher education.

1. Introducción

El uso de plataformas educativas en la actualidad se ha incrementado desmesuradamente. Lo anterior ha potenciado un incremento desmedido y apresurado de recursos educativos en la Web [1]. Los sistemas de recomendación se enfocan en emplear modelos o técnicas de recuperación de información relevante para los usuarios. Este estudio tiene como objetivo presentar un estado del arte de los estudios analizados de los diferentes sistemas de recomendación de contenidos educativos, pero esto implica elegir técnicas de recomendación adecuadas que determinarían el proceso que los sistemas podrían seguir para predecir y recomendar útiles elementos a los usuarios [2]. Los sistemas de recomendación (SR) han existido desde un poco antes de los años 90 y se han aplicado genéricamente para el comercio electrónico, entretenimiento, búsqueda de información, servicios y socialización. Dada la popularidad y aceptación de estos sistemas en los últimos años, su aplicación se ha ido extendiendo a otros campos. Desde hace casi dos décadas se han adecuado estos enfoques y técnicas de recomendación al ámbito educativo dando lugar a los SR enfocados al Aprendizaje Mejorado por Tecnología o TEL (por sus siglas en Inglés Technology Enhanced Learning). Según los especialistas, TEL es un campo amplio que abarca tanto al aprendizaje formal como al informal, desde el aula hasta el lugar de trabajo y del aprendizaje tradicional al móvil. De acuerdo con



[3], una de las necesidades globales de los SR enfocados a TEL es establecer metodologías de desarrollo para la personalización de experiencias de usuarios en el campo de la educación. En [4] se menciona que encontrar buenas rutas es una de las tareas de usuario de los SR genéricos que podría ser aplicable en TEL. Esta tarea consiste en recomendar rutas alternativas de acceso al contenido educativo para lograr un objetivo de aprendizaje específico. De igual forma, sugieren explorar los criterios para la construcción de las rutas y las recomendaciones de secuencias alternativas pero similares. Por otra parte, la excesiva cantidad de recursos educativos que predominan en Internet puede complicar la selección de contenidos que verdaderamente satisfagan las necesidades de aprendizaje de los usuarios, especialmente aquellos que disponen de poco tiempo para capacitarse. En este contexto, los SR pueden hacer recomendaciones de los recursos más adecuados de acuerdo con el perfil y estilo de aprendizaje de los usuarios, además de sugerir los recursos inmediatos que podría continuar utilizando. La aplicación de SR en temas específicos de una disciplina mediante rutas de aprendizaje es un tema poco explorado.

2. Metodología

Para llevar a cabo el estudio fue usado una revisión sistemática de la literatura SLR, para estructurar y organizar información más relevante de los sistemas de recomendación de contenidos, los problemas que intentaron resolver, la relación que guardan con esta investigación y la comparación de sus técnicas y métodos de desarrollo [1]. Este SLR cumplió con los siguientes pasos: 1) Se establecieron las preguntas de investigación. 2) Palabras claves o frases específicas fueron establecidas. 3) Los artículos seleccionados fueron analizados. 4) Información más relevante fue tomada en cuenta. En este orden de acuerdo con el primer paso, las preguntas de investigación que se establecieron fueron: 1) ¿Qué son los sistemas de recomendación de contenidos educativos? 2) ¿Cuáles son los métodos y técnicas que se usan en los sistemas de recomendación de contenidos educativos? 3) ¿Cómo se mide la calidad de los sistemas de recomendación de contenidos educativos? 4) ¿Qué parámetros se podrían seleccionar para entrenar los sistemas de recomendación de contenidos educativos?

En el siguiente paso, se procedió a realizar una búsqueda de las Keywords, las cuales se las realizó en los repositorios de Google Scholar, esto se realizó para el control de la literatura y términos base. La Tabla I muestra el resumen de los artículos encontrados.

Tabla 1: Búsqueda de términos base.

Palabras claves	Repositorio
	Google Scholar
"Recomender Systems"	143
"Recommender Systems collaborative"	2440
"Recommender Systems for Learning"	901

Para la selección de estudios candidatos se empleó una búsqueda en diferentes revistas con un alto nivel de prestigio en el mundo debido a sus bastos artículos sobre todo en el campo de la ingeniería. Las diferentes bases de datos que se exploraron en esta revisión son: ACM Digital Library, IEEE Explore, Springer. El estudio de los sistemas de recomendación es reciente en comparación con la investigación en otras herramientas y técnicas clásicas de sistemas de información [5]. Se consideró establecer un rango de años para la búsqueda de artículos y actas de conferencia en las diferentes bases de datos antes mencionada, el rango se estableció entre 2015 y 2020, por lo que se consideró criterios de exclusión e inclusión como a continuación se detallan. Los criterios que se utilizaron se alinean hacia el hallazgo de información relacionada al desarrollo de sistemas de recomendación de contenidos de aprendizaje.

Criterios de Inclusión: 1) Artículos con experiencias en sistemas de recomendaciones en entornos de educación superior. 2) Artículos con descripciones y relaciones entre el rendimiento sistemas de recomendación



y objetos de aprendizaje. 3) Artículos que apliquen metodologías de detección de patrones y factores de los sistemas de recomendación de contenidos educativos.

Criterios de Exclusión: 1) Artículos que guarden relación con la educación escolar, 2) Estudios con aplicaciones, diferentes al desarrollo de sistemas de recomendación de contenidos educativos. 3) Artículos publicados hasta 5 años de antigüedad.

Para el proceso de búsqueda y selección de artículos, como primer paso se realizó una búsqueda básica a aquellos artículos o conferencias que incluyeran las palabras “Recommender System” en el título del documento. Posteriormente, se refinó la búsqueda utilizando los operadores booleanos “AND” y “OR” y que se establecieron en las cadenas de búsquedas con las palabras claves con mayor frecuencia. La cadena de búsqueda ideal que se aplicó luego de probar y descartar palabras claves con mínima puntuación fue la siguiente: (“recommender system” OR “educational content” OR “Learning objects”) AND (“prediction techniques” OR “filtering techniques”). En la tabla II se visualiza los resultados al aplicar la cadena de búsqueda en las diferentes bases de datos.

Tabla 2: Resumen de selección de estudios.

Bases de datos	Candidatos	Descartados	Seleccionados	Primarios
IEE Xplore	938	910	28	4
Springer Link	1167	1079	88	3
ACM library	172	140	32	3

Descripción de los artículos revisados

En [6] se habla sobre técnicas semánticas, este sistema de recomendación híbrido se basa en dos tipos de recomendaciones: basado en contenido (modelo de ontología de dominio) y basado en reglas (basado en intereses del alumno). En [3] plantean un SR para Cursos Abiertos Masivos y en Línea (MOOC) fundamentado en algoritmos de filtrado colaborativo y Aprendizaje Automático (Machine Learning) además de considerar las calificaciones implícitas de los usuarios. El flujo del sistema va desde la generación de las calificaciones implícitas a partir del comportamiento de aprendizaje de los usuarios; el entrenamiento del sistema para la determinación del vecindario de aprendices; las predicciones de las calificaciones utilizando vectores de características y vectores de parámetros; y la recomendación de los MOOC.

3. Resultados y Discusión

A. ¿Qué son los sistemas de recomendación de contenidos educativos? En este estudio se presenta un panorama de la revisión sistemática de la literatura SLR de los sistemas de recomendaciones de recursos educativos digitales en educación superior. Se muestran 10 de las 78 publicaciones recuperadas con el método de búsqueda y selección descrito previamente. Estos 10 trabajos ([4], [7], [5], [8], [9], [3], [10], [11], [12], [13]) cumplieron con los criterios de inclusión / exclusión establecidos. Se revisaron y compararon mediante una tabla (adaptada de [7]) enriquecida con otros criterios para el propósito de esta investigación. Con relación a las características del perfil de usuario tomadas en cuenta para las recomendaciones, seis SR se basan en las preferencias del usuario; tres, en el estilo de aprendizaje; cuatro en la calificación o rating que los usuarios otorgan y dos más en el conocimiento previo (Tabla III). En los diez casos se pudo observar que el entorno predominante es el de Web y solamente uno [8] utiliza entornos móviles.

B. ¿Cuáles son los métodos que y técnicas que se usan en los sistemas de recomendación de contenidos educativos? Para diseñar un SR por un lado [14] plantea que es necesario crear cuatro procesos de acuerdo con el método de filtrado colaborativo: en primer lugar, construyendo la circulación y las matrices de palabras clave. En segundo lugar, crear el modelo de palabras clave. En tercer lugar, la construcción del modelo probabilístico de palabras clave. Por último, generar las recomendaciones del contenido que se requiere. Por otra parte [13] expresa que el algoritmo de filtrado colaborativo basado en el usuario



Tabla 3: Características del perfil de usuario.

Artículo	Características del perfil de usuario			
	Preferencias	Estilo de aprendizaje	Calificación	Conocimiento previo
[5]		X		
[6]	X			
[7]	X	X	X	
[8]	X	X		
[9]				X
[4]	X		X	X
[10]			X	
[11]	X			
[12]	X			
[13]			X	

se divide en tres pasos: en primer lugar, establecer el modelo de usuario. En segundo lugar, encontrar el vecino más cercano. Por último, establecer y generar recomendaciones. En [14] [13], se analiza que la técnica de filtrado colaborativo se basan en la recopilación y análisis de gran cantidad de información sobre el comportamiento de los usuarios.

Sobre las técnicas de recomendación, se pudo apreciar que ocho se basan en SR para TEL [4], [7], [5], [8], [9], [3], [10], [11], entre los cuales, cinco SR utilizaron la técnica de filtrado colaborativo; cinco más la técnica basada en contenido; dos usaron la técnica basada en conocimiento; y tres son de tipo híbrido. Cuatro de los diez SR se combinan con un Sistema Multiagente (SMA) para entregar las recomendaciones (TABLA IV). Se encontró que la mayoría de los SR sugiere material educativo basado en objetos de aprendizaje y cursos en línea. Se observó, además, que el estado de desarrollo de estos SR fue en su mayor parte como prototipo, cuatro son considerados sistemas completos, uno como Framework y uno más como estudio preliminar. Asimismo, en [3] se sugieren secuencias de unidades didácticas y caminos de navegación, sin embargo, no se especifica la construcción de rutas de aprendizaje de acuerdo con el conocimiento previo del usuario. Por último, el SR propuesto en [12] es uno de los más relacionados con esta investigación, puesto que recomienda rutas de aprendizaje. Sin embargo, existen diferencias notables que sugieren un análisis cuidadoso antes de considerar la forma de construcción de las rutas de aprendizaje, ya que se conforman a partir de los objetivos y capacidades de programación del usuario, entre otros aspectos. Además, se pudo observar que el tipo de usuario al que está dirigido tiene características distintas al del proyecto que enmarca esta revisión de literatura. Lo mismo sucede con el tema a recomendar, la naturaleza de la enseñanza en programación requiere contar con ciertas habilidades y conocimientos informáticos.

C. Cómo se mide la calidad de los sistemas de recomendación de contenidos educativos? En [15], valida los resultados con la técnica de agrupación K-means, por otra parte [14] utiliza varias métricas que se utilizan para los RS, Average Precision (AP) para medir los valores del rendimiento de un usuario objetivo, donde se encuentran los ítems más relevantes, utiliza parámetros como: puntuación F1 y ganancia acumulativa descontada normalizada (NDCG). Todas estas métricas nos permiten evaluar la puntuación de las muestras tomadas en el entrenamiento del algoritmo permitiéndonos medir el desempeño de nuestro SR.

4. Conclusiones

Los sistemas de recomendación aplicados a la educación superior son un área emergente, en la cual será de vital importancia la personalización de las tendencias y las estrategias del aprendizaje a través de medios digitales. La revisión sistemática de la literatura permitió identificar algunos estudios que comprueban la posibilidad de aplicar las diferentes técnicas y parámetros que deben tomarse en cuenta al momento de construir un SR. Por otra parte se evidencia que son escasos los SR que realizan recomendaciones de



Tabla 4: Enfoques de modelos de recomendación identificados.

Artículo	Enfoques de recomendación				Técnicas
	Filtrado colaborativo	Basado en contenido	Basado en conocimiento	Híbrido	
[5]	X				SMA
[6]		X			SMA
[7]	X	X	X	X	SMA
[8]					SMA Ontology
[9]				X	Text Mining
[4]	X	X			Fuzzy k-Means Top-N Algorithm
[10]	X			X	Machine Learning
[11]	X	X		X	Neural Network Algorithm
[12]		X			Web Scrapping
[13]	X				Clustering k-Means

rutas de aprendizaje personalizadas para acceder a recursos educativos de micro aprendizaje diseñados para entornos móviles. Será necesario realizar un análisis más profundo de la forma de construcción y recomendación de las rutas de aprendizaje, con el fin de reconocer las técnicas que podrían servir de base para continuar esta investigación. Se establece, además, la necesidad de dar seguimiento a esta revisión para ampliar la muestra de trabajos relacionados para contar con un panorama más completo. En las investigaciones futuras se recomendaría prototipo de sistema de recomendación de rutas de aprendizaje diseñado para entornos móviles.

Referencias

- [1] A. E. Rodriguez Medina y A. Ramirez Martinell. "Recommender System in Higher Education: A Preliminary Study of State of the art". En: *2019 XIV Latin American Conference on Learning Technologies (LACLO)*. Oct. de 2019, págs. 231-236. DOI: 10.1109/LACLO49268.2019.00047.
- [2] M. Hassan y M. Hamada. "Smart media-based context-aware recommender systems for learning: A conceptual framework". En: *2017 16th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET)*. Jul. de 2017, págs. 1-4. DOI: 10.1109/ITHET.2017.8067805.
- [3] V. Garg y R. Tiwari. "Hybrid massive open online course (MOOC) recommendation system using machine learning". es. En: (ene. de 2016). Publisher: IET Digital Library, 11 (5 .)-11 (5 .) DOI: 10.1049/cp.2016.1479.
- [4] Clara Inés Peña y col. "Un sistema de tutoría inteligente adaptativo considerando estilos de aprendizaje". es. En: *Revista UIS Ingenierías* 1.2 (nov. de 2002). Number: 2, págs. 17-29. ISSN: 2145-8456.
- [5] Demetrio A. Ovalle, Oscar M. Salazar y Néstor D. Duque. "Modelo de Recomendación Personalizada en Cursos Virtuales basado en Computación Ubicua y Agentes Inteligentes". En: *Información tecnológica* 25.6 (2014). Publisher: Centro de Información Tecnológica, págs. 131-142. ISSN: 0718-0764. DOI: 10.4067/S0718-07642014000600016.
- [6] L. Zhuhadar y col. "Multi-model Ontology-Based Hybrid Recommender System in E-learning Domain". En: *2009 IEEE/WIC/ACM International Joint Conference on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology*. Vol. 3. Sep. de 2009, págs. 91-95. DOI: 10.1109/WI-IAT.2009.238.



- [7] Paula Andrea Rodriguez Marín y col. “Modelo multi-agente para recomendación híbrida de objetos de aprendizaje.” Inglés. En: *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, núm. 40, 40 (dic. de 2013), págs. 96-110. ISSN: 0124-5821.
- [8] Beatriz Fernández Reuter y Elena Durán. “Framework de recomendación automática de contenidos en foros de discusión para entornos de e-learning”. En: *Proceedings of the 7th Euro American Conference on Telematics and Information Systems*. EATIS '14. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, abr. de 2014, págs. 1-2. ISBN: 978-1-4503-2435-9. DOI: 10.1145/2590651.2590689.
- [9] D. Yanhui y col. “A Group Recommender System for Online Course Study”. En: *2015 7th International Conference on Information Technology in Medicine and Education (ITME)*. Nov. de 2015, págs. 318-320. DOI: 10.1109/ITME.2015.99.
- [10] M. H. Ansari y col. “CodERS: A hybrid recommender system for an E-learning system”. En: *2016 2nd International Conference of Signal Processing and Intelligent Systems (ICSPIS)*. Dic. de 2016, págs. 1-5. DOI: 10.1109/ICSPIS.2016.7869884.
- [11] N. L. Adam y col. “Preliminary study on educational recommender system”. En: *2017 IEEE Conference on e-Learning, e-Management and e-Services (IC3e)*. Nov. de 2017, págs. 97-101. DOI: 10.1109/IC3e.2017.8409245.
- [12] T. Saito e Y. Watanobe. “Learning Path Recommender System based on Recurrent Neural Network”. En: *2018 9th International Conference on Awareness Science and Technology (iCAST)*. ISSN: 2325-5994. Sep. de 2018, págs. 324-329. DOI: 10.1109/ICAwST.2018.8517231.
- [13] Yonghong Tian y col. “College Library Personalized Recommendation System Based on Hybrid Recommendation Algorithm”. en. En: *Procedia CIRP*. 11th CIRP Conference on Industrial Product-Service Systems 83 (ene. de 2019), págs. 490-494. ISSN: 2212-8271. DOI: 10.1016/j.procir.2019.04.126.
- [14] Noor Ifada y col. “Enhancing the Performance of Library Book Recommendation System by Employing the Probabilistic-Keyword Model on a Collaborative Filtering Approach”. en. En: *Procedia Computer Science*. The 4th International Conference on Computer Science and Computational Intelligence (ICCS CI 2019) : Enabling Collaboration to Escalate Impact of Research Results for Society 157 (ene. de 2019), págs. 345-352. ISSN: 1877-0509. DOI: 10.1016/j.procs.2019.08.176.
- [15] A. Slim y col. “An Automated Framework to Recommend A Suitable Academic Program, Course and Instructor”. En: *2019 IEEE Fifth International Conference on Big Data Computing Service and Applications (BigDataService)*. Abr. de 2019, págs. 145-150. DOI: 10.1109/BigDataService.2019.00026.