

## **Desarrollo de una aplicación web progresiva para la recomendación de películas y libros mediante la técnica de filtrado colaborativo**

**Gina Maribel Valenzuela Sabogal**

Ingeniería de Sistemas, Universidad de Cundinamarca, Facativá,  
gvalenzuela@ucundinamarca.edu.co

**Yhon Steven Cruz Correa**

Ingeniería de Sistemas, Universidad de Cundinamarca, Facativá,  
ystevencruz@ucundinamarca.edu.co

**Christian David Díaz Rendón**

Ingeniería de Sistemas, Universidad de Cundinamarca, Facativá,  
christianddiaz@ucundinamarca.edu.co

**Recibido:** 30/11/2020 - **Aceptado:** 15/12/2020 – **Publicado:** 02/02/2021

### **RESUMEN**

En Internet, donde la cantidad de opciones se vuelve cada vez más abrumadora, se hace necesario tener la capacidad de filtrar, priorizar y entregar de la manera más eficiente posible la información relevante para disminuir el problema de la sobrecarga de información, el cual se ha convertido en un inconveniente para muchos usuarios de internet. Los sistemas de recomendación contribuyen a la solución de este problema buscando en un gran volumen de información con el objetivo de proporcionar a los usuarios contenidos, productos y servicios personalizados. El presente artículo de investigación busca desarrollar una aplicación web progresiva que integre un sistema de recomendación capaz de proporcionar a los usuarios recomendaciones personalizadas sobre libros y películas. Una vez realizada una aproximación a las principales técnicas de recomendación, se ha encontrado que la técnica de filtrado colaborativo apoyaría de forma fundamental al sistema de recomendación como producto final de este artículo de investigación.

**Palabras clave:** sistema de recomendación; filtrado colaborativo; factorización matricial; aplicación web progresiva.

### **ABSTRACT**

On the Internet, where the number of options becomes increasingly overwhelming, it is necessary to have the ability to filter, prioritize and deliver relevant information in the most efficient way possible to reduce the problem of information overload, which has become an inconvenience for many internet users. Recommendation systems contribute to solving this problem by searching a large volume of information with the aim of providing

users with personalized content, products and services. This research project seeks to develop a progressive web application that integrates a recommendation system capable of providing users with personalized recommendations on books and movies. Once an approach to the main recommendation techniques has been carried out, it has been found that the collaborative filtering technique would fundamentally support the recommendation system as the final product of this research project.

**Keywords:** recommendation system; collaborative filtering; matrix factoring; progressive web application.

## 1. INTRODUCCIÓN

Los sistemas de recomendación son sistemas de filtrado de información que abordan el problema de la sobrecarga de información, filtrando fragmentos de información valiosa de una gran cantidad de información generada dinámicamente teniendo en cuenta ya sea las preferencias, el interés o el propio comportamiento del usuario (Isinkaye, Folajimi & Ojokoh, 2015). Por ejemplo, ‘Este artículo podría gustarle’, ‘Personas que compraron este artículo también compraron...’ o ‘Esto también podría interesarle’ son frases cada vez más frecuentes en la cotidianidad de los usuarios consumidores de productos y servicios virtuales. Todo esto debido a que, en la actualidad, los sistemas de recomendación se han consolidado como una gran tendencia para el crecimiento del comercio digital (Walid, 2017).

Los sistemas de recomendación tienen la capacidad de predecir si un usuario en particular preferiría un artículo o no dependiendo generalmente del perfil del usuario, este perfil puede ser definido por el propio usuario o puede ser construido dinámicamente observando su comportamiento dentro de la aplicación, sitio web, etc. Estos sistemas son ya ampliamente utilizados en Internet y requieren gran cantidad de información, para el caso de probar los algoritmos de filtrado colaborativo. La disponibilidad de datos es importante para caracterizar el problema según el contexto en el que se aplique (Ayala-Yaguara, Valenzuela-Sabogal & Espinosa-García, 2019; Borrero-Puentes & Alcalá-Zarate, 2020).

El crecimiento explosivo en la cantidad de información digital disponible en internet, sumado al gran número de usuarios consumidores de ésta, han generado un desafío debido a la sobrecarga de información que dificulta el acceso oportuno a elementos de interés en Internet. Gracias a la tecnología podemos acceder a todo tipo de medios y estamos enterados de las últimas noticias al instante que suceden, lo que puede llegar a causar un exceso de información en el que nos vemos abrumados (Canelada, 2019), es por este motivo que existen varias técnicas para la construcción de sistemas de recomendación, normalmente se clasifican dependiendo de su forma de tratar la estimación de las calificaciones, las principales son: técnicas basados en contenido, filtrado colaborativo e híbrido.

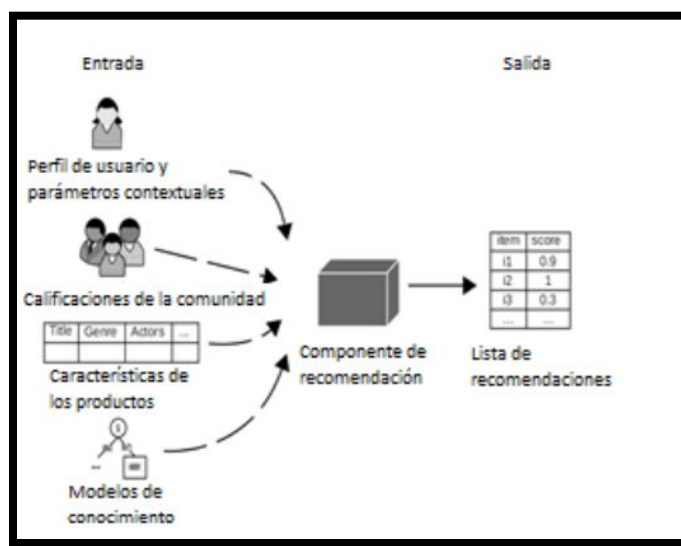
Como anteriormente se describió existen distintas técnicas de filtrado para sistemas de recomendación, es así como a través de estas se puede relacionar la gran cantidad de información y variedad de literatura internacional al igual que cintas cinematográficas que existen evitando la sobreinformación, sin embargo, no todos estos tipos de filtros son eficientes para detectar los diferentes gustos que atraen a cada una de las personas, es por

este motivo que se busca a través del artículo se logre dar a conocer porque la técnica de filtrado colaborativo es la pertinente para la aplicación web progresiva que recomienda libros y películas a sus usuarios.

## 2. MARCO TEÓRICO Y/O ANTECEDENTES

Sistemas de Recomendación:

Los sistemas de recomendación son sistemas de filtrado de información que abordan el problema de la sobrecarga de información, filtrando fragmentos de información valiosa de una gran cantidad de información generada dinámicamente teniendo en cuenta las preferencias del usuario, el interés o el comportamiento observado sobre el artículo (Isinkaye et al. 2015). Los sistemas de recomendación tienen la capacidad de predecir si un usuario en particular preferiría un artículo o no dependiendo generalmente del perfil del usuario.



**Figura 1. Modelo de Sistema de Recomendación. Fuente: Mendoza, Laureano y Pérez (2019).**

Como se puede apreciar en la Figura 1, los sistemas de recomendación se pueden catalogar como una lista de elementos organizados o desorganizados de pocas o grandes cantidades que se pueden asociar a otros elementos o en este caso usuarios.

La salida de los sistemas de recomendación suele ser una lista de ítems que son recomendados al usuario activo, en cuyo caso decimos que se trata de un sistema de recomendación de ítems (o recomendaciones top-N) o una predicción de ratings a un conjunto de ítems que han sido pasados como entrada, en cuyo caso decimos que es un sistema de predicción de ratings (Hernández, 2019).

Es gracias a los sistemas de recomendación que surgen filtros para agrupar datos como los son:

### Filtrado Basado en Contenido (Content-based filtering):

Las recomendaciones son producidas en base al perfil del usuario el cual es generado usando únicamente las características extraídas de los contenidos que él mismo ha evaluado en el pasado. Los artículos más similares a los positivamente evaluados son los que se recomiendan (Walid, 2017).

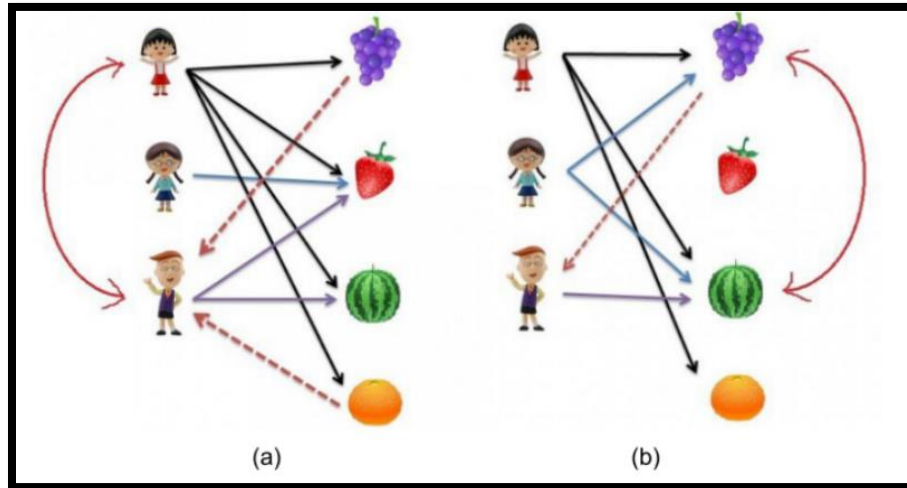
### Filtrado Colaborativo:

Los filtrados colaborativos generalmente basan su lógica en las características del usuario. La técnica del filtrado colaborativo funciona construyendo una matriz con las preferencias de los usuarios, entonces se comparan los usuarios calculando las similitudes entre sus perfiles (Walid, 2017).

La técnica de filtrado colaborativo necesita un número de usuarios ni muy bajo ni muy alto para ser realmente eficaz, ya que su objetivo es buscar las coincidencias entre los distintos usuarios y poder predecir cuáles son sus gustos y generar las recomendaciones personalizadas. Este enfoque construye el modelo para la recomendación de ítems basado en varios aspectos como la opinión en forma de calificación dada por otros usuarios para un ítem en particular y el comportamiento pasado del usuario hacia el sistema, que incluye por ejemplo libros leídos por el usuario previamente (Mathew, Bincy & Vinayak, 2016). La técnica de filtrado colaborativo se puede dividir en dos categorías: basada en memoria y basada en modelo.

#### 1) Técnicas basadas en memoria

Los elementos que ya fueron calificados por el usuario antes juegan un papel importante para la búsqueda de un vecino que comparta preferencias parecidas a él. Cuando se encuentra un vecino de un usuario, se pueden utilizar diferentes algoritmos para combinar las preferencias de los vecinos para generar las recomendaciones, debido a la efectividad de estas técnicas, han logrado un éxito generalizado en aplicaciones de la vida real (Isinkaye et al. 2015). Las técnicas basadas en memoria se pueden manejar de dos formas, ya sea mediante técnicas basadas en el usuario o basadas en elementos. En la Figura 2 se pueden ver ambas de manera gráfica.



**Figura 2. Filtrado colaborativo basado en usuario (a) y basado en elementos (b).  
Fuente: Magán (2019).**

Dependiendo de la aplicación, se puede utilizar el filtrado colaborativo (CF) basado en usuarios o en elementos:

Si la lista de elementos no cambia mucho (Amazon), se puede utilizar CF de elemento a elemento. Si la lista de elementos cambia con frecuencia (noticias), se puede utilizar CF basado en el usuario. Si el elemento recomendado es un usuario (red social), se debe utilizar CF basado en el usuario (). Los algoritmos basados en elementos son computacionalmente más rápidos de implementar que los algoritmos basados en usuarios y brindan mejores resultados, porque no es necesario calcular la similitud de los usuarios (Suganeshwari & Ibrahim, 2016).

En pocas palabras como dice García (2014), la técnica de filtrado colaborativo consiste en realizar puntuaciones o mediciones a un producto en particular, resumida en una pregunta: ¿Cuánto te gustó el producto? De forma que las valoraciones que realizan los usuarios tienen comportamientos para agruparlos en grupos. A partir de encontrar 18 vecinos quienes realizaron puntuaciones similares, surge la recomendación según ranking de productos.

## 2) Técnicas basadas en modelos

Esta técnica emplea las calificaciones anteriores para aprender un modelo con el fin de mejorar el rendimiento de la Técnica de filtrado colaborativo, el proceso de construcción del modelo se puede realizar mediante el aprendizaje automático o técnicas de minería de datos. “Estas técnicas pueden recomendar rápidamente un conjunto de elementos por el hecho de que utilizan un modelo pre calculado y han demostrado producir resultados de recomendación que son similares a las técnicas de recomendación basadas en el vecindario” (Isinkaye et al. 2015) . Ejemplos de estas técnicas incluyen la técnica de reducción de dimensionalidad, como la descomposición de valores singulares (SVD), la técnica de factorización de matrices, los métodos semánticos latentes, la regresión y el agrupamiento.

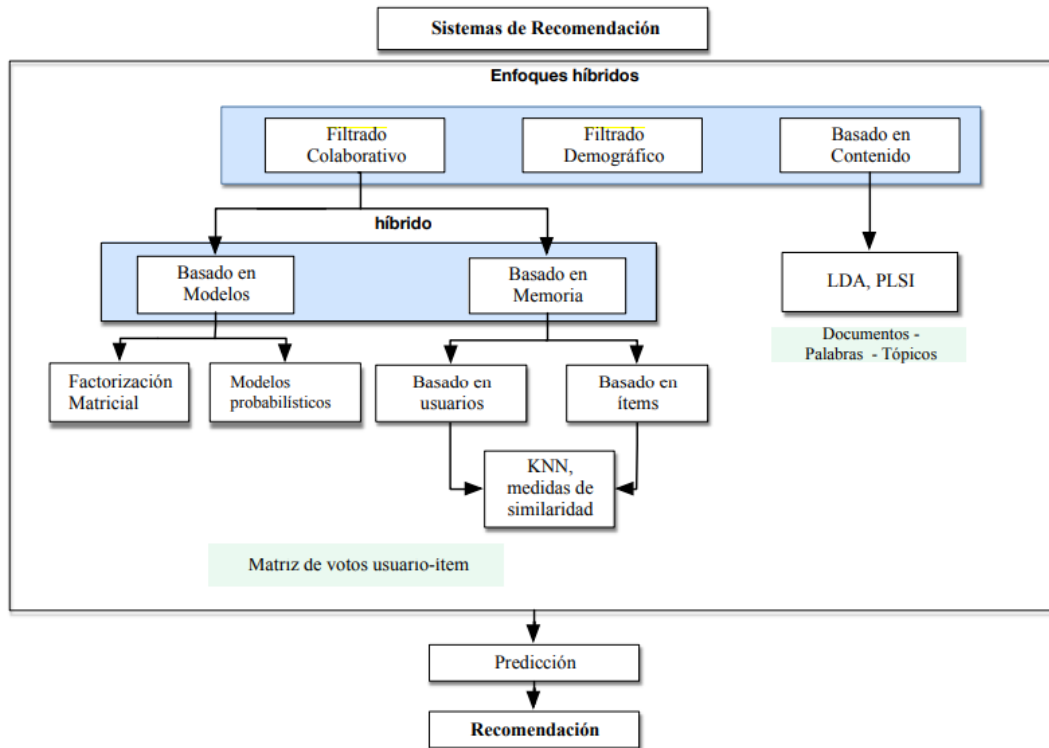
**Tabla 1. Enfoques de la técnica de filtrado colaborativo**

Técnica de Filtrado Colaborativo CF	Algoritmos Representativos	Ventajas	Limitaciones
Filtrado colaborativo basado en memoria (basado en el vecindario)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CF basado en el usuario</li> <li>- CF basado en elementos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fácil implementación</li> <li>- Se pueden agregar datos de manera fácil e incremental</li> <li>- No es necesario considerar el contenido de los elementos que se recomiendan</li> <li>- Escala bien con elementos correlacionados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Son dependientes de las calificaciones humanas</li> <li>- Problema de arranque frío para nuevos usuarios y elementos</li> <li>- Problema de escasez de la matriz de calificación</li> <li>- Escalabilidad limitada para grandes conjuntos de datos</li> </ul>
Filtrado colaborativo basado en modelos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Slope One CF</li> <li>- Reducción de dimensionalidad</li> <li>- Factorización Matricial</li> <li>- Neural Networks</li> <li>- Bayesian Networks</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aborda mejor la escasez y la escalabilidad del problema</li> <li>- Mejorar el rendimiento de la predicción</li> <li>- No es necesario considerar el contenido de los elementos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Requiere construcción de modelos</li> <li>- Pérdida de información en la técnica de reducción de dimensionalidad (SVD)</li> </ul>
Filtrado colaborativo híbrido	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Combinación de CF basado en memoria y basado en modelos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Supera las limitaciones del filtrado colaborativo como la escasez</li> <li>- Mejorar el rendimiento de la predicción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incremento de la complejidad y gastos de implementación</li> </ul>

Fuente: Suganeshwari y Ibrahim (2016), traducción propia.

#### Filtrado Híbrido:

La técnica del filtrado híbrido combina diferentes técnicas de recomendación con el objetivo de obtener una mejor optimización del sistema de recomendación. La idea detrás de la implementación de esta técnica es que una combinación de técnicas proporcionará recomendaciones más precisas y efectivas que solo una técnica de filtrado (Isinkaye et al. 2015).



**Figura 3. Resumen Modelo de Sistemas de Recomendación. Fuente: Valdiviezo (2019).**

### 3. METODOLOGÍA O DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El desarrollo del presente artículo se llevará a cabo bajo los parámetros de la metodología de investigación mixta, la cual nos permite la recolección y el análisis de datos tanto cuantitativos como cualitativos. La meta de la investigación mixta no se trata de reemplazar a la investigación cualitativa ni cuantitativa, sino simplemente utilizar las fortalezas de ambos tipos de investigación, combinándolas y tratando de minimizar sus debilidades (Hernández, Fernández & Baptista, 2003).

Para diseñar y construir la aplicación web progresiva se implementarán algunos elementos de la metodología ágil SCRUM, debido a que es un marco de trabajo diseñado para lograr la colaboración eficaz de equipos en proyectos, que utiliza un conjunto de reglas y define roles que generan la estructura necesaria para su correcto funcionamiento (Navarro, Fernández & Morales, 2013). Scrum ha sido ampliamente utilizado para el desarrollo de proyectos de todo tipo, “SCRUM ha sido usado para desarrollar software, hardware, software embebido, redes de funciones interactivas, vehículos autónomos, marketing, gestión del funcionamiento de las organizaciones y casi todo lo que usamos en nuestra vida cotidiana, como individuos y sociedad” (Schwaber y Sutherland, 2017).

Por otro lado, la técnica seleccionada para la construcción del sistema de recomendación es el filtrado colaborativo, la cual es una de las principales técnicas utilizadas para resolver los problemas relacionados con la sobreinformación que los consumidores sufren en internet, “el filtrado colaborativo recomienda elementos basados en las medidas de similitud entre

usuarios y elementos preferidos por una categoría similar de usuarios” (Geetha et al. 2018). Existen varios modelos para la implementación del filtrado colaborativo, en el caso del presente desarrollo se hará uso de la factorización matricial, debido a que como ha demostrado (Koren, Bell & Volinsky 2009), los modelos de factorización matricial son superiores a las técnicas clásicas del vecino más cercano para producir recomendaciones de productos.

A partir del estudio de los requerimientos se realizó el modelado UML como guía para el desarrollo de una aplicación web progresiva capaz de mostrar recomendaciones personalizadas sobre libros y películas a los usuarios mediante la técnica de filtrado colaborativo. El UML es una técnica de modelado de objetos y como tal supone una abstracción de un sistema para llegar a construirlo en términos concretos. En resumen, el modelado no es más que la construcción de un modelo a partir de una especificación. Un modelo es una abstracción de algo, que se elabora para comprender ese algo (software en este caso) antes de construirlo; el modelo omite detalles que no resultan esenciales para la comprensión del original y por lo tanto facilita dicha comprensión (Booch, Rumbaugh & Jacobson, 2006).

El modelado, como herramienta de abstracción y simplificación de la realidad, es pues una técnica considerablemente útil para enfrentarse a la complejidad, al facilitar tanto la comprensión como la resolución de los problemas (Fontela, 2000; Giraldo-Plaza & Ovalle-Carranza, 2020). Los sistemas de información en general y las aplicaciones software de tiempo real en particular, precisamente por la complejidad que les caracteriza, son un caso de esta afirmación. En este sentido UML se presenta como la unidad básica para el desarrollo de la aplicación web, producto final de este proyecto.

#### **4. ANÁLISIS DE RESULTADOS O HALLAZGOS**

Una vez realizada la aproximación a las principales técnicas de filtrado para la construcción de sistemas de recomendación, el presente proyecto se ha decidido por el uso de la técnica de filtrado colaborativo la cual tiene una gran popularidad debido a su eficacia. Como indica Walid (2017) la técnica de CF será capaz de proporcionar a cada usuario recomendaciones de aquellos artículos (películas y libros) que no ha calificado antes, pero que ya estaban positivamente calificados por los usuarios más similares a él.

Teniendo en cuenta que la técnica de filtrado colaborativo a su vez se divide en técnicas basadas en memoria y basadas en modelos, se ha seleccionado una de las técnicas basadas en modelos conocida como factorización matricial (matrix factorization), debido a que soluciona los inconvenientes de las técnicas basadas en memoria (escabilidad y dispersión). Como describe Magán (2019), la factorización matricial pretende encontrar características aparentemente ocultas en los datos, permite eliminar el ruido que no sea útil y acceder e interpretar los datos de una manera más ágil. Los modelos de factorización matricial son superiores a las técnicas clásicas del vecino más cercano (utilizadas por el filtrado basado en memoria) para producir recomendaciones de productos, lo que permite incorporar información adicional como retroalimentación implícita, efectos temporales y niveles de confianza (Koren et al., 2009).



Cabe resaltar que es muy importante tener en cuenta que los elementos o ítems serán primordiales en el proceso del filtrado colaborativo para libros y películas ya que, un “ítem” o artículo, es el término generalmente usado para denotar lo que el sistema les recomienda a los usuarios. Un sistema de recomendación normalmente se enfoca en un tipo específico de artículo y su diseño, interfaz gráfica y técnica principal de recomendación buscan proveer sugerencias útiles y efectivas para ese tipo de artículo (González, 2019); es a través de los ítems o elementos que los usuarios se acercaran a sus gustos cinematográficos y literarios, por ejemplo, el género de ciencia ficción que permite conectar a todos los usuarios que les atraiga la magia.

Para aclarar la importancia del porque la técnica de filtrado colaborativo es la escogida en la aplicación web progresiva que recomienda películas y libros a sus usuarios, es debido a:

- **Determinación de grupos de usuarios:** En esta fase, se intenta encontrar grupos de usuarios en los conjuntos de datos que se encuentran en el paso anterior, es decir, en el sistema donde está alojado. Para ello se utilizan diferentes algoritmos de agrupamiento (Martín, 2004), Esto es gracias a que el filtrado colaborativo divide en ítems todas las características del sistema incluyendo las que logra identificar del usuario de acuerdo a sus búsquedas e incluso datos que fueron dados anteriormente.

Por ejemplo, dividimos los géneros de película en acción, romance, suspenso entre otros cabe resaltar que los libros de literatura también cuentan con estos tipos de género, es así como la aplicación web progresiva permite identificar qué tipo de literatura o género cinematográfico se relacionan entre sí, en caso de que un usuario busque películas de acción podrá encontrar no solo cintas cinematográficas sino literatura que puede llegar a gustarle, haciendo atractivo el sistema por su capacidad de interactuar.

- **Modelo de usuario:** El modelo de usuario basado en web es novedoso para el desarrollo del sistema recomendador, ya que no se basa en el análisis de unos datos para caracterizar al usuario, sino que lo que hace es generar conjuntos de datos basándose en las restricciones y características que puedan darse en la web, constituyendo un modelo de usuario web de propósito general (Martín, 2004), en la actualidad los sistemas de información están actuando a través del internet donde se entregan datos como nombre, edad, genero entre otros, que permiten identificar de una forma más fácil a los usuarios, cabe resaltar que con cada click dentro de nuestra página web se puede deducir que gustos posee el usuario y modelarlo con características que se pueden encontrar dentro de la misma.
- **Integración de datos:** En esta fase, se trata de combinar datos de diferentes fuentes incluyendo múltiples bases de datos, que pueden tener diferentes contenidos e, incluso, formatos (Martín, 2004). La aplicación web progresiva solicitara al usuario entregar datos sensibles en casos como la edad y el sexo, además de que contara con una encuesta dinámica para el usuario donde explica que tipo de información está buscando ya sean films cinematográficos o los diferentes tipos de literatura que pueden llegar a gustarle.

Para concluir los hallazgos y resultados del artículo, la metodología anterior se simplifica en la técnica de minería de datos llamada filtrado colaborativo que recauda información de acuerdo a conjuntos de datos en este caso películas y libros, junto a la información del usuario y las búsquedas que este realiza dentro del sistema, para modelar que gustos le atraen dentro de los libros y películas, permitiendo al usuario interactuar consigo mismo y el sistema al igual que encuentra diferente tipo de información que le puede interesar.

## 5. CONCLUSIONES

Los sistemas de recomendación abren nuevas oportunidades para recuperar información de manera personalizada en internet, adicionalmente ayudan a aliviar el problema de la sobrecarga de información el cual es un problema muy común en los extensos sistemas de información y permiten que los usuarios puedan tener acceso a productos y servicios con poca visibilidad.

Debido a su eficacia y fácil implementación, el filtrado colaborativo (CF) ha sido seleccionado como la técnica de recomendación para el presente artículo. Ahora bien, entre la variedad de modelos para la implementación del filtrado colaborativo, se seleccionó a la factorización matricial (matrix factorization) como el modelo a utilizar para la construcción del sistema de recomendación debido a que a lo largo de los últimos años ha demostrado ser superior a las técnicas clásicas.

## 6. REFERENCIAS

Ayala-Yaguara, H., Valenzuela-Sabogal, G., & Espinosa-García, A. (2019). Obtención de un modelo de minería de datos aplicado a la deserción universitaria del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Cundinamarca. *Revista Ontare*, 7, 1-14. <https://doi.org/10.21158/23823399.v7.n0.2019.2676>

Booch, G., Rumbaugh, J., & Jacobson, I. (2006). *El Lenguaje Unificado de Modelado: Guía de usuario: aprenda UML directamente de sus creadores*. Madrid: Editorial Addison Wesley.

Borrero-Puentes, N., & Alcalá-Zarate, L. F. (2020). Modelo de gestión de equipos virtuales en la ejecución de proyectos académicos colaborativos. *Revista CEA*, 6(12), 147-166. <https://doi.org/10.22430/24223182.1609>

Canelada, L. (2019). *Tsundoku Sistema de recomendación web de literatura en Django*. (Trabajo de grado, Universidad Politécnica Madrid). Recuperado de <http://oa.upm.es/56127/>

Fontela, C. (2000). *UML: modelado de software para profesionales*. México: Alfaomega Grupo Editor.

García, N. (2014). *Evaluación de la estabilidad del colorante antociánico extraído a partir del fruto silvestre capachu (hesperomeles escalloniifolia schltl) durante el almacenamiento d una bebida gasificada*. (Trabajo de grado, Universidad Nacional José María Arguedas).

Recuperado de <http://repositorio.unajma.edu.pe/handle/123456789/206>

Geetha, G., Safa, M., Fancy, C., & Saranya, D. (2018). A Hybrid Approach using Collaborative filtering and Content based Filtering for Recommender System. *Journal of Physics: Conference Series*, 1000, 1-7. doi: 10.1088/1742-6596/1000/1/012101

Giraldo-Plaza, J. E., & Ovalle-Carranza, D. A. (2020). Modelado de la gestión curricular basada en procesos de negocio sensibles al contexto. *Revista CEA*, 6(12), 129-146. <https://doi.org/10.22430/24223182.1526>

González, D. (2019). *Estandarización de datos y priorización de algoritmos para un sistema de recomendación*. (Tesis de maestría, Universidad EAFIT). Recuperado de [https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/15326/DiderLeon\\_GonzalezArroyave\\_2019.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/15326/DiderLeon_GonzalezArroyave_2019.pdf?sequence=2&isAllowed=y)

Hernández, G. (2019). Avances en Informática y Automática. Recuperado de <https://gredos.usal.es/handle/10366/143948>

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2003). *Metodología de la Investigación*. 5ta ed. México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES.

Isinkaye, F., Folajimi, Y., & Ojokoh, B. (2015). Recommendation systems: Principles, methods and evaluation. *Egyptian Informatics Journal*, 16(3), 261-73. <https://doi.org/10.1016/j.eij.2015.06.005>

Koren, Y., Bell, R., & Volinsky, C. (2009). Matrix factorization techniques for recommender systems. *Computer*, 42(8), 30-37. Recuperado de <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5197422>

Magán, C. (2019). *Interfaz conversacional en Dialogflow para recomendación de películas*. (Trabajo de grado, Universidad Carlos III de Madrid) Recuperado de <https://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/30234#preview>

Martín, J. (2004). Determinación de tendencias en un portal web utilizando técnicas no supervisadas. Aplicación a sistemas de recomendaciones basados en filtrado colaborativo. (Tesis de Doctorado, Universitat de Valencia). Recuperado de [https://www.uv.es/jdmg/tesis\\_jdmartin.pdf](https://www.uv.es/jdmg/tesis_jdmartin.pdf)

Mathew, P., Bincy, K., & Vinayak, H. (2016). *Book Recommendation System through content based and collaborative filtering method*. Trabajo presentado en International Conference on Data Mining and Advanced Computing, SAPIENCE. Ernakulam, India doi: 10.1109/SAPIENCE.2016.7684166

Mendoza, G., Laureano, Y., & Pérez, M. (2019). Métricas de similaridad y evaluación para sistemas de recomendación de filtrado colaborativo. *Revista de Investigación en Tecnologías de la Información*, 7(14), 224-240. <https://doi.org/10.36825/RITI.07.14.019>

Navarro, A., Fernández, J., & Morales, J. (2013). Revisión de metodologías ágiles para el desarrollo de software. *Prospectiva*, 11(2), 30-29. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4752083>

Schwaber, K., & Sutherland, J. (2017). *The Scrum Guide™ The Definitive Guide to Scrum: The Rules of the Game*. Recuperado de <https://www.agileacademy.nl/wp-content/uploads/2017/12/2017-scrum-guide-us.pdf>

Suganeshwari, G., & Ibrahim, S. (2016). A Survey on Collaborative Filtering Based Recommendation System. En Vijayakumar, V., & Neelanarayanan, V. (Eds.), *Proceedings of the 3rd International Symposium on Big Data and Cloud Computing Challenges (ISBCC – 16<sup>3</sup>)*, *Smart Innovation, Systems and Technologies* (pp. 503-518). DOI 10.1007/978-3-319-30348-2\_42

Valdiviezo, P. (2019). *Sistema recomendador híbrido basado en modelos probabilísticos*. (Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid). Recuperado de [http://oa.upm.es/57250/1/PRISCILA\\_MARISELA\\_VALDIVIEZO\\_DIAZ\\_2.pdf](http://oa.upm.es/57250/1/PRISCILA_MARISELA_VALDIVIEZO_DIAZ_2.pdf)

Walid, E. (2017). *Un sistema de recomendación basado en perfiles generados por agrupamiento y asociaciones*. (Tesis de maestría, Universitat Politècnica de València). Recuperado de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/94049/WALID%20-%20Un%20sistema%20de%20recomendaci%C3%B3n%20basado%20en%20perfiles%20generados%20por%20agrupamiento%20y%20asociaciones.pdf?sequence=1>