Sistema de predicción para reducir la deserción estudiantil de la Fundación Universitaria Compensar en el programa Ingeniería de Sistemas en modalidad virtual.

Andrés Felipe Marín Rodríguez

Especialización en Big Data virtual, Fundación Universitaria Compensar

Proyecto fin de grado

Wilson Hernando Soto Urrea

23 de noviembre de 2023



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

Sistema de predicción para reducir la deserción estudiantil de la Fundación Universitaria Compensar en el programa Ingeniería de Sistemas en modalidad virtual.

Andrés Felipe Marín Rodríguez

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:

Especialista en Big Data.

Director:

Wilson Hernando Soto Urrea

Línea de Investigación:

Académico

Fundación Universitaria Compensar

Facultad de Ingeniería, Ingeniería de (Especialización en Big Data)

Ciudad, Colombia

2023

Resumen

La presente investigación propone la implementación de un sistema de predicción para reducir la deserción estudiantil en el programa de Ingeniería de Sistemas de la Fundación Universitaria Compensar, modalidad virtual. Se pretende abordar la problemática de deserción mediante la aplicación de técnicas de análisis de datos, específicamente KDD, semma y CRISP-DM.

El enfoque circunda la centralización de la información estudiantil dispersa en diferentes unidades de negocio dentro de la institución y, de esta forma, integrarla en un sistema que permita prospectar casos específicos de deserción. Consecuentemente, se propone aprovisionar a través de cursos interactivos y guías claras a la plataforma e-learning institucional. En adición, se busca evaluar la asistencia, las notas y las calificaciones para identificar patrones de deserción. En adición a lo anterior, la recopilación de datos se realizará mediante un sistema de información que integre archivos de Excel y utilice herramientas de Big Data para análisis.

La metodología incluirá la aplicación de procesos analíticos para generar informes en Power BI, ofreciendo una visión detallada y prospectiva de los estudiantes con mayor riesgo de deserción. Finalmente, el objetivo ulterior del estudio se basa en mejorar la retención estudiantil a través intervenciones personalizadas basadas en el análisis predictivo de datos.

Palabras clave: (Big Data, Deserción estudiantil, Análisis predictivo, Plataforma E-Learning, Power BI, CRISP-DM, Fundación Universitaria Compensar).

Abstract

The present research proposes the implementation of a prediction system to reduce student dropout in the Systems Engineering program at the Compensar University Foundation, in the virtual modality. The aim is to address the issue of dropout through the application of data analysis techniques, specifically KDD, SEMMA, and CRISP-DM.

The approach revolves around the centralization of student information scattered across different business units within the institution and, in this way, integrating it into a system that allows for the prospecting of specific cases of dropout. Consequently, it is proposed to provision the institutional e-learning platform through interactive courses and clear guidelines. Additionally, there is a focus on evaluating attendance, grades, and performance to identify dropout patterns. Furthermore, data collection will be carried out through an information system that integrates Excel files and utilizes Big Data tools for analysis.

The methodology will include the application of analytical processes to generate reports in Power BI, providing a detailed and prospective view of students at higher risk of dropout. Finally, the ultimate goal of the study is to improve student retention through personalized interventions based on predictive data analysis.

Keywords: (Big Data, Student Dropout, Predictive Analysis, E-Learning Platform, Power BI, CRISP-DM, Compensar University Foundation).

Contenido

PÁG.

RESUMEN ..... **V**

INTRODUCCIÓN **10**

ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN 10
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 13
OBJETIVO GENERAL 14
Objetivos Específicos *14*
ALCANCES Y LIMITACIONES 15

1. MARCO TEÓRICO **18**

2. DISEÑO METODOLÓGICO **20**

3. RESULTADOS **22**

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES **23**

4.1 CONCLUSIONES 23
4.2 RECOMENDACIONES 24

BIBLIOGRAFÍA **25**

Introducción

Importancia y origen:

La urgente necesidad de abordar las persistentes tasas de deserción en el programa de Ingeniería de Sistemas en modalidad virtual de la Fundación Universitaria Compensar ha motivado la presente investigación. La magnitud de este desafío se evidencia tanto en antecedentes teóricos como prácticos, los cuales revelan la complejidad de mantener altos niveles de retención estudiantil en un entorno educativo virtual.

Históricamente, la lucha contra las tasas de deserción ha sido una constante en el programa académico, enfrentándose a diversos obstáculos que van desde la dispersión de datos estudiantiles hasta la adaptación efectiva de estrategias de retención. La creciente demanda de educación virtual, sumada a la diversidad de perfiles y ubicaciones geográficas de los estudiantes, ha generado un escenario desafiante para la gestión de la retención.

Contexto y valor agregado

Se observa que diversos estudios abordan problemáticas similares en programas de educación virtual. No obstante, la singularidad de esta investigación radica en su enfoque específico hacia el programa de Ingeniería de Sistemas en modalidad virtual de la Fundación Universitaria Compensar. La integración de metodologías avanzadas de análisis de datos y junto con la aplicación de técnicas de minería de datos otorga a este estudio un carácter innovador y práctico.

El valor agregado de esta investigación se manifiesta en su capacidad para identificar patrones de deserción de manera proactiva, permitiendo intervenciones personalizadas que aborden las causas específicas de la deserción estudiantil.

Pregunta de investigación:

En consonancia con la importancia y el origen delineados, la pregunta de investigación fundamental que guiará este estudio es: ¿Cómo puede un sistema de predicción y recomendación basado en Big Data contribuir a reducir las tasas de deserción estudiantil en el programa de Ingeniería de Sistemas en modalidad virtual de la Fundación Universitaria Compensar?

Objetivos y Alcances:

El objetivo principal del presente estudio radica en implementar un Sistema de predicción para reducir la deserción estudiantil, utilizando técnicas avanzadas de análisis de datos. El alcance abarca el entorno de aprendizaje virtual, específicamente la plataforma E-Learning, y tiene como objetivo centralizar la información estudiantil para intervenciones proactivas. El estudio también se dirige a mejorar el contenido interactivo del curso para optimizar- la experiencia de aprendizaje en general.

Limitaciones:

Reconociendo la complejidad del problema, el estudio reconoce limitaciones como la posible reticencia a los cambios tecnológicos y factores externos que pueden influir en la deserción y que no puedan abordarse únicamente a través del análisis de datos.

Metodología y Aplicación:

La metodología implica la integración de datos estudiantiles dispersos a través de herramientas de Big Data y la aplicación de los procesos KDD, semma y CRISP-DM. La aplicación, por su parte, se centra en el programa de Ingeniería de Sistemas en modalidad virtual, utilizando Power BI para informes exhaustivos e intervenciones.

Antecedentes y Justificación

Descripción del entorno empresarial:

La Fundación Universitaria Compensar, siendo una institución educativa de renombre respaldada por la Caja de Compensación Compensar en Colombia, se encuentra inmersa en un entorno empresarial educativo dinámico. Ofrece programas académicos, entre ellos la Ingeniería de Sistemas en modalidad virtual, a estudiantes de diferentes estratos socioeconómicos, brindando acceso a la educación superior a sectores diversos de la sociedad.

Actividades, servicios y productos:

La Fundación Universitaria Compensar se dedica a la provisión de servicios educativos, desarrollando programas académicos orientados a la formación integral de sus estudiantes. La modalidad virtual, a pesar de sus beneficios, presenta desafíos particulares, como tasas de deserción que han sido identificadas como un área crítica.

Áreas que impactar con el proceso de consultoría:

El proceso de consultoría impactará directamente en las áreas académicas y administrativas relacionadas con la modalidad virtual de la Ingeniería de Sistemas. Se focalizará en la optimización del sistema de información, la actualización de la plataforma E-Learning, y la implementación de estrategias para reducir las tasas de deserción.

Antecedentes empíricos y consulta con expertos:

La investigación se sustenta en antecedentes empíricos, respaldados por consultas con expertos en educación virtual, análisis de tendencias en retención estudiantil y experiencias previas en la implementación de sistemas de predicción y recomendación en entornos académicos similares.

Justificación:

La pertinencia de este proyecto radica en abordar de manera efectiva las altas tasas de deserción estudiantil en el programa de Ingeniería de Sistemas en modalidad virtual. Desde el punto de vista académico, la investigación contribuirá al conocimiento en el campo de la retención estudiantil en entornos virtuales. A nivel institucional, la implementación exitosa mejorará la reputación de la fundación y fortalecerá su compromiso con la equidad educativa. Socialmente, el proyecto impactará positivamente al proporcionar oportunidades educativas más efectivas y accesibles, especialmente para estudiantes de estratos socioeconómicos bajos.

Formulación del Problema

Problema:

¿Cómo impacta la dispersión y falta de centralización de la información estudiantil, junto con la carencia de un sistema de predicción y recomendación, en las altas tasas de deserción estudiantil en el programa de Ingeniería de Sistemas en modalidad virtual de la Fundación Universitaria Compensar?

Relación de Conceptos:

Existe una relación directa entre la dispersión de datos estudiantiles, la ausencia de un sistema centralizado de información y las tasas de deserción en el programa académico. La falta de intervenciones predictivas basadas en datos contribuye a la dificultad para identificar y abordar proactivamente los casos de deserción.

Planteamiento de la Pregunta:

¿Cómo afecta la dispersión de datos estudiantiles y la falta de un sistema centralizado en la Fundación Universitaria Compensar, específicamente en el programa de Ingeniería de Sistemas en modalidad virtual, la capacidad de prevenir y reducir la deserción estudiantil?

Factibilidad de Prueba Empírica:

La formulación del problema implica la posibilidad de llevar a cabo pruebas empíricas mediante el análisis de datos existentes, la implementación de un sistema centralizado y la observación de los resultados en términos de mejora en las tasas de retención estudiantil. Se puede evaluar la efectividad de las intervenciones propuestas a través de la comparación de datos previos y posteriores a la implementación del sistema de predicción y recomendación.

Objetivo General

Implementar un sistema de predicción para reducir la deserción estudiantil de la Fundación Universitaria Compensar en el programa Ingeniería de Sistemas en modalidad virtual. Este sistema estará basado en técnicas de Big Data, aplicando los procesos de análisis de datos KDD, semma y CRISP-DM, para reducir significativamente las tasas de deserción estudiantil en el programa de Ingeniería de Sistemas en modalidad virtual de la Fundación Universitaria Compensar. El objetivo circunda en centralizar la información estudiantil dispersa, mejorar la plataforma E-Learning y proporcionar intervenciones personalizadas con el fin de optimizar la retención estudiantil y mejorar la calidad de la experiencia académica en el entorno virtual.

Indicadores de Logro:

- Desarrollar un sistema centralizado de información estudiantil integrando datos dispersos de diversas áreas académicas.

- Aplicar técnicas de Big Data y procesos KDD, semma y CRISP-DM para analizar patrones de deserción y predecir casos futuros.

- Generar informes detallados en Power BI que identifiquen estudiantes con riesgo de deserción y proporcionen recomendaciones personalizadas.

- Implementar mejoras en la plataforma E-Learning para ofrecer cursos interactivos y guías claras de apoyo.

- Evaluar la efectividad del sistema mediante comparativas pre y post implementación, midiendo la reducción de tasas de deserción y el mejoramiento de la retención estudiantil.

Objetivos Específicos

1. **Desarrollar un sistema centralizado de Información estudiantil:**

- Identificar y recopilar la información estudiantil dispersa en diversas áreas académicas.
- Diseñar una estructura centralizada que integre datos de asistencias, notas y calificaciones.
- Implementar un sistema que permita acceder de manera eficiente a la información estudiantil desde una única plataforma.

2. **Mejorar la Plataforma E-Learning:**

a) Evaluar la usabilidad actual de la plataforma E-Learning mediante análisis de retroalimentación de estudiantes y docentes.
b) Implementar actualizaciones que mejoren la interactividad, claridad y secuencia de las actividades y guías de apoyo.
c) Facilitar el acceso y la navegación para asegurar una experiencia de aprendizaje intuitiva y efectiva.

3. **Aplicar técnicas de Big Data y procesos de análisis de datos:**

a) Utilizar técnicas de Knowledge Discovery in Databases (KDD) para identificar patrones y tendencias en la información estudiantil.
b) Aplicar el proceso semma (Sample, Explore, Modify, Model and Assess) para evaluar y ajustar los modelos predictivos.
c) Implementar el proceso CRISP-DM (Cross Industry Standard Process for Data Mining) para asegurar la calidad y relevancia de los resultados.

4. Generar informes detallados en Power BI

a) Desarrollar una interfaz de usuario intuitiva en Power BI que permita la generación de informes detallados sobre el rendimiento académico y la efectividad de las intervenciones.
b) Facilitar el acceso a los informes por parte de docentes, coordinadores académicos y directivos para fomentar la toma de decisiones informada.
c) Implementar funciones interactivas en Power BI para permitir un análisis más profundo de los datos por parte de los usuarios.

5. Evaluar la efectividad del sistema

- **a)** Realizar evaluaciones periódicas de la precisión de las predicciones del sistema en comparación con la deserción real.
- **b)** Medir el impacto de las recomendaciones personalizadas en la retención estudiantil, analizando la variación en las tasas de deserción.
- c) Utilizar métricas específicas, como la tasa de retención mejorada y la disminución de casos de deserción, para cuantificar la efectividad del sistema.

Alcances y Limitaciones

Alcances:

1. **Implementación del sistema:**

Desarrollo e implementación del sistema centralizado de información estudiantil, abarcando la recopilación, integración y acceso eficiente a datos relevantes.

2. **Mejoras en la plataforma E-Learning:**

Evaluación y actualización de la plataforma E-Learning, focalizándose en la usabilidad, interactividad y claridad de las actividades y guías de apoyo.

3. **Análisis predictivo de datos:**

Aplicación de técnicas de Big Data y procesos de análisis de datos (KDD, semma y CRISP-DM) para identificar patrones de deserción y predecir casos futuros.

4. **Generación de Informes en Power BI:**

Creación de informes detallados en Power BI, proporcionando una visión completa de los estudiantes con riesgo de deserción y ofreciendo recomendaciones personalizadas.

5. **Evaluación de Efectividad:**

Comparativa pre y post implementación para evaluar la efectividad del sistema en términos de reducción de tasas de deserción y mejora en la retención estudiantil.

Limitaciones:

1. **Resistencia al cambio:**

Posible resistencia por parte de estudiantes, docentes o personal administrativo hacia la implementación de nuevas tecnologías y procesos.

2. **Disponibilidad de datos históricos:**

Limitación en la disponibilidad de datos históricos completos, lo que podría afectar la precisión de las predicciones.

3. **Recursos financieros y temporales:**

Restricciones en recursos financieros y temporales que podrían influir en la velocidad de implementación y en la profundidad de las mejoras propuestas.

4. **Complejidad del proceso de implementación:**

La implementación de un sistema centralizado y las mejoras en la plataforma E-Learning podrían enfrentar desafíos técnicos y logísticos que limiten la rapidez y la eficacia.

5. **Exclusión de factores externos:**

La propuesta no puede abordar factores externos a la institución educativa que también pueden influir en las tasas de deserción, como cambios económicos o sociales.

1. Marco teórico

Deserción estudiantil en educación superior:

La deserción estudiantil es un desafío persistente en la educación superior. Tinto (1975) propone el modelo de integración para entender la deserción, donde la integración social y académica son esenciales para la retención estudiantil.

1.1 Factores Académicos y Socioeconómicos:

La deserción está influenciada por factores académicos como el rendimiento académico y socioeconómicos como la situación financiera del estudiante (Bean, 1980; Cabrera et al., 1992).

1.1.1 Intervenciones Basadas en el Modelo de Tinto:

Intervenciones centradas en mejorar la integración social y académica, como programas de tutoría y actividades extracurriculares, han demostrado ser efectivas (Braxton y Hirschy, 2005).

2. Big Data en educación:

El uso de Big Data en educación permite analizar grandes conjuntos de datos. Romero y Ventura (2013) destacan la importancia de KDD para identificar patrones y tendencias en datos educativos.

2.1 Aplicación de KDD en Educación:

La aplicación de KDD involucra la extracción de conocimiento a partir de datos, permitiendo la identificación de patrones y la toma de decisiones informada (Fayyad, Piatetsky-Shapiro y Smyth, 1996).

2.1.1 Minería de Datos en la Educación Virtual:

La minería de datos en la educación virtual utiliza técnicas de análisis de datos para descubrir patrones y tendencias en el rendimiento estudiantil (Romero, Ventura y García, 2008).

3. Plataformas E-Learning:

Las plataformas E-Learning son fundamentales para la educación virtual. Anderson y Dron (2011) resaltan la importancia de la interactividad y la claridad en las guías de apoyo.

3.1 Usabilidad en Plataformas E-Learning:

La usabilidad de las plataformas E-Learning influye en la experiencia del estudiante. Evaluaciones continuas son esenciales para mejorar la interactividad y claridad (Nielsen, 1994).

3.1.1 Diseño centrado en el usuario:

El diseño centrado en el usuario enfatiza la importancia de comprender las necesidades y expectativas del estudiante para mejorar la usabilidad (Lazar et al., 2010).

4. Sistemas de predicción y recomendación:

Los sistemas de predicción y recomendación utilizan algoritmos para anticipar comportamientos. Resnick y Varian (1997) destacan la relevancia de estos sistemas en entornos educativos.

4.1 Aplicación en educación superior:

La aplicación de sistemas de predicción y recomendación en la educación superior permite identificar estudiantes en riesgo y proporcionar intervenciones personalizadas (He et al., 2017).

4.1.1 Algoritmos de Recomendación:

La eficacia de los sistemas depende de algoritmos de recomendación precisos. Diversos enfoques, como filtrado colaborativo y contenido, han demostrado su utilidad (Ricci et al., 2011).

2. Diseño Metodológico

La implementación de la consultoría se llevará a cabo siguiendo un enfoque estructurado y basado en fases. Se utilizarán metodologías específicas respaldadas por la literatura existente para abordar cada uno de los objetivos planteados en la propuesta bajo las siguientes premisas.

1. Desarrollo del sistema centralizado de información:

Metodología: Desarrollo iterativo e incremental (DII).

Fundamento: Esta metodología, respaldada por autores como Boehm, proporciona un enfoque flexible y adaptativo que permite ajustes continuos a medida que se desarrolla el sistema.

2. Aplicación de técnicas de Big Data y procesos de análisis de datos:

Metodología: CRISP-DM (Cross Industry Standard Process for Data Mining).

Fundamento: CRISP-DM es una metodología reconocida en la industria para proyectos de minería de datos, respaldada por su enfoque estructurado y procesos bien definidos.

Además, se incorporará la sugerencia de SCRUM para agilizar la ejecución.

3. Generación de informes en Power BI:

Metodología: Enfoque de desarrollo ágil.
Fundamento: El enfoque ágil, respaldado por autores como Schwaber y Sutherland en SCRUM, permitirá una implementación más rápida y adaptativa de informes en Power BI.

4. Implementar mejoras en la Plataforma E-Learning:

Metodología: Diseño centrado en el usuario.
Fundamento: El diseño centrado en el usuario, respaldado por autores como Norman y Draper, asegura que las mejoras en la plataforma se alineen con las necesidades y expectativas de los usuarios finales.

5. Evaluación de Efectividad:

Metodología: Cuasiexperimental con grupo de control.
Fundamento: La metodología cuasiexperimental, junto con un grupo de control, permitirá evaluar de manera más rigurosa la efectividad de la intervención, respaldado por autores como Campbell y Stanley.

Instrumentos y herramientas:

- Uso de herramientas de desarrollo como Python, SQL y también de análisis de datos como Power Bi, hojas de cálculo de Excel donde está depositada la información a analizar, para la implementación del sistema centralizado y análisis de datos.
- Herramientas de diseño centrado en el usuario para la mejora de la plataforma E-Learning.
- Power BI para la generación de informes y visualización de datos.
- Herramientas estadísticas para el análisis de la efectividad de la intervención.

Estándares y Criterios de Calidad:

- Cumplimiento de estándares de seguridad y privacidad de datos.
- Validación continua con usuarios para asegurar la usabilidad de la plataforma E-Learning.
- Aplicación de buenas prácticas en el desarrollo de sistemas y análisis de datos.

3. Resultados esperados

1. **Desarrollo del sistema centralizado de información:**

- Resultado esperado: Integración exitosa de datos estudiantiles dispersos en una plataforma centralizada.
- Validación: Verificación de la disponibilidad y accesibilidad eficiente de datos integrados.

2. **Aplicación de Técnicas de Big Data y Procesos de Análisis de Datos:**

- Resultado esperado: Identificación de patrones de deserción y ajuste de modelos predictivos.
- Validación: Mejora en la precisión de las predicciones y alineación con patrones identificados durante el análisis.

3. **Generación de Informes en Power BI:**

- Resultado esperado: Informes detallados y visualmente comprensibles sobre los índices de deserción.
- Validación: Evaluación positiva de la calidad y utilidad de los informes por parte de los usuarios clave.

4. **Implementación de mejoras en la plataforma E-Learning:**

- Resultado esperado: Incremento en la usabilidad y satisfacción del usuario en la plataforma E-Learning.
- Validación: Evaluación positiva en retroalimentación de usuarios y mejora en indicadores de usabilidad.

5. **Evaluación de efectividad:**

- Resultado esperado: Reducción significativa en las tasas de deserción estudiantil.
- Validación: Comparativa estadística pre y post implementación, evidenciando una mejora significativa en la retención estudiantil.

6. **Logros Adicionales:**

- Identificación de factores específicos que contribuyen a la deserción estudiantil.
- Establecimiento de un sistema de alerta temprana para intervenir proactivamente en casos de riesgo.
- Mejora continua de las intervenciones basadas en retroalimentación y resultados obtenidos.

4. Conclusiones y recomendaciones

4.1 Conclusiones

- El desarrollo e implementación del sistema centralizado de información logrará consolidar datos estudiantiles dispersos, facilitando un acceso más eficiente y proporcionando una base sólida para el análisis de datos.
- La aplicación de técnicas de Big Data y procesos de análisis de datos permitirá identificar patrones de deserción, mejorando la capacidad predictiva y brindando una base sólida para la toma de decisiones informada.
- La generación de informes en Power BI facilitará la comunicación de resultados, proporcionando a los interesados una visión clara y detallada de los índices de deserción, apoyando la toma de decisiones basada en datos.

- Las mejoras en la plataforma E-Learning, orientadas por el diseño centrado en el usuario, generarán una experiencia más intuitiva y satisfactoria para estudiantes y docentes, contribuyendo al entorno de aprendizaje virtual.
- La evaluación de efectividad evidenciará una reducción significativa en las tasas de deserción estudiantil, respaldando la efectividad de las intervenciones implementadas.

4.2 Recomendaciones

- Continuar la evaluación periódica de la usabilidad de la plataforma E-Learning, asegurando que las mejoras sean sostenibles y respondan a las necesidades cambiantes de los usuarios.
- Explorar la posibilidad de integrar nuevas fuentes de datos o indicadores adicionales para enriquecer el análisis predictivo y la identificación de patrones de deserción.
- Mantener un enfoque proactivo y prospectivo en la identificación y mitigación de factores de deserción, adaptando las intervenciones según sea necesario para abordar nuevas tendencias o desafíos.
- Considerar la implementación de programas de capacitación para estudiantes y docentes sobre la utilización efectiva de las herramientas y plataformas implementadas.
- Explorar oportunidades de colaboración con otras instituciones educativas para intercambiar mejores prácticas y enriquecer el enfoque de retención estudiantil.

Bibliografía

Anderson, T., & Dron, J. (2011). Tres generaciones de pedagogía en educación a distancia. The International Review of Research in Open and Distributed Learning, 12(3), 80–97. https://doi.org/10.19173/irrodl.v12i3.890

Bean, J. P. (1980). Desertores y rotación: la síntesis y prueba de un modelo causal de deserción estudiantil. Investigación en Educación Superior, 12(2), 155–187. https://doi.org/10.1007/BF00976194

Chapman, P., Clinton, J., Kerber, R., Khabaza, T., Reinartz, T., & Shearer, C. (2000). CRISP-DM 1.0: Guía paso a paso para la minería de datos. Consorcio CRISP-DM.

Fayyad, U., Piatetsky-Shapiro, G., & Smyth, P. (1996). De la minería de datos al descubrimiento de conocimiento en bases de datos. AI Magazine, 17(3), 37–54. https://www.aaai.org/ojs/index.php/aimagazine/article/view/1230

He, J., Bailey, J., & White, R. (2017). Dinámicas de usuarios activos e investigación en sistemas de recomendación. User Modeling and User-Adapted Interaction, 27(3–5), 241–319. https://doi.org/10.1007/s11257-017-9200-2

Lazar, J., Feng, J. H., & Hochheiser, H. (2010). Métodos de investigación en interacción humano-computadora. John Wiley & Sons.

Nielsen, J. (1994). Ingeniería de la usabilidad. Academic Press.

Resnick, P., & Varian, H. R. (1997). Sistemas de recomendación. Communications of the ACM, 40(3), 56–58. https://doi.org/10.1145/245108.245121

Ricci, F., Rokach, L., & Shapira, B. (2011). Introducción al manual de sistemas de recomendación. En F. Ricci, L. Rokach, B. Shapira, & P. B. Kantor (Eds.), Manual de sistemas de recomendación (pp. 1–35). Springer. https://doi.org/10.1007/978-0-387-85820-3_1

Romero, C., Ventura, S., & García, E. (2008). Minería de datos en educación. Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery, 1(1), 12–27. https://doi.org/10.1002/widm.3

Romero, C., & Ventura, S. (2013). Minería de datos en educación: Una revisión. Educational Technology & Society, 16(2), 30–48.

Tinto, V. (1975). Abandono de la educación superior: Una síntesis teórica de investigaciones recientes. Revisión de Investigación Educativa, 45(1), 89–125. https://doi.org/10.3102/00346543045001089

Tinto, V. (1993). Abandonar la universidad: Repensar las causas y soluciones de la deserción estudiantil (2.ª ed.). University of Chicago Press.

Herramientas de Gestión Bibliográfica:

Imagine Easy Solutions. (2016). Normas APA. Recuperado de http://normasapa.net/

Mendeley. (2016). Mendeley. Recuperado de https://www.mendeley.com/

Roy Rosenzweig Center for History and New Media. (2016). Zotero. Recuperado de https://www.zotero.org

Suárez, R. (2016). Wiki Sistemas Digitales. Recuperado de http://sistdig.wikidot.com

Thomson Reuters. (2016). EndNote. Recuperado de http://endnote.com/