



**Adopción de herramientas de ciencias de datos por parte de las bibliotecas
universitarias de Medellín y su área metropolitana**

Jaime Andrés Trujillo Agudelo

Universidad Ean

Facultad de Ingeniería

Maestría en Ciencia de Datos

Bogotá, D.C.

01/10/2025

**Adopción de herramientas de ciencias de datos por parte de las bibliotecas
universitarias de Medellín y su área metropolitana**

Jaime Andrés Trujillo Agudelo

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

Magister en Ciencia de Datos

Director (a):

Lizeth Andrea Moreno Amaya

Modalidad:

Monografía

Universidad Ean

Facultad de Ingeniería

Maestría en Ciencia de Datos

Bogotá, D.C.

04/03/2025

**Adopción de herramientas de ciencias de datos por parte
de las bibliotecas universitarias de Medellín y su área
metropolitana**

Nota de aceptación:

Firma del jurado

Firma del jurado

Firma del director del trabajo de grado

Ciudad, día/mes/año

Quisiera agradecer especialmente a mi familia por su apoyo incondicional durante este proceso. Igualmente darle un reconocimiento a mi asesora Lizeth Andrea Moreno Amaya gracias a su orientación y ayuda logré culminar satisfactoriamente este trabajo.

Una mención especial a aquellos colegas bibliotecólogos que también pusieron su granito de arena en este trabajo, principalmente a Ángela Clemencia Serna por su acompañamiento.

Resumen

Este informe presenta los resultados de la investigación sobre la adopción de herramientas de ciencia de datos en bibliotecas universitarias de Medellín y su área metropolitana. El objetivo general fue analizar cómo estas bibliotecas han integrado herramientas de datos en sus actividades, identificando las tecnologías utilizadas, los principales obstáculos para su implementación y las áreas donde se aplican.

La investigación adoptó un diseño metodológico de enfoque mixto, no experimental y transversal, sustentado en la recolección de datos mediante una encuesta aplicada a líderes de bibliotecas universitarias. Se obtuvieron 16 respuestas válidas (N=15), que constituyen el universo efectivo de análisis. El procesamiento y análisis de la información se realizó con Python y R, lo que permitió generar visualizaciones, frecuencias y nubes de palabras para identificar patrones y tendencias.

Entre los hallazgos más relevantes, se observó que el 58 % de las bibliotecas reportan el uso de herramientas de análisis estadístico, siendo Excel y Power BI las más comunes. Sin embargo, un 47 % reconoció limitaciones tecnológicas o falta de infraestructura para la implementación de soluciones avanzadas de ciencia de datos. Las áreas con mayor aplicación corresponden a la gestión de colecciones (62 %) y el análisis estadístico para la toma de decisiones (55 %), mientras que los usos más innovadores, como chatbots o análisis predictivo, son aún minoritarios. Además, el 71 % de los encuestados manifestó necesitar más formación en análisis de datos y herramientas asociadas.

Los resultados evidencian un panorama de adopción incipiente, pero con alto potencial de crecimiento, donde la capacitación, la colaboración interinstitucional y la automatización se perfilan como estrategias clave para fortalecer la cultura de datos en las bibliotecas universitarias. Esta investigación sienta las bases para el desarrollo de soluciones tecnológicas adaptadas al sector, fomentando la innovación y la modernización de los servicios bibliotecarios en el contexto digital actual.

Palabras clave: Ciencia de datos, bibliotecas universitarias, tecnologías de información, adopción tecnológica, análisis de datos, gestión bibliotecaria.

Abstract

This report presents the results of the research on the adoption of data science tools in university libraries in Medellín and its metropolitan area. The general objective was to analyze how these libraries have integrated data tools into their activities, identifying the technologies used, the main obstacles to their implementation, and the areas in which these tools are applied.

The research adopted a mixed-method, non-experimental, and cross-sectional design, based on data collection through a survey applied to university library leaders. A total of 16 valid responses (N=15) were obtained, constituting the effective universe of analysis. The processing and analysis of the information were carried out using Python and R, which allowed the generation of visualizations, frequency tables, and word clouds to identify patterns and trends.

Among the most relevant findings, 58% of libraries reported using statistical analysis tools, with Excel and Power BI being the most common. However, 47% acknowledged technological limitations or lack of infrastructure for implementing advanced data science solutions. The areas with the greatest application correspond to collection management (62%) and statistical analysis for decision-making (55%), while more innovative uses, such as chatbots or predictive analysis, remain limited. Additionally, 71% of respondents stated that they need more training in data analysis and related tools.

The results reveal an emerging but highly promising landscape of adoption, where training, inter-institutional collaboration, and automation stand out as key strategies to strengthen the data culture in university libraries. This research lays the groundwork for the development of technological solutions tailored to the sector, fostering innovation and the modernization of library services within the current digital context.

Keywords: Data science, university libraries, information technologies, technology adoption, data analysis, library management.

Contenido

Introducción.....	13
Objetivo general	15
<i>Objetivos específicos.....</i>	<i>15</i>
Justificación	16
Marco Teórico.....	18
<i>Marco conceptual.....</i>	<i>18</i>
<i>Estado del arte.....</i>	<i>21</i>
Hipótesis	31
Variables	32
1. <i>Herramientas de ciencias de datos utilizadas.....</i>	<i>33</i>
2. <i>Obstáculos y desafíos en la implementación</i>	<i>34</i>
3. <i>Áreas de aplicación dentro de las bibliotecas.....</i>	<i>34</i>
4. <i>Nivel de conocimiento y formación en ciencias de datos.....</i>	<i>35</i>
5. <i>Buenas prácticas para la implementación de herramientas de ciencia de datos.....</i>	<i>35</i>
<i>Enfoque de la Investigación</i>	<i>36</i>
<i>Diseño de la Investigación</i>	<i>36</i>
<i>Tipo de Investigación</i>	<i>36</i>
<i>Fases de la Investigación</i>	<i>37</i>
Fase 1: <i>Planeación y Definición del Marco Teórico</i>	<i>37</i>
Fase 2: <i>Diseño y Validación del Instrumento</i>	<i>37</i>
Fase 3: <i>Recolección de Datos</i>	<i>37</i>
Fase 4: <i>Análisis de los Resultados.....</i>	<i>38</i>
Fase 5: <i>Propuesta de Buenas Prácticas y Redacción del Informe Final</i>	<i>38</i>
<i>Población y Muestra</i>	<i>39</i>
<i>Diseño del Instrumento de Medición y Validación.....</i>	<i>39</i>
<i>Procedimientos y Técnicas de Análisis de la Información</i>	<i>40</i>
Análisis cuantitativo:	40
Análisis cualitativo:.....	41
Técnicas de triangulación:	41

Presentación de resultados:.....	41
<i>Evaluación Aiken de la encuesta.....</i>	<i>41</i>
Análisis de resultados	44
<i>Obstáculos y desafíos en la implementación.....</i>	<i>47</i>
<i>Áreas de aplicación dentro de las bibliotecas.....</i>	<i>48</i>
<i>Nivel de conocimiento y formación en ciencias de datos.....</i>	<i>52</i>
<i>Autoevaluación en el nivel de conocimiento en ciencia de datos</i>	<i>53</i>
<i>Buenas prácticas para la implementación de herramientas de ciencia de datos</i>	<i>55</i>
<i>Recomendaciones</i>	<i>60</i>
<i>Experiencias de éxito</i>	<i>62</i>
<i>Análisis de datos</i>	<i>64</i>
Análisis correlacional.....	64
Análisis de Componentes Principales (PCA) y HCPC.....	66
Resultados.....	66
Acciones recomendadas	69
Propuesta de soluciones a la problemática	70
<i>Situación actual</i>	<i>70</i>
<i>Oportunidades</i>	<i>71</i>
<i>Propuesta de solución.....</i>	<i>72</i>
Conclusiones	77
Trabajo futuro.....	80
Referencias	84

Lista de Figuras

Figura 1. Resultados de la Evaluación Aiken	42
Figura 2. Tecnologías de ciencia de datos empleadas.....	45
Figura 3. Cantidad de veces que se menciona una herramienta de ciencia de datos	46
Figura 4. Impacto de los obstáculos en la implementación de herramientas de ciencia de datos en las bibliotecas universitarias.....	48
Figura 5. Nube de palabras - Áreas de aplicación dentro de las bibliotecas.....	48
Figura 6. Tipo de formación recibida	53
Figura 7 Autoevaluación	54
Figura 8. Buenas prácticas	55
Figura 9. Recomendaciones de los encuestados	60
Figura 10. Nube de palabras, Experiencias de éxito	63
Figura 11. El mapa de correlaciones de Kendall	65
Figura 12. Dendograma	68
Figura 13. PCA y Clusters (HCPC)	69

Lista de Anexos

Anexo A. Script de R.....	86
Anexo B. Evaluación Aiken.....	89
Anexo C. Resultados encuesta.....	90

Introducción

En la actualidad, con el auge cada vez mayor de la ciencia de datos, la inteligencia artificial, la IA generativa, por ejemplo, las bibliotecas universitarias de todo el mundo se enfrentan al desafío de adaptar y adaptarse a estas nuevas tecnologías para optimizar la gestión de la información, tanto la información bibliográfica de sus acervos como la información para la toma de decisiones de carácter administrativo, al tiempo que se crean nuevos servicios para los usuarios y se mejoran los ya existentes. La ciencia de datos se presenta como una disciplina clave en este proceso de apropiación de nuevas tecnologías, proporcionando una serie de herramientas para el análisis de grandes volúmenes de datos, mejorando la toma de decisiones al tiempo que permite su aplicación en servicios bibliotecarios innovadores. Sin embargo, en el contexto Medellín y su área metropolitana podemos observar que la adopción de dichas herramientas en las bibliotecas universitarias aún es un fenómeno poco explorado, lo anterior justifica la necesidad de realizar un estudio sobre su integración, beneficios y desafíos.

El eje de esta investigación se centra en la escasa evidencia empírica sobre el grado en que las bibliotecas universitarias de Medellín y su área metropolitana están adoptando e implementando herramientas de ciencia de datos. Diversos estudios han señalado que la incorporación de tecnologías como Big Data, la analítica de datos o incluso el Blockchain puede aportar beneficios notables, ya sea en la organización de recursos, en la personalización de los servicios de información o en la gestión del conocimiento (Garoufallou & Gaitanou, 2021; Roy, 2024). A pesar de ello, todavía persisten obstáculos importantes: la limitada infraestructura tecnológica, las brechas en la formación del personal y la ausencia de estrategias de implementación eficaces (Ling & Huang, 2023). De ahí la necesidad de examinar cómo estas bibliotecas han empezado a integrar dichas tecnologías y, sobre todo, qué retos han debido enfrentar en este camino.

La pregunta de investigación que guía este trabajo es: ¿Cómo han integrado las bibliotecas universitarias de Medellín y su área metropolitana el uso de herramientas de ciencia de datos en sus actividades cotidianas? Para darle respuesta se ha diseñado un estudio de tipo descriptivo-correlacional con un enfoque mixto, combinando métodos cuantitativos y cualitativos. Por medio de encuestas aplicadas a líderes bibliotecarios y el análisis de los datos recopilados, se busca identificar: las herramientas más utilizadas, los desafíos de implementación y las mejores prácticas que pueden ser replicadas en otras instituciones (Ouyang, 2023).

Esta investigación busca contribuir al campo académico de la bibliotecología y la ciencia de datos, sino que también pretende ofrecer insumos prácticos que permitan la modernización de bibliotecas universitarias en el país. Se espera que las instituciones de educación superior puedan mejorar sus servicios y optimizar la toma de decisiones basada en datos, para así fortalecer su rol en la generación y difusión del conocimiento en el país.

Objetivo general

Analizar cómo las bibliotecas universitarias de Medellín y su área metropolitana han integrado el uso de herramientas de ciencias de datos en sus actividades cotidianas.

Objetivos específicos

- Identificar las herramientas de ciencias de datos que actualmente utilizan las bibliotecas universitarias de Medellín y su área metropolitana en su gestión y servicios y cuáles han sido los principales obstáculos y desafíos que han enfrentado en su implementación.
- Determinar las áreas específicas dentro de las bibliotecas universitarias (gestión de colecciones, servicios a usuarios, toma de decisiones, etc.) en las que se aplican herramientas de ciencias de datos.
- Evaluar el nivel de conocimiento y formación en ciencias de datos de los líderes de las bibliotecas universitarias de Medellín y su área metropolitana.
- Proponer un conjunto de buenas prácticas para la implementación y uso de herramientas de ciencias de datos en las bibliotecas universitarias de Medellín y su área metropolitana, a partir de los resultados obtenidos en esta investigación.

Justificación

Este proyecto permitirá obtener una visión general de cómo las bibliotecas universitarias en Medellín y su área metropolitana han implementado las herramientas de ciencia de datos, resaltando cuales han sido las tecnologías más usadas, las áreas en las que se han aplicación dentro de las bibliotecas y cuáles han sido los desafíos para la adopción de estas. Los resultados brindarán beneficios, como identificar las mejores prácticas y algunas áreas de mejora, con ello se facilitará el desarrollo de productos de ciencia de datos que estén adaptados al entorno bibliotecario y sus necesidades particulares. Además, tendrá aplicaciones de carácter práctico, como la optimización de procesos de gestión, y mejorará la toma de decisiones estratégicas en las bibliotecas. Desde una perspectiva metodológica, el estudio nos ofrecerá un marco para evaluar la adopción de nuevas tecnologías en instituciones educativas, mientras que su valor teórico radica en que amplía la comprensión sobre el uso de la ciencia de datos en sectores no tradicionales, o no tan reconocidos en nuestro entorno, como lo son las bibliotecas universitarias.

Este proyecto guarda una relación estrecha con el plan de estudios de la Maestría en Ciencia de Datos de la Universidad EAN, pues se centra en analizar cómo las bibliotecas universitarias están aplicando estas tecnologías en su funcionamiento. Los resultados permitirán reconocer con mayor claridad cuáles son las necesidades específicas del sector bibliotecario en materia de tecnología y análisis de datos. A partir de ello, se abre la posibilidad de diseñar soluciones y productos que respondan de manera puntual a este contexto. Además, la investigación no solo pone en práctica los aprendizajes de la Maestría, sino que también aporta a la creación futura de herramientas innovadoras que fortalezcan la gestión y mejoren los servicios en las bibliotecas. De esta forma, se reafirma la importancia de la ciencia de datos como un motor de transformación

tecnológica en un ámbito con un enorme potencial de cambio, como lo son las bibliotecas universitarias.

Marco Teórico

Para el actual trabajo dividiremos nuestro *Marco teórico* en dos apartados, *Marco conceptual* y *Estado del Arte*, en el primero desglosaremos algunos de los conceptos que se abordaran en el trabajo, principalmente los relacionados con las ciencias de datos, mientras que en el segundo se abordará el estado del arte con casos de implementación de herramientas de ciencias de datos en las bibliotecas universitarias, no se ha puesto un límite geográfico al rastreo bibliográfico, se ha hecho énfasis en información de 2020 en adelante, con la excepción del trabajo de Jones & Salo, quienes abordan cuestiones éticas referentes al uso de la información de las bibliotecas en ciencia de datos.

Marco conceptual

“*Big Data* es una nueva generación de tecnologías, arquitecturas y estrategias diseñadas para capturar y analizar grandes volúmenes de datos provenientes de múltiples fuentes heterogéneas a una alta velocidad con el objeto de extraer valor económico de ellos” (Joyanes Aguilar, 2013).

“*Analítica de datos (data analytics)* “implica los procesos y actividades diseñados para obtener y evaluar datos para extraer información útil” (Joyanes Aguilar, 2013).

Para definir *Ciencia de Datos* vamos a recurrir a Ribeiro Neto (2023) quien nos dice que: “La ciencia de datos o Data Science es el método científico detrás del análisis de datos. Son metodologías para evaluar este volumen de datos aplicando conocimientos de Estadísticas, Matemáticas e Informática para obtener insights sobre los datos y dar respuesta a cuestiones empresariales o científicas”.

En cuanto a *blockchain* esta es una nueva tecnología que surge de la mano de las criptomonedas, específicamente el Bitcoin. El término blockchain se puede traducir de

manera literal por “cadena de bloques”. En esta cadena (chain), cada bloque (block) está lleno de dato, es decir, la información se registra y se agrupa en bloques, y cada bloque funciona como un eslabón [...] En realidad, se trata de una enorme base de datos que recoge y almacena la información de manera compartida y descentralizada. De esta forma se crea un registro que es único pero que a su vez generan copias sincronizadas, lo que hace imposible manipular los datos (Rojas, 2022).

Finalmente, resulta pertinente precisar qué se entiende por biblioteca universitaria, puesto que en este tipo de institución se sitúa la investigación. La American Library Association (ALA, s. f.) la define como “una biblioteca, o un sistema de ellas, creada y administrada por una universidad con el propósito de atender las necesidades de información de estudiantes y profesores, además de apoyar los programas curriculares, la investigación y otros servicios”.

Las bibliotecas universitarias mantienen como función esencial el apoyo a la enseñanza y el aprendizaje. Durante la pandemia, este servicio se consolidó mediante el acompañamiento a docentes y estudiantes en la creación y acceso a contenidos digitales, la gestión de repositorios institucionales y el soporte en plataformas educativas virtuales. Este papel confirma la importancia de las bibliotecas como aliadas pedagógicas que facilitan el acceso equitativo a la información y promueven la alfabetización informacional (Ayeni et al., 2021).

Otro servicio clave es el apoyo a la investigación, que incluye la provisión de recursos electrónicos, la orientación en búsquedas bibliográficas, la gestión de datos de investigación y el uso de herramientas de análisis bibliométrico o de referencia. Este componente se relaciona directamente con la adopción de herramientas de ciencia de datos, pues permite fortalecer la capacidad analítica de los equipos académicos y optimizar los procesos de gestión del conocimiento (Ayeni et al., 2021).

Finalmente, las bibliotecas universitarias también ofrecen servicios de referencia virtual, acceso remoto y circulación digital de materiales, garantizando la continuidad del servicio incluso en contextos de cierre físico. Estas acciones, junto con la promoción del acceso abierto y la colaboración interinstitucional, reflejan una tendencia hacia la modernización y digitalización de los servicios bibliotecarios, pilares que se vinculan con la eficiencia operativa y la innovación tecnológica observadas en tu estudio (Ayeni et al., 2021).

En el contexto de las bibliotecas universitarias, la formación en tecnologías se ha convertido en un eje estratégico para la sostenibilidad y la innovación de los servicios bibliotecarios. De acuerdo con los Lineamientos e indicadores para las bibliotecas académicas innovadoras del Comité de Bibliotecas de la Red Universitaria Metropolitana de Bogotá (Rumbo. Comité de Bibliotecas., 2018), los equipos bibliotecarios deben desarrollar competencias digitales y tecnológicas que les permitan adaptarse a los entornos de cambio continuo y responder de manera efectiva a las demandas del entorno académico y científico. Esto implica el fortalecimiento de capacidades en gestión de datos, alfabetización informacional avanzada, comunicación digital, liderazgo y pensamiento innovador.

El documento también plantea la importancia de que las bibliotecas sean espacios de aprendizaje mediados por tecnologías, donde el personal esté capacitado para incorporar herramientas digitales en los procesos de enseñanza, investigación y creación de conocimiento. En este sentido, los bibliotecarios deben dominar el uso de plataformas de gestión de la información, software estadístico, herramientas de análisis de datos y recursos de ciencia abierta, además de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial, el aprendizaje automático y la visualización de datos. Este enfoque fomenta la integración de las bibliotecas en los ecosistemas de innovación educativa y científica de las universidades (Rumbo. Comité de Bibliotecas., 2018).

Asimismo, se resalta que la formación tecnológica debe estar acompañada de una visión ética y colaborativa, orientada a la transparencia, la seguridad de la información y el trabajo en red. Participar en consorcios, asociaciones y comunidades de práctica permite fortalecer el aprendizaje colectivo y compartir experiencias en la implementación de soluciones digitales. En conjunto, estos lineamientos posicionan a la formación tecnológica como una condición esencial para consolidar bibliotecas universitarias más inteligentes, analíticas y centradas en el usuario, capaces de liderar procesos de transformación digital y de contribuir activamente al desarrollo científico y académico de sus instituciones (Rumbo. Comité de Bibliotecas., 2018).

Estado del arte

En el contexto actual, las bibliotecas universitarias han comenzado a adoptar herramientas de ciencia de datos para mejorar su gestión y optimizar la prestación de servicios. Una de las principales aplicaciones ha sido en la organización de grandes volúmenes de datos, como lo son obtienen de los Sistemas integrados de Gestión de Bibliotecas (SIGB), las bases de datos bibliográficas y las estadísticas de uso de los diferentes recursos y servicios, y la optimización de los sistemas de búsqueda, logrando mejorar la accesibilidad a los recursos de manera más rápida y efectiva. Según Dong, (2021), la tecnología de minería de datos permite a las bibliotecas universitarias ir más allá de las limitaciones que los sistemas tradicionales de gestión de información, los arriba mencionados SIGB, permitiendo la identificar de patrones y tendencias en el comportamiento de los usuarios, mejorando los procesos de búsqueda y recuperación de información. Con esta tecnología se contribuye significativamente a la eficiencia operativa de las bibliotecas, permitiendo una gestión de colecciones más ágil y acertada.

Los algoritmos de clustering están siendo esenciales al momento de implementar soluciones como los sistemas de recomendación personalizada de libros y el análisis de uso de las colecciones tanto físicas como digitales. Por ejemplo Lin et al. (2023) nos

dicen que en su estudio, un modelo de algoritmo de clustering logro una precisión del 98.97% demostrando el gran potencial de este tipo de herramientas para las bibliotecas universitarias.

La innovación en la gestión y servicios de las bibliotecas universitarias bajo un enfoque de Big Data les permite, no solo optimizar recursos, sino también desarrollar nuevas metodologías de interacción con los usuarios. Ouyang (2023) propone que el uso de algoritmos de recomendación y personalización hace posible que las bibliotecas mejoren la experiencia de los usuarios y también ajustar la oferta de recursos según las necesidades individuales de los estudiantes y docentes. Con la consecuente optimización de recursos económicos y de personal. Este enfoque innovador es en una herramienta clave para lograr adaptar los servicios bibliotecarios a las exigencias actuales del entorno educativo y digital.

A nivel internacional, se puede observar que estas tecnologías también han sido implementadas en muchos sistemas bibliotecarios, para el análisis de grandes volúmenes de datos o Big Data. Un estudio de Garoufallou & Gaitanou, (2021) destaca que las bibliotecas académicas o universitarias, están utilizando tecnologías de Big Data y ciencia de datos para analizar los datos de comportamiento del usuario, los cuales son empleados luego para optimizar el desarrollo de la colecciones, mejorando la toma de decisiones estratégicas para la biblioteca universitaria, impactando positivamente en la universidad de la cual depende. La capacidad de las bibliotecas universitarias para adoptar enfoques basados en datos con los cuales gestionar colecciones y diseñar servicios mucho más efectivos, se ha vuelto fundamental en un entorno en el que el volumen de datos generados por los usuarios sigue aumentando constantemente.

En Arabia Saudita nos encontramos con el caso de la Biblioteca del Rey Abdullah, en ella la adopción de tecnologías de análisis de datos ha permitido realizar mejoras en su infraestructura, además de propiciar la recopilación de información detallada sobre las

preferencias de los usuarios al acceder a los servicios y colecciones, con lo que se ha logrado realizar una gestión de colecciones adaptada a las necesidades de la comunidad académica. En el estudio, realizado por Shenishen (2022), se concluye que, aunque la biblioteca posee una infraestructura moderna, persisten desafíos en lo referente a la capacitación y formación del personal para el manejo de estos sistemas. Es de resaltar entonces la necesidad de contar con personal capacitado para poder aprovechar al máximo las herramientas de ciencia de datos.

Por último, se ha identificado que otra aplicación significativa de la ciencia de datos en las bibliotecas universitarias es la implementación de plataformas de lectura digital, con las cuales aprovechan tecnologías de almacenamiento masivo en la nube y la virtualización de servicios personalizados. Xie (2022) analiza cómo el uso de estas plataformas en la nube le permite a las bibliotecas universitarias ofrecer un servicio de lectura digital ágil y accesible, lo cual facilita la interacción con los usuarios en tiempo real y permite recopilar datos sobre el comportamiento de lectura. Datos que posteriormente son analizados para mejorar la calidad de los servicios y poder ajustar la oferta de recursos a las necesidades específicas de los usuarios, consolidando la importancia de la ciencia de datos en la modernización de los servicios bibliotecarios de las universidades.

La planificación estratégica basada en datos se ha convertido en una de las aplicaciones más valiosas de la ciencia de datos en las bibliotecas universitarias, al permitir la toma de decisiones fundamentada en evidencia concreta sobre el uso de los recursos y la demanda de servicios. En el caso de las bibliotecas académicas de Corea, Lee & Kwon (2023) apuntan que la plataforma de Big Data de la Biblioteca Nacional de Corea ha permitido la recopilación y análisis de datos sobre el comportamiento de los usuarios, con lo que se ha logrado mejorar la planificación y gestión de colecciones. Esta plataforma ha sido utilizada para distintos fines estratégicos, como lo son la administración operativa y hasta el rediseño de espacios, esto nos demuestra cómo los

datos aportan a la creación de servicios alineados con las necesidades reales de la comunidad.

Dentro de la planificación estratégica también se incluye el diseño de políticas que permitan el uso seguro y responsable de los datos recopilados, especialmente en el contexto académico en el cuál la privacidad de los usuarios es un tema de gran importancia. Doty (2020) resalta que la planificación en las bibliotecas académicas debe considerar siempre el cumplimiento de las regulaciones éticas y de privacidad, ya que el uso de las herramientas de análisis de datos implica la recopilación de información personal sensible, muchas veces protegida por la legislación. Es por ello que las bibliotecas deben establecer estrategias claras que equilibren el aprovechamiento de los datos con la protección de los derechos de los usuarios, para generar así un entorno confiable para el uso de tecnologías de ciencia de datos.

En un contexto como el actual, con una creciente digitalización, las bibliotecas universitarias también están empleando los datos que recolectan para evaluar el impacto social de sus servicios, un aspecto cada vez más relevante para la planificación estratégica. Según el ACRL Research Planning and Review Committee (2022), el análisis de datos le permite a las bibliotecas medir sus aportes al éxito académico de los estudiantes y al desarrollo de la investigación, aspectos cruciales para poder demostrar a las directivas y a la sociedad el valor de las bibliotecas dentro de las instituciones de educación superior. Esta evaluación del impacto de la biblioteca universitaria no solo sirve como una herramienta de planificación interna, sino que también fortalece la posición de la biblioteca ante administradores y otros actores clave en el ámbito académico al darle a los líderes de las bibliotecas herramientas para mostrar ese valor intangible de la biblioteca universitaria dentro de las instituciones.

También es de resaltar la experiencia de la Biblioteca Nacional de Escocia, la cuál ilustra cómo la planificación estratégica basada en datos puede promover el desarrollo e

implementación de nuevos servicios. Ames & Lewis (2020) explican que, al analizar los datos recopilados a través del uso de las colecciones digitales, la biblioteca ha podido identificar oportunidades mejorar se oferta de servicios, diseñando servicios que mejoren la accesibilidad y optimicen la experiencia del usuario. Esta planificación apoyada en datos ha permitido que la biblioteca se adapte a los cambios en las demandas de sus usuarios, y que también lidere iniciativas innovadoras, consolidando su rol como institución de vanguardia en la gestión de la información digital.

La implementación de las tecnologías de minería de datos ha tenido un fuerte impacto en la personalización de los servicios bibliotecarios y en la eficiencia de gestión en las bibliotecas universitarias. Según Dong (2021), la minería de datos ha permitido el análisis de grandes volúmenes de datos sobre los patrones de uso y las preferencias de los usuarios, con lo cual se ha facilitado la creación de servicios personalizados y adaptados a las necesidades particulares de cada comunidad académica. Permitiendo a las bibliotecas optimizar sus recursos, casi siempre escasos, al priorizar colecciones y servicios en atención de las demandas identificadas, maximizando así la eficiencia en la asignación de recursos.

Un claro ejemplo son los algoritmos de clustering, que han demostrado ser herramientas muy efectivas para el desarrollo de sistemas de recomendación personalizados, con los cuales se mejora la experiencia del usuario al sugerir materiales que se ajustan a sus intereses y comportamientos previos. Lin et al., (2023) nos explican que, mediante el uso de los algoritmos de clustering, se puede analizar la similitud entre los comportamientos de lectura de los distintos usuarios, generando de esta forma recomendaciones de libros y de otros recursos con una precisión superior al 98%. Este enfoque no solo contribuye a una mayor satisfacción del usuario, sino que también promueve el uso de los materiales menos consultados de las colecciones, optimizando el uso general de los acervos de las bibliotecas.

Además, los algoritmos de clustering y otros métodos avanzados de minería de datos han sido implementados en sistemas integrados de gestión de bibliotecas para mejorar la eficiencia en la organización y la accesibilidad de los recursos. En el caso de las bibliotecas universitarias en Arabia Saudita, Shenishen (2022) destaca que el uso de tecnologías avanzadas de minería de datos ha permitido gestionar el flujo de usuarios y de recursos de manera más eficiente, esto es esencial para las bibliotecas con grandes volúmenes de materiales y altas tasas de consulta. Al poder clasificar los datos de los usuarios y sus preferencias, las bibliotecas pueden anticipar las demandas y con ello ajustar sus servicios, permitiendo una gestión más dinámica y orientada al usuario.

La implementación de la asociación de reglas en minería de datos ha demostrado ser de utilidad en las bibliotecas, principalmente en la creación e implementación de sistemas de recomendaciones complejas, aplicado a la recomendación de lecturas y a la búsqueda de información. Duan & Wang, (2021) describen cómo el uso de reglas de asociación y árboles de decisión en bibliotecas permite identificar patrones de uso y tendencias de lectura, lo cual facilita la toma de decisiones sobre adquisiciones y organización de colecciones. Esto permite que las bibliotecas ajusten sus servicios a las preferencias cambiantes de los usuarios y ofrezcan una experiencia de uso más alineada con sus expectativas y necesidades.

En el contexto de las bibliotecas universitarias, las tecnologías de minería de datos y algoritmos avanzados también contribuyen a procesos de análisis que apoyan la toma de decisiones estratégicas. Garoufallou & Gaitanou (2021) nos señalan que el análisis de grandes volúmenes de datos en las bibliotecas universitarias permite acceder a una visión detallada del uso de los recursos, algo que es esencial para gestionar de manera efectiva los presupuestos y poder definir políticas de adquisición. Con estos sistemas de análisis basados en minería de datos y algoritmos de clustering se mejoran la eficiencia

operativa, y también se potencia la capacidad de las bibliotecas para adaptarse a los cambios en las demandas de los usuarios y en el entorno académico.

Sin embargo, a pesar de que los usos del análisis de datos en las bibliotecas universitarias buscan mejorar procesos o crear servicios, también pueden afectar la privacidad de los usuarios. El uso de análisis de datos en bibliotecas universitarias plantea desafíos éticos significativos, especialmente en lo que respecta a la privacidad y la confidencialidad de los usuarios. Jones & Salo (2017) advierten que, aunque el análisis de datos en el entorno educativo ofrece unas oportunidades para la personalización de los servicios y para mejorar la eficiencia, su implementación puede entrar en conflicto con el "Código de Ética" de la American Library Association (ALA). Este código de ética busca defender la libertad intelectual y el derecho a la privacidad de los usuarios de las bibliotecas en general, no solo de las bibliotecas universitarias. Wes necesario entonces que las bibliotecas universitarias implementen mecanismos de protección de datos, para no vulnerar los derechos de los usuarios al tiempo que desarrollan herramientas de ciencias de datos para el análisis de dichos datos. La privacidad de los datos es un problema serio que deben enfrentar las bibliotecas al momento de implementar este tipo de soluciones.

También nos encontramos con el fenómeno de la "vigilancia institucional". Del Doty (2020) destaca que la recopilación y monitoreo de datos de los estudiantes, y de los usuarios en general, puede ser percibida por el público como una forma de vigilancia, generando reacciones negativas frente a ello, desencadenando desconfianza y preocupación sobre la vulneración de la autonomía de los individuos en el entorno universitario. En este contexto es importante que las bibliotecas universitarias deben buscar el equilibrio entre la utilidad de la recolección y análisis de datos de los usuarios y el respeto de los derechos de los mismos, al tiempo que acatan las normas nacionales e internacionales que regulan el uso de los datos personales de los usuarios.

Junto a los dilemas éticos propios del uso de datos de los usuarios, se deben tener en cuenta también los problemas de seguridad, cualquier filtración de datos o un mal manejo de la información puede comprometer la privacidad de los usuarios, impactar la imagen de la institución y traer consecuencias legales para la biblioteca. Al respecto Garoufallou & Gaitanou (2021) señalan que las bibliotecas deben ser conscientes de los desafíos técnicos que enfrentan, relacionados con los aspectos de seguridad y con el control de acceso a la información. Para ello es necesario la implementación de tecnologías de encriptado y restringir el acceso a la información confidencial, además de la debida anonimización de los datos recolectados. De esta forma se logra proteger la información y generar confianza en los usuarios respecto a la implementación de nuevos servicios por parte de la biblioteca.

Según el ACRL Research Planning and Review Committee (2022), las bibliotecas universitarias han avanzado en la implementación de herramientas de ciencias de datos, pero al mismo tiempo han sido lentas en la adopción de políticas que regulen la recolección, análisis y almacenamiento de datos. Esta falta de regulación puede llevar a prácticas inconsistentes y a potenciales vulneraciones de la privacidad de los usuarios, por lo que se recomienda que las instituciones desarrollen unas políticas robustas que establezcan límites claros sobre la recopilación y uso de datos personales. Dichas políticas no solo orientan las prácticas de los bibliotecarios, sino que también protegen a los usuarios y refuerzan la credibilidad institucional.

Ames & Lewis (2020) resaltan que en el manejo de grandes volúmenes de datos se deben adoptar políticas que garanticen claridad en cómo se van a recopilar los datos, cómo se van a procesar y qué uso se hará de ellos. Además, estas políticas deben ser divulgadas entre la comunidad para que estos tengan conocimiento del proceso y poder generar confianza en ellos frente a los nuevos servicios. También es recomendable

permitir que los usuarios tengan mecanismos para solicitar que sus datos no sean recopilados de la recolección de datos.

La innovación en la adopción de las nuevas tecnologías en las bibliotecas universitarias es esencial para satisfacer las necesidades cambiantes de los usuarios y mantenerse a la vanguardia en un entorno cada vez más digitalizado. El ACRL Research Planning and Review Committee (2022), nos dice que las bibliotecas deben adoptar nuevas tecnologías para mejorar sus servicios, optimizar la gestión de colecciones y apoyar a sus usuarios para que alcancen el éxito académico.

En la actualidad, en un contexto de auge del Big Data, las bibliotecas universitarias que adopten estas tecnologías lograrán aumentar su impacto en la comunidad académica al tiempo que se vuelven más eficaces en el manejo de los recursos. Siendo esto muy importante para instituciones como las de nuestro estudio, ubicadas en Colombia, un contexto en el que las bibliotecas están sometidas a fuertes presiones presupuestales.

Otro de los factores a tener en cuenta es el almacenamiento de los datos, para el que es necesario la implementación de tecnologías como el almacenamiento escalable, tal y como lo indican Garoufallou & Gaitanou, (2021), siendo este un fuerte desafío, pues para lograrlo es necesario una fuerte inversión en infraestructura tecnológica y en capacitación del personal encargado.

Jones & Salo (2017) afirman que el empleo de tecnologías en ciencias de datos dentro de entornos académicos implica una serie de desafíos éticos importantes, relacionados con la privacidad y la confidencialidad de los datos de los usuarios. Con ello reiteran lo ya dicho anteriormente, es necesario que las bibliotecas universitarias tengan políticas claras sobre el manejo de los datos, para proteger los derechos de los usuarios, crear servicios confiables para el público y evitar posibles problemas legales hacia el futuro.

Tenemos el caso de la Biblioteca Nacional de Escocia como un caso de éxito en la implementación de servicios basados en herramientas de ciencias de datos. Ames & Lewis (2020) nos cuentan que dicha institución implementó un programa masivo de digitalización, mejorando con ello el acceso de los usuarios a sus colecciones y permitiéndole crear nuevos servicios de investigación a través de formatos digitales. De esta forma se logra brindar un acceso remoto a las colecciones, al tiempo que se generan datos que se pueden recolectar y analizar para obtener patrones de uso con los cuales adaptar la oferta de servicios a las necesidades de los usuarios así identificadas. El éxito de este programa destaca la importancia de integrar tecnologías digitales en la estrategia de servicios bibliotecarios, promoviendo la accesibilidad y eficiencia

Finalmente, la colaboración entre bibliotecas y la adopción de tecnologías emergentes, como blockchain, pueden fortalecer los servicios interbibliotecarios y facilitar el acceso a recursos compartidos, optimizando los presupuestos de las bibliotecas. Al respecto Ling & Huang (2023) sugieren que las alianzas tecnológicas entre diferentes bibliotecas universitarias permite crear sinergias que ayudan a la reducción de costos, mejoran la cobertura de los servicios, optimizan los servicios por medio de plataformas compartidas. Todo ello redunda en la reducción de costos y la satisfacción de los usuarios, todo ello gracias a la colaboración y la tecnología.

Hipótesis

La adopción de herramientas de ciencia de datos y Big Data en las bibliotecas universitarias de Medellín y su área metropolitana mejora la eficiencia en la gestión de recursos y la personalización de servicios, y está influenciada por factores como la capacitación del personal, la infraestructura tecnológica y la alineación con principios éticos. Además, los desafíos éticos y de privacidad enfrentados pueden ser mitigados mediante políticas robustas y prácticas innovadoras.

Con el fin de facilitar su validación y análisis, esta hipótesis general se descompone en las siguientes hipótesis específicas:

H1. La adopción de herramientas de ciencia de datos y Big Data mejora la eficiencia en la gestión de recursos en las bibliotecas universitarias de Medellín y su área metropolitana.

H2. La adopción de herramientas de ciencia de datos y Big Data incrementa la personalización de los servicios bibliotecarios, permitiendo una mayor adaptación a las necesidades y comportamientos de los usuarios.

H3. La efectividad en la adopción de herramientas de ciencia de datos y Big Data está determinada por factores organizacionales y éticos, como la capacitación del personal, la infraestructura tecnológica disponible y la existencia de políticas institucionales de privacidad y manejo responsable de los datos.

Variables

A continuación, se definen las variables clave dentro de la investigación. La herramienta para la recolección de información que se empleará es una encuesta. Estas variables reflejan los aspectos clave que serán medidos y analizados para comprender cómo las bibliotecas universitarias de Medellín y su área metropolitana han ido integrando las herramientas de ciencias de datos y en qué áreas. Las definiciones conceptuales permiten tener claridad teórica sobre lo que se pretende estudiar, mientras que las definiciones operacionales establecen las formas en las que se recolectará y analizará la información durante la investigación.

La selección de las variables del estudio se fundamentó en el marco teórico y en la definición del problema de investigación, que busca comprender cómo las bibliotecas universitarias de Medellín y su área metropolitana han adoptado herramientas de ciencia de datos en su gestión y servicios. Cada variable fue diseñada para dar respuesta a uno o varios de los objetivos específicos planteados, garantizando con ello coherencia entre los componentes teóricos y el enfoque metodológico planteado.

Según Joyanes Aguilar, (2019), la aplicación de la ciencia de datos en organizaciones permite optimizar procesos mediante el análisis y aprovechamiento de grandes volúmenes de información, lo cual se alinea con la necesidad de evaluar cómo las bibliotecas universitarias incorporan estas herramientas en su gestión. Asimismo, Yang et al. (2017) plantea que la integración de Big Data y cloud computing genera oportunidades significativas para la innovación en entornos informacionales, justificación que refuerza la pertinencia de indagar sobre la adopción de estas tecnologías en las bibliotecas. De esta manera, las variables no solo describen el estado actual, sino que permiten analizar los factores que inciden en la integración efectiva de tecnologías emergentes en el entorno bibliotecario.

Desde la metodología, la selección de variables respondió a la necesidad de obtener datos cuantitativos y cualitativos que reflejaran tanto el nivel de adopción tecnológica como las percepciones y prácticas asociadas. Se optó por un diseño de encuesta estructurada que combinó preguntas cerradas (para medir frecuencia, impacto y niveles de conocimiento) y preguntas abiertas (para identificar experiencias, herramientas y recomendaciones específicas). Esta estructura permitió recopilar información amplia y profunda sobre cinco dimensiones clave: tecnologías empleadas, obstáculos enfrentados, áreas de aplicación, nivel de conocimiento del personal y buenas prácticas institucionales. En conjunto, estas variables ofrecen una visión integral del fenómeno, articulando teoría, práctica y análisis contextual del uso de ciencia de datos en las bibliotecas universitarias de la región.

1. Herramientas de ciencias de datos utilizadas

- **Definición conceptual:** Las herramientas de ciencias de datos son aquellas aplicaciones y tecnologías que permiten analizar, procesar, interpretar y visualizar datos para la toma de decisiones. Estas pueden incluir desde software especializado en minería de datos, algoritmos de clustering, hasta plataformas de visualización de datos.
- **Definición operacional:** Se medirán a través de una encuesta dirigida a los líderes de las bibliotecas universitarias, donde se consultará qué herramientas específicas utilizan (por ejemplo, R, Python, Tableau, Hadoop, Power BI, etc.), su frecuencia de uso, y las áreas donde son aplicadas. Las respuestas estarán en formato de lista de opciones y preguntas abiertas.

2. Obstáculos y desafíos en la implementación

- **Definición conceptual:** Los obstáculos y desafíos en la implementación de herramientas de ciencias de datos hace referencia a las barreras que dificultan la adopción de herramientas de ciencias de datos en las bibliotecas encuestadas, como la falta de recursos tecnológicos, resistencia al cambio, o la carencia de formación en estas tecnologías.
- **Definición operacional:** Se medirán mediante preguntas específicas en la encuesta, donde se solicitará a los líderes que identifiquen los principales obstáculos encontrados al adoptar estas herramientas (con opciones múltiples como recursos financieros limitados, falta de capacitación, etc.) y la escala de impacto de cada obstáculo en una escala de 1 a 5.

3. Áreas de aplicación dentro de las bibliotecas

- **Definición conceptual:** Esta variable refiere a las secciones o departamentos de las bibliotecas universitarias donde se utilizan herramientas de ciencias de datos, como la gestión de colecciones, los servicios de atención al usuario o la toma de decisiones sobre adquisiciones.
- **Definición operacional:** Para la evaluación de esta variable se emplearan preguntas en la encuesta para identificar las herramientas de ciencias de datos. Las preguntas contarán con opciones predefinidas (Por ejemplo: gestión de colecciones, servicios de préstamos, recomendaciones personalizadas) además se incluirá un espacio para que los encuestados agreguen opciones que no se encuentren en el listado preestablecido.

4. Nivel de conocimiento y formación en ciencias de datos

- **Definición conceptual:** Esta variable hace referencia al nivel de formación del personal de las bibliotecas universitarias en el empleo de herramientas de ciencias de datos. Abarca tantos cursos formales, certificaciones o experiencias prácticas.
- **Definición operacional:** La medición de esta variable se realizará por medio de preguntas acerca de la formación informal, formal y profesional en el área de ciencias de datos y la cantidad de horas dedicadas a dichas formaciones. También se incluirá una autoevaluación sobre el nivel de conocimiento de quien responda la encuesta en una escala del 1 al 5.

5. Buenas prácticas para la implementación de herramientas de ciencia de datos

- **Definición conceptual:** Las buenas prácticas hace referencia al conjunto de recomendaciones basadas en la experiencia y en la evidencia recogida a través del tiempo, para optimizar la adopción y uso de las herramientas de ciencia de datos, en este caso en el ámbito bibliotecario.
- **Definición operacional:** Las buenas prácticas se identificarán mediante el análisis cualitativo de las respuestas obtenidas en la encuesta, específicamente aquellas referidas a los desafíos superados y a las experiencias exitosas en la integración de herramientas de ciencia de datos. Además, se incluirán preguntas abiertas para que los líderes de biblioteca compartan recomendaciones basadas en sus experiencias más sobresalientes en la implementación de herramientas de ciencias de datos.

Metodología

Enfoque de la Investigación

El enfoque seleccionado para esta investigación es un enfoque mixto, en ella se combinará el uso de métodos cuantitativos y cualitativos. Por medio del enfoque cuantitativo se podrán medir variables claves relacionadas con la adopción de herramientas de ciencia de datos, como lo son el nivel de conocimiento del personal, las herramientas utilizadas, y los principales obstáculos enfrentados. Por otro lado, con el enfoque cualitativo se hará énfasis en analizar las experiencias, percepciones y buenas prácticas de las bibliotecas universitarias desde la perspectiva de los líderes de estas (Hernández Sampieri et al., 2014).

Diseño de la Investigación

El diseño de la investigación es no experimental y transversal. En ella no se manipularán variables, ya que el objetivo es observar y analizar la realidad tal como se presenta en un momento específico. La información utilizada será recolectada a través de un instrumento, encuesta, diseñado específicamente para obtener datos sobre las herramientas utilizadas, los obstáculos enfrentados y las prácticas adoptadas en las bibliotecas universitarias de Medellín y su área metropolitana (Hernández Sampieri et al., 2014).

Tipo de Investigación

La investigación es del tipo descriptivo-correlacional, con ella se busca describir los fenómenos relacionados con la adopción de herramientas de ciencia de datos y analizar las relaciones entre variables, como el nivel de conocimiento del personal y las herramientas utilizadas. Este tipo de investigación permite identificar patrones y

asociaciones relevantes para generar propuestas de mejora (Hernández Sampieri et al., 2014).

Fases de la Investigación

Fase 1: Planeación y Definición del Marco Teórico

Objetivo asociado: Analizar el contexto teórico y conceptual de la investigación.

- Actividades:
 - Revisión de literatura sobre ciencia de datos en bibliotecas universitarias.
 - Identificación de herramientas tecnológicas y prácticas internacionales relevantes.
 - Sistematización de conceptos clave: ciencia de datos, Big Data, Blockchain, analítica de datos, entre otros.
- Producto: Marco teórico consolidado.

Fase 2: Diseño y Validación del Instrumento

Objetivo asociado: Identificar herramientas utilizadas, obstáculos enfrentados y prácticas en bibliotecas universitarias.

- Actividades:
 - Diseño de la encuesta estructurada basada en los objetivos de investigación.
 - Validación del instrumento mediante el Formato Aiken.
 - Ajuste del instrumento con base en las recomendaciones de los expertos.
- Producto: Encuesta validada y lista para su aplicación.

Fase 3: Recolección de Datos

Objetivo asociado: Recopilar información sobre herramientas de ciencia de datos, áreas de aplicación y nivel de conocimiento del personal.

- Actividades:

- Aplicación de la encuesta a líderes de bibliotecas universitarias de Medellín y su área metropolitana.
- Seguimiento a participantes para garantizar una alta tasa de respuesta.
- Consolidación de las respuestas en una base de datos.
- Producto: Datos recopilados y organizados para su análisis.

Fase 4: Análisis de los Resultados

Objetivo asociado: Determinar patrones y asociaciones en la adopción de herramientas de ciencia de datos.

- Actividades:
 - Análisis cuantitativo: cálculo de frecuencias, medidas de tendencia central y análisis correlacional.
 - Análisis cualitativo: categoría de respuestas abiertas sobre experiencias y buenas prácticas.
 - Interpretación de resultados con base en los objetivos planteados.
- Producto: Informe de resultados con gráficos, tablas y narrativas descriptivas.

Fase 5: Propuesta de Buenas Prácticas y Redacción del Informe Final

Objetivo asociado: Proponer buenas prácticas para la implementación de herramientas de ciencia de datos.

1. Actividades:
 - Elaboración de un documento con buenas prácticas basadas en los hallazgos.
 - Redacción del informe final del trabajo de investigación.
 - Preparación de una presentación para socializar los resultados.
2. Producto: Informe final y recomendaciones para bibliotecas universitarias.

Población y Muestra

- **Población objetivo:** Líderes de bibliotecas universitarias en Medellín y su área metropolitana que estén directamente relacionados con la gestión y aplicación de herramientas tecnológicas.
- **Muestra:** Se utilizará un muestreo por conveniencia con un estimado de 30 a 50 participantes, asegurando representatividad.

Aunque el estudio fue diseñado para alcanzar una muestra estimada entre 30 y 50 participantes, correspondientes a una población total de 46 líderes de bibliotecas universitarias de Medellín y su área metropolitana, únicamente se obtuvieron 16 respuestas válidas (N=15). Esta cifra representa un porcentaje menor al esperado, lo que puede atribuirse a limitaciones de tiempo para la aplicación del instrumento y a la disponibilidad de los participantes en el periodo de recolección de datos.

No obstante, las respuestas obtenidas permiten contar con una muestra suficiente para realizar un análisis exploratorio del fenómeno estudiado. Los datos recolectados nos muestran la diversidad de contextos institucionales y niveles de adopción tecnológica presentes en las bibliotecas universitarias de la región, ofreciendo una visión representativa del estado actual en cuanto a la implementación y uso de herramientas de ciencia de datos. Por lo tanto, aunque el tamaño muestral es limitado, los resultados constituyen una base sólida para la comprensión inicial del tema y para la formulación de propuestas de mejora y líneas futuras de investigación.

Diseño del Instrumento de Medición y Validación

El instrumento principal será una encuesta estructurada, diseñada para recopilar información sobre las herramientas utilizadas, los desafíos enfrentados, y las áreas de aplicación.

La formulación del instrumento de recolección de datos se basó en la revisión preliminar de literatura sobre la adopción de herramientas de ciencia de datos en bibliotecas universitarias. Este análisis permitió identificar las aplicaciones y tecnologías comúnmente asociadas con el tratamiento, análisis y visualización de grandes volúmenes

de datos, como Python, R, Power BI, Tableau, Hadoop, entre otras. Es por ello que las preguntas del cuestionario se orientaron a explorar el nivel de conocimiento y uso de estas herramientas emergentes, más que de aquellas de carácter tradicional o de ofimática general.

- **Secciones del instrumento:**

1. Datos generales de la biblioteca y el participante.
2. Herramientas tecnológicas utilizadas y su frecuencia de uso.
3. Obstáculos y desafíos en la implementación de herramientas.
4. Áreas de aplicación dentro de la biblioteca.
5. Nivel de conocimiento y formación del personal.
6. Buenas prácticas y experiencias exitosas.

- **Validación:**

- Se someterá a evaluación por al menos cinco expertos utilizando el Formato Aiken para determinar la claridad, coherencia, relevancia y suficiencia de cada pregunta.
- Se realizarán ajustes con base en los resultados de la validación.

Procedimientos y Técnicas de Análisis de la Información

Análisis cuantitativo:

- Uso de software estadístico (R versión 4.4.1) para calcular:
 - Frecuencias y porcentajes.
 - Tendencias centrales (media, mediana, moda).
 - Correlaciones entre variables clave (por ejemplo, nivel de conocimiento y áreas de aplicación).

Análisis cualitativo:

- Categorización y análisis de contenido de las respuestas abiertas sobre buenas prácticas y experiencias.
- Identificación de patrones y temas recurrentes en los desafíos enfrentados y las recomendaciones de los participantes.

Técnicas de triangulación:

- Integración de los resultados cuantitativos y cualitativos para obtener una visión más completa de la adopción de herramientas de ciencia de datos.
- Comparación con antecedentes teóricos y estudios similares.

Presentación de resultados:

- Elaboración de gráficos y tablas que resuman los hallazgos cuantitativos.
- Inclusión de citas textuales representativas de los hallazgos cualitativos.
- Discusión de los resultados en relación con los objetivos y el marco teórico.

Evaluación Aiken de la encuesta

En la evaluación mediante el Formato Aiken para validar nuestra encuesta, encontramos que 10 de las 14 preguntas iniciales fueron aprobadas por los evaluadores, cumpliendo con los criterios de claridad, relevancia, coherencia y suficiencia. Sin embargo, al revisar los datos, se detectó que una de las preguntas había sido enviada dos veces debido a un error técnico, por lo que el instrumento consta realmente de 13 preguntas. La pregunta duplicada, que obtuvo un puntaje de 0,67, es una de las que no cumplió con el nivel de aprobación requerido.

En relación con la pregunta 3 de la variable 4, los evaluadores plantearon dudas sobre el uso de opciones de respuesta con cinco niveles en lugar de tres o indicaron que era necesario incluir un nivel cero. No obstante, defendemos este formato, ya que una escala

con cinco opciones permite un análisis más detallado y matizado, mientras que una escala de tres opciones podría limitar la interpretación de los datos. Para la pregunta 4 se plantea que debe de haber un nivel de cero horas de capacitación, por lo tanto, se cambiara la primera opción “Menos de 10 horas” por “De 0 a 10 horas”. Ambas preguntas obtuvieron un puntaje de 0,73.

Finalmente, para la pregunta 1 de la variable 5, los evaluadores sugirieron ajustes en la redacción para mejorar su claridad y precisión. Esta pregunta también alcanzó un puntaje de 0,73, lo que indica que requiere revisión para cumplir plenamente con los estándares establecidos en el proceso de validación. A partir de estas observaciones, se realizarán los ajustes necesarios para optimizar el instrumento antes de su implementación.

Finalmente podemos ver que una parte significativa de las preguntas analizadas presenta coeficientes V de Aiken altos (≥ 0.80), destacando la pregunta 4 de la Variable 1 con un puntaje perfecto de 1.00. Esto indica un fuerte consenso entre los expertos sobre su claridad, pertinencia y relevancia.

En la Figura 1 podemos encontrar el resultado de la evaluación Aiken.

Figura 1. Resultados de la Evaluación Aiken

Variable (Asociación Inferida)	Pregunta	Coefficiente V de Aiken	Observaciones
Variable 1	1	0,92	Alto grado de acuerdo.
Variable 1	2	0,92	Alto grado de acuerdo.
Variable 1	3	0,92	Alto grado de acuerdo.
Variable 1	4	1,00	Acuerdo unánime y perfecto.
Variable 2	1	0,92	Alto grado de acuerdo.
Variable 2	4	0,67	Acuerdo moderado. Un evaluador asignó una baja calificación (0,33).
Variable 3	1	0,83	Alto grado de acuerdo.
Variable 3	2	0,83	Alto grado de acuerdo.

Variable 4	5	0,92	Alto grado de acuerdo.
Variable 5	1	0,80	Alto grado de acuerdo.
Variable 5	2	0,67	Acuerdo moderado.
Variable 5	3	0,67	Acuerdo moderado.
No especificada	1	0,73	Acuerdo aceptable.
No especificada	2	0,80	Alto grado de acuerdo.
No especificada	3	0,80	Alto grado de acuerdo.

Para consultar la evaluación Aiken completa vaya al Anexo B. Evaluación AikenAnexo

B. Evaluación Aiken

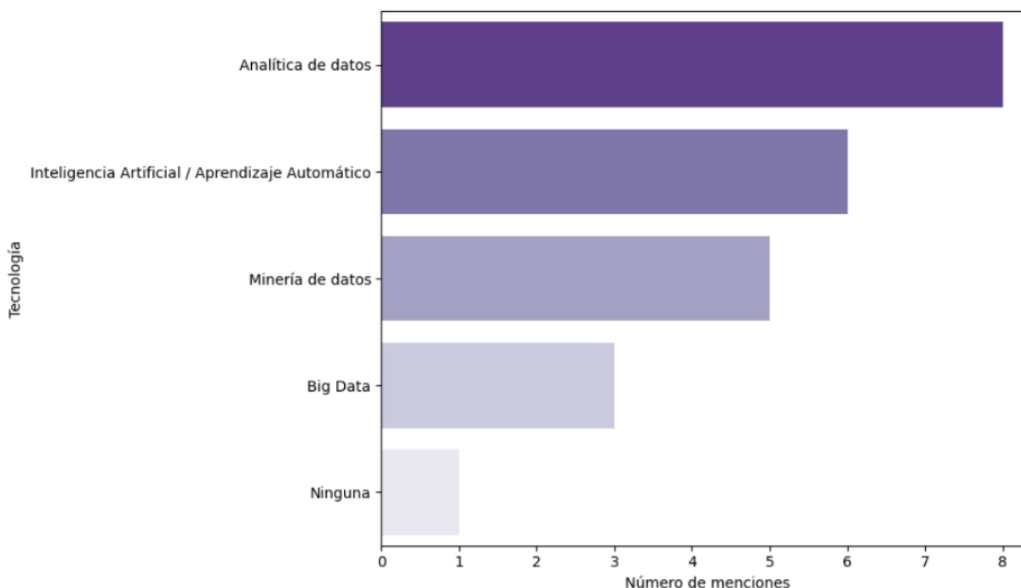
Análisis de resultados

Este estudio se enfoca en el análisis de la adopción de herramientas de ciencia de datos en bibliotecas universitarias de Medellín y el área metropolitana del Valle de Aburrá, un contexto caracterizado por una alta concentración de instituciones de educación superior que representan una muestra significativa del ecosistema académico de la región. La población objetivo estuvo conformada por las 46 bibliotecas universitarias identificadas en el área, todas vinculadas a instituciones reconocidas por su actividad investigativa, académica y tecnológica. El propósito fue indagar cómo estas bibliotecas están incorporando herramientas de analítica y gestión de datos en sus procesos de toma de decisiones, servicios y desarrollo de colecciones.

De esta población total, se obtuvieron 15 respuestas válidas, correspondientes a una tasa de respuesta del 32,6 %, lo que permitió un análisis representativo del panorama regional. De las bibliotecas participantes, 9 pertenecen a instituciones privadas y 6 a instituciones públicas, lo que ofrece una perspectiva equilibrada entre ambos sectores. Cabe señalar que se recibió una única respuesta por universidad, lo cual garantiza que las respuestas reflejan una visión institucional y no individual. Esta estructura de la muestra permitió identificar tanto las similitudes como las diferencias en el nivel de adopción tecnológica entre los dos tipos de instituciones.

En la Figura 1, se muestra que la analítica de datos es la tecnología de ciencia de datos más aplicada en las bibliotecas universitarias encuestadas, con ocho menciones. Esto evidencia que el análisis estadístico y descriptivo de información es la práctica más consolidada, posiblemente porque se adapta fácilmente a las dinámicas bibliotecarias como el seguimiento de uso de recursos, generación de reportes y apoyo en la toma de decisiones.

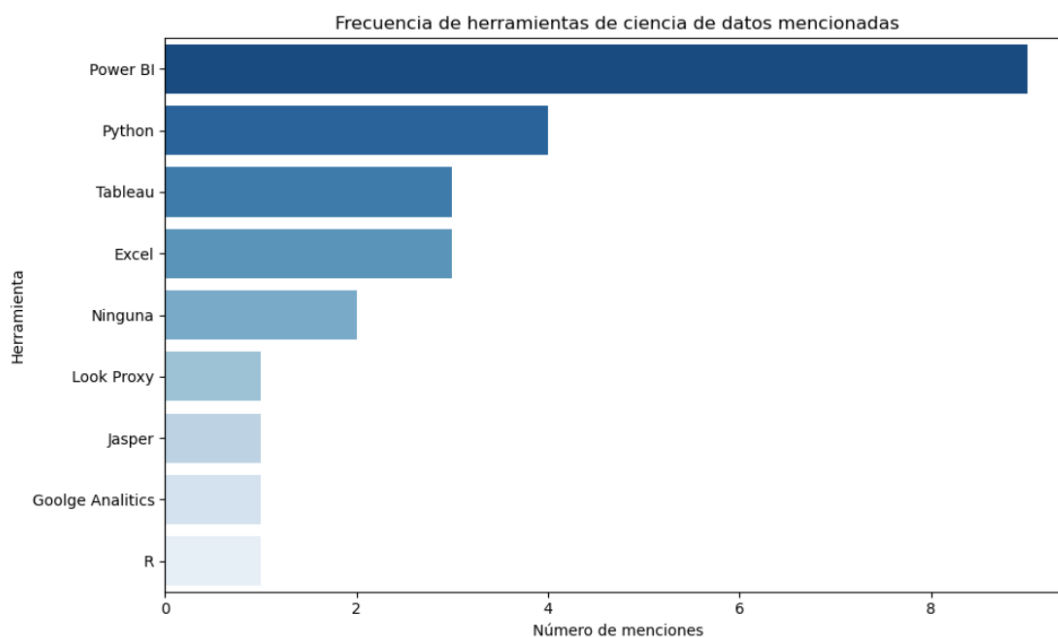
Figura 2. Tecnologías de ciencia de datos empleadas



En segundo lugar, aparecen la inteligencia artificial/aprendizaje automático y la minería de datos, con seis y cinco menciones respectivamente. Estas tecnologías reflejan un interés creciente en explorar herramientas más avanzadas, como clasificación automática, chatbots, recomendadores o análisis predictivo, aunque todavía su implementación parece limitada. Por su parte, Big Data registra solo tres menciones, lo cual indica que el manejo de grandes volúmenes de información aún no es una prioridad o enfrenta barreras en términos de infraestructura y capacitación.

Finalmente, solo una biblioteca reportó no aplicar ninguna tecnología de ciencia de datos, esto señala una brecha en la adopción de estas tecnologías y pone de manifiesto la necesidad de fortalecer aspectos como la formación del personal y la inversión en infraestructura. En su conjunto, la gráfica refleja un panorama en el que se priorizan usos más básicos del análisis de datos, mientras que las aplicaciones más avanzadas están, aún, en etapa de exploración o en una implementación inicial.

Figura 3. Cantidad de veces que se menciona una herramienta de ciencia de datos



En la Figura 3. Cantidad de veces que se menciona una herramienta de ciencia de datos observamos que Power BI es la herramienta de ciencia de datos más mencionada por las bibliotecas universitarias, con nueve registros. Esto reafirma su papel como una plataforma de visualización y análisis de datos de fácil adopción para las bibliotecas universitarias, es especialmente útil para elaborar reportes, tableros de control y estadísticas de uso de colecciones y servicios.

En un segundo lugar aparecen Python (4 menciones), Tableau (3) y Excel (3). Python es una herramienta más avanzada y flexible, que se encuentre en segundo lugar nos indica que existe un interés por incorporar programación en los procesos bibliotecarios. Mientras que Tableau y Excel, en cambio, muestran un enfoque más orientado a la visualización y al manejo básico de datos, probablemente esto ocurre en contextos donde la capacitación técnica es aún limitada.

Finalmente, herramientas como Look Proxy, Jasper, Google Analytics y R presentan una baja frecuencia de uso en las bibliotecas universitarias, mientras que algunos encuestados indicaron no emplear ninguna herramienta. Esto nos sugiere una adopción muy desigual de las herramientas de ciencias de datos: mientras Power BI se consolida como estándar, el uso de herramientas más técnicas o especializadas depende de factores como el perfil del personal, la infraestructura disponible y las necesidades específicas de cada biblioteca.

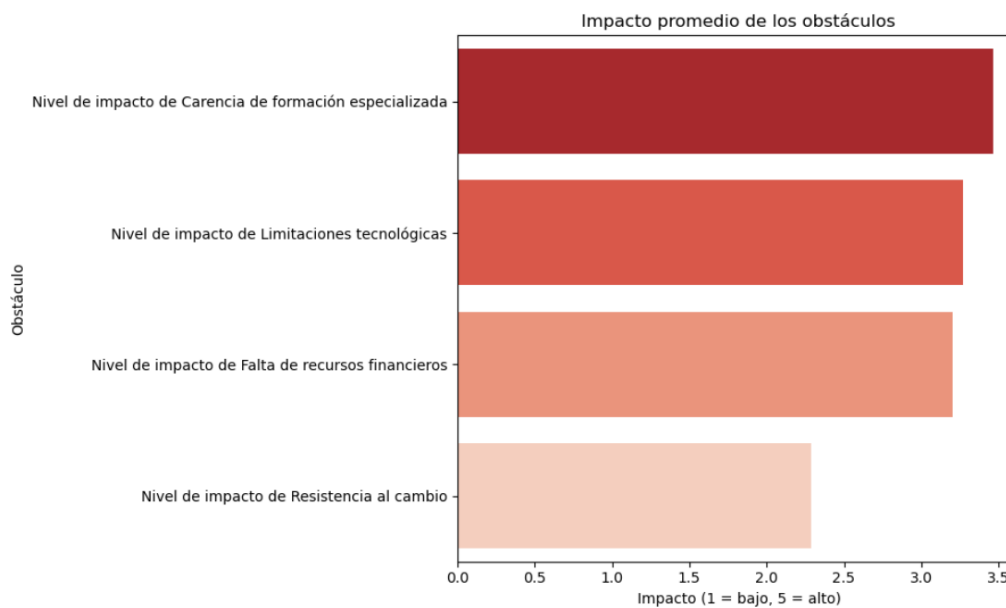
Obstáculos y desafíos en la implementación

En la Figura 4. Impacto de los obstáculos en la implementación de herramientas de ciencia de datos en las bibliotecas universitarias, se puede ver que el mayor obstáculo para dicha implementación es la carencia de formación especializada, con un promedio de impacto más alto que el resto. Esto nos indica la necesidad de fortalecer las competencias del personal en análisis de datos, programación y uso de plataformas tecnológicas.

En segundo lugar, encontramos las limitaciones tecnológicas y la falta de recursos financieros, las dos con un impacto significativo y muy cercano. Lo que nos indica que, además de la capacitación, los problemas de infraestructura y presupuesto son serios limitantes para la adopción de soluciones más avanzadas.

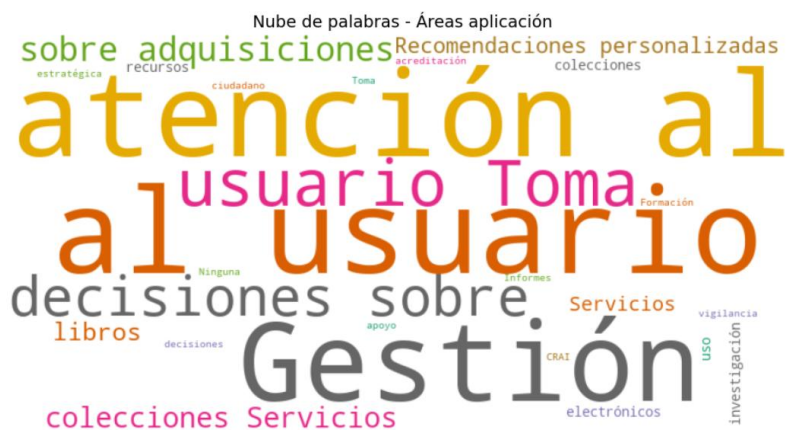
Por último, la resistencia al cambio aparece con el nivel de impacto más bajo. Aunque no deja de ser un factor relevante, pareciera que el personal bibliotecario muestra disposición a la innovación, pero se ve restringido por las barreras de conocimiento, tecnología y financiación.

Figura 4. Impacto de los obstáculos en la implementación de herramientas de ciencia de datos en las bibliotecas universitarias



Áreas de aplicación dentro de las bibliotecas

Figura 5. Nube de palabras - Áreas de aplicación dentro de las bibliotecas



De las respuestas, se identifican seis grandes categorías de aplicación en las bibliotecas universitarias de Medellín y el área metropolitana:

1. Gestión y organización de colecciones.

Gestión y organización de colecciones emerge como la categoría más relevante dentro de la aplicación de herramientas de ciencia de datos en bibliotecas universitarias. Las respuestas indican que esta área se beneficia del uso de técnicas como clasificación automática de documentos por temas, autores o áreas de conocimiento, así como del etiquetado inteligente mediante procesamiento de lenguaje natural (NLP). Además, la aplicación de técnicas de minería de datos posibilita la identificación de patrones de préstamo, el reconocimiento de tendencias en la demanda y una mejor comprensión del comportamiento de los usuarios frente a los recursos. Con ello, las bibliotecas fortalecen su capacidad para anticiparse a las necesidades de la comunidad académica y optimizar la asignación de recursos.

De igual manera, el uso de análisis predictivo y de herramientas de apoyo a la toma de decisiones contribuye a una gestión más estratégica de las colecciones, facilitando tanto la renovación como la adquisición de materiales. A través de la evaluación estadística del uso de los recursos, las bibliotecas pueden priorizar la pertinencia y la calidad de sus colecciones, lo que impacta en la satisfacción de los usuarios y, al mismo tiempo, favorece una administración más eficiente del presupuesto.

En este sentido, la incorporación de herramientas de ciencia de datos no solo mejora la organización interna, sino que también ofrece respuestas concretas a los desafíos de sostenibilidad y optimización que enfrentan las bibliotecas en contextos académicos cada vez más competitivos.

2. Búsqueda, recuperación y accesibilidad de la información

En el caso de la búsqueda, recuperación y accesibilidad de la información, se percibe un marcado interés en mejorar la experiencia de los usuarios. Entre las iniciativas que más destacan se encuentran los motores de búsqueda semánticos, aplicados a los SIGB y a las bases de datos bibliográficas, que permiten recuperar información de manera más

precisa, y a los sistemas de recomendación personalizados con los que se emula la experiencia de plataformas de consumo masivo como Netflix o Spotify. Estas herramientas buscan ofrecer a los usuarios resultados más relevantes y ajustados a sus necesidades académicas y de investigación.

Adicionalmente, se han mencionado avances en accesibilidad, como la incorporación de tecnologías de reconocimiento óptico de caracteres (OCR) para digitalización de documentos y la implementación de soluciones que favorecen la inclusión, como lectores de pantalla o sistemas de traducción automática. Aunque estas propuestas están aún en etapas iniciales, muestran un alineamiento con las tendencias globales hacia bibliotecas inclusivas e inteligentes. Estas experiencias, aunque incipientes, evidencian el potencial para construir entornos más accesibles y funcionales para todos los usuarios.

3. Análisis estadístico y toma de decisiones

En lo que respecta al análisis estadístico y a la toma de decisiones, esta categoría se reconoce como una de las más consolidadas dentro de las bibliotecas universitarias. Las instituciones reportan un uso frecuente de herramientas como Power BI, Jasper, Excel y Google Analytics para el seguimiento de indicadores estratégicos. Dichas herramientas se emplean, en particular, para la elaboración de reportes que respaldan los procesos de acreditación institucional, la evaluación del desempeño de los servicios y el análisis de patrones de uso, entre los que se incluyen el flujo de usuarios, las estadísticas de préstamo y el acceso a las bases de datos suscritas por la biblioteca.

No obstante, el análisis muestra que aún existe una fuerte dependencia de herramientas tradicionales, como Excel, lo que limita el alcance de los procesos analíticos. Si bien se mencionan casos de adopción de herramientas más avanzadas, como Power BI, el uso de Big Data, minería de datos o analítica predictiva sigue siendo muy limitado. Esta situación resalta la necesidad de fortalecer las capacidades

tecnológicas y analíticas de las bibliotecas para evolucionar hacia modelos más sofisticados de gestión basada en datos.

4. Apoyo a la investigación y formación

En cuanto al apoyo a la investigación y formación, desde hace algunos años las bibliotecas han asumido un rol más protagónico en los procesos académicos. Entre las acciones mencionadas se encuentra el análisis de información académica para apoyar proyectos de investigación y el uso de herramientas especializadas como Papyrus para gestionar datos específicos. Estas prácticas demuestran el interés por trascender el papel tradicional de proveedor de información y convertirse en un aliado estratégico en la generación de conocimiento.

De igual manera, se han identificado esfuerzos por incluir la ciencia de datos como parte de los planes de formación para usuarios y personal bibliotecario. Esta inclusión busca fortalecer las competencias digitales, preparar a los usuarios para interactuar con herramientas analíticas y posicionar a las bibliotecas como centros de innovación educativa. Aunque la cobertura y profundidad de estas experiencias todavía es limitada, constituyen un punto de partida valioso para avanzar hacia bibliotecas más integradas a los procesos de investigación y docencia.

5. Automatización y servicios innovadores

Dentro de la categoría de automatización y servicios innovadores, se identifican experiencias recientes orientadas a optimizar la operación de las bibliotecas y a mejorar la atención al usuario. Entre las iniciativas reportadas destaca la implementación de chatbots y asistentes virtuales para atender consultas frecuentes, lo que reduce la carga de trabajo del personal y garantiza respuestas inmediatas. También se señala la automatización de procesos internos, como la elaboración de estadísticas y reportes, que contribuyen a una gestión más eficiente de los recursos disponibles.

De manera complementaria, algunas bibliotecas han comenzado a explorar el uso de inteligencia artificial en actividades de difusión y marketing, particularmente en la generación automática de contenidos para redes sociales. Estas prácticas, aunque todavía aisladas, reflejan la búsqueda constante de innovación y el interés por consolidar a la biblioteca como un espacio dinámico y tecnológicamente avanzado. Al mismo tiempo, evidencian una tendencia hacia la modernización y la creación de servicios más ágiles, ajustados a las nuevas demandas de los usuarios.

6. Áreas sin aplicación o con limitaciones

Finalmente, en las áreas sin aplicación o con limitaciones, se identifican brechas significativas que impiden el desarrollo de proyectos relacionados con ciencia de datos. Algunos encuestados manifestaron no contar con sistemas especializados, dependiendo únicamente de herramientas básicas como Excel, mientras que otros declararon no realizar ningún tipo de aplicación de estas tecnologías. Esta situación refleja una marcada desigualdad entre instituciones con capacidades tecnológicas avanzadas y aquellas que enfrentan limitaciones en infraestructura y recursos humanos.

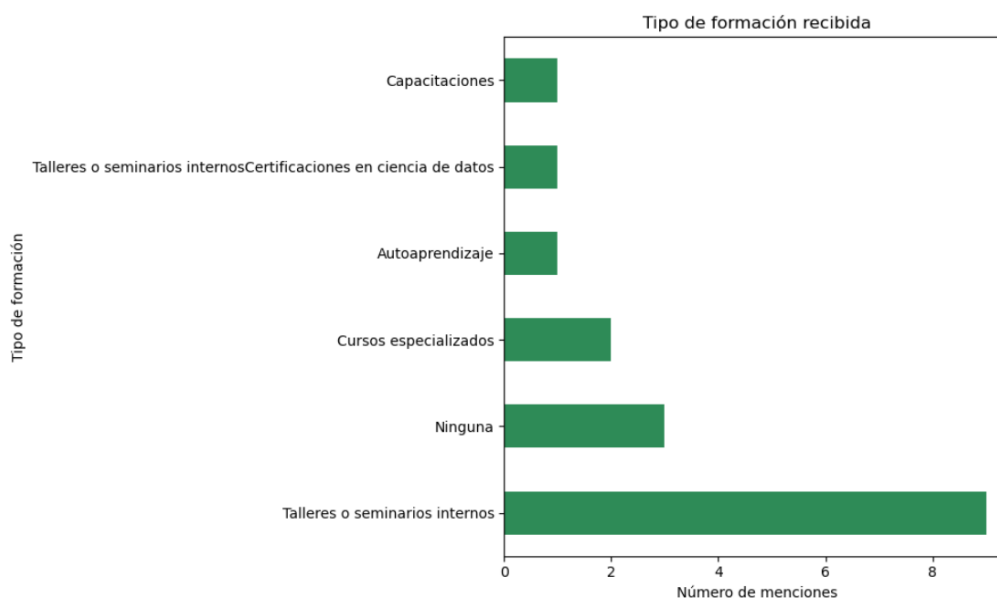
Estas restricciones no solo ralentizan la adopción de herramientas de ciencia de datos, sino que también generan riesgos de rezago frente a tendencias globales en el sector bibliotecario. La falta de conocimiento y formación especializada agrava esta brecha, evidenciando la necesidad de políticas institucionales que promuevan la capacitación, la inversión tecnológica y el diseño de proyectos que integren la analítica como un componente esencial en la gestión y prestación de servicios bibliotecarios.

Nivel de conocimiento y formación en ciencias de datos

Con respecto al tipo de formación recibida, podemos ver que la principal forma de capacitación en ciencia de datos ha sido a través de talleres o seminarios internos, lo que indica un esfuerzo institucional por brindar formación básica desde dentro de las mismas

bibliotecas o universidades. Sin embargo, esta modalidad suele ser introductoria y limitada, lo que reduce la posibilidad de generar competencias técnicas profundas. También aparecen menciones a cursos especializados, autoaprendizaje y capacitaciones puntuales, lo que refleja iniciativas individuales más que procesos sistemáticos de formación (ver Figura 5. Nube de palabras - Áreas de aplicación dentro de las bibliotecas).

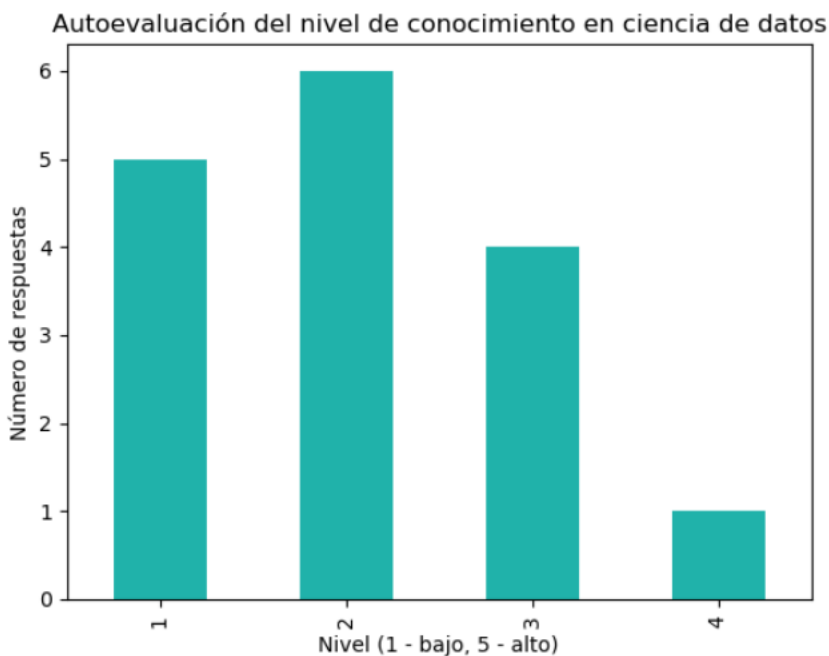
Figura 6. Tipo de formación recibida



Un dato preocupante es que un número considerable de participantes afirmó no haber recibido ningún tipo de formación en ciencia de datos. Esto resalta una brecha importante en el desarrollo de capacidades técnicas, ya que sin un plan estructurado de capacitación resulta difícil avanzar hacia un uso estratégico de estas herramientas en las bibliotecas universitarias. La dependencia de seminarios internos y la falta de programas externos más especializados son una limitación clara para el fortalecimiento del talento humano.

Autoevaluación en el nivel de conocimiento en ciencia de datos

Figura 7 Autoevaluación

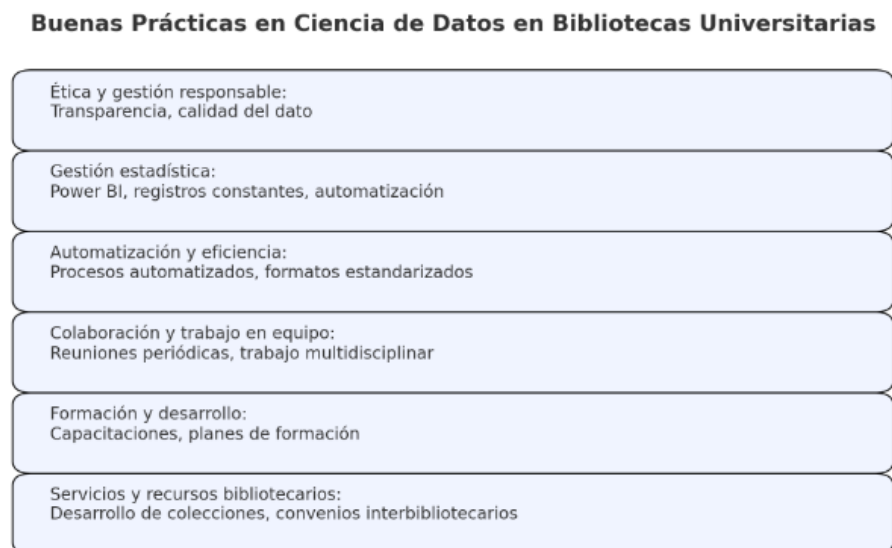


En lo referente al nivel de conocimiento autoevaluado, la mayoría de los encuestados se ubica en los niveles 1 (muy bajo) y 2 (bajo). Esto nos indica que los bibliotecólogos reconocen tener habilidades limitadas en el manejo de ciencia de datos, lo que coincide con la falta de programas de formación avanzada que se reflejada en la Gráfica 1. El nivel 3 (intermedio) fue alcanzado solo por algunos participantes, y los niveles altos (4 y 5) casi no tienen representación.

Este panorama muestra que, aunque el interés por el tema es evidente, la mayoría de los profesionales todavía no cuenta con las competencias necesarias para aplicar las herramientas de ciencia de datos de manera efectiva. También deja claro que la capacitación disponible hasta ahora no ha sido suficiente para fortalecer el dominio en esta área. Esto plantea la necesidad urgente de invertir en programas más sólidos y continuos de formación, que permitan pasar de conocimientos básicos a habilidades aplicadas que fortalezcan los servicios bibliotecarios.

Buenas prácticas para la implementación de herramientas de ciencia de datos

Figura 8. Buenas prácticas



Fuente: Elaboración propia

Las bibliotecas universitarias han adoptado buenas prácticas que van desde la gestión ética y transparente de los datos hasta la incorporación de herramientas tecnológicas y de código abierto. Se resalta el uso del análisis estadístico, apoyado en plataformas como Power BI, para fortalecer procesos estratégicos como la acreditación institucional. También destacan la automatización de tareas, el desarrollo de colecciones, la capacitación continua y el trabajo colaborativo entre áreas, todo orientado a mejorar la toma de decisiones y la sostenibilidad de los servicios. Aunque algunas instituciones reportan limitaciones significativas en este campo, la adopción de prácticas orientadas a la calidad del dato, la estandarización de registros y la formación continua evidencian un compromiso creciente por avanzar hacia una gestión basada en datos más eficiente y ética.

Análisis de buenas prácticas reportadas por los participantes

A partir de las respuestas de los encuestados, se identifican seis grandes categorías de buenas prácticas en el uso de herramientas de ciencia de datos en bibliotecas universitarias:

1. Ética y gestión responsable de los datos

La ética y la gestión responsable de los datos es una de las prioridades de las bibliotecas universitarias, es necesario hacer énfasis en la transparencia y el uso responsable de la información. Es indispensable garantizar la protección de datos sensibles, fomentar la confianza entre los usuarios al tiempo que se garantiza la calidad de los datos para poder asegurar la precisión y validez de los análisis que se realicen con los datos colectados.

Por ello las bibliotecas universitarias se están alineando con las tendencias globales de Data Ethics, con el fin de reducir los riesgos que implicaría un mal uso de los datos. Con estas prácticas éticas no solo se cumple con la normativa legal, sino que se fortalece la reputación institucional como al momento de implementar soluciones tecnológicas con herramientas de ciencias de datos.

2. Gestión estadística y toma de decisiones

El empleo de datos estadísticos para la evaluación de los servicios de las bibliotecas a sido una constante a través de la historia, sin embargo, ahora con las herramientas de ciencias de datos se ha dado un paso adelante en el uso de esta información. La recolección de datos de uso de las diferentes plataformas y servicios de la biblioteca proporcionan una fuente de información valiosa. La tendencia actual es la de recopilar estos datos, analizarlos y presentarlos en plataformas como Power BI, permitiéndole a la institución tomar decisiones basadas en evidencias, mejorando la eficiencia operativa,

optimizando la asignación de presupuestos y recursos y respalda los procesos estratégicos de la misma universidad como lo son la acreditación institucional.

Por otro lado, la automatización de la generación de los informes estadísticos demuestra un interés por reducir los procesos manuales y ofrecer al público información actualizada. Se echan en falta herramientas más sofisticadas en algunas de las bibliotecas, lo que limita el alcance del análisis de los datos obtenidos.

3. Automatización y eficiencia en procesos

La implementación de procesos de automatización en las bibliotecas universitarias mara un paso importante para su modernización. Un ejemplo de esto es el registro del uso de los servicios por medio de formatos estandarizados, facilitando la recolección de datos y la integración con sistemas automatizados, reduciendo así la intervención manual, minimizando los errores. Con estas iniciativas se evidencia que las bibliotecas buscan optimizar recursos y liberar al personal de ciertas cargas de trabajo para que pueda dedicar su tiempo a trabajos de mayor valor agregado.

Sin embargo, en las experiencias documentadas en las encuestas se pudo observar que estás prácticas aún son incipientes y no se han integrado en todos los procesos internos de las bibliotecas. Faltan sistemas unificados, además se depende de soluciones parciales, todo esto indica que un desafío para la automatización completa de los procesos. Sin embargo, se puede considerar que se están dando los primeros pasos hacia bibliotecas inteligentes orientadas a la analítica de datos.

4. Colaboración y trabajo en equipo

El trabajo colaborativo aparece como una práctica clave en la adopción de herramientas de ciencia de datos. Reuniones periódicas para socializar avances, resolver dudas y compartir experiencias fomentan una cultura de aprendizaje y cohesión entre

áreas. Estas interacciones facilitan la comprensión colectiva de los datos, su interpretación y la toma de decisiones más consensuadas.

Asimismo, la colaboración multidisciplinaria permite integrar perspectivas diversas en el análisis de la información, lo que enriquece los resultados y reduce la resistencia al cambio. Estas dinámicas contribuyen a la consolidación de equipos más flexibles y preparados para asumir procesos innovadores, reforzando la visión estratégica de las bibliotecas como actores claves en la gestión del conocimiento.

5. Formación y desarrollo de capacidades

Las bibliotecas reconocen que la formación continua es fundamental para garantizar la sostenibilidad de la adopción tecnológica. Ejemplos como la implementación de planes de capacitación individualizados y la designación de personal especializado en herramientas de visualización evidencian un compromiso con el desarrollo de competencias digitales.

A pesar de los avances evidenciados, se puede observar que aún se siguen impartiendo capacitaciones en herramientas básicas como lo es Excel, siendo esta una de las herramientas predominantes en el manejo de datos, según los resultados de las encuestas, lo cual refleja que muchas de las bibliotecas aún no están en capacidad de dar el paso hacia soluciones tecnológicas más complejas. Se debería plantear una estrategia de formación escalonada del personal de las bibliotecas para poder cerrar esta brecha de conocimiento y además garantizar que el conocimiento en estas herramientas se distribuya en toda la organización y no se quede en unos cuantos.

6. Servicios y recursos bibliotecarios

El uso de la ciencia de datos no se limita a procesos técnicos, sino que también se extiende a la gestión de servicios y recursos bibliotecarios. Se incluyen acciones

relacionadas con el desarrollo de colecciones, el fortalecimiento de la investigación y la implementación de convenios interbibliotecarios, lo que evidencia una intención de optimizar el acceso y la circulación de la información.

De la misma forma se pueden identificar esfuerzos en la implementación del análisis de datos para la toma de decisiones en el desarrollo de colecciones y en la personalización de servicios. Aunque estos avances son significativos, son prácticas aisladas y que necesitan una mayor sistematización para poderse convertir en políticas institucionales y lograr un mayor impacto en la calidad de los servicios.

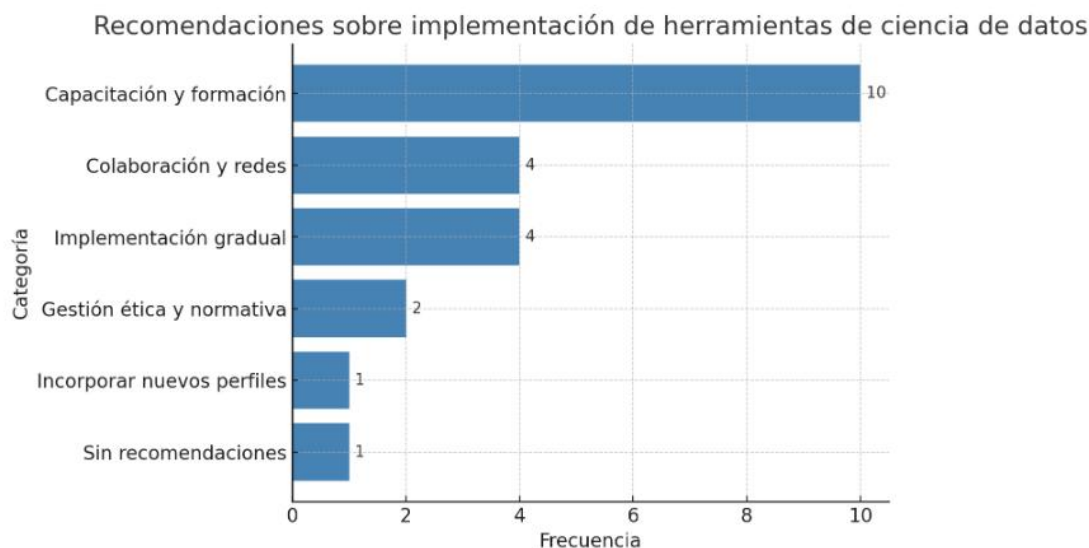
Observaciones

A pesar de los avances arriba descritos, se evidencia que no todas las bibliotecas han podido consolidar prácticas robustas alrededor de los servicios y recursos bibliotecarios. Algunas de las bibliotecas manifestaron no tener ninguna iniciativa activa, revelando de esta manera una brecha relevante en la adopción de herramientas de ciencias de datos. Limitación debida principalmente a las limitaciones tecnológicas y de presupuesto y a la falta de personal capacitado en el tema.

Aun así, se puede ver que se está dando una transición interesante entre las prácticas básicas, como el registro manual de actividades y la generación de reportes simples hacia otras estrategias más complejas como el empleo de Power BI y estrategias de formación para los bibliotecarios. Demostrando de esta manera que a pesar de las marcadas diferencias observadas en la implantación de herramientas de ciencias de datos entre las diferentes bibliotecas existe una creciente disposición para incorporar la analítica de datos a la gestión bibliotecaria.

Recomendaciones

Figura 9. Recomendaciones de los encuestados



De las respuestas, emergen cinco ejes estratégicos para la adopción de herramientas de ciencia de datos en bibliotecas universitarias:

1. Fortalecimiento de capacidades y formación del personal

Las recomendaciones evidencian que la formación es el eje más recurrente entre los encuestados. Se insiste en la necesidad de capacitar al personal en análisis de datos, visualización y programación básica (Python o R), lo cual responde a la carencia de competencias técnicas en la mayoría de las bibliotecas universitarias. Esta preparación no solo busca mejorar las habilidades operativas, sino también consolidar una cultura organizacional orientada a la toma de decisiones basada en datos.

Además, se subraya la importancia de contar con personal especializado, como bibliotecarios de datos o científicos de datos, que complementen las capacidades existentes y lideren la transformación digital. Las menciones a la autoformación y la

adaptación constante refuerzan la idea de que la actualización no debe limitarse a capacitaciones puntuales, sino establecerse como un proceso permanente y sostenible.

2. Proyectos piloto e implementación gradual

Dentro de las recomendaciones se observa en tercer lugar la necesidad de implementar proyectos piloto como una forma de reducir riesgos antes de escalar a proyectos de mayor envergadura, siendo una estrategia adecuada para obtener experiencia en la implementación de herramientas de ciencia de datos, generar aprendizajes entre el personal bibliotecario, medir el impacto en los servicios y en los usuarios, ofrecer a la administración resultados tangibles que justifiquen una futura inversión en implementaciones más complejas.

Otra de las ventajas de este tipo de implementaciones por medio de proyectos piloto es que ayuda a ir venciendo la resistencia al cambio, que es algo normal entre el personal y los mismos usuarios.

3. Ética y gestión responsable de los datos

La quinta recomendación es la ética y gestión responsable de los datos, con 2 respuestas. Aquí se incluyen prácticas como la anonimización de los datos, la obtención del consentimiento informado por parte de los usuarios y el cumplimiento de la normativa en lo relativo al tratamiento de datos. No solamente se trata del cumplimiento de requerimientos legales, sino que también son condiciones necesarias para poder garantizar la confianza del usuario en los servicios basados en datos.

En esta misma línea se hace necesario el establecimiento de políticas claras sobre conservación y gobernanza de datos, alineadas con los marcos normativos internacionales y nacionales, integrando en ellas principios de transparencia frente a los usuarios.

4. Colaboración y trabajo en red

La cooperación interinstitucional aparece como la segunda recomendación más mencionada, con cuatro menciones. Esta sería una estrategia fundamental para implementación de herramientas de ciencias de datos en las bibliotecas, ya que permitiría el intercambio de experiencias exitosas entre instituciones, crear espacios de formación interinstitucional, la adquisición o negociación en grupo de recursos y la creación de servicios comunes. La colaboración entre diferentes instituciones permitiría cerrar la brecha tecnológica que se ha evidenciado a través de la encuesta, pues mientras algunas bibliotecas universitarias van a la cabeza de la implementación de estas tecnologías, otras no tienen ninguna iniciativa implementada aún.

5. incorporación de nuevos perfiles

Por ultimo encontramos que uno solo de los encuestados manifestó la necesidad de incorporar nuevos perfiles en el personal bibliotecario, es de extrañar que solo lo haya manifestado uno, pues dado la complejidad que implica la implementación de proyectos de ciencia de datos, sería coherente que se crearan nuevos perfiles en las bibliotecas, esto nos puede indicar que la mayoría de los encuestados considera que con el personal que actual pueden implementar soluciones en ciencias de datos, lo que quiere decir que no están interesados o capacitados para implementar soluciones de alta complejidad que requieran personal especializado.

Experiencias de éxito

Para representar las experiencias de éxito se ha recurrido a una nube de palabras en la que encontramos los términos mencionados con mayor frecuencia en las respuestas de la encuesta. Destacan palabras como: “datos”, “uso”, “herramienta” y “usuarios” lo que

de usuarios y la investigación. Estos casos, aunque aislados, demuestran que la innovación comienza a materializarse en acciones específicas.

Finalmente, la Figura 9 refleja que conceptos como “datos”, “uso”, “herramienta” y “usuarios” aparecen con mayor frecuencia, lo que sugiere que los esfuerzos actuales se enfocan principalmente en la gestión de la información y en la mejora de los servicios a través de tecnologías analíticas. Esto muestra que, si bien se han dado algunos avances, todavía resulta necesario consolidar estas prácticas en políticas institucionales que permitan su sistematización y faciliten su replicación en el ámbito bibliotecario.

Análisis de datos

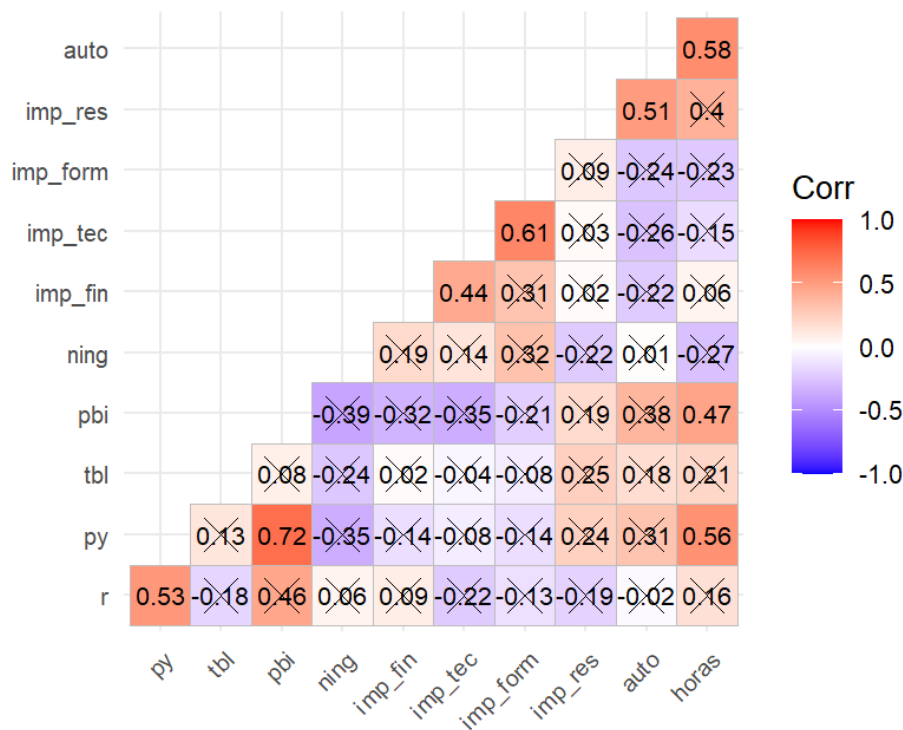
Análisis correlacional

Se estimó la asociación no paramétrica entre las variables ordinales de la encuesta (frecuencia de uso de herramientas: R, Python, Tableau, Power BI, Hadoop y “Ninguna”; niveles de impacto en finanzas, tecnología, formación y resistencia; autoevaluación; y horas de formación). Las escalas tipo Likert (1–5) se trataron como ordinales; horas_ formacion se codificó como factor ordenado y luego como entero para el análisis. Para cada par de variables se calculó Kendall τ -b medida basada en pares concordantes que ajusta empates. Con ello se construyó una matriz de coeficientes (τ) y su matriz de p-valores; los resultados se resumieron en una tabla larga y, cuando correspondía, se aplicó ajuste por comparaciones múltiples. La visualización se hizo con un heatmap (ggcorrplot), mostrando los valores de τ y marcando con “X” las celdas no significativas al nivel α especificado. La interpretación se centró en el tamaño del efecto ($|\tau|$ pequeño \approx 0.10–0.19, medio \approx 0.20–0.29, alto \geq 0.30 en contextos ordinales) y en la coherencia sustantiva de los signos.

Paquetes R usados: dplyr, base R (cor.test) para τ -b, ggcorrplot (mapa de calor)

El mapa de correlaciones de Kendall (τ -b) resume tres pautas claras: (1) co-uso de herramientas: R con Python ($\tau \approx 0.53$) y, sobre todo, Python con Power BI ($\tau \approx 0.72$) se mueven juntos, mientras que el no uso (“ning”) se asocia en sentido opuesto con Power BI ($\tau \approx -0.39$) y algo con Python/Tableau; (2) núcleo de barreras: los impactos percibidos están interrelacionados, destacando tecnología, formación ($\tau \approx 0.61$) y finanzas, formación ($\tau \approx 0.44$), lo que sugiere que cuando falta formación también se perciben más limitaciones tecnológicas y financieras; (3) capital humano: más horas de formación se relacionan con mayor autoevaluación ($\tau \approx 0.58$) y, en menor medida, con mayor uso de Python ($\tau \approx 0.56$) y Power BI ($\tau \approx 0.47$). Las “X” indican pares no significativos al 5% en esta exploración (sin corrección por múltiples pruebas); con N=15 conviene interpretar el gráfico como orientador, y confirmar hallazgos clave con contrastes dirigidos o ajuste de p-valores por familias/FDR.

Figura 11. El mapa de correlaciones de Kendall



Análisis de Componentes Principales (PCA) y HCPC

Primero se aplicó un Análisis de Componentes Principales (PCA) sobre 12 variables ordinales tipo Likert (1–5): frecuencia de uso de R, Python, Tableau, Power BI, Hadoop y “Ninguna”; niveles de impacto por finanzas, tecnología, formación y resistencia; más autoevaluación y horas de formación (estas últimas se ordenaron y todas las variables se estandarizaron). Se retuvieron las dos primeras componentes las que aparecen en los ejes del biplot (Dim1 \approx 33% y Dim2 \approx 19.7% de varianza explicada) y se mostró un biplot con flechas (cargas de variables) y puntos (bibliotecas).

Sobre las coordenadas factoriales del PCA se ejecutó HCPC (Hierarchical Clustering on Principal Components): un clustering jerárquico de Ward para construir la estructura de grupos y detectar el número de clusters y, luego, una consolidación k-means para estabilizar la partición. El dendrograma resume la estructura jerárquica y el corte elegido para definir los grupos; esos mismos grupos colorean el biplot. Esta combinación (PCA + HCPC) reduce colinealidad, respeta escalas y entrega clusters interpretables a partir de los ejes latentes.

Resultados

El dendrograma muestra la estructura jerárquica de similitud entre las 16 respuestas: la altura (height) indica cuán distintos son los grupos que se fusionan, de modo que los saltos verticales grandes marcan cortes naturales. En tu caso aparece un salto importante que divide la muestra en dos macrobloques y, al cortar a una altura intermedia, se obtiene una partición $k = 3$ clara: C1 = {10, 7, 5, 15, 14, 13, 4, 16, 2}, un grupo numeroso y compacto (con subgrupos muy próximos como 10–7–5 y 15–14–13); C2 = {12, 11, 6, 8}, de proximidad intermedia (12–11 casi “gemelos”); y C3 = {1, 3, 9}, el trío más diferenciado del resto. Interpretándolo junto con el biplot, C1 reúne bibliotecas con menor adopción de herramientas y mayores barreras percibidas; C2 presenta un

perfil intermedio/mixto; y C3 concentra las de mayor adopción y autoevaluación. Las cajas grises marcan esos subgrupos finos, pero para comunicar con $n \approx 16$, la solución de tres clusters es la más estable y comprensible.

- Cluster 1 (C1): Alta adopción tecnológica y bajas barreras percibidas

Este grupo está formado por bibliotecas con alto uso de herramientas tecnológicas, destacando especialmente el uso de Python, Power BI y Tableau. Las bibliotecas en este grupo también presentan una autoevaluación elevada, lo que indica que el personal se percibe con competencias adecuadas en ciencia de datos. La percepción de barreras financieras, tecnológicas y formativas es baja, lo que sugiere que estos centros ya tienen un nivel de madurez alto en cuanto a adopción tecnológica y recursos para formar al personal. Este cluster representa bibliotecas que han logrado consolidar un entorno tecnológico robusto, y podrían ser modelos para otras instituciones en términos de capacitación y adaptación a nuevas tecnologías.

- Cluster 2 (C2): Bajo uso de herramientas y altos impactos percibidos

Las bibliotecas en este cluster tienen bajo uso de herramientas tecnológicas (como R, Python y Power BI) y presentan una fuerte percepción de barreras en términos de finanzas, formación y tecnología. Además, su autoevaluación es relativamente baja, lo que indica que el personal se siente menos preparado para abordar los desafíos de la ciencia de datos. Estos centros suelen tener una adopción mínima de herramientas tecnológicas y son los que más requieren inversiones en formación y recursos. Se recomienda que estas bibliotecas inicien un proceso de capacitación intensiva, con enfoque en herramientas básicas de análisis de datos y visualización, y que se invierta en infraestructura tecnológica básica para reducir las barreras percibidas.

- Cluster 3 (C3): Adopción tecnológica moderada y percepción de barreras

El grupo C3 se caracteriza por un uso moderado de herramientas como Power BI y R, y una autoevaluación media. Las bibliotecas en este grupo tienen una adopción parcial de tecnologías, y aunque no son tan avanzadas como el grupo C1, muestran un mayor compromiso con la mejora continua. La percepción de barreras, aunque presente, es menos fuerte que en el grupo C2, lo que sugiere que estas bibliotecas podrían beneficiarse de proyectos piloto que les ayuden a superar las barreras tecnológicas y formativas. Se recomienda fortalecer la formación básica e incrementar el uso de herramientas más accesibles como Power BI, mientras se trabaja en reducir las barreras tecnológicas y financieras.

Figura 12. Dendrograma

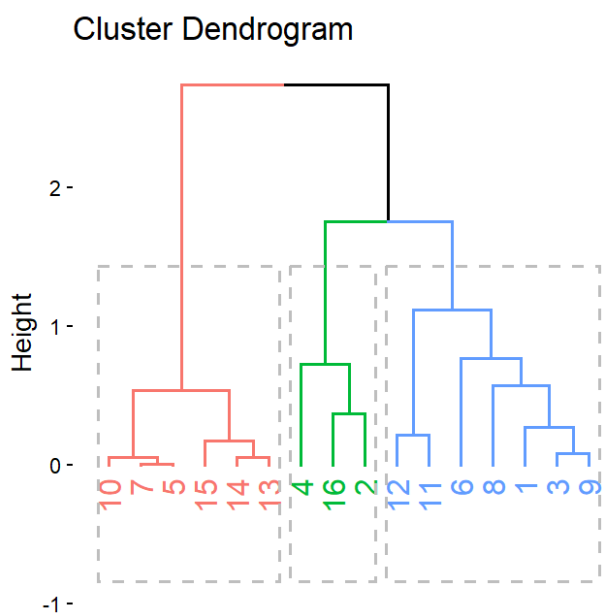
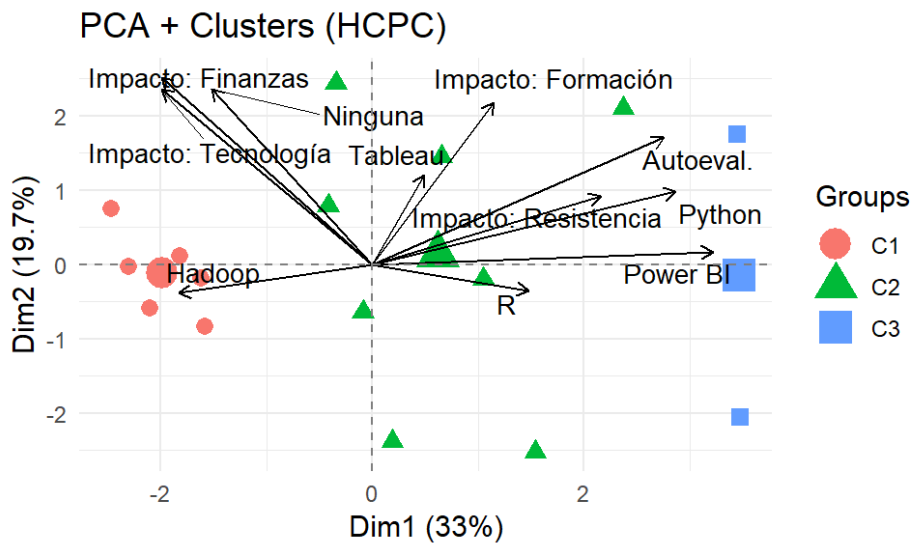


Figura 13. PCA y Clusters (HCPC)



Acciones recomendadas

- Cluster 1 (C1): Fomentar el intercambio de mejores prácticas con otras bibliotecas. Consolidar el uso de herramientas avanzadas y explorar nuevas oportunidades de innovación.
- Cluster 2 (C2): Iniciar con capacitación básica en análisis de datos y visualización; hacer una inversión en infraestructura tecnológica. Priorizar talleres de formación de competencias técnicas y gestión de datos.
- Cluster 3 (C3): Aprovechar el uso intermedio de herramientas para fortalecer la confianza y facilitar proyectos piloto de mayor escala. Promover el uso de Power BI y cursos de formación a nivel intermedio.

Propuesta de soluciones a la problemática

Situación actual

El análisis de la encuesta aplicada a líderes de bibliotecas universitarias en Medellín y el área metropolitana revela que la integración de herramientas de ciencia de datos se encuentra en una fase incipiente. Más del 50% de los participantes manifestó no contar con experiencias consolidadas en el uso de estas tecnologías, limitándose en la mayoría de los casos a la utilización de herramientas tradicionales como Excel para la recolección y procesamiento manual de estadísticas. Esta situación refleja que, si bien existe conciencia sobre la relevancia de los datos para la toma de decisiones, aún persiste una brecha significativa entre el reconocimiento del valor estratégico de la información y la implementación de soluciones tecnológicas avanzadas.

Las experiencias positivas identificadas en esta investigación son bastante puntuales y se concentran principalmente en áreas como, la elaboración de tableros de control mediante herramientas de Business Intelligence (Power BI), el análisis básico de estadísticas para la acreditación institucional y, ya en menor medida, el empleo de IA en procesos de difusión de servicios bibliotecarios. Sin embargo, muchas de estas iniciativas son aisladas y no hay garantías de continuidad dentro de la institución.

Entre los obstáculos reportados por los encuestados es de destacar la falta de formación del personal bibliotecario y su falta de competencias tecnológicas, la carencia de infraestructura tecnológica adecuada para emprender proyectos de ciencia de datos y la ausencia de políticas institucionales referentes a la gobernanza de datos. Y, no menos importante, la resistencia al cambio, tanto entre los usuarios como entre el personal bibliotecario, principalmente asociado a la creencia de que las herramientas de ciencias de datos son muy complejas de implementar y las dudas frente a su impacto en la gestión de las bibliotecas. Estas desventajas frenan la implementación de modelos de

gestión basados en datos impidiendo la apropiación tecnológica por parte de la biblioteca universitaria, colocándola en desventaja frente a otras dependencias universitarias que sí están avanzando en la transformación digital de sus procesos.

A pesar de los importantes retos identificados por medio de la encuesta, es de resaltar que también se pudieron observar algunas buenas prácticas, cómo la recolección sistemática de estadísticas, la automatización de reportes y la colaboración interna entre diferentes áreas para poder realizar el análisis de datos. Es de resaltar la disposición demostrada por los encuestados para capacitarse, socializar las experiencias de sus bibliotecas y para la colaboración interinstitucional; esto es un sólido punto de partida para la implementación de tecnologías en ciencias de datos en las bibliotecas universitarias.

Oportunidades

El contexto actual es desafiante en muchos aspectos, pero le ofrece a las bibliotecas universitarias una gran oportunidad para su transformación mediante la implementación de herramientas de ciencias de datos. Primero que todo, hay un interés creciente por mejorar la toma de decisiones por medio del análisis estadístico, lo que es una base sobre la cual se pueden construir capacidades de análisis mucho más sofisticadas. El ejemplo más claro es el uso, evidenciado en las encuestas, de Power BI el cual puede servir como un primer escalón en el proceso de hacia la implementación de la inteligencia de negocios que más adelante pueda evolucionar hacia modelos predictivos y automatización avanzada

Por medio del estado del arte de esta investigación se pudo evidenciar que las bibliotecas líderes a nivel mundial han incorporado prácticas como la minería de datos, en sistemas de recomendación personalizados que identifican los patrones de uso de los

usuarios, la detección del plagio por medio de software y el análisis predictivo en la gestión de colecciones.

Otro elemento a favor es la disposición expresada por varias bibliotecas para colaborar y compartir buenas prácticas. Con esto se abre la posibilidad de consolidar redes interinstitucionales que faciliten la transferencia de conocimiento, reduzcan costos asociados a la capacitación y promuevan proyectos conjuntos. Además, las universidades cuentan con un recurso invaluable: sus propios departamentos de informática, estadística y ciencia de datos, con los que se pueden establecer sinergias orientadas al desarrollo de soluciones adaptadas a las necesidades bibliotecarias.

Por último, la necesidad de perfiles especializados en la gestión y análisis de datos dentro de las bibliotecas plantea una oportunidad para redefinir roles profesionales. La incorporación de figuras como el “bibliotecario de datos” o el “gestor de analítica” no solo fortalecería la adopción tecnológica, sino que también posicionaría a las bibliotecas como actores estratégicos en la producción, análisis y preservación de información académica en el ecosistema universitario.

Propuesta de solución

Teniendo en cuenta los hallazgos de la investigación, el estado del arte y las necesidades detectadas, se plantea una propuesta estructurada en cinco ejes estratégicos:

1: Fortalecimiento de capacidades y formación del personal

La carencia de competencias digitales es el obstáculo más mencionado en la encuesta, esto nos demuestra que hay una necesidad urgente de invertir en formación. Sin personal capacitado en análisis de datos, visualización, herramientas de BI e incluso programación básica, cualquier iniciativa tecnológica fracasará. El estado del arte

también respalda esta afirmación: las bibliotecas más avanzadas en ciencia de datos son aquellas que han priorizado el desarrollo de capacidades internas.

Acciones propuestas

Diseñar e implementar un plan de formación continua en competencias analíticas, segmentado en niveles: básico (uso de Excel y Power BI), intermedio (estadística aplicada, uso de bases de datos), y avanzado (programación en Python/R, minería de datos).

- Establecer alianzas con facultades de ciencia de datos y estadística para ofrecer programas de formación interna.
- Promover la autoformación mediante acceso a MOOC, tutoriales y plataformas de aprendizaje digital.
- Crear la figura del bibliotecario de datos, con perfil especializado en gestión y análisis de información.

Ejemplo práctico

Un plan de capacitación modular para bibliotecas universitarias que contemple 40 horas anuales distribuidas en talleres presenciales y virtuales, con certificación institucional.

2: Implementación progresiva mediante proyectos piloto

Iniciar la implementación por medio de proyectos piloto permite a las bibliotecas validar los resultados asumiendo un riesgo bajo, además de requerir poca inversión, al tiempo que es una estrategia que ayudaría a vencer la resistencia al cambio tanto entre el personal bibliotecario como en los usuarios y serviría para mostrar un caso de éxito ante la administración, con el cuál justificar futuras inversiones en proyectos más complejos.

Acciones propuestas

- Identificar áreas críticas para proyectos piloto, como análisis de préstamos o monitoreo de uso de bases de datos.
- Implementar herramientas de bajo costo (ejemplo: Power BI, Google Data Studio) para la visualización de métricas.
- Documentar resultados y generar informes para socializar el impacto.

Ejemplo práctico

Desarrollar un piloto de análisis de patrones de préstamo mediante minería de datos, orientado a optimizar las adquisiciones y el desarrollo de colecciones.

3: Políticas y lineamientos de ética de datos

La recolección, almacenamiento y análisis de datos implica serias responsabilidades para las instituciones que emprenden proyectos de ciencias de datos o Big Data, por ello es necesario implementar políticas claras que regulen el uso de datos, con ello además de garantizar la seguridad de los datos y cumplir las normativas van a generar confianza en el usuario y en la comunidad en general.

Acciones propuestas

- Elaborar una Política de Gobernanza de Datos que incluya principios de transparencia, anonimización y consentimiento informado.
- Garantizar el cumplimiento de normativas nacionales e internacionales (como la Ley 1581 de protección de datos personales).
- Implementar auditorías internas para verificar el uso ético de la información.

4: Colaboración y redes interinstitucionales

La creación de redes de bibliotecas permitiría la creación de sinergias entre las instituciones miembro, permite la reducción de costos al emprender proyectos conjuntos y además ayuda a cerrar la brecha tecnológica entre las bibliotecas participantes. Este tipo de estrategias es de gran ayuda al momento de implementar proyectos de carácter tecnológico.

Acciones propuestas

- Conformar una Red de Ciencia de Datos para Bibliotecas Universitarias en Medellín y el área metropolitana.
- Establecer convenios con universidades para el intercambio de experiencias y desarrollo conjunto de proyectos.
- Promover la participación en eventos, seminarios y talleres especializados.

5: Sostenibilidad y gestión del conocimiento

Asegurar la sostenibilidad de los proyectos en el tiempo es fundamental, y para ello es necesario garantizar la formación del personal bibliotecario además de la transferencia del conocimiento adquirido en la implementación de los proyectos, con ello se evita la dependencia en personas clave.

Acciones propuestas

- Crear repositorios internos con manuales, tutoriales y documentación técnica.
- Establecer procesos para la actualización periódica de herramientas y procedimientos.
- Medir el impacto mediante indicadores clave (ejemplo: número de procesos automatizados, reducción de tiempos de reporte).

Síntesis y beneficios esperados

La implementación de esta propuesta por parte de las bibliotecas universitarias les permitiría realizar el tránsito hacia un modelo de gestión bibliotecario basado en datos, con lo que las bibliotecas fortalecerían su papel en la toma de decisiones institucionales, dada su transversalidad de sus servicios en los ámbitos académico, administrativo e investigativo. Se esperaría que en el mediano plazo las bibliotecas puedan contar con personal capacitado, con herramientas analíticas adaptadas a sus necesidades y con procesos ya automatizados. Igualmente es muy importante lograr la creación de redes interinstitucionales que sirvan de apoyo a este proceso, así como la implementación de políticas de manejo de datos que garanticen el componente ético y legal en el tratamiento de datos.

En última instancia, con esta propuesta se busca cerrar la brecha tecnológica identificada entre las bibliotecas encuestadas, alineando a las bibliotecas universitarias de Medellín con las tendencias globales en ciencias de datos, y posicionándolas como actores estratégicos en la generación y gestión del conocimiento en el contexto universitario local.

Conclusiones

El análisis realizado evidencia que las bibliotecas universitarias de Medellín y su área metropolitana continúan dependiendo, en gran medida, de herramientas básicas como Excel y Google Sheets para registrar y analizar información. Aunque algunas instituciones han comenzado a incorporar soluciones más avanzadas, como Power BI o Papyrus, aún no se observa un uso sistemático de programas propios de la ciencia de datos, tales como Python, R o plataformas de minería de datos.

Los resultados de la investigación evidencian que la adopción de herramientas de ciencia de datos en las bibliotecas universitarias de Medellín y el área metropolitana aún se encuentra en una fase incipiente. Aunque el 58 % de las bibliotecas reportan el uso de herramientas de análisis estadístico —principalmente Excel y Power BI—, solo un pequeño grupo ha incursionado en tecnologías más avanzadas como Python o R. Además, el 47 % de las instituciones reconoció limitaciones tecnológicas o de infraestructura, lo que refleja la necesidad de fortalecer tanto las capacidades técnicas como la inversión en sistemas especializados. Estos resultados reafirman que la ciencia de datos se ha incorporado más como apoyo operativo que como estrategia analítica consolidada.

Los principales obstáculos identificados se relacionan con la falta de formación especializada del personal, las limitaciones tecnológicas e infraestructurales y la ausencia de políticas institucionales claras para la gestión de datos. Estas condiciones restringen el avance hacia iniciativas sostenibles y de mayor alcance.

En la encuesta se reconocieron seis áreas de aplicación de herramientas de ciencia de datos: la gestión y organización de colecciones, la búsqueda y recuperación de información, el análisis estadístico para apoyar la toma de decisiones, el respaldo a la

investigación, la automatización de procesos y servicios innovadores, y la cooperación interbibliotecaria.

El estudio también permitió identificar que las áreas donde más se aplican herramientas de análisis son la gestión de colecciones (62 %) y el análisis estadístico para la toma de decisiones (55 %), mientras que los usos más innovadores, como chatbots o análisis predictivo, aún son marginales. En cuanto a las competencias del personal, el 71 % de los encuestados manifestó necesitar formación adicional en análisis de datos y visualización, lo que resalta la importancia de diseñar programas de capacitación específicos. Estos resultados confirman que la eficiencia y la personalización de los servicios dependen directamente del fortalecimiento de las competencias del talento humano y de la integración estratégica de la analítica de datos en la gestión bibliotecaria.

Los resultados también muestran que el nivel de conocimiento en ciencia de datos entre los líderes bibliotecarios es limitado. La capacitación recibida se ha concentrado, principalmente, en el manejo de Excel y, en menor medida, en el uso de Power BI, sin avances significativos en programación, minería de datos o aprendizaje automático. Esta situación confirma que la brecha en competencias digitales es el principal desafío para avanzar en la adopción de soluciones tecnológicas más complejas, algo que coincide con lo reportado en estudios recientes sobre bibliotecas en América Latina.

De manera complementaria, el estudio permitió identificar un conjunto de buenas prácticas que abarcan la gestión ética de los datos, la automatización de procesos estadísticos, la formación continua del personal y la colaboración interinstitucional. Estas iniciativas representan un punto de partida para fortalecer la gobernanza de datos en las bibliotecas universitarias. Sin embargo, para que puedan consolidarse, resulta indispensable el compromiso institucional, la articulación con áreas tecnológicas y

académicas, y el diseño de políticas internas alineadas con estándares nacionales e internacionales.

Los hallazgos también ponen en evidencia la ausencia de políticas claras sobre el uso, conservación y protección de datos. Esta carencia limita la implementación responsable de herramientas y genera riesgos relacionados con la privacidad y la calidad de la información. Avanzar hacia la construcción de políticas y protocolos internos se convierte, entonces, en un paso fundamental para garantizar prácticas éticas, sostenibles y replicables, evitando que las iniciativas dependan exclusivamente de esfuerzos individuales o aislados.

A pesar de estas limitaciones, se reconocen oportunidades de mejora. La puesta en marcha de proyectos piloto, la formación progresiva del personal y la participación en redes de colaboración ofrecen un camino viable para avanzar en la adopción de herramientas de ciencia de datos. Del mismo modo, el intercambio de experiencias y la construcción conjunta de buenas prácticas pueden convertirse en motores de innovación que permitan cerrar brechas, optimizar recursos y consolidar modelos de bibliotecas inteligentes, en sintonía con las tendencias globales en gestión y análisis de la información.

Trabajo futuro

Los hallazgos de esta investigación permiten delinear líneas estratégicas para reducir las brechas en la adopción de herramientas de ciencia de datos en las bibliotecas universitarias. Tal como lo muestran los resultados, la mayoría de estas instituciones aún se encuentra en una etapa inicial de implementación, con prácticas limitadas y una fuerte dependencia de herramientas básicas como Excel. Sin embargo, este panorama no debe entenderse solo como una limitación, sino como una oportunidad para impulsar iniciativas que fortalezcan la transformación digital del sector, en sintonía con las tendencias globales de innovación en bibliotecas académicas (Joyanes, 2019).

Desarrollo de programas de formación y certificación

Uno de los hallazgos más relevantes es el bajo nivel de formación en ciencia de datos entre los líderes de bibliotecas, lo que limita su capacidad para diseñar e implementar proyectos analíticos. Frente a esta situación, se plantea como acción prioritaria el desarrollo de programas de capacitación continua enfocados en competencias como análisis y minería de datos, visualización de información y programación en lenguajes como Python y R (Joyanes, 2019). Dichos programas deberían complementarse con estrategias de autoformación, planes individuales de desarrollo y alianzas con instituciones académicas que garanticen una actualización permanente.

De igual manera, se sugiere la creación de certificaciones especializadas en “Ciencia de Datos aplicada a Bibliotecas”, que permitan estandarizar el conocimiento y validar competencias profesionales. Esta iniciativa responde a lo señalado por Yang (2011), quien subraya que la adopción de Big Data y analítica avanzada no depende únicamente de la infraestructura tecnológica, sino también de contar con capacidades humanas sólidas, orientadas por principios éticos y de gobernanza.

Diseño de proyectos piloto e implementación gradual

El análisis de la encuesta muestra que no existen proyectos consolidados en ciencia de datos dentro de las bibliotecas estudiadas. Esta situación abre la posibilidad de comenzar con proyectos piloto que permitan validar resultados en áreas clave, como la predicción de la demanda de colecciones, el análisis del comportamiento de los usuarios y la optimización de recursos. Este enfoque gradual coincide con lo señalado por Joyanes (2019), quien sostiene que la transición hacia entornos inteligentes debe darse de manera progresiva, priorizando la experimentación y la escalabilidad.

Una vez comprobada la viabilidad de estas iniciativas, el siguiente paso sería la integración de sistemas más avanzados, entre ellos motores de recomendación, tableros predictivos y herramientas basadas en inteligencia artificial. La aplicación de estas tecnologías en bibliotecas no solo enriquecería la experiencia de los usuarios, sino que también fortalecería la toma de decisiones a partir de evidencia.

Creación de lineamientos y políticas de gobernanza de datos

Otro aspecto relevante es la ausencia de políticas claras para el tratamiento y protección de datos. Esta carencia implica riesgos relacionados con la privacidad y la calidad de la información. En este sentido, se recomienda diseñar lineamientos institucionales que aborden la anonimización, el almacenamiento seguro y el cumplimiento normativo, en coherencia con las directrices internacionales de gobernanza de datos (Yang, 2011). Dichas políticas deben contemplar principios de ética y transparencia, asegurando que las bibliotecas sean espacios confiables para la gestión de información.

Fortalecimiento de redes y comunidades de práctica

La investigación puso en evidencia la necesidad de fortalecer la colaboración entre instituciones como un medio para acelerar la adopción tecnológica. En este sentido, se propone impulsar comunidades de práctica y redes bibliotecarias que faciliten el intercambio de experiencias, herramientas y casos de éxito. Esta estrategia coincide con lo señalado por Yang (2011), quien subraya que la innovación en Big Data se potencia a través del trabajo colaborativo y la circulación de conocimientos.

Estas redes podrían materializarse mediante encuentros virtuales, talleres conjuntos y el uso de plataformas digitales que favorezcan la transferencia tecnológica. Su consolidación, además, contribuiría a mejorar la capacidad de negociación con proveedores y a aprovechar economías de escala en la adquisición de soluciones, generando beneficios colectivos para las bibliotecas participantes.

Integración de la ciencia de datos en investigación y gestión académica

Las bibliotecas universitarias cuentan con la oportunidad de fortalecer su papel como actores estratégicos en la investigación a través de la incorporación de analítica avanzada en servicios bibliométricos, vigilancia tecnológica y generación de indicadores para procesos de acreditación institucional. Estas aplicaciones no solo aportan valor a la gestión académica, sino que también posicionan a la biblioteca como un aliado clave en la producción y evaluación del conocimiento (Joyanes, 2019).

Para lograrlo, será necesario coordinar esfuerzos con los departamentos académicos y las áreas de tecnología, garantizando la interoperabilidad de los sistemas y el uso efectivo de los datos en la toma de decisiones. Esta integración responde a las

tendencias globales hacia la ciencia abierta, donde los datos se conciben como un recurso compartido que impulsa la innovación (Yang, 2011).

Implementación de tecnologías emergentes y automatización

Finalmente, se reconocen oportunidades para incorporar tecnologías emergentes como la inteligencia artificial, el aprendizaje automático y el procesamiento del lenguaje natural. Estas herramientas pueden aplicarse en la automatización de procesos, el desarrollo de chatbots, la personalización de servicios y el análisis semántico de colecciones. Si bien su implementación exige inversiones y competencias especializadas, constituyen una posibilidad real para avanzar hacia bibliotecas inteligentes, en sintonía con los retos que plantea la educación superior en entornos digitales (Joyanes, 2019).

Referencias

- ACRL Research Planning and Review Committee. (2022). Top trends in academic libraries: A review of the trends and issues. *College & Research Libraries News*, 83(6), Article 6. <https://doi.org/10.5860/crln.83.6.243>
- Ames, S., & Lewis, S. (2020). Disrupting the library: Digital scholarship and Big Data at the National Library of Scotland. *Big Data & Society*, 7(2), 2053951720970576. <https://doi.org/10.1177/2053951720970576>
- Ayeni, P. O., Agbaje, B. O., & Tippler, M. (2021). A Systematic Review of Library Services Provision in Response to COVID-19 Pandemic. *Evidence Based Library and Information Practice*, 16(3), 67-104. <https://doi.org/10.18438/ebliip29902>
- Dong, K. (2021). Application of Data Mining Technology in Book Information Management. *Journal of Physics: Conference Series*, 1915(2), 022070. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1915/2/022070>
- Doty, P. (2020). Library analytics as moral dilemmas for academic librarians. *The Journal of Academic Librarianship*, 46(4), 102141. <https://doi.org/10.1016/j.acalib.2020.102141>
- Duan, S., & Wang, Z. (2021). Research on the Service Mode of the University Library Based on Data Mining. *Scientific Programming*, 2021, 1-9. <https://doi.org/10.1155/2021/5564326>
- Garoufallou, E., & Gaitanou, P. (2021). Big Data: Opportunities and Challenges in Libraries, a Systematic Literature Review. *College & Research Libraries*, 82(3), Article 3. <https://doi.org/10.5860/crl.82.3.410>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2014). *Metodología de la Investigación*. McGraw-Hill.
- Jones, K. M. L., & Salo, D. (2017). *Learning Analytics and the Academic Library: Professional Ethics Commitments at a Crossroads* (SSRN Scholarly Paper No. 2955779). Social Science Research Network. <https://papers.ssrn.com/abstract=2955779>
- Joyanes Aguilar, L. (2013). *Big Data Análisis de grandes volúmenes de datos en organizaciones* (Primera edición). Alfaomega.
- Joyanes Aguilar, L. (2019). *Inteligencia de negocios y analítica de datos*. Alfaomega.

- Lee, J., & Kwon, N. (2023). The development of a public library data collection and analysis platform and its uses: A case study of the National Library Big Data Platform in Korea. *Malaysian Journal of Library and Information Science*, 28(2), Article 2. <https://doi.org/10.22452/mjlis.vol28no2.5>
- Lin, X., Guan, W., & Zhang, Y. (2023). Application of Data Mining Technology with Improved Clustering Algorithm in Library Personalized Book Recommendation System. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 14(11). <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2023.0141151>
- Ling, J., & Huang, L. (2023). Sharing and Co-Construction of Library Alliance Driven by Big Data and Blockchain. En *Modern Management Based on Big Data IV* (pp. 86-93). IOS Press. <https://doi.org/10.3233/FAIA230172>
- Ouyang, J. (2023). Research on the innovation path of university library management and service under the background of big data. *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences*, 9(1). <https://doi.org/10.2478/amns.2023.1.00387>
- Ribeiro Neto, J. A. (2023). *Big Data para Ejecutivos y Profesionales: Tecnologías, Aplicaciones y Carreras*. Jose Antonio Ribeiro Neto.
- Rojas, J. (2022, septiembre 8). ¿Qué es el Blockchain y para qué sirve esta tecnología? Telefónica. <https://www.telefonica.com/es/sala-comunicacion/blog/que-es-el-blockchain-y-para-que-sirve-esta-tecnologia/>
- Rumbo. Comité de Bibliotecas. (2018). *Lineamientos e indicadores para las bibliotecas académicas innovadoras*. 39-39. http://repositorios.rumbo.edu.co/bitstream/handle/123456789/112412/ComiteBibliotecas_Lineamientos_.pdf?sequence=6&isAllowed=y
- Shenishen, L. (2022). Big data in Saudi university libraries: King Abdullah University Library as a model. *International Journal of Library and Information Sciences*, 9(3), 133-172. <https://doi.org/10.21608/ijlis.2021.97988.1115>
- Xie, N. (2022). Construction and Promotion of Reading Service Platform of University Library Based on Computer Network Cloud Platform. *Mathematical Problems in Engineering*, 2022, 1-10. <https://doi.org/10.1155/2022/7073566>
- Yang, C., Huang, Q., Li, Z., Liu, K., & Hu, F. (2017). Big Data and cloud computing: Innovation opportunities and challenges. *International Journal of Digital Earth*, 10(1), 13-53. <https://doi.org/10.1080/17538947.2016.1239771>

Anexos

Anexo A. Script de R

```
#####  
##### CODIGO #####  
#####  
library(readxl)  
library(dplyr)  
library(Hmisc)  
library(ggcorrplot)  
library(polycor)  
library(tidyr)  
library(stringr)  
set.seed(123)  
  
df <- read_excel("C:\Users\jaime\Downloads\Resultados_encuesta_15082025.xlsx")  
View(df)  
colnames(df)  
# modificar nombres columnas  
colnames(df) <- c(  
  "id",  
  "departamento",  
  "ciudad",  
  "herramientas",  
  "freq_r",  
  "freq_python",  
  "freq_tableau",  
  "freq_power_bi",  
  "freq_hadoop",  
  "freq_ninguno",  
  "tec_ciencia_datos",  
  "tipos_uso",  
  "obstaculos",  
  "impacto_falta_recursos",  
  "impacto_limitaciones_tec",  
  "impacto_carencia_formacion",  
  "impacto_resistencia_cambio",  
  "areas_aplicacion",  
  "tipo_formacion",  
  "horas_formacion",  
  "autoevaluacion",  
  "buenas_practicas",  
  "recomendaciones",  
  "experiencias_exito"  
)  
  
# variables ordinales  
  
vars_ord <- c(  
  "freq_r", "freq_python", "freq_tableau", "freq_power_bi", "freq_hadoop", "freq_ninguno",  
  "impacto_falta_recursos", "impacto_limitaciones_tec",  
  "impacto_carencia_formacion", "impacto_resistencia_cambio",  
  "autoevaluacion"  
)  
  
# se convierte en factor la variable horas formación  
df1 <- df %>%  
  mutate(  
    horas_formacion = factor(  
      horas_formacion,  
      levels = c("Cero horas", "Menos de 10 horas", "Entre 10 y 20 horas", "Entre 20 y 50 horas"),  
      ordered = TRUE  
    )  
  )  
  
# Data para correlaciones con métodos por rangos (Kendall/Spearman).  
# Convertimos horas_formacion a rango numérico (1<2<3<4).  
df_num <- df1 %>%  
  transmute(  
    across(all_of(vars_ord), ~ suppressWarnings(as.numeric(.))),  
    horas_formacion = as.integer(horas_formacion)  
  )
```

```

map <- c(
  "freq_r"="r", "freq_python"="py", "freq_tableau"="tbl", "freq_power_bi"="pbi",
  "freq_hadoop"="hdp", "freq_ninguno"="ning",
  "impacto_falta_recursos"="imp_fin", "impacto_limitaciones_tec"="imp_tec",
  "impacto_carencia_formacion"="imp_form", "impacto_resistencia_cambio"="imp_res",
  "autoevaluacion"="auto", "horas_formacion"="horas"
)
colnames(df_num) <- unname(map[colnames(df_num)]) # <- etiquetas cortas

#funcion kendall

kendall_matrix <- function(dat){
  p <- ncol(dat); nms <- colnames(dat)
  R <- diag(1, p); dimnames(R) <- list(nms, nms)
  P <- matrix(0, p, p, dimnames = list(nms, nms))
  for(i in 1:(p-1)){
    for(j in (i+1):p){
      ct <- suppressWarnings(cor.test(dat[[i]], dat[[j]],
                                     method = "kendall", exact = FALSE))
      R[i,j] <- R[j,i] <- unname(ct$estimate) # τ-b
      P[i,j] <- P[j,i] <- ct$p.value
    }
  }
  list(r = R, p = P)
}

km <- kendall_matrix(df_num)
Rk <- km$r; Pk <- km$p

flatten_corr <- function(R, P, metodo){
  ut <- upper.tri(R, diag = FALSE)
  tibble(
    var1 = rownames(R)[row(R)[ut]],
    var2 = colnames(R)[col(R)[ut]],
    est = R[ut],
    p = P[ut],
    p_holm = p.adjust(P[ut], method = "holm"),
    metodo = metodo
  ) |> arrange(p_holm, desc(abs(est)))
}

tab_kendall <- flatten_corr(Rk, Pk, "kendall_tau_b")
head(tab_kendall, 10)

ggcorrplot(Rk, type = "lower", lab = TRUE, p.mat = Pk, sig.level = 0.05,
           tl.cex = 8, lab_size = 3)

#####
##### ACP + CLUSTER #####
#####
library(dplyr)
library(FactoMineR)
library(factoextra)
library(ggplot2)
set.seed(123)

# Matriz de trabajo (12 vars) desde df ya renombrado
X <- df %>%
  mutate(
    horas_formacion = factor(
      horas_formacion,
      levels = c("Cero horas", "Menos de 10 horas", "Entre 10 y 20 horas", "Entre 20 y 50 horas"),
      ordered = TRUE
    )
  )

```

```

)
) %>%
transmute(
  r      = as.numeric(freq_r),
  py     = as.numeric(freq_python),
  tbl    = as.numeric(freq_tableau),
  pbi    = as.numeric(freq_power_bi),
  hdp    = as.numeric(freq_hadoop),
  ning   = as.numeric(freq_ninguno),
  imp_fin = as.numeric(impacto_falta_recursos),
  imp_tec = as.numeric(impacto_limitaciones_tec),
  imp_form = as.numeric(impacto_carencia_formacion),
  imp_res = as.numeric(impacto_resistencia_cambio),
  auto   = as.numeric(autoevaluacion),
  horas  = as.integer(horas_formacion)
)

# Quita columnas sin varianza (por si acaso)
X <- X[, sapply(X, sd, na.rm = TRUE) > 0]

# Etiquetas cortas y legibles para las flechas del biplot
colnames(X) <- c("R", "Python", "Tableau", "Power BI", "Hadoop", "Ninguna",
  "Impacto: Finanzas", "Impacto: Tecnología", "Impacto: Formación", "Impacto:
Resistencia",
  "Autoeval.", "Horas")

# PCA estandarizado
res.pca <- PCA(X, scale.unit = TRUE, ncp = 5, graph = FALSE)

# Clustering sobre componentes (Ward + consolidación k-means)

res.hcpc <- HCPC(res.pca, nb.clust = 3, consol = TRUE, graph = FALSE)
clusters <- factor(res.hcpc$data.clust$clust, labels = paste0("C",
sort(unique(res.hcpc$data.clust$clust))))

# Biplot
p <- fviz_pca_biplot(
  res.pca,
  geom.ind = "point",
  habillage = clusters,
  addEllipses = FALSE,
  label = "var",
  col.var = "black",
  repel = TRUE,
  pointsize = 3
) +
  geom_hline(yintercept = 0, linetype = "dashed", color = "grey50") +
  geom_vline(xintercept = 0, linetype = "dashed", color = "grey50") +
  labs(title = "PCA + Clusters (HCPC)") +
  theme_minimal(base_size = 12)

p

# Dendrograma
fviz_dend(
  res.hcpc,
  k = 3,
  rect = TRUE,
  rect_lty = 2,
  rect_fill = FALSE,
  rect_border = "grey70",
  cex = 1.2,
  lwd = 0.8,
  color_labels_by_k = TRUE,
  k_colors = c("#E74C3C", "#2ECC71", "#3498DB"),
  ggtheme = theme_minimal(base_size = 14)
)

```

Adopción de herramientas de ciencias de datos por parte de las bibliotecas universitarias de Colombia

Anexo B. Evaluación Aiken

VALIDACIÓN INSTRUMENTO DE MEDICIÓN - V DE AIKEN									
TÍTULO DEL PROYECTO									
Nombre del Evaluador:		Cargo del evaluador:							
<p>INSTRUCCIONES: Para validar el instrumento requerido en el presente estudio, se han identificado una serie de variables y un grupo de preguntas que las describen. Califique cada una de las preguntas formuladas siendo 1 totalmente de acuerdo y 0 totalmente en desacuerdo, en relación a su grado de claridad, pertinencia y relevancia. Por favor tenga en cuenta las siguientes definiciones:</p> <p>Claridad: la pregunta está correctamente redactada y es fácil de comprender por el evaluador. Pertinencia: la pregunta permite medir con precisión la variable identificada. Relevancia: se evidencia un enfoque teórico adecuado en la redacción de la pregunta.</p>									
A. VARIABLE 1					EVALUADOR1	EVALUADOR2	EVALUADOR3	EVALUADOR4	V DE AIKEN
Preguntas	1	¿Qué herramientas de ciencias de datos utiliza actualmente su biblioteca? (Seleccione todas las que apliquen)	1,00	1,00	1,00	0,67	0,92		
	2	Frecuencia de uso de cada herramienta seleccionada (Califique en una escala del 1 al 5, donde 1 es "Raramente" y 5 es "Diariamente")	1,00	1,00	1,00	0,67	0,92		
	3	¿En qué áreas de la biblioteca aplica estas herramientas de ciencias de datos? (Seleccione todas las que apliquen)	1,00	1,00	1,00	0,67	0,92		
	4	¿Qué tecnologías específicas de ciencia de datos aplica su biblioteca en sus actividades? (Seleccione todas las que apliquen y, en cada caso, indique el tipo de uso)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		
B. VARIABLE 2					EVALUADOR1	EVALUADOR2	EVALUADOR3	EVALUADOR4	V DE AIKEN
Preguntas	1	¿Cuáles son los principales obstáculos que ha encontrado al implementar herramientas de ciencias de datos? (Seleccione todas las que apliquen)	1,00	1,00	1,00	0,67	0,92		
	4	Falta de recursos financieros. Califique el nivel de impacto de cada obstáculo en la adopción de herramientas de ciencias de datos en su biblioteca. (1: Bajo impacto - 5: Alto impacto)	0,33	1,00	1,00	0,33	0,67		
C. VARIABLE 3					EVALUADOR1	EVALUADOR2	EVALUADOR3	EVALUADOR4	V DE AIKEN
Preguntas	1	¿En cuáles de las siguientes áreas se utilizan las herramientas de ciencias de datos en su biblioteca? (Seleccione todas las que apliquen)	0,67	1,00	1,00	0,67	0,83		
D. VARIABLE 4					EVALUADOR1	EVALUADOR2	EVALUADOR3	EVALUADOR4	V DE AIKEN
Preguntas	1	¿Qué tipo de formación en ciencias de datos ha recibido el personal bibliotecario en su institución? (Seleccione todas las que apliquen)	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80		
	2	Cursos especializados. ¿Cuántas horas dedica aproximadamente el personal de la biblioteca a la formación en ciencias de datos anualmente?	0,67	1,00	1,00	0,67	0,67		
	3	Menos de 10 horas. Autoevaluación del nivel de conocimiento en ciencias de datos del personal bibliotecario (1: Nivel básico - 5: Nivel experto) (1) (2) (3) (4) (5)	0,67	1,00	1,00	0,67	0,67		
E. VARIABLE 5					EVALUADOR1	EVALUADOR2	EVALUADOR3	EVALUADOR5	V DE AIKEN
Preguntas	1	¿Qué buenas prácticas ha identificado en su biblioteca para la implementación exitosa de herramientas de ciencia de datos? (Responda en pocas palabras o frases)	0,67	1,00	1,00	1,00	0,73		
	2	¿Qué recomendaciones daría a otras bibliotecas que están considerando la adopción de herramientas de ciencia de datos? (Responda en pocas palabras o frases)	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80		
	3	¿Existen experiencias específicas de éxito en el uso de herramientas de ciencia de datos en su biblioteca que le gustaría compartir?	1,00	1,00	1,00	1,00	0,80		

Anexo C. Resultados encuesta

En siguiente enlace pueden encontrar el archivo completo con los resultados de la encuesta anonimizados: [Resultados_encuesta_15082025.xlsx](#)