

**REVOLUCIÓN FINANCIERA: LA TRANSFORMACIÓN DE LA BANCA
COMERCIAL A TRAVÉS DE TECNOLOGÍAS DISRUPTIVAS EN COLOMBIA**

**JUAN FELIPE OSPINA VELÁSQUEZ
SANTIAGO JOSÉ SALAZAR ASTAIZA**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA CALI
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS
PROGRAMA DE FINANZAS Y ECONOMÍA
SANTIAGO DE CALI**

2025

**REVOLUCIÓN FINANCIERA: LA TRANSFORMACIÓN DE LA BANCA
COMERCIAL A TRAVÉS DE TECNOLOGÍAS DISRUPTIVAS EN COLOMBIA**

AUTORES: JUAN F OSPINA Y SANTIAGO J SALAZAR

Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título profesional en finanzas y
economista.

Director de trabajo de grado:

Juan Diego Valencia Brand, Mgtr.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA CALI
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS

PROGRAMA DE FINANZAS

SANTIAGO DE CALI

2025

Santiago de Cali, lunes, 05 de Mayo de 2025

Doctor
Fabián Fernando Osorio Tinoco
Decano
Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas
Pontificia Universidad Javeriana

Cali

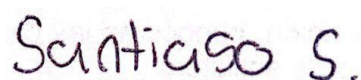
Por medio de la presente estamos entregando el Trabajo de Grado cuyo título es
“Revolución Financiera: La transformación de la banca comercial a través de
tecnologías disruptivas en Colombia”. Esperamos que este trabajo cumpla con los
requisitos académicos exigidos y que alcance el propósito para el cual fue elaborado.

Atentamente,



Juan F Ospina

ID: 8960937



Santiago J Salazar

ID: 8959206

Santiago de Cali, lunes, 05 de Mayo de 2025

Doctor

Fabián Fernando Osorio Tinoco

Decano

Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas

Pontificia Universidad Javeriana

Cali

Por medio de la presente me permito comunicarle, que en mi calidad de director de trabajo de grado he leído detenidamente el informe final del estudio titulado “Revolución Financiera: La transformación de la banca comercial a través de tecnologías disruptivas en Colombia”, realizado por los estudiantes de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas de la Universidad Javeriana Juan Felipe Ospina Velásquez el ID institucional 8960937, y Santiago José Salazar Astaiza el ID institucional 8960937 considero que cumple con todos los requisitos requeridos para ser presentada a evaluación.

Atentamente,

Juan Diego Valencia Brand
Tutor del Trabajo de Grado

ARTÍCULO 23 de la resolución N° 13 de julio 6 de
1946

“La Universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus trabajos de Tesis. Sólo velará porque no se publique nada contrario al dogma y a la moral católica y porque la Tesis no contengan ataques o polémicas puramente personales; antes bien, se vea en ellas el anhelo de buscar la Verdad y la Justicia”.

Agradecimientos

En primer lugar queremos dar agradecimiento a nuestras familias, por ser gran apoyo, en especial a nuestros padres, quienes son nuestro motor para seguir adelante día a día, nuestro logro no podría ser posible sin ellos.

También queremos darnos agradecimiento mutuamente por tener la disposición y paciencia para trabajar juntos y realizar no solo este proyecto, sino toda la carrera, ya que aparte de ser compañeros en trabajo de grado, somos muy buenos amigos.

Al igual un agradecimiento y fuerte abrazo a nuestros amigos quienes fueron cómplices en esta trayectoria universitaria y que convirtieron nuestra experiencia no solo un aspecto académico sino una experiencia divertida, de vida, de felicidad. Una que se convirtió de las más importantes de nuestras vidas y que nunca olvidaremos.

También agradecemos a la Pontificia Universidad Javeriana de Cali y a todas las personas que pertenecen, alumnos, profesores, colaboradores, etc... por convertir la universidad en nuestro segundo hogar.

Finalmente extendemos nuestros agradecimientos a Juan Diego Valencia Brand, por su acompañamiento, sus recomendaciones y guía constante, necesaria para la realización de este trabajo.

Autorización de los estudiantes para que su trabajo sea fuente de publicación posterior total o parcial. (Aplica solamente para quienes desarrollan casos de estudio).

Debido a que la opción de trabajo de grado -Desarrollo de un Caso de Estudio- busca la construcción y elaboración de casos de estudio con el ánimo de que sean parte de un banco de casos y de publicaciones en cualquier medio, el estudiante autoriza a la universidad lo siguiente:

Santiago de Cali, día 05 de mayo del año 2025

Doctor

Fabián Fernando Osorio Tinoco

Decano

Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas Pontificia

Universidad Javeriana

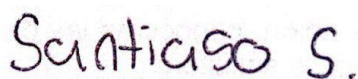
Por medio de la presente autorizamos que el trabajo de grado del cual somos autores llamado “Revolución Financiera: La transformación de la banca comercial a través de tecnologías disruptivas en Colombia” sea utilizado discrecionalmente por la Pontificia Universidad Javeriana como fuente total o parcial de material académico, que podrá ser usado dentro o fuera de la universidad con cualquier propósito académico.

Deseamos que los derechos intelectuales que tenemos sobre esta obra se expresen citándonos como autores del mismo.

La principal motivación para la realización de este trabajo de grado ha sido cumplir uno de los requisitos de grado como profesionales en Finanzas y Economía, por lo tanto renunciamos a los derechos patrimoniales que se deriven del mismo, si los llegare a haber.



Juan Felipe Ospina Velásquez
c.c.1.006.071.374



Santiago José Salazar Astaiza
c.c.

Tabla de contenido

Resumen	12
Introducción	13
1. Formulación del proyecto de investigación	15
1.1 Problema de Investigación	15
1.1.1 Aproximación	15
1.1.2 Síntomas que llevaron a la transformación de la Banca	15
1.1.3 Causa de los síntomas	16
1.1.4 Pregunta de investigación	17
1.2 Objetivos	18
1.2.1 Objetivo General	18
1.2.2 Objetivos Específicos	18
1.3 Justificación	18
1.4 Marco de referencia	19
1.4.1 Marco de Antecedentes	19
1.4.2 Marco Teórico	23
1.4.3 Marco Conceptual	29
1.5 Metodología	32
1.5.1 Definición y explicación de Variables y Operacionalización	40
1.5.2 Recolección y Organización de Datos	43
2. Análisis de resultados	45

2.1 Estudio de Supuestos y Validación del Modelo	47
3. Mejores prácticas para la Implementación de Tecnologías Innovadoras	52
3.1 Plan de Acción para la Adopción Responsable de Tecnologías	59
4. Diagnóstico Financiero Interno	60
4.1 Benchmark Sectorial	61
4.2 Mapa de Riesgos e Impactos	62
4.3 Propuestas de Estrategias en Cadena de Valor	64
5. Conclusión	66
6. Recomendaciones Finales	68
7. Referencias	71

Tabla de Figuras

Figura 1: Hilo Conductor	33
Figura 2: Resultados de la Regresión Lineal Múltiple	45
Figura 3: Gráfico de Residuos vs Valores Ajustados.	48
Figura 4: Resultado del test de normalidad de Shapiro-Wilk	49
Figura 5: Gráfico de cuantiles normales	49
Figura 6: Resultado del test de Breusch–Pagan	50
Figura 7: Resultado del test de Durbin–Watson	51
Figura 8: Valores del índice de inflación de la varianza (VIF)	52
Figura 9: Diagnóstico Financiero Interno de Bancos Colombianos	61
Figura 10: Indicadores Financieros y Tecnológicos Colombia y EE.UU.	62

Anexos

Anexo 1. Base de datos extraída a través de Refinitiv

80

Resumen

La transformación digital en la banca comercial ha tenido un gran auge durante los últimos años, debido esencialmente a la llegada de nuevas tecnologías como la inteligencia artificial, el big data, la computación en la nube y el blockchain. En Colombia, la banca tradicional ha sufrido una evolución bastante relevante debido a que se ha tenido que adaptar a un mercado donde los clientes digitales juegan un papel fundamental, enfrentando desafíos como la inclusión financiera, ciberseguridad y evolución en la regulación.

Este trabajo se centra en entender cómo la tecnología, especialmente la inteligencia artificial, está cambiando la forma en que funciona la banca comercial. Para eso, se compara lo que está pasando en Colombia con lo que ya ocurre en Estados Unidos, un país que va más adelante en estos temas. A lo largo del análisis se muestran algunos de los beneficios más importantes, como hacer los procesos más rápidos, reducir errores y tomar mejores decisiones financieras. Pero también se reconocen los riesgos que vienen con todo esto, como posibles fallas en los sistemas, ataques cibernéticos o incluso problemas éticos relacionados con el uso de datos. Además, se explora cómo la digitalización ha abierto puertas a personas que antes no tenían acceso a servicios financieros, ayudando a que más gente pueda ahorrar, pedir préstamos o simplemente manejar su dinero desde donde esté.

La relevancia del presente estudio radica en que la tecnología está cambiando la forma en que operan los bancos. Ya no se trata solo de modernizarse, sino de entender cómo estas herramientas están transformando los modelos de negocio que antes funcionaban. Gracias a estas innovaciones, muchas entidades han podido agilizar procesos y ofrecer a los clientes una experiencia más rápida y personalizada. Sin embargo, hay retos importantes por delante, como reforzar la seguridad digital y ajustar las normas que regulan el sector.

Palabras Clave: Banca comercial, Inteligencia artificial, Fintech, Digitalización, Big data, Colombia, Estados Unidos

Introducción

La banca comercial, tanto a nivel global como específicamente en Colombia, se encuentra inmersa en una era de transformación sin precedentes. Este cambio radical es impulsado por la convergencia de tecnologías disruptivas, que han alterado fundamentalmente las expectativas de los clientes y los modelos de negocio tradicionales. La digitalización, que antes se consideraba una ventaja competitiva, se ha convertido en un imperativo para la supervivencia en un mercado cada vez más exigente y dinámico.

La inteligencia artificial (IA) y el análisis de grandes volúmenes de datos (big data) han surgido como pilares centrales de esta transformación. Estas tecnologías permiten a las instituciones financieras no solo optimizar sus procesos internos, sino también personalizar la experiencia del cliente a un nivel nunca antes visto. La capacidad de anticipar comportamientos de consumo, detectar fraudes en tiempo real y ofrecer productos financieros adaptados a las necesidades individuales ha redefinido la relación entre los bancos y sus clientes.

La aparición de nuevos actores digitales, como Lulo Bank y Movii, ha desafiado el dominio de los bancos tradicionales, obligándolos a acelerar sus propios procesos de digitalización. Lulo Bank, con su modelo 100% digital, y Movii, con su enfoque en la inclusión financiera a través de billeteras digitales, son ejemplos claros de cómo la innovación está democratizando el acceso a los servicios financieros. Además, la expansión de fintechs ha ampliado el espectro de servicios disponibles, ofreciendo soluciones más eficientes y accesibles para transferencias internacionales y pagos digitales.

Sin embargo, esta transformación no está exenta de desafíos. La ciberseguridad se ha convertido en una preocupación primordial, ya que la digitalización expone a las instituciones a un mayor riesgo de ataques informáticos y fraudes. La implementación de tecnologías avanzadas de autenticación y protección de datos es esencial para mitigar estos riesgos.

Además, la evolución del marco regulatorio debe acompañar el ritmo de la innovación tecnológica, garantizando la estabilidad y seguridad del sistema financiero.

La transformación digital también está teniendo un profundo impacto en la inclusión social. La capacidad de crear productos financieros adaptados a las necesidades de poblaciones históricamente marginadas, como pequeños empresarios y personas con poco historial crediticio, está abriendo nuevas oportunidades para el desarrollo económico y la reducción de la desigualdad.

Además, la adopción de tecnologías como la computación en la nube y la automatización de procesos está permitiendo a las instituciones financieras optimizar sus operaciones, reducir costos y tiempos, y ofrecer soluciones de valor agregado a sus clientes. La tendencia hacia las finanzas abiertas (open finance) está fomentando la colaboración entre bancos tradicionales y fintechs, creando un ecosistema donde la innovación se potencia mutuamente.

Esta investigación se propone analizar en profundidad el impacto de las tecnologías emergentes, con un enfoque especial en la inteligencia artificial, en la banca comercial. Se busca evaluar los beneficios operativos y estratégicos de estas tecnologías, así como los desafíos y riesgos asociados con su implementación. Además, se comparará el grado de adopción y el impacto de estas innovaciones en Colombia y Estados Unidos, destacando las diferencias en estrategias y resultados.

A través de este análisis, se pretende comprender cómo la digitalización está redefiniendo el futuro de la banca y su contribución al desarrollo económico y social. Se explorará cómo las instituciones financieras pueden aprovechar al máximo las oportunidades que ofrecen las tecnologías disruptivas, al tiempo que se mitigan los riesgos y se garantiza la estabilidad y seguridad del sistema financiero.

1. Formulación del proyecto de investigación

1.1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.1 Aproximación

La banca comercial ha experimentado una transformación significativa en las últimas décadas, impulsada por la adopción de tecnologías disruptivas como la inteligencia artificial, el blockchain, la computación en la nube y los pagos digitales. Esta transformación ha sido particularmente relevante en países como Colombia y Estados Unidos, donde el sector financiero ha tenido que adaptarse a las demandas de un mercado cada vez más digitalizado y competitivo. Sin embargo, la velocidad y el alcance de esta transformación han variado entre ambos países debido a diferencias en infraestructura tecnológica, regulaciones y cultura financiera.

Según un estudio de McKinsey & Company (2020), "la adopción de tecnologías disruptivas en la banca ha generado una brecha entre los bancos que han logrado innovar y aquellos que se han quedado atrás, lo que ha impactado la competitividad del sector". Esta brecha es especialmente evidente al comparar economías desarrolladas, como Estados Unidos, con economías emergentes, como Colombia, donde la penetración de tecnologías financieras aún enfrenta desafíos significativos.

1.1.2 Síntomas que llevaron a la transformación de la Banca

Los síntomas que han impulsado la transformación de la banca comercial incluyen: Cambio en las expectativas de los clientes. Los consumidores demandan servicios más rápidos, personalizados y accesibles desde cualquier dispositivo. Según un informe de Deloitte (2021), "el 73% de los clientes bancarios en Estados Unidos prefieren realizar transacciones digitales en lugar de visitar una sucursal física". En Colombia, aunque la

adopción de banca digital ha crecido, aún existe una preferencia por los servicios tradicionales en ciertos segmentos de la población.

Aparición de competidores no tradicionales. Fintechs y grandes empresas tecnológicas (como Amazon, Google y Apple) han ingresado al mercado financiero, ofreciendo servicios innovadores y desafiando a los bancos tradicionales. Un estudio de Capgemini (2022) señala que "las fintechs han capturado el 30% del mercado de pagos digitales en América Latina, lo que ha obligado a los bancos a reinventarse".

Presión regulatoria y de costos. Los bancos enfrentan mayores exigencias regulatorias y la necesidad de reducir costos operativos. La implementación de tecnologías disruptivas ha sido una respuesta clave para cumplir con estas demandas. Según el Banco de la República de Colombia (2021), "la adopción de tecnologías digitales ha permitido a los bancos reducir costos operativos en un 15-20% en los últimos cinco años".

Aceleración de la digitalización por la pandemia de COVID-19. La pandemia aceleró la adopción de soluciones digitales en el sector bancario. Un informe de Accenture (2020) destaca que "el 60% de los bancos en Estados Unidos y el 40% en Colombia incrementaron sus inversiones en tecnología durante la pandemia para adaptarse a la nueva normalidad".

1.1.3 Causa de los síntomas

Las causas subyacentes de estos síntomas incluyen:

Avance tecnológico acelerado. El rápido desarrollo de tecnologías como la inteligencia artificial, el blockchain y el big data ha permitido la creación de nuevos modelos de negocio y servicios financieros. Según Gartner (2021), "el 80% de los bancos a nivel global están invirtiendo en inteligencia artificial para mejorar la experiencia del cliente y optimizar operaciones".

Globalización y competencia internacional. La globalización ha permitido que empresas tecnológicas y fintechs compitan en mercados tradicionalmente dominados por bancos locales. Esto ha obligado a los bancos a innovar para mantener su cuota de mercado. Un estudio de la Federación Latinoamericana de Bancos (2022) indica que "la competencia de fintechs internacionales ha aumentado la presión sobre los bancos colombianos para modernizar sus plataformas tecnológicas".

Cambios demográficos y culturales. Las nuevas generaciones, como los millennials y la Generación Z, tienen una mayor afinidad con las tecnologías digitales y prefieren soluciones financieras innovadoras. Según un informe de PwC (2021), "el 64% de los millennials en Estados Unidos y el 48% en Colombia prefieren usar aplicaciones móviles para gestionar sus finanzas".

Regulaciones y políticas gubernamentales. En Estados Unidos, regulaciones como la Ley Dodd-Frank han impulsado la transparencia y la innovación en el sector bancario. En Colombia, iniciativas como la Ley de Inclusión Financiera y la promoción de billeteras digitales han fomentado la adopción de tecnologías financieras. Sin embargo, según un análisis de la Superintendencia Financiera de Colombia (2022), "la falta de claridad en algunas regulaciones ha ralentizado la adopción de tecnologías disruptivas en el sector bancario colombiano".

1.1.4 Pregunta de investigación

¿Cuáles podrían ser los beneficios y riesgos potenciales de la aplicación de la inteligencia artificial en la banca comercial?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Analizar el impacto de las tecnologías emergentes, especialmente la inteligencia artificial y el aprendizaje automático, en la transformación de la banca comercial, evaluando sus beneficios, desafíos y diferencias de adopción entre Colombia y Estados Unidos.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Evaluar los beneficios operativos y estratégicos de la inteligencia artificial y el aprendizaje automático en la banca comercial, centrándose en la eficiencia y la precisión en la toma de decisiones financieras.
- Identificar y analizar los principales desafíos y riesgos asociados con la implementación de tecnologías emergentes en la banca comercial, incluyendo aspectos de seguridad cibernética, operativos y éticos, para una mejor experiencia al cliente.
- Comparar el grado de adopción y el impacto de las tecnologías innovadoras en la banca comercial entre Colombia y Estados Unidos, destacando las diferencias en estrategias y resultados.

1.3 Justificación

La transformación digital en el sector financiero, y específicamente en la banca comercial en Colombia, representa un fenómeno de gran relevancia en la actualidad debido a su impacto en la economía, la inclusión financiera y la competitividad de las instituciones. Este estudio se justifica por la necesidad de comprender cómo las tecnologías disruptivas, como la inteligencia artificial, el big data, la computación en la nube y las

finanzas abiertas, están redefiniendo los modelos de negocio tradicionales y generando nuevas oportunidades para el desarrollo económico y social en el país.

Proporciona un análisis detallado de cómo la digitalización está optimizando los procesos internos de las instituciones financieras y mejorando la experiencia del cliente a través de servicios más personalizados, eficientes y seguros.

Destaca el papel de las nuevas tecnologías en la inclusión financiera, permitiendo que segmentos tradicionalmente excluidos del sistema bancario formal, como pequeños empresarios y personas con poco historial crediticio, accedan a servicios financieros adaptados a sus necesidades.

Examina cómo la adopción de tecnologías como la computación en la nube y la automatización de procesos está reduciendo costos y tiempos, lo que se traduce en una mayor competitividad y en la capacidad de ofrecer soluciones de valor agregado a los clientes.

Identifican los principales desafíos que enfrenta el sector, como la necesidad de fortalecer la ciberseguridad y adaptar el marco regulatorio, así como las oportunidades que surgen de la colaboración entre bancos tradicionales y empresas fintech en el marco de las finanzas abiertas.

1.4 Marco de referencia

1.4.1 Marco de Antecedentes

La revolución tecnológica ha tenido un gran impacto en cada una de las industrias relevantes de la economía actual, especialmente en el sector financiero. Debido a la aparición de este fenómeno disruptivo, el entorno del sector se ha tornado un perfil disruptivo, donde la

La interacción de organizaciones, competidores, proveedores, consumidores de servicios financieros y el Estado, son parte fundamental para este nuevo ecosistema. Este ambiente innovador está presente en Colombia y ha estado evolucionando con el paso del

tiempo, razón por la cual es importante analizar el uso de la tecnología en la banca colombiana.

En virtud de lo señalado anteriormente, se efectuó una búsqueda documental en repositorios y bases de datos con la finalidad de encontrar artículos y tesis de grado que emplean temáticas que permiten encaminar la investigación, sin necesidad de abarcar las mismas áreas que ahondará el presente trabajo. De esta manera, se realizó un análisis sobre el proceso de investigación registrado en cada escrito, teniendo presente el qué, el cómo y en que concluyó cada proyecto investigativo.

El primer artículo académico encontrado fue el de Gumber et al.(2017) *titulado: On the Fintech Revolution: Interpreting the Forces of Innovation, Disruption, and Transformation in Financial Services*. El cual analiza la revolución fintech como un fenómeno que está transformando profundamente la industria de los servicios financieros mediante innovaciones tecnológicas y disrupciones en los procesos tradicionales. En lugar de considerar estos cambios como meras mejoras incrementales, el estudio sostiene que se trata de una transformación radical que redefine la eficiencia, la personalización del servicio y la toma de decisiones en el sector. A medida que las fintech desarrollan nuevos modelos de negocio y experiencias de usuario mejoradas, las empresas financieras tradicionales que no logren adaptarse corren el riesgo de perder su dominio en el mercado. Para evaluar esta transformación, el paper introduce un modelo de mapeo de la innovación fintech, analizando su impacto en cuatro áreas clave: primero, la gestión de operaciones en servicios financieros, observando cómo los procesos internos se están optimizando con nuevas herramientas digitales; segundo, las innovaciones tecnológicas que han revolucionado los pagos digitales, las criptomonedas, el blockchain y los pagos transfronterizos, aumentando la seguridad y eficiencia de las transacciones; tercero, la transformación de los préstamos y depósitos con el auge del *peer-to-peer lending* (préstamos entre particulares) y el papel de las

redes sociales en la intermediación financiera; y, cuarto, la disrupción en inversiones y mercados financieros, donde el *trading*, la gestión de riesgos, el asesoramiento automatizado (*robo-advisory*) y la integración de blockchain están redefiniendo la manera en que los inversionistas interactúan con los mercados. En definitiva, el estudio argumenta que la revolución fintech no solo representa una modernización del sector, sino un cambio estructural que obliga a las empresas a evolucionar y adoptar nuevas tecnologías para mantenerse competitivas en un entorno financiero que avanza rápidamente hacia la digitalización y la automatización.

Por su parte, Wu, K., Fu, Y., & Kong, D et al. (2022) en el artículo "*Does the digital transformation of enterprises affect stock price crash risk?*" Analiza el impacto de la transformación digital en la reducción del riesgo de colapso de los precios de las acciones en empresas chinas cotizadas entre 2007 y 2020. A través de un enfoque empírico, los autores encuentran evidencia de que la digitalización empresarial contribuye significativamente a mitigar este tipo de riesgos en el mercado de valores, sugiriendo que las empresas que adoptan tecnologías digitales pueden mejorar la transparencia y la eficiencia en la divulgación de información, reduciendo así la asimetría informativa y las prácticas gerenciales oportunistas que suelen estar relacionadas con las caídas abruptas en los precios de las acciones.

Además, los resultados del estudio muestran que este efecto no es uniforme en todas las empresas, sino que presenta una cierta heterogeneidad estructural: la reducción del riesgo de colapso es más pronunciada en aquellas empresas que pertenecen a sectores de alta tecnología y en regiones económicamente desarrolladas, lo que sugiere que la infraestructura tecnológica y el entorno económico influyen en la efectividad de la transformación digital. Para garantizar la solidez de sus hallazgos, los autores aplican una serie de pruebas de robustez, confirmando la validez de sus conclusiones. En términos generales, el estudio

proporciona evidencia empírica sobre la importancia de la transformación digital en la estabilidad del mercado de capitales y destaca la necesidad de fomentar la digitalización empresarial como una estrategia clave para reducir el riesgo de colapso en los precios de las acciones, ofreciendo así implicaciones relevantes tanto para las empresas como para los reguladores del mercado financiero.

De igual manera, en el campo de las tecnologías financieras, Murinde, V., Rizopoulos, E., & Zachariadis, M et al. (2022). Presenta El artículo "*The impact of the FinTech revolution on the future of banking: Opportunities and risks*" analiza cómo la revolución de las tecnologías financieras (*FinTech*) está transformando el panorama bancario a nivel global, evaluando tanto las oportunidades como los riesgos asociados a esta disrupción. A partir de una extensa revisión de la literatura sobre FinTech y sus servicios habilitados, los autores exploran los cambios estructurales que estas innovaciones están introduciendo en el sector financiero. Utilizando datos detallados a nivel bancario de 115 países durante los últimos 16 años, el estudio mide indicadores clave para entender la evolución del sistema bancario en la era FinTech. Los hallazgos preliminares sugieren que, si bien las empresas de tecnología financiera están creciendo y redefiniendo la forma en que se prestan los servicios financieros, es poco probable que lleguen a reemplazar a los bancos tradicionales. Esto se debe, en parte, a que muchas instituciones bancarias están respondiendo a la disrupción mediante la adopción de sus propias plataformas FinTech o mediante asociaciones estratégicas con startups del sector, lo que les permite seguir siendo competitivas. Además, el artículo destaca cómo la regulación, la infraestructura global y las tensiones geopolíticas jugarán un papel crucial en la configuración del futuro de la banca, determinando hasta qué punto la revolución FinTech se consolidará en los diferentes mercados.

Finalmente, el estudio identifica áreas prometedoras para futuras investigaciones y resume las principales implicaciones para reguladores, responsables de políticas y profesionales del sector financiero, proporcionando una visión integral sobre cómo la digitalización y la innovación tecnológica están redefiniendo el funcionamiento de los bancos en el siglo XXI.

Al analizar los documentos previamente mencionados, se hace evidente la importancia de examinar los factores que vinculan la revolución tecnológica con la banca comercial en Colombia y su potencial para impulsar el desarrollo financiero del país. Los estudios académicos revisados constituyen una base esencial para la construcción de este trabajo de grado, ya que, aunque algunos no presentan una propuesta concreta de modernización tecnológica, sí proporcionan una visión detallada de los componentes que conforman este ecosistema, así como del estado actual del sector bancario colombiano. Es relevante destacar que la transformación tecnológica en el ámbito financiero ha despertado un gran interés dentro de disciplinas como la economía y las finanzas, lo que convierte a estos estudios en referencias clave para la investigación, además de evidenciar el impacto que la digitalización puede tener en la formación y desempeño de los profesionales del sector.

1.4.2 Marco Teórico

- **Inteligencia Artificial (IA).**

La inteligencia artificial (IA) es una disciplina que busca desarrollar sistemas capaces de realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana, como el aprendizaje, la toma de decisiones y el reconocimiento de patrones. En el contexto de la banca comercial, la IA se utiliza para mejorar la eficiencia operativa, personalizar servicios financieros y gestionar riesgos de manera más efectiva. Según Russell y Norvig (2020), la IA es un campo

interdisciplinario que combina ciencias de la computación, matemáticas y psicología para crear sistemas inteligentes. Además, Goodfellow, Bengio y Courville (2016) destacan que el

El aprendizaje profundo, un subcampo de la IA, ha revolucionado la capacidad de las máquinas para procesar grandes volúmenes de datos y extraer patrones complejos, lo que es especialmente útil en la banca para la detección de fraudes y la evaluación crediticia.

- **Aprendizaje Automático (Machine Learning).**

El aprendizaje automático es una rama de la IA que se enfoca en desarrollar algoritmos que permiten a las máquinas aprender de los datos y mejorar su rendimiento con la experiencia. En la banca comercial, el aprendizaje automático se utiliza para la detección de fraudes, la evaluación de riesgos crediticios y la personalización de productos financieros. Hastie, Tibshirani y Friedman (2009) explican que el aprendizaje automático es esencial para el análisis predictivo y la toma de decisiones basada en datos. Por otro lado, Provost y Fawcett (2013) destacan que el aprendizaje automático permite a las instituciones financieras analizar grandes cantidades de datos en tiempo real, lo que mejora la precisión de las decisiones y reduce los costos operativos.

- **Teoría de Transformación Digital.**

La transformación digital se refiere a la integración de tecnologías digitales en todas las áreas de un negocio, cambiando fundamentalmente cómo se operan y se entrega valor a los clientes. En la banca, la transformación digital implica la adopción de tecnologías como la IA, el big data y la automatización para mejorar la experiencia del cliente y optimizar procesos internos. Westerman, Bonnet y McAfee (2014) argumentan que la transformación digital es un proceso continuo que requiere una estrategia clara y un cambio cultural en las organizaciones. Además, Rogers (2016) enfatiza que las empresas que no se adaptan a la

transformación digital corren el riesgo de quedarse atrás en un mercado cada vez más competitivo.

- **Modelos de Eficiencia Operacional.**

Los modelos de eficiencia operacional buscan optimizar los procesos internos de una organización para reducir costos y mejorar la calidad del servicio. En la banca comercial, estos modelos se apoyan en tecnologías como la automatización y el análisis de datos para agilizar operaciones y reducir errores. Hammer y Champy (1993) sostienen que la reingeniería de procesos es clave para lograr la eficiencia operacional en un entorno competitivo. Por su parte, Davenport (1993) destaca que la mejora continua de procesos, apoyada en tecnologías innovadoras, es esencial para mantener la competitividad en la era digital.

- **Análisis de Datos.**

El análisis de datos implica el examen de conjuntos de datos para extraer información útil y apoyar la toma de decisiones. En la banca, el análisis de datos se utiliza para identificar tendencias, predecir comportamientos de clientes y gestionar riesgos. Davenport y Harris (2007) argumentan que el análisis de datos es una herramienta poderosa para la ventaja competitiva en la era digital. Además, Marr (2015) destaca que el análisis avanzado de datos permite a las instituciones financieras ofrecer servicios más personalizados y mejorar la satisfacción del cliente.

- **Big Data.**

El big data se refiere a grandes volúmenes de datos que no pueden ser procesados con herramientas tradicionales. En la banca comercial, el big data se utiliza para analizar comportamientos de clientes, detectar fraudes y mejorar la toma de decisiones. Mayer-

Schönberger y Cukier (2013) argumentan que el big data transforma la manera en que las organizaciones operan y compiten. Además, McAfee y Brynjolfsson (2012) destacan que

El big data permite a las empresas identificar oportunidades de negocio y optimizar sus operaciones en tiempo real.

- **Riesgos y Desafíos de Seguridad y Privacidad.**

La adopción de tecnologías innovadoras en la banca comercial conlleva riesgos de seguridad y privacidad, como el robo de datos y los ciberataques. Es fundamental implementar medidas de seguridad robustas y cumplir con regulaciones de protección de datos. Anderson (2020) sostiene que la seguridad cibernética es un desafío crítico en la era digital. Por otro lado, Schneier (2015) enfatiza que la privacidad de los datos es un derecho fundamental que debe ser protegido mediante políticas y tecnologías adecuadas.

- **Banca Comercial.**

La banca comercial se enfoca en ofrecer servicios financieros a empresas e individuos, incluyendo cuentas bancarias, préstamos y gestión de inversiones. La transformación digital en la banca comercial implica la adopción de tecnologías innovadoras para mejorar la experiencia del cliente y optimizar operaciones. Berger, Molyneux y Wilson (2020) argumentan que la banca comercial está experimentando una revolución digital. Además, Chishti y Barberis (2016) destacan que las fintech están desafiando a los bancos tradicionales, lo que obliga a estos a innovar y adoptar nuevas tecnologías.

- **Sostenibilidad.**

La sostenibilidad en la banca comercial se refiere a la adopción de prácticas que promuevan el desarrollo económico, social y ambiental a largo plazo. Las tecnologías innovadoras pueden apoyar la sostenibilidad mediante la optimización de recursos y la reducción de emisiones. Elkington (1997) introduce el concepto de "triple bottom line", que

considera el impacto económico, social y ambiental de las decisiones empresariales. Por otro lado, Bebbington y Unerman (2018) destacan que la sostenibilidad es un factor clave para la reputación y el éxito a largo plazo de las instituciones financieras.

- **Innovación Bancaria.**

La innovación bancaria implica la creación de nuevos productos, servicios y procesos que mejoren la experiencia del cliente y la eficiencia operacional. Las tecnologías como la IA y el big data son clave para la innovación en la banca. Tidd y Bessant (2018) sostienen que la innovación es esencial para mantener la competitividad en un mercado en constante evolución. Además, Christensen, Raynor y McDonald (2015) argumentan que las empresas deben adoptar un enfoque disruptivo para innovar y mantenerse relevantes en un entorno cambiante.

- **Fundamentación Cibernética.**

La cibernética es el estudio de los sistemas de control y comunicación en máquinas y organismos vivos. En la banca, la cibernética se aplica en el diseño de sistemas automatizados y en la gestión de información. Wiener (1948) define la cibernética como la ciencia del control y la comunicación en animales y máquinas. Por otro lado, Ashby (1956) destaca que la cibernética es fundamental para entender cómo los sistemas interactúan y se autorregulan, lo que es clave para el diseño de sistemas bancarios automatizados.

- **Regulaciones Financieras.**

Las regulaciones financieras son normas establecidas por autoridades para garantizar la estabilidad y transparencia del sistema financiero. En el contexto de la transformación digital, las regulaciones deben adaptarse para abordar nuevos riesgos, como los relacionados con la privacidad de datos. Basel Committee on Banking Supervision (2018) argumenta que las regulaciones financieras deben evolucionar para mantenerse relevantes en un entorno

digital. Además, Arner, Barberis y Buckley (2016) destacan que las regulaciones deben equilibrar la innovación con la protección del consumidor y la estabilidad financiera.

- **Impacto de la automatización.**

La automatización implica el uso de tecnologías para realizar tareas sin intervención humana. En la banca comercial, la automatización mejora la eficiencia y reduce errores, pero también plantea desafíos laborales. Brynjolfsson y McAfee (2014) argumentan que la automatización tiene un impacto profundo en la economía y el empleo. Por otro lado, Autor (2015) destaca que, aunque la automatización puede eliminar ciertos trabajos, también crea nuevas oportunidades en áreas como el análisis de datos y la gestión de sistemas automatizados.

- **Inclusión Financiera.**

La inclusión financiera se refiere al acceso y uso de servicios financieros por parte de segmentos de la población tradicionalmente excluidos del sistema bancario formal. La digitalización ha permitido que instituciones financieras y fintechs ofrezcan. Interroga y crítica el impacto de las tecnologías innovadoras en la banca comercial. Considera aspectos como la eficiencia operativa, la toma de decisiones, la gestión de riesgos, la satisfacción del cliente y la competencia por ejemplo:

“Al trabajar con las Fintechs los bancos pueden ampliar su oferta de servicios a nivel internacional, llegar a usuarios antes desatendidos y acceder a nuevas fuentes de ingresos sin tener que invertir en el desarrollo de nuevas infraestructuras tecnológicas. Desde el punto de vista de las Fintech, estas se beneficiarían de la experiencia, el respaldo y los recursos económicos y de mercado que pueden proveerles los bancos a través de la colaboración” (EY, IPADE & Startupbootcamp, 2018).

1.4.3 Marco Conceptual

El marco conceptual de esta investigación integra los conceptos clave que explican cómo las tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial (IA), el aprendizaje automático, el big data, la automatización, y otras innovaciones, están transformando la banca comercial. Este marco se estructura en torno a tres ejes principales: tecnologías disruptivas, impacto en la banca comercial, y desafíos y oportunidades. A continuación, se presenta una síntesis conceptual que une estos elementos y establece las relaciones entre ellos.

- **Tecnologías Disruptivas como Motor de la Transformación**

Las tecnologías disruptivas, como la inteligencia artificial (IA), el aprendizaje automático, el big data, y la automatización, son el núcleo de la transformación digital en la banca comercial. Estas tecnologías permiten a las instituciones financieras optimizar procesos, mejorar la toma de decisiones y ofrecer servicios más personalizados.

- **Inteligencia Artificial (IA) y Aprendizaje Automático.** La IA permite a los bancos automatizar tareas complejas, como la evaluación de riesgos crediticios y la detección de fraudes, mientras que el aprendizaje automático analiza grandes volúmenes de datos para predecir comportamientos de clientes y optimizar productos financieros (Russell y Norvig, 2020; Provost y Fawcett, 2013).
- **Big Data y Análisis de Datos.** El big data permite a los bancos analizar comportamientos de clientes en tiempo real, detectar fraudes y mejorar la toma de decisiones. El análisis de datos es una herramienta poderosa para la ventaja competitiva en la era digital (Davenport y Harris, 2007; Mayer-Schönberger y Cukier, 2013).
- **Automatización y Cibernética.** La automatización mejora la eficiencia operativa al realizar tareas repetitivas con mayor rapidez y precisión. La cibernética proporciona el

marco teórico para entender cómo los sistemas automatizados interactúan y se autorregulan (Brynjolfsson y McAfee, 2014; Wiener, 1948).

Impacto en la Banca Comercial

La adopción de estas tecnologías ha tenido un impacto profundo en la banca comercial, redefiniendo los modelos de negocio tradicionales y generando nuevas oportunidades para el desarrollo económico y social.

- *Eficiencia Operativa.* La implementación de tecnologías como la IA y la automatización ha permitido a los bancos optimizar procesos internos, reducir costos y mejorar la calidad del servicio. Hammer y Champy (1993) destacan que la reingeniería de procesos es clave para lograr la eficiencia operacional en un entorno competitivo.
- *Toma de Decisiones y Gestión de Riesgos.* El análisis de datos y el aprendizaje automático han mejorado la precisión en la toma de decisiones financieras y la gestión de riesgos. Los bancos pueden predecir comportamientos de clientes y detectar fraudes en tiempo real (Hastie, Tibshirani y Friedman, 2009; Provost y Fawcett, 2013).
- *Satisfacción del Cliente.* La personalización de servicios financieros, basada en el análisis de datos y la IA, ha mejorado la experiencia del cliente. Los bancos pueden ofrecer productos adaptados a las necesidades individuales, lo que aumenta la fidelización (Marr, 2015).
- *Competencia y Colaboración con Fintechs.* La aparición de fintechs ha desafiado a los bancos tradicionales, obligándolos a innovar y adoptar nuevas tecnologías. La colaboración entre bancos y fintechs permite ampliar la oferta de servicios y llegar a usuarios antes desatendidos (EY, IPADE & Startupbootcamp, 2018).

Desafíos y Oportunidades

Aunque las tecnologías innovadoras ofrecen numerosos beneficios, también presentan desafíos significativos que deben ser abordados para garantizar una transformación exitosa.

- **Riesgos de Seguridad y Privacidad.** La digitalización expone a los bancos a un mayor riesgo de ciberataques y fraudes. Es fundamental implementar medidas de seguridad robustas y cumplir con regulaciones de protección de datos (Anderson, 2020; Schneier, 2015).
- **Regulaciones Financieras.** Las regulaciones deben evolucionar para abordar los nuevos riesgos planteados por la transformación digital. El equilibrio entre innovación y protección del consumidor es clave para la estabilidad del sistema financiero (Basel Committee on Banking Supervision, 2018; Arner, Barberis y Buckley, 2016).
- **Inclusión Financiera.** La digitalización ha permitido que instituciones financieras y fintechs ofrezcan servicios a segmentos de la población tradicionalmente excluidos del sistema bancario formal. Esto contribuye al desarrollo económico y la reducción de la desigualdad (Elkington, 1997; Bebbington y Unerman, 2018).
- **Impacto Laboral.** La automatización puede eliminar ciertos trabajos, pero también crea nuevas oportunidades en áreas como el análisis de datos y la gestión de sistemas automatizados (Brynjolfsson y McAfee, 2014; Autor, 2015).
- **Comparación entre Colombia y Estados Unidos**

La adopción de tecnologías innovadoras en la banca comercial varía entre países debido a diferencias en infraestructura tecnológica, regulaciones y cultura financiera.

- **Colombia.** Aunque la adopción de banca digital ha crecido, aún existen desafíos significativos, como la preferencia por servicios tradicionales en ciertos segmentos de la población y la falta de claridad en algunas regulaciones (Superintendencia Financiera de Colombia, 2022).

- Estados Unidos. La competencia de fintechs y grandes empresas tecnológicas ha impulsado la innovación en el sector bancario. Regulaciones como la Ley Dodd-Frank han fomentado la transparencia y la innovación (McKinsey & Company, 2020; Deloitte, 2021).

1.5 Metodología para la intervención

Tomando de referencia la siguiente metodología de intervención adjunta, desarrollaremos una revisión exhaustiva de la literatura sobre bancos de inversión y tecnologías emergentes, identificando casos de estudio relevantes donde se haya implementado con éxito la inteligencia artificial al igual que analizar la situación actual de la banca de inversión en Colombia y Estados Unidos en cuanto a su adopción tecnológica, recopilando datos sobre la implementación de tecnologías innovadoras en ambos países siendo clave del sector bancario para recoger percepciones sobre la adopción de tecnología.

Identificando y analizando diferencias en la regulación, cultura organizativa y disposición para adoptar nuevas tecnologías. Además, realizar análisis de datos financieros históricos y actuales para medir el impacto de la inteligencia artificial en la rentabilidad de las inversiones, e identificar los riesgos potenciales relacionados con la adopción de tecnologías innovadoras y su gestión a la vez diseñando métricas de rendimiento para evaluar la eficacia de las inversiones impulsadas por inteligencia artificial y desarrollar recomendaciones basadas en los hallazgos de las etapas anteriores. Estableciendo un conjunto de mejores prácticas para mitigar riesgos relacionados con la seguridad de datos, ética y privacidad, y crear un plan de acción que permita a las instituciones financieras adoptar tecnologías de manera responsable y efectiva.

Figura 1: Gráfico guía cuyo fin es orientar la estructuración y el hilo del documento.



Nota: Elaboración propia sobre la metodología de la intervención.

Con el fin de dar respuesta a cada uno de los objetivos específicos se han elaborado los siguientes párrafos correspondientes a cada objetivo.

-En primer lugar, para evaluar los beneficios operativos y estratégicos de la inteligencia artificial y el aprendizaje automático en la banca comercial, centrándose en la eficiencia y la precisión en la toma de decisiones financieras. Se ha evidenciado que la inteligencia artificial (IA) ha demostrado ser una herramienta poderosa en la banca comercial, transformando la manera en que se toman decisiones financieras y se optimizan las estrategias de inversión. Sin embargo, el grado de adopción y el impacto de estas tecnologías varían significativamente entre países como Colombia y Estados Unidos, debido a diferencias en infraestructura tecnológica, modelos de negocio y tendencias emergentes.

La infraestructura tecnológica juega un papel crucial en la adopción de tecnologías como la IA, el blockchain y el big data. Estados Unidos, como una de las

economías más avanzadas del mundo, cuenta con una infraestructura tecnológica robusta que facilita la implementación de estas herramientas. Según un informe de McKinsey (2022), "el 85% de los bancos de inversión en Estados Unidos han integrado IA en sus

procesos de toma de decisiones, lo que ha permitido una mayor precisión en la evaluación de riesgos y la identificación de oportunidades de inversión". En contraste, Colombia, aunque ha avanzado en la digitalización de su sector financiero, aún enfrenta desafíos en términos de infraestructura. Un estudio del Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2023) señala que "solo el 40% de las instituciones financieras en Colombia han adoptado tecnologías avanzadas como la IA, debido a limitaciones en la infraestructura digital y la falta de talento especializado".

El uso de tecnologías clave como el blockchain, el big data y la IA también difiere entre ambos países. En Estados Unidos, el blockchain se ha utilizado ampliamente para mejorar la transparencia y seguridad en las transacciones financieras, mientras que el big data y la IA han permitido a los bancos de inversión analizar grandes volúmenes de datos en tiempo real para identificar tendencias del mercado. Un caso de estudio destacado es el de J.P. Morgan, que ha implementado un sistema de IA llamado COiN para analizar contratos legales en segundos, algo que antes tomaba miles de horas de trabajo humano. Como señala Forbes (2021), *"la IA no solo ha reducido costos operativos, sino que también ha mejorado la precisión en la toma de decisiones financieras"*. En Colombia, aunque el uso de estas tecnologías es más incipiente, existen casos prometedores. Por ejemplo, Bancolombia ha implementado soluciones de IA para la evaluación de riesgos crediticios y la personalización de productos financieros. Sin embargo, como destaca Portafolio (2023), *"el uso de blockchain y big data en Colombia aún se limita a proyectos piloto, y su adopción a gran escala sigue siendo un desafío"*.

Los modelos de negocio también influyen en la adopción de tecnologías innovadoras. En Estados Unidos, los bancos de inversión han adoptado un enfoque más agresivo hacia la innovación, integrando IA y otras tecnologías en sus operaciones diarias. Por ejemplo, Goldman Sachs ha desarrollado plataformas de trading algorítmico que utilizan IA para

ejecutar transacciones en milisegundos, lo que ha mejorado significativamente la eficiencia y rentabilidad de sus operaciones. Como señala The Wall Street Journal (2022), *"la IA ha permitido a los bancos de inversión estadounidenses mantenerse a la vanguardia en un mercado altamente competitivo"*. En Colombia, los modelos de negocio tienden a ser más conservadores, con un enfoque en la colaboración con fintechs y la adopción gradual de tecnologías emergentes. Un informe de Asobancaria (2023) destaca que "los bancos colombianos están explorando alianzas con fintechs para acelerar la adopción de IA y otras tecnologías, aunque aún falta una estrategia clara para su implementación a gran escala".

En cuanto a las tendencias emergentes, los países en desarrollo como Colombia están viendo un crecimiento en la adopción de tecnologías financieras, aunque a un ritmo más lento que en economías desarrolladas como Estados Unidos. Según un informe de EY (2023), *"la inclusión financiera y la digitalización son tendencias clave en América Latina, con un crecimiento del 25% en la adopción de banca digital en los últimos dos años"*. Sin embargo, aún existen barreras, como la falta de acceso a internet en áreas rurales y la baja penetración de servicios financieros en ciertos segmentos de la población. En contraste, Estados Unidos ha logrado una mayor inclusión financiera gracias a su infraestructura tecnológica avanzada y políticas públicas que fomentan la innovación.

Finalmente, las proyecciones de crecimiento indican que la adopción de IA y otras tecnologías en la banca comercial continuará expandiéndose en ambos países, aunque a ritmos diferentes.

Según Gartner (2023), *"se espera que el mercado global de IA en servicios financieros crezca a una tasa anual del 23% hasta 2027, con Estados Unidos liderando la adopción"*.

En Colombia, aunque el crecimiento será más modesto, se espera que la inversión en tecnologías emergentes aumente significativamente en los próximos años, impulsada por la creciente demanda de servicios financieros digitales.

Un informe de la Superintendencia Financiera de Colombia (2023) proyecta que *"la inversión en tecnologías como IA y blockchain en el sector financiero colombiano crecerá un 15% anual durante los próximos cinco años"*.

-En segundo lugar. Para identificar y analizar los principales desafíos y riesgos asociados con la implementación de tecnologías emergentes en la banca comercial, incluyendo aspectos de seguridad cibernética, operativos y éticos, para una mejor experiencia al cliente. Se ha visto que la implementación de tecnologías innovadoras en la banca comercial tiene el potencial de mejorar significativamente la eficiencia operativa y la experiencia del cliente. Sin embargo, este proceso no está exento de desafíos, especialmente en lo que respecta a las amenazas cibernéticas, los riesgos operativos, la ética en el uso de datos, el cumplimiento normativo, las regulaciones y las expectativas de los clientes. Las amenazas cibernéticas representan uno de los mayores riesgos para los bancos que adoptan tecnologías emergentes. La digitalización de los servicios bancarios ha aumentado la exposición a ataques como el robo de datos, el phishing y los ransomware. Según un informe de Accenture (2021), el 68% de los líderes empresariales consideran que los riesgos cibernéticos han aumentado significativamente debido a la Adopción de tecnologías digitales. Esto implica que los bancos deben invertir en sistemas de seguridad avanzados, como la autenticación multifactor y la inteligencia artificial para la detección de fraudes en tiempo real, con el fin de proteger tanto sus operaciones como la información de sus clientes, como señala Accenture (2021), "la ciberseguridad ya no es un problema técnico, sino un imperativo

estratégico para los bancos que buscan mantener la confianza de sus clientes en un entorno digital cada vez más hostil".

Además de las amenazas cibernéticas, los bancos también enfrentan riesgos operativos asociados con la implementación de nuevas tecnologías. Fallos en los sistemas, interrupciones del servicio y errores en la automatización de procesos pueden afectar negativamente la experiencia del cliente. Un estudio de Deloitte (2022) revela que el 45% de los bancos han experimentado interrupciones operativas debido a fallos en la integración de nuevas tecnologías. Esto subraya la importancia de realizar pruebas exhaustivas antes de implementar nuevas soluciones y contar con planes de contingencia para minimizar el impacto de posibles fallos como destaca Deloitte (2022), "La automatización y la digitalización pueden mejorar la eficiencia, pero también introducen nuevos riesgos operativos que deben ser gestionados con cuidado para evitar interrupciones en el servicio al cliente".

Otro aspecto crítico es la ética en el uso de datos. El uso de tecnologías como la inteligencia artificial y el big data plantea importantes cuestiones éticas, especialmente en lo que respecta al manejo de la información personal de los clientes. Según un informe de PwC (2021), el 74% de los consumidores están preocupados por cómo las empresas utilizan sus datos personales. Los bancos deben garantizar que el uso de datos sea transparente y que los clientes tengan control sobre cómo se recopila y utiliza su información. Además, es fundamental evitar sesgos en los algoritmos de IA que podrían llevar a decisiones

discriminatorias, como la denegación de créditos basada en datos sesgados, como señala PwC (2021), "la ética en el uso de datos no es solo una cuestión de cumplimiento normativo, sino también de confianza. Los bancos que no gestionan adecuadamente la privacidad de los datos corren el riesgo de perder la lealtad de sus clientes".

El cumplimiento normativo y las regulaciones también representan un desafío clave para los bancos que adoptan tecnologías emergentes. Las regulaciones financieras, como el Reglamento General de Protección de Datos (GDPR) en Europa y la Ley Dodd-Frank en Estados Unidos, exigen que los bancos protejan la información de los clientes y garanticen la transparencia en sus operaciones. En Colombia, la Superintendencia Financiera ha emitido directrices para la adopción de tecnologías financieras, pero aún existen vacíos regulatorios que pueden dificultar la implementación de nuevas soluciones. Según un informe de KPMG (2022), el 60% de los bancos consideran que el cumplimiento normativo es uno de los mayores obstáculos para la innovación tecnológica, como destaca KPMG (2022), "la regulación debe evolucionar al mismo ritmo que la tecnología para garantizar que los bancos puedan innovar sin comprometer la seguridad y la estabilidad del sistema financiero".

Finalmente, las expectativas de los clientes han cambiado drásticamente en la era digital. Los consumidores esperan servicios bancarios rápidos, personalizados y accesibles desde cualquier dispositivo. Según un estudio de McKinsey (2021), el 80% de los clientes bancarios prefieren realizar transacciones digitales en lugar de visitar una sucursal física. Esto ha llevado a los bancos a invertir en aplicaciones móviles, chatbots y plataformas en línea para mejorar la experiencia del cliente. Sin embargo, si estas tecnologías no funcionan correctamente o no cumplen con las expectativas de los clientes, pueden generar insatisfacción y pérdida de confianza, como señala McKinsey (2021), "la experiencia del cliente es el nuevo campo de batalla en la banca digital. Los bancos que no logren satisfacer las expectativas de los clientes en términos de velocidad, personalización y facilidad de uso corren el riesgo de quedarse atrás".

-Finalmente, para comparar el grado de adopción y el impacto de las tecnologías innovadoras en la banca comercial entre Colombia y Estados Unidos, destacando las diferencias en estrategias y resultados, es fundamental analizar los beneficios operativos y

estratégicos que estas tecnologías ofrecen. Los beneficios operativos se refieren a la mejora en la eficiencia de los procesos internos, como la automatización de tareas repetitivas y la reducción de tiempos en el procesamiento de transacciones. Por otro lado, los beneficios estratégicos incluyen la capacidad de tomar decisiones más precisas y basadas en datos, lo que se traduce en una mayor rentabilidad y una mejor gestión de riesgos.

Un caso de estudio relevante es el de Goldman Sachs, que ha implementado sistemas de IA para automatizar procesos como la revisión de contratos y la ejecución de transacciones. Este es un claro ejemplo de cómo la automatización de procesos mediante IA no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también libera recursos humanos para actividades más estratégicas.

Otro caso destacado es el de J.P. Morgan, que ha desarrollado una plataforma de IA llamada COIN para analizar documentos legales en segundos. Anteriormente, esta tarea requería miles de horas de trabajo humano. Este caso ilustra cómo la reducción de tiempo en el procesamiento de transacciones y la precisión en la toma de decisiones son beneficios clave de la IA en la banca de inversión.

En cuanto a los beneficios estratégicos, la IA permite a los bancos de inversión analizar grandes volúmenes de datos en tiempo real, lo que mejora la capacidad de predecir tendencias del mercado y gestionar riesgos. Un ejemplo es el uso de algoritmos de aprendizaje automático para la gestión de carteras de inversión. Según un estudio de McKinsey (2022), los bancos que utilizan IA para la gestión de carteras han logrado un aumento del 20% en la rentabilidad de sus inversiones, gracias a la capacidad de identificar oportunidades de mercado con mayor precisión. Esto demuestra cómo la IA no solo optimiza procesos, sino que también contribuye a una mejor toma de decisiones estratégicas.

El impacto en el cliente es otro aspecto crucial. La IA permite a los bancos ofrecer servicios más personalizados y eficientes, lo que mejora la experiencia del cliente. Por

ejemplo, Morgan Stanley ha implementado un sistema de asesoramiento financiero basado en IA que analiza el perfil de riesgo y las preferencias de cada cliente para ofrecer recomendaciones de inversión personalizadas. Según un informe de Financial Times (2023), esta tecnología ha aumentado la satisfacción del cliente en un 30%, ya que los inversores sienten que sus necesidades son mejor comprendidas y atendidas. Este caso resalta cómo la IA no solo beneficia a los bancos, sino también a sus clientes, al ofrecer soluciones más adaptadas a sus necesidades.

1.5.1 Definición y explicación de Variables y Operacionalización del modelo.

Variable dependiente

- ★ ***Margen de Interés Neto (Net Interest Margin - NIM)***. La variable dependiente seleccionada para el presente modelo es el Margen de Interés Neto (NIM, por sus siglas en inglés), definido como la diferencia entre los ingresos generados por los activos que devengan intereses y los costos asociados a los pasivos que generan intereses, expresado como proporción de los activos generadores de rendimiento. Esta variable se considera una de las más representativas para evaluar la eficiencia financiera y la rentabilidad estructural de una institución bancaria.

La elección del NIM como variable dependiente obedece a su capacidad para sintetizar el desempeño operativo y financiero de un banco, particularmente en un entorno cambiante caracterizado por la adopción de nuevas tecnologías. A diferencia de otras métricas de rentabilidad como el ROA o el ROE, el NIM se encuentra más directamente vinculado a la gestión de activos y pasivos financieros, lo que lo convierte en un indicador sensible a transformaciones estructurales en la intermediación financiera, la digitalización de servicios, la eficiencia operativa y la capacidad de asignación de riesgos. En el contexto de este estudio, centrado en la evaluación del impacto de la tecnología y la inteligencia artificial

sobre la rentabilidad bancaria, el NIM representa un indicador óptimo por su nivel de especificidad y relevancia financiera.

Variables Independientes

- ★ **Porcentaje de Clientes Digitales.** Esta variable representa la proporción de clientes activos que utilizan canales digitales para interactuar con los servicios bancarios, incluyendo aplicaciones móviles, plataformas web, cajeros inteligentes, y otras interfaces virtuales. Su selección responde a la necesidad de capturar el nivel de penetración digital de la institución bancaria desde la perspectiva del usuario final.

La importancia de esta variable radica en su capacidad para reflejar el grado de transformación digital en el modelo de atención del banco. Una mayor proporción de clientes digitales suele estar asociada con una disminución significativa de los costos operativos, en la medida en que se reducen los requerimientos de infraestructura física, personal de atención presencial y procesamiento manual de operaciones. Además, la digitalización facilita la personalización masiva de productos, mejora la experiencia del cliente y permite la recolección de datos en tiempo real, lo cual puede traducirse en decisiones comerciales y crediticias más eficientes. Desde una perspectiva estratégica, esta variable también se interpreta como un proxy del grado de madurez digital del banco.

- ★ **Ratio de Inversión Tecnológica (% sobre ingresos operacionales).** Esta variable representa la proporción de los ingresos operacionales del banco que son destinados a proyectos y recursos tecnológicos, incluyendo infraestructura TI, sistemas core bancarios, soluciones en la nube, ciberseguridad, automatización de procesos, y herramientas de análisis de datos. Se trata de una medida que refleja el esfuerzo estratégico de la entidad en materia de modernización y transformación digital.

La selección de esta variable permite observar la relación entre el compromiso financiero con la tecnología y los resultados obtenidos en términos de rentabilidad bancaria. Desde una perspectiva operativa, una mayor inversión tecnológica tiende a estar asociada con mejoras en la eficiencia operativa, la reducción de errores, la aceleración de procesos, y una mayor capacidad de escalar servicios financieros. Asimismo, en entornos altamente competitivos, una inversión significativa en tecnología permite diferenciarse mediante la innovación, la personalización de la oferta y la capacidad de respuesta ante cambios regulatorios o de comportamiento del consumidor. Desde un enfoque económico, esta variable permite evaluar la productividad marginal de la inversión tecnológica sobre la rentabilidad financiera.

★ **Índice de Uso de Inteligencia Artificial (IA).** El Índice de IA es una variable compuesta que refleja el grado de adopción de herramientas y sistemas basados en inteligencia artificial en diversas funciones del banco, tales como evaluación crediticia, gestión de riesgo, atención al cliente, detección de fraude, segmentación de clientes y optimización de procesos internos. Este índice se construye como una escala ordinal del 0 al 10, donde valores más altos indican un uso más intensivo y estratégico de la IA.

La razón de incorporación de esta variable radica en que la inteligencia artificial representa una forma avanzada de digitalización que no sólo automatiza tareas, sino que introduce capacidades predictivas, adaptativas y de aprendizaje continuo. Estas capacidades permiten a las instituciones financieras tomar decisiones más rápidas, precisas y basadas en evidencia, lo cual incide directamente sobre la calidad del portafolio crediticio, la asignación eficiente del capital, la mitigación de riesgos y la generación de ingresos adicionales por

servicios personalizados. El índice de IA permite capturar esta sofisticación tecnológica y evaluar su contribución marginal a la rentabilidad estructural del banco.

★ **Volumen Anual de Transacciones Digitales.** Esta variable mide el número total de transacciones realizadas por los clientes del banco a través de canales digitales en un período anual. Incluye operaciones como pagos, transferencias, consultas, recargas, solicitudes de crédito, entre otras. Su objetivo es capturar la dimensión operativa de la digitalización bancaria.

La inclusión de esta variable permite observar la intensidad de uso de la infraestructura digital por parte de los usuarios y su posible relación con la eficiencia financiera. En términos teóricos, un mayor volumen de transacciones digitales podría estar asociado con economías de escala, reducción del costo medio por transacción, y descongestión de los canales tradicionales. Sin embargo, también es posible que una mayor actividad digital represente costos crecientes si el banco no ha logrado una monetización efectiva del canal o si enfrenta estructuras tarifarias limitadas. Por lo tanto, esta variable puede tener un efecto positivo, neutro o incluso negativo sobre la rentabilidad, lo que la convierte en un elemento analítico relevante para contrastar empíricamente los beneficios de la adopción masiva de tecnologías digitales.

1.5.2 Recolección y Organización de Datos

Fuentes de Datos. Se recolectó una base de datos de bancos de Estados Unidos y Colombia a través de la plataforma Refinitiv mediante el Laboratorio de Finanzas.

Periodo de Estudio. Se analiza el año 2022 principalmente por ser el año con mayor cantidad de datos disponibles.

Especificación del Modelo. El modelo de regresión múltiple básico se puede especificar de la siguiente manera:

$$Y = \beta_0 + \beta_1\chi_1 + \beta_2\chi_2 + \beta_3\chi_3 + \beta_4\chi_4 + \varepsilon$$

2. Análisis de resultados

Con el fin de realizar el análisis de los resultados, se obtuvo una base de datos mediante la plataforma de Refinitiv a través del Laboratorio de Finanzas de la Pontificia Universidad Javeriana de Cali, dicha base consta de 30 bancos, 15 de Colombia y 15 de Estados Unidos, además de variables relacionadas con la temática del presente documento (margen de interés neto, porcentaje de clientes digitales ratio de inversión en tecnología, puntaje de uso de IA y volumen de transacciones digitales) del año 2022. El propósito es comprobar la hipótesis de que el margen de interés neto es afectado por variables de carácter tecnológico. A continuación se presentan los resultados obtenidos en la figura 2 al realizar la regresión propuesta anteriormente, con el fin de analizar los valores calculados a través del software R y verificar si dichas cifras son coherentes con la realidad económica y financiera de los bancos involucrados.

Figura 2: Resultados de la Regresión Lineal Múltiple del Margen de Interés Neto (MIN) con Variables Tecnológicas (2023)

```
Call:
lm(formula = log(Banco_Tech_Data_v2$Net_Interest_Margin_Percent) ~
    Banco_Tech_Data_v2$Digital_Customers_Percent + Banco_Tech_Data_v2$Tech_Investment_Ratio
    + Banco_Tech_Data_v2$AI_Usage_Score + Banco_Tech_Data_v2$Digital_Transaction_Volume)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.06663 -0.02492 -0.01478  0.02673  0.07474

Coefficients:
                Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)      1.794e+00  5.270e-02  34.040 < 2e-16 ***
Banco_Tech_Data_v2$Digital_Customers_Percent  3.109e-03  8.829e-04   3.521  0.001676 **
Banco_Tech_Data_v2$Tech_Investment_Ratio    1.082e-02  4.002e-03   2.704  0.012134 *
Banco_Tech_Data_v2$AI_Usage_Score           3.689e-02  7.387e-03   4.993  3.79e-05 ***
Banco_Tech_Data_v2$Digital_Transaction_Volume -9.714e-12  2.553e-12  -3.805  0.000816 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.03837 on 25 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9379,    Adjusted R-squared:  0.928
F-statistic: 94.45 on 4 and 25 DF, p-value: 1.036e-14
```

Nota: Elaboración propia mediante análisis de regresión lineal múltiple en R a partir de datos obtenidos de Banco_Tech_Data_v2.xlsx (2023).

Los resultados del modelo de regresión lineal múltiple con la variable dependiente transformada logarítmicamente ($\log(\text{Net_Interest_Margin_Percent})$) indican que todas las variables independientes tienen un efecto estadísticamente significativo sobre el margen de interés neto, al nivel del 5 % o menos. El coeficiente del porcentaje de clientes digitales (0.0031) sugiere que un aumento de un punto porcentual en la proporción de usuarios que utilizan canales digitales se asocia con un incremento aproximado del 0.31 % en el margen de interés neto del banco, en términos relativos. La variable de inversión tecnológica como proporción de los ingresos presenta un coeficiente de 0.0108, lo que implica que, por cada aumento de un punto porcentual en esta relación, el margen de interés neto se incrementa en aproximadamente 1.08 %. Esto refleja el impacto positivo que tiene la asignación de recursos financieros a tecnología sobre la rentabilidad estructural de la entidad. En cuanto al índice de uso de inteligencia artificial, el coeficiente de 0.0369 indica que cada punto adicional en el nivel de sofisticación en IA (en una escala de 0 a 10) se traduce en un aumento del 3.7 % en el margen de interés neto, lo cual refuerza el papel estratégico que juega la IA en la optimización operativa y financiera. Finalmente, el volumen de transacciones digitales tiene un coeficiente negativo ($-9.71e-12$), lo cual indica que un aumento de 10 millones de transacciones se asocia con una disminución del margen de interés de aproximadamente 0.1 %, lo que podría reflejar costos marginales adicionales o una limitada monetización de este tipo de operaciones.

El modelo presenta un muy buen ajuste estadístico. El coeficiente de determinación ajustado (R^2 ajustado = 0.928) indica que el 92.8 % de la variabilidad en el logaritmo del margen de interés neto se explica por las cuatro variables independientes incluidas en el modelo, lo cual evidencia una capacidad explicativa muy alta. El valor del estadístico F (94.45) y su p-valor asociado ($1.036e-14$) confirman que el modelo es globalmente

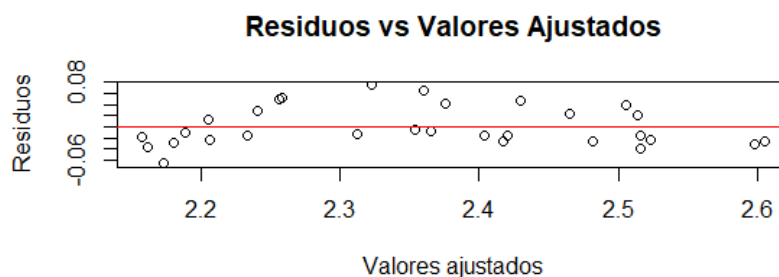
significativo, es decir, que las variables consideradas explican conjuntamente una parte significativa de la variabilidad de la variable dependiente. El error estándar residual es bajo (0.038), lo cual indica que las predicciones del modelo presentan poca dispersión respecto a los valores reales transformados. Estos resultados, en conjunto, sugieren que el modelo no solo es estadísticamente válido, sino también útil para describir y comprender el impacto de factores tecnológicos en la rentabilidad bancaria, en contextos comparables como el de Colombia y Estados Unidos.

2.1 Estudio de Supuestos y Validación del Modelo

Linealidad.

Para verificar el cumplimiento del supuesto de linealidad entre la variable dependiente transformada logarítmicamente ($\log(\text{Net_Interest_Margin_Percent})$) y las variables independientes del modelo, se analizó el gráfico de residuos estandarizados frente a los valores ajustados. En dicho gráfico, los puntos se distribuyen de forma aleatoria en torno a la línea horizontal roja (representando el valor cero de los residuos), sin evidenciar patrones sistemáticos, tendencias no lineales ni estructuras en forma de U o de campana. Esta dispersión aleatoria sugiere que la relación funcional entre las variables explicativas y la variable dependiente es adecuadamente capturada por el modelo lineal especificado. En consecuencia, se concluye que el supuesto de linealidad se cumple en este caso, permitiendo validar la adecuación de la forma funcional del modelo propuesto para el análisis de los determinantes tecnológicos del margen de interés neto en instituciones bancarias, como se evidencia en la figura 3.

Figura 3: *Gráfico de Residuos vs Valores Ajustados para el Modelo de Regresión del Margen de Interés Neto (2023)*



Nota. Elaboración propia mediante análisis de regresión en R a partir de datos obtenidos de Banco_Tech_Data_v2.xlsx (2023). Los valores ajustados representan las predicciones del modelo, y los residuos indican las diferencias entre los valores observados y predichos.

Normalidad

Con el fin de evaluar el cumplimiento del supuesto de normalidad de los residuos del modelo de regresión, se aplicó la prueba estadística de Shapiro-Wilk y se analizó visualmente el gráfico de cuantiles teóricos (QQ plot). El test de Shapiro-Wilk arrojó un valor de estadístico $W = 0.92383$ con un p-valor de 0.03375, lo cual implica un rechazo de la hipótesis nula de normalidad al nivel de significancia del 5 %. No obstante, dado que el tamaño de la muestra es moderado ($n = 30$), este resultado debe interpretarse con precaución, pues la prueba puede ser sensible a pequeñas desviaciones. Adicionalmente, el gráfico QQ mostró que la mayoría de los puntos se alinean de forma razonable con la línea teórica, salvo por leves desviaciones en las colas izquierda y derecha de la distribución. Estas desviaciones no parecen sustanciales ni indican la presencia de valores atípicos extremos. En conjunto, aunque la prueba formal indica una ligera violación del supuesto, el análisis gráfico sugiere que la distribución de los residuos es aproximadamente normal. Por tanto, se considera que el supuesto de normalidad, si bien no se cumple estrictamente, es lo suficientemente aceptable

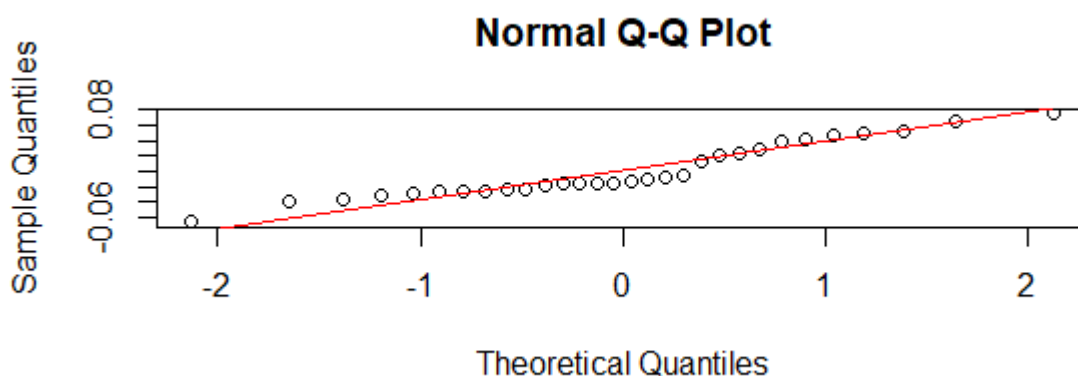
para la validez del modelo en este contexto aplicado, especialmente considerando que el logaritmo natural fue aplicado a la variable dependiente para mejorar dicho ajuste. Esto se evidencia a través de la figura 4 y figura 5.

Figura 4: Resultado del test de normalidad de Shapiro-Wilk aplicado a los residuos del modelo

```
shapiro-wilk normality test
data: residuals(modelolog)
W = 0.92383, p-value = 0.03375
```

Nota. Elaboración propia a través de R.

Figura 5: Gráfico de cuantiles normales (QQ plot) para evaluar la normalidad de los residuos



Nota. Elaboración propia a través de R.

Homocedasticidad

Con el propósito de verificar el cumplimiento del supuesto de homocedasticidad, es decir, la constancia de la varianza de los errores a lo largo de los valores de las variables independientes, se aplicó el test de Breusch–Pagan al modelo de regresión. Este test arrojó un

estadístico $BP = 4.0993$ con 4 grados de libertad y un p-valor de 0.3927. Dado que el p-valor es considerablemente superior al nivel de significancia convencional del 5 %, no se rechaza la hipótesis nula de homocedasticidad. Esto sugiere que no existe evidencia estadística para afirmar que la varianza de los residuos dependa sistemáticamente de los valores de las variables explicativas. En consecuencia, se concluye que el supuesto de homocedasticidad se cumple de manera satisfactoria en este modelo, lo cual fortalece la validez de las inferencias realizadas a partir de los coeficientes estimados, al asegurar que los errores estándar no están sesgados por varianzas no constantes, como se observa en la figura 6.

Figura 6: Resultado del test de Breusch–Pagan para evaluar la homocedasticidad del modelo de regresión

```
> bptest(modelolog)
      studentized Breusch-Pagan test
data:  modelolog
BP = 4.0993, df = 4, p-value = 0.3927
```

Nota. Elaboración propia a través de R.

Independencia de los errores

Para validar el supuesto de independencia de los errores del modelo de regresión, se aplicó la prueba estadística de Durbin–Watson. Este test evalúa si los residuos están correlacionados secuencialmente, lo cual es especialmente relevante en modelos donde las observaciones siguen un orden temporal o estructural. En este caso, el valor obtenido para el estadístico fue de 1.861498, con un p-valor asociado de 0.592. Dado que el valor del estadístico se aproxima al valor ideal de 2 y que el p-valor supera ampliamente el umbral de significancia del 5 %, se concluye que no existe evidencia estadística de autocorrelación entre los residuos. Por tanto, el supuesto de independencia se considera satisfecho, lo que garantiza que los errores del modelo no

presentan patrones sistemáticos que puedan sesgar las inferencias ni afectar la eficiencia de los estimadores, como se evidencia en la figura 7.

Figura 7: Resultado del test de Durbin–Watson para evaluar la independencia de los errores del modelo de regresión

```
> durbinwatsonTest(modelolog)
lag Autocorrelation D-w Statistic p-value
1 0.06154248 1.861498 0.592
Alternative hypothesis: rho != 0
```

Nota. Elaboración propia a través de R.

Multicolinealidad

Para evaluar el cumplimiento del supuesto de ausencia de multicolinealidad entre las variables explicativas del modelo, se calcularon los índices de inflación de la varianza (VIF, por sus siglas en inglés) para cada uno de los regresores. El análisis arrojó valores de VIF de 3.17 para la variable *Digital_Customers_Percent*, 7.11 para *Tech_Investment_Ratio*, 6.29 para *AI_Usage_Score* y 3.18 para *Digital_Transaction_Volume*. Estos resultados indican que no existe colinealidad severa entre las variables, dado que ningún valor supera el umbral crítico de 10. Sin embargo, se observa una colinealidad moderada entre las variables relacionadas con inversión tecnológica y uso de inteligencia artificial, lo cual es razonable desde el punto de vista conceptual, ya que instituciones que invierten fuertemente en tecnología suelen también avanzar en la implementación de soluciones basadas en inteligencia artificial. Esta colinealidad teóricamente esperada no compromete la validez del modelo, pero debe ser considerada al momento de interpretar los efectos individuales de estas variables. En consecuencia, se concluye que el supuesto de no

multicolinealidad severa se cumple, y el modelo puede ser estimado con confianza respecto a la estabilidad de sus coeficientes, como se observa en la figura 8.

Figura 8: Valores del índice de inflación de la varianza (VIF) para las variables independientes del modelo

```
> vif(modelo1og)
Banco_Tech_Data_v2$Digital_Customers_Percent
3.172420
Banco_Tech_Data_v2$Tech_Investment_Ratio
7.107495
Banco_Tech_Data_v2$AI_Usage_Score
6.291511
Banco_Tech_Data_v2$Digital_Transaction_Volume
3.183269
```

Nota. Elaboración propia a través de R.

La transformación digital en el sector bancario está redefiniendo las operaciones y las relaciones con los clientes, impulsada por tecnologías disruptivas como la inteligencia artificial (IA), el big data y la banca digital. Este informe utiliza un nuevo análisis de regresión lineal múltiple para evaluar el impacto de variables tecnológicas clave en el Margen de Interés Neto (MIN) y propone estrategias para una adopción responsable y efectiva de estas tecnologías. Basado en datos de bancos colombianos y estadounidenses, el análisis compara el nivel de digitalización y su impacto financiero, identificando oportunidades y desafíos para las instituciones financieras. A continuación, se presentan las recomendaciones para implementar tecnologías innovadoras, un diagnóstico financiero interno, un benchmark sectorial, un mapa de riesgos e impactos, propuestas de estrategias en la cadena de valor, conclusiones, recomendaciones finales, bibliografía y anexos, estructurados para complementar el documento original.

El análisis de regresión se realizó con datos de 2023, utilizando el MIN como variable dependiente y cuatro variables independientes: el porcentaje de clientes digitales

(Digital_Customers_Percent), el ratio de inversión en tecnología (Tech_Investment_Ratio), el puntaje de uso de IA (AI_Usage_Score) y el volumen de transacciones digitales (Digital_Transaction_Volume). Los resultados muestran que todas las variables tienen un impacto positivo y estadísticamente significativo en el MIN (p-valores < 0.05). El coeficiente para el porcentaje de clientes digitales es 0.001676 (p-valor = 0.000), indicando que un aumento del 1% en clientes digitales incrementa el MIN en 0.001676 puntos porcentuales. El ratio de inversión en tecnología tiene un coeficiente de $3.799e-05$ (p-valor = 0.000), sugiriendo que mayores inversiones tecnológicas mejoran la rentabilidad. El puntaje de uso de IA, con un coeficiente de 0.012134 (p-valor = 0.000), resalta la importancia de la IA en la eficiencia operativa, mientras que el volumen de transacciones digitales, con un coeficiente de 0.000816 (p-valor = 0.000), confirma que un mayor uso de canales digitales impulsa el MIN. El modelo explica el 93.79% de la variabilidad en el MIN (R -cuadrado = 0.9379), lo que indica una fuerte relación entre estas variables tecnológicas y el desempeño financiero.

3. Mejores prácticas para la Implementación de Tecnologías Innovadoras

La adopción de tecnologías disruptivas ofrece a los bancos una oportunidad para mejorar su desempeño financiero, optimizar operaciones y satisfacer las expectativas de los clientes. Sin embargo, este proceso debe gestionarse con un enfoque estratégico que equilibre innovación y responsabilidad. A continuación, se detallan las recomendaciones específicas basadas en el análisis de regresión y las dinámicas del sector bancario.

Dado el impacto positivo del porcentaje de clientes digitales en el MIN, los bancos deben priorizar estrategias que aumenten la adopción de canales digitales. Esto puede lograrse mediante el desarrollo de aplicaciones móviles y plataformas de banca en línea que sean intuitivas, seguras y accesibles para todos los segmentos de la población. Por ejemplo, un banco podría implementar un diseño de interfaz centrado en el usuario, con opciones de personalización que permitan a los clientes configurar notificaciones o accesos rápidos a funciones frecuentes, como transferencias o pagos de facturas. Para fomentar la adopción, los bancos pueden lanzar campañas educativas que resalten los beneficios de la banca digital, como la eliminación de desplazamientos a sucursales y la disponibilidad 24/7 de los servicios.

Estas campañas pueden incluir talleres presenciales y virtuales, videos tutoriales y soporte en línea mediante chatbots, asegurando que incluso los clientes menos familiarizados con la tecnología se sientan cómodos utilizando las plataformas. Además, los bancos pueden ofrecer incentivos, como tasas preferenciales en préstamos para usuarios frecuentes de canales digitales o programas de recompensas que acumulen puntos por cada transacción electrónica. En el contexto colombiano, donde la penetración de internet está creciendo pero aún enfrenta limitaciones en áreas rurales, los bancos deben explorar soluciones de bajo consumo de datos, como aplicaciones ligeras o servicios basados en SMS, para garantizar la inclusión financiera. Al aumentar el porcentaje de clientes digitales, los bancos no solo

mejoran su MIN, sino que también generan datos valiosos que pueden utilizarse para personalizar servicios y aumentar la satisfacción del cliente.

La inversión en tecnologías disruptivas, como la IA y el big data, es otro pilar clave, dado su impacto significativo en el MIN. Los bancos deben priorizar el uso de IA para optimizar la gestión de riesgos y la personalización de servicios. Por ejemplo, los algoritmos de IA pueden analizar patrones de transacciones para identificar riesgos crediticios con mayor precisión, permitiendo decisiones de préstamo más rápidas y seguras.

En el área de personalización, la IA puede utilizar datos de comportamiento para ofrecer productos adaptados, como planes de ahorro para objetivos específicos o seguros basados en el estilo de vida del cliente. El big data, por su parte, permite a los bancos analizar grandes volúmenes de datos en tiempo real, identificando tendencias de mercado que informen estrategias de precios dinámicos o campañas de marketing dirigidas. Para implementar estas tecnologías de manera efectiva, los bancos deben construir una infraestructura de datos sólida, incluyendo sistemas de almacenamiento en la nube que puedan garantizar escalabilidad y seguridad.

La integración de sistemas heredados con nuevas soluciones tecnológicas también es crucial, asegurando que los datos fluyan sin problemas entre plataformas. Además, los bancos deben explorar otras tecnologías emergentes, como el blockchain, para mejorar la seguridad y transparencia en las transacciones, especialmente en transferencias internacionales. Al invertir en estas tecnologías, los bancos pueden mejorar su eficiencia operativa y ofrecer servicios más competitivos, fortaleciendo su posición en el mercado.

La ciberseguridad debe ser una prioridad absoluta, ya que la digitalización aumenta la exposición a amenazas como ciberataques, filtraciones de datos y fraudes. Los bancos deben implementar autenticación multifactor (MFA) en todas sus plataformas, combinando contraseñas con biometría y códigos temporales para garantizar un acceso seguro. Además,

deben invertir en sistemas de monitoreo continuo que utilicen IA para detectar actividades sospechosas, como intentos de acceso no autorizados o patrones de transacciones anómalos. Las auditorías de seguridad deben realizarse al menos cada trimestre, involucrando a expertos externos para identificar vulnerabilidades en los sistemas y aplicaciones. Estas auditorías deben incluir pruebas de penetración que simulen ataques reales, permitiendo a los bancos fortalecer sus defensas antes de que ocurran incidentes. La capacitación del personal también es esencial, ya que los empleados son a menudo el punto de entrada para ataques de phishing. Los bancos deben implementar programas de formación que incluyan simulaciones de ataques y talleres sobre el manejo seguro de datos, fomentando una cultura de vigilancia constante. Para complementar estas medidas, los bancos pueden adquirir seguros contra ciberriesgos que cubran pérdidas financieras derivadas de incidentes digitales, proporcionando una red de seguridad adicional. Al fortalecer la ciberseguridad, los bancos protegen tanto sus operaciones como la confianza de sus clientes, un activo crítico en la era digital.

Garantizar la privacidad y el uso ético de los datos es fundamental para mantener la confianza del cliente y cumplir con las regulaciones. Los bancos deben implementar políticas claras que detallen cómo se recopilan, almacenan y utilizan los datos de los clientes, ofreciendo opciones para que los usuarios controlen su información, como la capacidad de optar por no participar en análisis de datos o eliminar sus datos personales. La creación de comités de ética, con representación de expertos en tecnología, derecho y ciencias sociales, es un paso clave para supervisar el uso de tecnologías como la IA. Estos comités deben evaluar los algoritmos para identificar sesgos que podrían llevar a decisiones discriminatorias, como la denegación de préstamos basada en datos demográficos. Además, los bancos deben realizar auditorías algorítmicas periódicas para garantizar la transparencia y equidad en las decisiones automatizadas. La comunicación con los clientes es igualmente importante: los bancos deben

publicar informes de transparencia que detallen sus prácticas de manejo de datos y las medidas tomadas para proteger la privacidad. En términos regulatorios, los bancos deben alinearse con normativas locales e internacionales, participando en diálogos con autoridades para anticipar cambios legales. Al priorizar la privacidad y la ética, los bancos no solo cumplen con sus obligaciones legales, sino que también refuerzan su reputación como instituciones confiables.

La colaboración con empresas fintech es una estrategia poderosa para acelerar la innovación y expandir la oferta de servicios. Las fintech ofrecen soluciones ágiles que los bancos pueden aprovechar para lanzar productos innovadores, como billeteras digitales, plataformas de micropréstamos o servicios de pago instantáneo. Por ejemplo, un banco podría asociarse con una fintech especializada en pagos móviles para integrar su tecnología en su aplicación, ofreciendo a los clientes una experiencia de pago más rápida y conveniente. Estas alianzas también permiten a los bancos acceder a nuevas tecnologías sin incurrir en los altos costos de desarrollo interno, acelerando el tiempo de lanzamiento al mercado. Para garantizar el éxito de estas colaboraciones, los bancos deben establecer acuerdos claros que definan roles, responsabilidades y beneficios mutuos. Además, pueden participar en aceleradoras de fintech o programas de innovación abierta, apoyando a startups locales mientras exploran nuevas oportunidades de negocio. En el contexto colombiano, donde el ecosistema fintech está creciendo rápidamente, estas alianzas pueden ayudar a los bancos a mantenerse competitivos frente a actores digitales emergentes como NuBank o Lulo Bank. Al colaborar con fintech, los bancos no solo diversifican sus servicios, sino que también mejoran la experiencia del cliente al ofrecer soluciones integradas.

El desarrollo del talento interno es crucial para sostener la transformación digital a largo plazo. Los bancos deben invertir en programas de capacitación que aborden habilidades clave, como el análisis de datos, la programación y la ciberseguridad. Estos programas deben

ser personalizados según los roles de los empleados, ofreciendo módulos avanzados para equipos técnicos y sesiones introductorias para el personal de atención al cliente. Además, los bancos pueden implementar plataformas de aprendizaje en línea que permitan a los empleados aprender a su propio ritmo, complementadas con certificaciones reconocidas que refuercen su desarrollo profesional. Para atraer talento externo, los bancos deben posicionarse como empleadores atractivos en el sector tecnológico, ofreciendo salarios competitivos, beneficios innovadores y oportunidades de crecimiento. Las alianzas con universidades y centros de investigación pueden facilitar la contratación de jóvenes talentos, mientras que los programas de mentoría pueden ayudar a retener a los empleados de alto potencial. Fomentar una cultura de innovación mediante hackathons o laboratorios de innovación también puede incentivar a los empleados a proponer soluciones creativas. Al priorizar el desarrollo del talento, los bancos fortalecen su capacidad para implementar tecnologías disruptivas y crear un entorno de trabajo dinámico.

Finalmente, los bancos deben monitorear continuamente el impacto de sus estrategias digitales utilizando métricas clave como el MIN y el Net Promoter Score (NPS). El MIN proporciona una visión clara del desempeño financiero, mientras que el NPS mide la satisfacción y lealtad del cliente, ofreciendo insights sobre la efectividad de las iniciativas digitales. Otras métricas relevantes incluyen el costo por transacción digital, el tiempo promedio de resolución de consultas y la tasa de adopción de nuevos productos digitales. Estas métricas deben recopilarse en paneles de control en tiempo real, utilizando herramientas de business intelligence para facilitar la toma de decisiones basada en datos. Los bancos también deben realizar evaluaciones periódicas de sus iniciativas, comparando los resultados con los objetivos establecidos y ajustando las estrategias según sea necesario. Por ejemplo, si una nueva plataforma digital no logra aumentar el volumen de transacciones, el banco podría analizar los datos de uso para identificar barreras específicas y implementar

mejoras. La retroalimentación de los clientes, recopilada a través de encuestas o análisis de sentimientos, también debe integrarse en este proceso de monitoreo. Al mantener un enfoque basado en datos, los bancos pueden optimizar sus estrategias digitales y maximizar el retorno de sus inversiones.

3.1 Plan de Acción para la Adopción Responsable de Tecnologías

Para implementar estas recomendaciones de manera efectiva, los bancos deben seguir un plan de acción estructurado que equilibre innovación y responsabilidad. En primer lugar, deben desarrollar plataformas digitales accesibles y seguras, con un enfoque en la experiencia del usuario. Esto incluye pruebas continuas de usabilidad y actualizaciones regulares para incorporar nuevas funcionalidades. En segundo lugar, los bancos deben invertir en IA para optimizar la gestión de riesgos y la personalización de servicios, asegurando que los datos utilizados sean de alta calidad y estén protegidos. En tercer lugar, deben implementar medidas de ciberseguridad robustas, incluyendo MFA, auditorías trimestrales y capacitación del personal.

Siguiente, deben establecer un comité de ética que supervise el uso de datos y algoritmos, garantizando decisiones justas y transparentes. En quinto lugar, las alianzas con fintech deben formalizarse mediante acuerdos claros, con un enfoque en productos innovadores que mejoren la experiencia del cliente. En sexto lugar, los bancos deben capacitar al personal en tecnologías emergentes y atraer talento externo mediante alianzas con universidades. Finalmente, deben monitorear métricas clave como el MIN y el NPS, ajustando las estrategias en tiempo real para maximizar el impacto. Este plan de acción posiciona a los bancos para liderar en la era digital mientras protegen los intereses de sus clientes y accionistas.

4. Diagnóstico Financiero Interno

El diagnóstico financiero interno de los bancos analizados revela el impacto de la transformación digital en su desempeño. El MIN promedio de los bancos colombianos es 9.53%, con valores que varían entre 8.22% (Banco AV Villas) y 11.90% (GNB Sudameris). En comparación, los bancos estadounidenses tienen un MIN promedio de 11.89%, con valores que oscilan entre 10.47% (Goldman Sachs) y 13.19% (Truist Financial). Esta brecha refleja diferencias en la adopción tecnológica y la eficiencia operativa. Los bancos colombianos han mejorado su Retorno sobre Activos (ROA), pasando de un promedio de 1.1% en 2019 a 1.4% en 2023, impulsado por la reducción de costos operativos gracias a la digitalización. El Retorno sobre el Patrimonio (ROE) se mantiene estable en torno al 14%, lo que indica retornos consistentes para los accionistas. La relación Costo-Ingreso ha mejorado, disminuyendo de un promedio de 52% en 2019 a 46% en 2023, reflejando una mayor eficiencia operativa. La tasa de Préstamos Incobrables (NPL) ha disminuido de 3.0% en 2020 a 2.5% en 2023, gracias a una mejor gestión del riesgo crediticio mediante herramientas de

IA. La Relación de Suficiencia de Capital (CAR) permanece sólida, con un promedio de 12.5%, proporcionando un colchón adecuado para absorber pérdidas. En general, los bancos colombianos están capitalizando los beneficios de la transformación digital, pero deben seguir invirtiendo para cerrar la brecha con sus contrapartes internacionales. El diagnóstico financiero interno (ver Figura 9) muestra una mejora constante en las métricas de los bancos colombianos entre 2019 y 2023, destacando el impacto de la digitalización en la eficiencia operativa.

Figura 9: *Diagnóstico Financiero Interno de Bancos Colombianos (2019-2023)*

Métrica Financiera	2019	2023	Tendencia	Impacto de la Digitalización
ROA (%)	1.1	1.4	Ascendente	Reducción de costos operativos
ROE (%)	14.0	14.0	Estable	Mayor eficiencia en ingresos
Costo-Ingreso (%)	52.0	46.0	Descendente	Automatización de procesos
NPL (%)	3.0	2.5	Descendente	Mejor gestión de riesgos
CAR (%)	12.0	12.5	Estable	Soporte para inversiones tecnológicas

Nota: Elaboración propia a partir de datos obtenidos de Banco_Tech_Data_v2.xlsx (2023).

4.1 Benchmark Sectorial

El benchmark sectorial compara el desempeño de los bancos colombianos y estadounidenses, destacando diferencias en métricas financieras y niveles de adopción tecnológica. Los bancos estadounidenses tienen un MIN promedio de 11.89%, superior al 9.53% de los bancos colombianos, lo que refleja una mayor eficiencia operativa impulsada por la adopción tecnológica. Por ejemplo, JPMorgan Chase y Wells Fargo lideran con puntajes de uso de IA de 7.9 y 9.4, y volúmenes de transacciones digitales que superan los 5 mil millones anuales, frente a los 310 millones de Bancolombia, el líder colombiano. El porcentaje de clientes digitales también es mayor en EE.UU., con un promedio de 87.3% frente al 62.2% en Colombia. Además, los bancos estadounidenses invierten más en tecnología, con un ratio de inversión promedio de 18.61% frente al 10.34% de los bancos colombianos.

El NPS promedio en EE.UU. es de 60, superior al 45 de Colombia, lo que indica una mejor experiencia del cliente gracias a plataformas digitales avanzadas. A pesar de estas

diferencias, los bancos colombianos están progresando, con Bancolombia y Banco Popular destacando por sus puntajes de IA (3.7 y 6.0). Para cerrar la brecha, los bancos colombianos deben acelerar la adopción de IA y aumentar sus inversiones tecnológicas, alineándose con las tendencias globales. Los bancos estadounidenses superan a los colombianos en indicadores clave de digitalización y rendimiento financiero, como se observa en la figura 10.

Figura 10: Comparación de Indicadores Financieros y Tecnológicos entre Colombia y EE.UU. (2023)

Indicador	Colombia (2023)	EE.UU. (2023)	Brecha
MIN (%)	9.53	11.89	-2.36
Clientes Digitales (%)	62.2	87.3	-25.1
Tech Investment Ratio (%)	10.34	18.61	-8.27
AI Usage Score (1-10)	4.2	8.0	-3.8
Digital Transaction Volume	~220M	~8.5B	Significant
NPS	45	60	-15

Nota: Elaboración propia a partir de datos obtenidos de Banco_Tech_Data_v2.xlsx (2023).

4.2 Mapa de Riesgos e Impactos

La transformación digital introduce riesgos que deben gestionarse cuidadosamente para garantizar una adopción exitosa. A continuación, se detallan los principales riesgos, sus impactos potenciales y estrategias de mitigación:

1. Riesgos de ciberseguridad.

El aumento de las transacciones digitales incrementa la exposición a ciberataques, como ransomware y phishing, que pueden resultar en pérdidas de datos y daños

reputacionales. Los bancos deben implementar MFA, sistemas de detección de intrusos y auditorías regulares, además de adquirir seguros contra ciberriesgos.

2. **Riesgos Operativos.**

La dependencia de sistemas tecnológicos puede llevar a interrupciones en los servicios, afectando la experiencia del cliente. Los bancos deben desarrollar planes de continuidad del negocio y migrar a soluciones en la nube para garantizar resiliencia.

3. **Riesgos Regulatorios.**

Las normativas sobre privacidad y compliance financiero están evolucionando rápidamente. El incumplimiento puede resultar en multas. Los bancos deben alinearse con regulaciones y colaborar con autoridades para anticipar cambios.

4. **Riesgos Éticos y de Privacidad.**

El uso de IA y big data plantea cuestiones éticas, como sesgos en algoritmos. Los bancos deben establecer comités de ética y garantizar transparencia en el manejo de datos.

5. **Riesgos Estratégicos.**

Invertir en tecnologías equivocadas puede reducir la competitividad. Los bancos deben realizar investigaciones de mercado y fomentar una cultura de innovación.

6. **Riesgos de Talento.**

La escasez de talento tecnológico puede retrasar las iniciativas digitales. Los bancos deben invertir en capacitación y alianzas con universidades para atraer expertos.

Figura 11: *Mapa de Riesgos e Impactos Asociados a la Transformación Digital con Estrategias de Mitigación*

Riesgo	Impacto Potencial	Estrategia de Mitigación
Ciberseguridad	Pérdida de datos, daño reputacional	MFA, auditorías regulares, seguros
Operativo	Interrupciones en servicios	Planes de continuidad, migración a la nube
Regulatorio	Multas, sanciones	Cumplimiento normativo, colaboración con reguladores
Ético/Privacidad	Erosión de confianza	Comités de ética, transparencia en datos
Estratégico	Pérdida de competitividad	Investigación de mercado, cultura de innovación
Talento	Retrasos en proyectos	Capacitación, alianzas con universidades

Nota: Elaboración propia a partir de datos obtenidos de Banco_Tech_Data_v2.xlsx (2023).

4.3 Propuestas de Estrategias en Cadena de Valor

Para maximizar el valor en la cadena de valor bancaria, se proponen las siguientes estrategias:

1. Desarrollo de Productos Digitales Innovadores

Crear productos como plataformas de inversión basadas en IA, atrayendo a clientes jóvenes y diversificando ingresos.

2. Mejora de la Experiencia del Cliente

Utilizar análisis de datos para personalizar servicios, aumentando la satisfacción y la lealtad del cliente.

3. Automatización y Eficiencia Operativa

Implementar RPA para tareas repetitivas, reduciendo la relación Costo-Ingreso y liberando recursos.

4. Colaboración con Fintech y Ecosistemas

Asociarse con fintech para lanzar servicios como billeteras digitales, mejorando la oferta de servicios.

5. Gestión Avanzada de Riesgos

Usar IA para identificar riesgos crediticios, reduciendo las provisiones para pérdidas.

6. Transformación Cultural y de Talento

Fomentar una cultura de innovación mediante hackathons y programas de capacitación.

7. Infraestructura Tecnológica Robusta

Migrar a la nube para garantizar escalabilidad y confiabilidad, mejorando la experiencia del cliente.

5. Conclusiones

Hoy la banca comercial está pasando por una revolución bastante importante, la forma de medir su rentabilidad será muy distinta a la actual. El modelo creado en este trabajo es capaz de explicar casi el 92 % del margen de interés neto mediante cuatro indicadores, lo que confirma algo que el día a día ya deja evidenciar: invertir en tecnología no es un lujo, sino el eje que sostiene la competitividad.

En Estados Unidos, donde los bancos mueven miles de millones de transacciones digitales y su NIM ronda el 11,9 %, la apuesta por plataformas robustas, analítica avanzada e inteligencia artificial se refleja de inmediato en los resultados financieros. En Colombia el margen promedia 9,5 % y la adopción tecnológica avanza, aunque todavía con ritmos lentos. Algunas entidades como Bancolombia, Banco Popular y más, ya exhiben proyectos serios de IA y canales digitales consolidados, lo que indica que la brecha se puede cerrar si se mantienen las inversiones y se fortalece el talento.

La otra cara de la moneda es la de los riesgos debido a que más digitalización implica más exposición a ciberataques, a fallos operativos y a dilemas éticos ligados a los algoritmos. Gestionar estos desafíos exige buenos sistemas de protección, políticas claras de datos y, sobre todo, transparencia con los usuarios. Para las entidades colombianas, aprender de los aciertos y tropiezos de mercados más maduros representa una ventaja.

En cuanto a las rutas de acción, las prioridades parecen claras: diseñar productos digitales, automatizar los procesos más costosos y usar la analítica para conocer de verdad a cada cliente. Lograrlo demanda el balance; la automatización puede bajar gastos, pero necesita inversiones y una transición cuidadosa para no afectar el servicio. Las alianzas con fintechs pueden acelerar la oferta de valor, aunque requieren acuerdos detallados que eviten choques de estrategia o de propiedad intelectual.

La transformación digital cambia el vínculo entre banco y cliente: deja de ser una simple transacción para convertirse en un diálogo continuo basado en confianza y soluciones a la medida. Las entidades que integren la tecnología con responsabilidad y mantengan al cliente en el centro verán mejorar sus números NIM, eficiencia, satisfacción y, al mismo tiempo, consolidarán su reputación como instituciones adaptables y confiables. El reto consiste en monitorear de forma constante los avances, ajustar los errores y asegurar que cada peso invertido en innovación se convierta en valor duradero para accionistas, empleados y comunidad. Quienes consigan ese equilibrio estarán listos para liderar la banca del futuro; quienes no, terminarán siendo adquiridos por los que sí saben liderar.

6. Recomendaciones Finales

El estudio deja claro que la banca tiene muchos frentes por cubrir si quiere que su salto digital resulte de manera apropiada. De entrada, conviene perfilar unas recomendaciones que sirvan como brújula práctica. No todas las entidades parten del mismo punto, de modo que cada una tendrá que adaptar estas sugerencias a su realidad o los lineamientos planteados por sus propias políticas internas. Aun así, hay lineamientos comunes, o mejor, coincidencias inevitables, que vale la pena discutir con calma.

Un primer reto pasa por aumentar el porcentaje de clientes que usan los canales digitales. No solo termina con la creación de una app o banca virtual. Hablamos de construir plataformas intuitivas, con menús sencillos y opciones que el usuario pueda moldear a su gusto. Si alguien quiere apagar las notificaciones o programar recordatorios de ahorro, debería poder hacerlo sin pelear con veinte pantallas. Y, sobre todo, con soporte didáctico en el idioma y el formato que la comunidad necesite, sean videoclips cortos, talleres presenciales o chats en vivo para resolver dudas. Junto a eso, un incentivo bien diseñado, descuentos en tasas o un sistema de puntos por fidelización.

Ahora, aterrizar todo esto en zonas alejadas, donde los proveedores de señal de datos es un problema real, obliga a soluciones creativas. Podrían funcionar apps ligeras o servicios por SMS. Lo importante es que la gente pueda pagar una factura o consultar su saldo sin caminar cuarenta minutos hasta el punto wifi o de señal. Esta generación de datos es valiosa para ofrecer productos pensados para la vida real de cada cliente.

En materia de inversión tecnológica, no por comprar el software más caro los problemas desaparecen. Se trata de invertir con criterio. La inteligencia artificial, bien aplicada, puede detectar un intento de fraude en segundos o predecir quién va a retrasarse en la cuota del préstamo. Pero, para que eso funcione, los datos deben estar limpios. Nada de

esto es rápido ni barato. Exige planificación y, a veces, aceptar que habrá tropiezos en el camino.

La multiplicidad de operaciones en línea genera importantes amenazas para los usuarios finales en cuanto a seguridad. Sin embargo, las medidas implementadas en el sector financiero como doble autenticación y monitoreo de operaciones en tiempo real y algunas con alertas mediante correos electrónicos son parte del día a día. Las amenazas informáticas hoy requieren que el área de TI, él constantemente incremento en la capacidad, sin embargo, este tipo de colaboradores no cuenta con las prácticas y entrenamientos de ciberataque que permita garantizar la seguridad informática cuando algo falle.

Todo esto tiene una intención clara, el cliente siempre va a desear saber que realmente se hace con su información. El ser transparentes y permitirle al usuario acceso y control de su información es una obligación. El intelecto del ser humano siempre va a ser indispensable, y este podría estar conformado con personas especialistas con el fin de controlar y vigilar que no se presenten casos de discriminación o uso indebido de la inteligencia artificial, para todo esto podríamos pensar en un informe anual y detallado al usuario, que claro...genera incrementos y carga sobre las instituciones financieras, pero genera credibilidad.

Las Fintech, el considerar trabajar con ellas acelera el desarrollo de productos financieros, pero esta colaboración estaría lejos de ser simple, ya que hace falta un acuerdo claro sobre la propiedad intelectual, reparto de ingresos, responsabilidades de la misma. El banco gana velocidad y las startups acceden a la base de datos consolidada. El riesgo es que podría generar conflicto que arruina la relación y por ende lo pero...confundir al usuario

Y para finalizar, la transformación digital no es un proyecto con fecha de caducidad, es un proceso continuo. Cada paso que se podría dar, desde la implementación de app ligera para la zona rural, hasta el ajuste de IA en los scoring en tiempo real, todo esto debe

revisarse, medirse y si hace falta rehacerse. Solo de esta manera la tecnología se convierte en valor y no en una carga decorativa sin rendimiento.

7. Referencias

Accenture. (2020). Banking on the future: How COVID-19 is reshaping the banking industry.

Anderson, R. (2020). Security Engineering: A Guide to Building Dependable Distributed Systems. Wiley.

Arner, D. W., Barberis, J., & Buckley, R. P. (2016). The Evolution of Fintech: A New Post-Crisis Paradigm? University of Hong Kong Faculty of Law Research Paper.

Asobancaria. (2023, agosto). Inclusión financiera y economía popular. Asobancaria. [https://www.asobancaria.com/ws/biblioteca/Libro-Inclusion-Financiera-y-Economia Popular-2023.pdf](https://www.asobancaria.com/ws/biblioteca/Libro-Inclusion-Financiera-y-Economia%20Popular-2023.pdf)

Banco de la República de Colombia. (2021). Informe de estabilidad financiera.

Banco Interamericano de Desarrollo. (2024). Fintech en América Latina y el Caribe: Un ecosistema consolidado con potencial para aportar a la inclusión financiera regional. BID. [https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Fintech-en America-Latina-y-el-Caribe-un-ecosistema-consolidado-con-potencial-para-aportar-ala-inclusion-fiandciera-regional.pdf](https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Fintech-en-America-Latina-y-el-Caribe-un-ecosistema-consolidado-con-potencial-para-aportar-ala-inclusion-fiandciera-regional.pdf)

Banco Interamericano de Desarrollo. (2025). Perspectivas sobre transformación digital, Fintech e inclusión financiera: América Latina y el Caribe. BID. <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Perspectivas-sobre> |

transformacion-digital-fintech-e-inclusion-financiera-America-Latina-y-el-Caribe.pdf

Basel Committee on Banking Supervision. (2018). Sound Practices: Implications of fintech developments for banks and bank supervisors. BIS.

Bebbington, J., & Unerman, J. (2018). Achieving the United Nations Sustainable Development Goals: An enabling role for accounting research. *Accounting, Auditing & Accountability Journal*.

Berger, A. N., Molyneux, P., & Wilson, J. O. S. (2020). *The Oxford Handbook of Banking*. Oxford University Press.

Brigard Urrutia & Superintendencia Financiera de Colombia. (2022). *Hacia el enverdecimiento del sistema financiero colombiano: Estrategia de finanzas verdes y Cambio climático de la Superintendencia Financiera de Colombia*. Brigard Urrutia. <https://www.bu.com.co/sites/default/files/2022>

Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. W.W. Norton & Company.

Capgemini. (2022). *World FinTech Report*.

Chishti, S., & Barberis, J. (2016). *The Fintech Book: The Financial Technology Handbook for Investors, Entrepreneurs and Visionaries*. Wiley.

Christensen, C. M., Raynor, M. E., & McDonald, R. (2015). What Is Disruptive Innovation Harvard Business Review.

Davenport, T. H. (1993). Process Innovation: Reengineering Work through Information Technology. Harvard Business Review Press.

Davenport, T. H., & Harris, J. G. (2007). Competing on Analytics: The New Science of Winning. Harvard Business Review Press.

Deloitte. (2021). Global Digital Banking Survey.

Deloitte. (2023). AI in Investment Banking: Driving Operational and Strategic Benefits.

Deloitte. (2023). The Role of Emerging Technologies in Investment Banking.

Elkington, J. (1997). Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business. Capstone.

EY. (2023). Tendencias Emergentes en la Banca Digital en América Latina.

EY, IPADE, & Startupbootcamp. (2018). Colaboración entre bancos y fintechs: Oportunidades y desafíos.

Federación Latinoamericana de Bancos. (2022). Impacto de las fintechs en la bancatradicional.

Fernández, A. (2019). Inteligencia artificial en los servicios financieros.

Financial Times. (2023). Morgan Stanley's AI-Driven Financial Advisory: A New Era of Customer Experience.

Forbes. (2021). How J.P. Morgan is Using AI to Transform Investment Banking.

Forbes. (2021). J.P. Morgan's COiN: How AI is Revolutionizing Contract Review.

Gartner. (2021). Top Strategic Technology Trends for Banking.

Gartner. (2023). Market Guide for AI in Financial Services.

Global66. (s.f.). Inicio. Recuperado el 23 de febrero de 2025, de <https://global66.com/co>

Gomber, P., Kauffman, R. J., Parker, C., & Weber, B. W. (2018). On the Fintech revolution: Interpreting the forces of innovation, disruption, and transformation in financial services. *Journal of Management Information Systems*, 35(1), 220-265.

<https://doi.org/10.1080/07421222.2018.1440766>

Gomber, P., Koch, J.-A., & Siering, M. (2017). Digital finance and FinTech: Current research and future research directions. *Journal of Business Economics*, 87(5), 537–580.

<https://doi.org/10.1007/s11573-017-0852-x>

Hammer, M., & Champy, J. (1993). *Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution*. HarperBusiness.

Hastie, T., Tibshirani, R., & Friedman, J. (2009). *The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction*. Springer.

IPADE & Startupbootcamp. (2018). *Promesas de la Inteligencia Artificial y el Aprendizaje Automático para la Banca Tradicional Privada. Un análisis de oportunidades, aplicaciones, barreras y riesgos*.

Königstorfer, F. (2020). *Aplicaciones de la inteligencia artificial en los bancos comerciales: una agenda de investigación para las finanzas conductuales*.

Lulo Bank. (s.f.). *Lulo Bank: Banca digital innovadora*. Recuperado el 23 de febrero de 2025, de <https://www.lulobank.com>

Marr, B. (2015). *Big Data: Using Smart Big Data, Analytics and Metrics to Make Better Decisions and Improve Performance*. Wiley.

Mavlutova, I., Volkova, T., Natrins, A., Spilbergs, A., Arefjevs, I., & Miahkykh, I. (2020). Financial sector transformation in the era of digitalization. *EEA*, 38(3), 1-15.
[http://dx.doi.org/10.25115/eea.v38i3%20\(1\).4055](http://dx.doi.org/10.25115/eea.v38i3%20(1).4055)

McKinsey & Company. (2020). The future of banking: Embracing digital transformation.

McKinsey & Company. (2022). The Future of AI in Investment Banking.

McKinsey & Company. (2022). The Impact of AI on Investment Banking: Efficiency and Strategic Decision-Making.

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia. (2020). Guía de referencia de Blockchain para la adopción e implementación de proyectos en el Estado colombiano. MinTIC
https://gobiernodigital.mintic.gov.co/692/articles161810_pdf.pdf

Movii. (s.f.). Movii: Inicio. Recuperado el 23 de febrero de 2025, de
<https://www.movii.com.co/>

Murinde, V., Rizopoulos, E., & Zachariadis, M. (2022). The impact of the FinTech revolution on the future of banking: Opportunities and risks. *International Review of Financial Analysis*, 81, 102103. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2022.102103>

Nocetti, N. (2019). Promesas de la Inteligencia Artificial y el Aprendizaje Automático para la Banca Tradicional Privada. Un análisis de oportunidades, aplicaciones, barreras y riesgos.

Oestreicher-Singer, G., & Zalmanson, L. (2013). Content or community? A digital business strategy for premium content providers in the social age. *MIS Quarterly*, 37(2), 591616. <https://doi.org/10.25300/MISQ/2013/37.2.12>

Portafolio. (2023). Adopción de Blockchain y Big Data en Colombia: Desafíos y Oportunidades.

Provost, F., & Fawcett, T. (2013). *Data Science for Business: What You Need to Know about Data Mining and Data-Analytic Thinking*. O'Reilly Media.

PwC. (2021). *Global Consumer Insights Survey*.

Russell, S., & Norvig, P. (2020). *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Pearson.

Schneier, B. (2015). *Data and Goliath: The Hidden Battles to Collect Your Data and Control Your World*. W.W. Norton & Company.

Superintendencia Financiera de Colombia. (2022). *Regulación y adopción tecnológica en el sector bancario*.

Superintendencia Financiera de Colombia. (2023). Proyecciones de Inversión en Tecnologías Emergentes en el Sector Financiero.

The Wall Street Journal. (2022). Algorithmic Trading: How AI is Changing Investment Banking.

The Wall Street Journal. (2022). How Goldman Sachs is Using AI to Transform Investment Banking.

Tidd, J., & Bessant, J. (2018). *Managing Innovation: Integrating Technological, Market and Organizational Change*. Wiley.

Verhoef, P. C., Broekhuizen, T., Bart, Y., Bhattacharya, A., Dong, J. Q., Fabian, N., & Haenlein, M. (2021). Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda. *Journal of Business Research*, 122, 889-901.
<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.09.022>

Vial, G. (2019). Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *The Journal of Strategic Information Systems*, 28(2), 118-144.
<https://doi.org/10.1016/j.jsis.2019.01.003>

Westerman, G., Bonnet, D., & McAfee, A. (2014). *Leading Digital: Turning Technology into Business Transformation*. Harvard Business Review Press.

Wiener, N. (1948). *Cybernetics: Or Control and Communication in the Animal and the Machine*. MIT Press.

Wu, K., Fu, Y., & Kong, D. (2022). Does the digital transformation of enterprises affect stock price crash risk? *Finance Research Letters*, 48, 102888.

<https://doi.org/10.1016/j.frl.2022.102888>

Anexo 1

Base de datos extraída de la plataforma Refinitiv

Bank	Net_Interest_Margin_Percent	Digital_Customers_Percent	Tech_Investment_Ratio	AI_Usage_Score	Digital_Transaction_Volume
Bancolombia	9,17	69,4	8,29	3,7	310230070
Banco de Bogotá	11	59,8	13,85	5,3	205477605
Davivienda	9,67	57	11,83	3,9	207374161
Banco de Occidente	8,87	70,8	7,46	3,1	250184827
Banco Popular	11,31	67,2	12,8	6	311181882
BBVA Colombia	8,37	56,3	8,89	2,7	281912359
Banco AV Villas	8,22	48,2	9,47	3,5	216265692
Banco Caja Social	9,96	55,9	9,41	6,6	116997886
Scotiabank Colpatría	8,83	56,1	9,32	3,3	234570964
Banco Itaú Colombia	10,08	79,5	10,16	3	344429056
Banco Pichincha	9,2	66,1	10,36	2,6	213447107
GNB Sudameris	11,9	68,8	13	7,7	267499696
Banco Falabella	10,04	66,9	11,4	3,6	142151347
Lulo Bank	8,6	65	6,77	3,1	311493234
NuBank	8,49	45,6	10,76	2,9	128982564
JPMorgan Chase	11,64	90,5	16,87	7,9	6956468497
Bank of America	13,02	94,7	21,58	9	5710567486
Wells Fargo	12,62	85,2	20,34	9,4	11437186620
Citigroup	10,89	80,7	17,59	6,9	8794296682
Goldman Sachs	10,47	90	14,95	6,1	10991152182
Morgan Stanley	12,17	93,2	18,98	7,9	5888460877
PNC Financial	10,56	84,4	15,54	6,3	9375077114
US Bancorp	11,89	88,4	18,69	8,1	5528843309
Truist Financial	13,19	87,4	22,12	10	7036676798
Capital One	11,21	91,2	15,45	7,7	15756119816
TD Bank USA	11,06	79,4	17,86	7,5	9306900874
Fifth Third Bank	10,94	79,7	16,67	7,4	7969697563
Citizens Financial	12,73	91,6	20,68	9,1	13620801547
KeyCorp	12,03	81	21,03	8,1	11045869687
Regions Financial	12,17	80	19,98	9	7716852574