



## LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA GESTIÓN DE LA AERONÁUTICA CIVIL EN CUBA: POTENCIALIDADES Y RETOS

### ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE MANAGEMENT OF CIVIL AERONAUTICS IN CUBA: POTENTIAL AND CHALLENGES

Alejandro García Herrera  
Corporación de la Aviación Cubana SA.  
[alejgarciah@gmail.com](mailto:alejgarciah@gmail.com)  
<https://orcid.org/0009-0003-9646-8360>

Roberto de Armas Urquiza  
Universidad de La Habana  
[roberto@rect.uh.cu](mailto:roberto@rect.uh.cu)  
<http://orcid.org/0000-0002-0046-1689>

**Recibido:** 21 de julio de 2025

**Revisado:** 14 de octubre de 2025

**Aprobado:** 22 de diciembre de 2025

**Cómo citar:** García Herrera, A. y de Armas Urquiza, R. (2025). La Inteligencia Artificial en la gestión de la aeronáutica civil en Cuba: potencialidades y retos. *Bibliotecas. Anales de Investigación*;21(2) Monográfico, 1-13

#### RESUMEN

**Objetivo:** Analizar las potencialidades y retos asociados a la adopción de la Inteligencia Artificial (IA) en la gestión de la aerolínea estatal Cubana de Aviación, aportando una hoja de ruta escalonada que no ha sido previamente documentada en empresas estatales con limitaciones operativas y presupuestarias. **Metodología:** Se emplea un enfoque descriptivo y analítico, complementado con revisión documental y fuentes de inteligencia de mercado. Se examinan tres pilares tecnológicos clave: automatización robótica de procesos, procesamiento del lenguaje natural y *machine learning* para optimización dinámica de precios, como base para un modelo escalonado de digitalización. **Resultados y Discusión:** La implementación progresiva de IA puede mejorar la eficiencia administrativa, la experiencia del cliente y la rentabilidad institucional, siempre que se sustente en gobernanza de datos sólida y una gestión adecuada del cambio organizacional. **Conclusiones:** La IA constituye una herramienta estratégica para fortalecer la sostenibilidad económica y operativa de la Aviación Civil en Cuba. **Aporte:** Este artículo muestra las potencialidades de la IA en el

perfeccionamiento de la gestión de empresas estatales cubanas y propone una hoja de ruta concreta para su adopción.

**PALABRAS CLAVE:** Inteligencia artificial; gestión pública; automatización; gobernanza de datos; transformación digital.

## ABSTRACT

**Objective:** To analyze the potential and challenges associated with the adoption of Artificial Intelligence (AI) in the management of the state-owned airline Cubana de Aviación, providing a tiered roadmap that has not previously been documented for state-owned enterprises with operational and budgetary constraints.

**Methodology:** A descriptive and analytical approach is employed, complemented with documentary review and market intelligence sources. Three key technological pillars are examined: robotic process automation, natural language processing, and *machine learning* for dynamic price optimization, forming the basis of a tiered digitalization model.

**Results and Discussion:** Progressive AI implementation can enhance administrative efficiency, customer experience, and institutional profitability, provided it is supported by solid data governance and effective organizational change management.

**Conclusions:** AI constitutes a strategic tool to strengthen the economic and operational sustainability of Civil Aviation in Cuba.

**Contribution:** This article demonstrates the potential of AI in improving the management of state-owned companies in Cuba and proposes a concrete adoption roadmap.

**KEYWORDS:** Artificial intelligence; public management; automation; data governance; digital transformation.

## INTRODUCCIÓN

En el contexto actual de transformación digital y la creciente presión por la eficiencia en la gestión pública, la modernización de las entidades estatales se ha convertido en una prioridad estratégica. Sectores clave como el aeronáutico, si bien demandan una continuidad operativa crítica, también requieren una transformación profunda en la manera en que generan ingresos y administran sus recursos.

Cubana de Aviación, como aerolínea estatal, opera con el doble desafío de mantener la disponibilidad de servicios esenciales (seguridad, puntualidad) mientras optimiza su desempeño comercial en un entorno de alta competencia y restricciones presupuestarias. Frente a este escenario de limitaciones operativas y comerciales, la inteligencia artificial (IA) y las tecnologías de automatización emergen no como un gasto sueltuario, sino como una herramienta estratégica indispensable para la sostenibilidad. La IA ofrece la posibilidad de superar las deficiencias administrativas al automatizar tareas repetitivas (RPA), liberar recursos humanos para labores de mayor valor, y dotar a la aerolínea de la inteligencia necesaria para incrementar su principal fuente de ingresos a través de la optimización dinámica de precios. Al mismo tiempo, el uso de *chatbots* con Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN) puede ofrecer un servicio al cliente inmediato y escalable, mitigando el impacto de la rigidez administrativa. El objetivo de este trabajo es analizar las potencialidades de la IA para perfeccionar la gestión de cubana de Aviación, así como los principales retos para su introducción.

En la economía digital contemporánea, los datos se han convertido en el principal activo estratégico de cualquier organización, superando el valor de los recursos físicos y financieros tradicionales (Chen & Chiang 2012; Wamba et al., 2017). Según Marr (2022), los datos son el nuevo petróleo del siglo XXI, ya que alimentan la toma de decisiones, la personalización de servicios y la eficiencia operativa. Sin embargo, su valor depende de la capacidad institucional para gestionarlos, procesarlos e interpretarlos de manera coherente y segura.

En el sector aeronáutico, la inteligencia artificial (IA) depende críticamente de la calidad y disponibilidad de los datos. Cada transacción —reserva de vuelo, mantenimiento de aeronave, bitácora de vuelo, reclamo de cliente o control logístico— constituye una fuente de inteligencia capaz de alimentar algoritmos predictivos y modelos de optimización. Los sistemas inteligentes aprenden de la experiencia y mejoran su desempeño a partir del análisis sistemático de información (Vial, 2019 y Russell & Norvig, 2022), por lo que la consolidación de datos es el primer paso hacia la transformación digital.

No obstante, las empresas estatales suelen operar con sistemas heredados (*legacy systems*) fragmentados, que generan silos de información (Khatri & Brown, 2010; Janssen et al., 2020). Estos silos impiden la visión integrada del negocio y dificultan la creación de un modelo de datos unificado que soporte la analítica avanzada. En Cubana de Aviación, esta dispersión constituye una de las principales barreras para implementar algoritmos de *machine learning* o soluciones de automatización. La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD, 2023a) señala que la confianza pública y la eficiencia institucional dependen de que los gobiernos gestionen los datos con integridad, transparencia y coherencia interinstitucional, lo que sugiere que los problemas de interoperabilidad o desalineación de la información pueden afectar la capacidad de las instituciones para aprovechar la IA en la mejora de la eficiencia y la transparencia administrativa.

Por tanto, la estrategia de adopción de IA debe comenzar por el reconocimiento de los datos como capital estratégico, estableciendo políticas de calidad, seguridad y gobernanza que garanticen su fiabilidad. Este cambio de paradigma implica pasar de una visión operativa, centrada en tareas y procesos, a una visión analítica y predictiva basada en evidencia, donde cada decisión se sustente en información validada y en tiempo real.

Si bien existe una literatura creciente sobre la aplicación de la inteligencia artificial en aerolíneas privadas y organizaciones orientadas al lucro, son aún escasos los estudios que analizan su adopción en empresas estatales con rol dual de rentabilidad y servicio público, especialmente en contextos con restricciones presupuestarias, marcos regulatorios rígidos (Zuiderwijk et al., 2021; Müller et al., 2021) y sistemas heredados (Irani et al., 2023). En el caso cubano, no se identifican investigaciones que propongan una hoja de ruta técnicamente viable e implementable de manera escalonada para la incorporación de IA en la gestión de la aviación civil. El presente trabajo busca contribuir a cerrar esta brecha, proponiendo un modelo de adopción escalonada de IA ajustado a las particularidades operativas, institucionales y económicas de Cubana de Aviación.

## METODOLOGÍA

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo y descriptivo-analítico, sustentado en una revisión documental sistemática de literatura académica, normativa y de inteligencia de mercado relacionada con la adopción de IA, la gobernanza de datos y la transformación digital en el sector público y aeronáutico. Este enfoque permite contrastar evidencia existente y diseñar una hoja de ruta escalonada de adopción de IA aplicable a empresas estatales como Cubana de Aviación.

El estudio se fundamenta en dos dimensiones complementarias:

1. Marcos de adopción y cambio organizacional: Se aplicaron el Modelo de Aceptación de Tecnología (TAM) de Davis (1989) y la Teoría de Difusión de la Innovación de Rogers (2003) para analizar factores de resistencia y aceptación institucional. Se empleó también el modelo de madurez tecnológica propuesto por Gartner (2023a) y se consideraron evaluaciones de madurez desarrolladas por PwC (2024a), como el *AI Leadership Maturity Assessment*, como referencia complementaria para estructurar la hoja de ruta de adopción escalonada.

2. Gobernanza y políticas públicas: Se tomaron en cuenta los estándares de ciberseguridad del National Institute of Standards and Technology (NIST, 2023), los lineamientos de gobierno inteligente propuestos por la OECD (2023b), y las recomendaciones de transformación digital promovidas por la CEPAL (2021). Esta dimensión enfatiza que la sostenibilidad de la transformación tecnológica depende de la gobernanza integrada, interoperabilidad institucional, infraestructura digital pública y apertura de datos, elementos indispensables para que los estados puedan ejercer innovación, transparencia y eficiencia administrativa.

La revisión bibliográfica se realizó utilizando bases de datos académicas internacionales como Scopus, Web of Science y Google Scholar, así como repositorios institucionales de organismos multilaterales (OECD, CEPAL, Banco Mundial, Comisión Europea) y reportes públicos de consultoras especializadas en transformación digital y sector aeronáutico (McKinsey, Deloitte, PwC). Se emplearon palabras clave en español e inglés: *artificial intelligence*, *public sector*, *civil aviation*, *robotic process automation*, *data governance*, *digital transformation* y *state-owned enterprises*. Los criterios de inclusión fueron:

- Publicaciones entre 2017 y 2024 para evidencias empíricas recientes, propuestas tecnológicas aplicadas y estudios sobre adopción de inteligencia artificial, automatización y transformación digital.
- De manera complementaria, se incluyeron obras seminales previas a 2017 (por ejemplo, modelos de adopción tecnológica, gobernanza de datos y planeación estratégica), debido a su vigencia teórica y uso consolidado en la literatura científica.
- Relevancia directa para la adopción de IA en organizaciones públicas o aeronáuticas. Fuentes académicas revisadas por pares y reportes técnicos públicos.
- Se excluyeron documentos duplicados, fuentes de acceso restringido (toolkits privados) y publicaciones de carácter meramente promocional o sin respaldo metodológico.

Los documentos seleccionados fueron analizados mediante un análisis de contenido temático y comparativo. En la primera etapa se identificaron categorías analíticas asociadas a: arquitectura de datos, automatización de procesos, gestión del cambio organizacional, gobernanza de datos y modelos de adopción tecnológica. En la segunda etapa, se realizó un análisis comparativo de marcos conceptuales y experiencias internacionales, contrastándolos con las características institucionales de Cubana de Aviación.

Las fuentes de inteligencia de mercado —principalmente reportes sectoriales y estudios de consultoras internacionales— se integraron como respaldo empírico, permitiendo identificar tendencias, métricas de impacto y buenas prácticas en la implementación de IA. Su propósito fue evaluar la viabilidad técnica, económica y organizativa de las soluciones propuestas, sin constituir el marco teórico principal.

El análisis permitió identificar procesos críticos susceptibles de automatización y diseñar una hoja de ruta de adopción escalonada de IA, articulando la factibilidad tecnológica con las restricciones financieras, regulatorias y organizativas del sector estatal cubano. La hoja de ruta prioriza soluciones de bajo riesgo y alto impacto inicial, facilitando la aceptación institucional y la consolidación gradual de capacidades analíticas y estratégicas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Arquitectura de soporte para el despliegue de IA

Para superar la fragmentación de los datos y habilitar la IA, es imprescindible construir una arquitectura tecnológica integrada. En este sentido, los *Data Lakes* y los *Data Warehouses* representan dos enfoques complementarios. Un *Data Lake* permite almacenar grandes volúmenes de datos estructurados y no estructurados en su forma bruta, provenientes de múltiples fuentes, lo que lo hace ideal para proyectos de *machine learning* y procesamiento de lenguaje natural (PLN), tal como se describe en la literatura especializada sobre arquitecturas de datos (Gartner, 2023b). Por el contrario, un *Data Warehouse* está diseñado para datos estructurados y consultas analíticas predefinidas, siendo útil para reportes y control financiero. En el caso de Cubana de Aviación, el Data Lake se presenta como la infraestructura más adecuada, ya que puede centralizar datos provenientes de reservas, operaciones y atención al cliente, sirviendo como base para algoritmos de optimización de precios y *chatbots* inteligentes.

La efectividad de una estrategia de IA no depende únicamente del algoritmo, sino de la arquitectura de datos que lo alimenta, especialmente de la accesibilidad, calidad y actualización de la información. Sin datos accesibles, limpios y actualizados, ningún modelo de aprendizaje automático puede generar resultados válidos, un planteamiento recurrente en los estudios sobre adopción organizacional de la IA (Davenport & Ronanki, 2018). Un componente esencial de esta arquitectura es la interoperabilidad entre los sistemas heredados y las nuevas plataformas inteligentes, la cual puede lograrse mediante el uso de Interfaces de Programación de Aplicaciones (APIs). Estas actúan como puentes que permiten compartir información entre sistemas disímiles sin alterar su estructura original, reduciendo los costos de integración y acelerando la adopción de soluciones de IA, una característica estratégica ampliamente señalada en los procesos de transformación digital (PwC, 2024a).

En el contexto de Cubana de Aviación, una estrategia basada en APIs facilitaría el acceso en tiempo real a la información de reservas, inventarios o contabilidad, sin necesidad de reemplazar los sistemas actuales. Esto reduce el costo de implementación y acelera la adopción de soluciones de IA, permitiendo un flujo continuo de datos hacia los modelos predictivos. Las tecnologías priorizadas para esta estrategia se agrupan en tres ejes complementarios:

#### a) Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN) y diseño de *chatbots*

El Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN) es la rama de la IA que permite a las máquinas leer, interpretar y generar lenguaje humano. En la aerolínea, la aplicación directa del PLN es el *chatbot* conversacional, una herramienta clave para gestionar la alta demanda de consultas de clientes sin aumentar la carga de personal. Estos sistemas no solo ofrecen respuestas predefinidas, sino que emplean modelos de *machine learning* para identificar la intención del cliente (por ejemplo, cambiar un vuelo) y extraer entidades clave como número de reserva, fechas o nombre.

La factibilidad técnica del PLN para la aerolínea radica en su capacidad para manejar consultas en tiempo real y filtrar hasta un 80 % de las preguntas rutinarias, liberando a los agentes humanos para resolver casos complejos y, consecuentemente, mejorando la experiencia del cliente y la eficiencia del centro de llamadas (*call center*). Este tipo de impacto operativo ha sido documentado en estudios recientes sobre automatización de la atención al cliente, que reportan reducciones significativas en la atención asistida por humanos mediante el uso de *chatbots* y tecnologías de IA (McKinsey & Company, 2023). Para Cubana de Aviación, ello representa una oportunidad de escalar el servicio sin aumentar la plantilla.

## **b) Automatización Robótica de Procesos (RPA)**

La Automatización Robótica de Procesos (RPA) utiliza software especializado (*bots*) para emular la interacción humana con sistemas informáticos en la ejecución de tareas repetitivas y basadas en reglas. Es crucial diferenciarla de la IA cognitiva, pues la RPA no “piensa”, sino que ejecuta instrucciones predefinidas. En el *back-office* de la aerolínea, la RPA se presenta como la herramienta más factible para enfrentar la rigidez administrativa heredada. Esta tecnología permite automatizar procesos como la entrada de datos de la nómina, la conciliación de facturas o la generación de reportes recurrentes, interactuando directamente con los sistemas heredados (*legacy systems*) sin necesidad de una integración compleja vía API. Como resultado, la RPA ofrece un Retorno de Inversión (ROI) rápido, al reducir el error humano y acelerar los ciclos operativos del área administrativa. En el contexto de la aerolínea, esta tecnología resulta especialmente aplicable a procesos de nómina, conciliación de facturas y generación de reportes. En implementaciones iniciales, se han observado reducciones de entre un 10 % y un 40 % en los tiempos de ciclo, alcanzando niveles superiores en contextos transaccionales específicos cuando se combina automatización robótica y cognitiva (Deloitte, 2022).

## **c) Machine Learning para la Optimización Dinámica de Precios (Revenue Management)**

La Optimización Dinámica de Precios constituye un proceso clave del *Revenue Management* moderno, orientado a maximizar el ingreso por cada asiento vendido. A diferencia de la fijación de tarifas estáticas y manual, los algoritmos de *machine learning* utilizan el historial de ventas, la demanda en tiempo real, las tarifas de la competencia y la estacionalidad para predecir la disposición de pago del cliente en cada momento. Esta capacidad de análisis predictivo y ajuste automático permite a la aerolínea reaccionar al mercado de forma inmediata. La factibilidad de esta solución, si bien es la más dependiente de la calidad del dato consolidado, promete el mayor impacto directo en la generación de ingresos, al transformar el área comercial de un centro de gestión a un centro de maximización algorítmica de beneficios. En este sentido, la implementación de un sistema de *Revenue Management* basado en IA permitiría a Cubana de Aviación evolucionar desde una gestión manual y estática de tarifas hacia una gestión predictiva y flexible. La literatura sobre economía digital destaca que la capacidad de adaptación automática al entorno convierte a la IA en una herramienta esencial para la maximización de ingresos en mercados dinámicos (Brynjolfsson & McAfee, 2017).

Al combinar estas tres tecnologías, se construye una estrategia de adopción gradual: el PLN mejora la experiencia del cliente, la RPA aumenta la eficiencia interna y el *machine learning* maximiza la rentabilidad. Esta secuenciación asegura viabilidad técnica y económica, alineada con la madurez digital de la empresa estatal, y permite que cada solución refuerce a la siguiente, optimizando los recursos disponibles y respetando las restricciones presupuestarias y regulatorias del sector público cubano.

En la Tabla 1 se presenta la hoja de ruta de adopción escalonada de inteligencia artificial para Cubana de Aviación, estructurada en fases progresivas según complejidad tecnológica, impacto organizacional y retorno esperado. Este modelo integra fases de adopción, procesos o áreas, tecnologías implementadas y beneficios asociados. Permite iniciar la transformación digital mediante soluciones de bajo riesgo y alta visibilidad, como *Chatbots* y RPA, consolidando gradualmente capacidades analíticas y estratégicas más avanzadas, como *machine learning* para optimización de precios y gestión del cambio organizacional, en correspondencia con las restricciones presupuestarias, regulatorias y organizativas propias de una empresa estatal del sector aeronáutico.

**Tabla 1.** Hoja de Ruta Escalonada para la Adopción de Inteligencia Artificial en Cubana de Aviación

Fase de adopción	Proceso/Área	Tecnología	Beneficio clave
Inicial	Servicio al Cliente	PLN / ( <i>Chatbots</i> )	Atención inmediata, reducción de consultas rutinarias, escalabilidad sin aumentar personal
Inicial	Administración / (Back-office)	RPA	Automatización de tareas repetitivas, reducción de errores, aceleración de ciclos operativos
Inicial	Gobernanza de Datos	( <i>Data Lake / APIs</i> )	Integración de datos dispersos, base para análisis predictivo y optimización
Intermedia	Comercial / ( <i>Revenue Management</i> )	( <i>Machine Learning</i> )	Optimización dinámica de precios, maximización de ingresos, respuesta rápida al mercado
Intermedia	Mantenimiento Operaciones	/ ( <i>Machine Learning</i> )	Predicción de fallos, planificación proactiva de recursos y repuestos
Avanzada	Planificación Estratégica	Integración tecnologías	de Mejor toma de decisiones, análisis avanzado de KPIs, alineación con objetivos institucionales
Avanzada	Gestión del Cambio Organizacional	Programas capacitación (upskilling reskilling)	de Preparación del personal, adopción cultural de IA, reducción de resistencia al cambio
Avanzada	Seguridad y Ética de IA	Marcos gobernanza ciberseguridad	de y Protección de datos sensibles, transparencia, cumplimiento ético y reducción del riesgo reputacional e institucional.

Como se observa en la Tabla 1, la estrategia escalonada permite priorizar implementaciones de alto impacto y bajo riesgo, generando resultados visibles que facilitan la aceptación organizacional y la consolidación progresiva de capacidades analíticas y estratégicas, sentando las bases para una transformación digital sostenible en la empresa estatal.

### Marcos de Adopción Estratégica y Gestión Pública

La Aerolínea Cubana de Aviación opera bajo el modelo de empresa estatal, lo que impone un rol dual fundamental en la estrategia de IA. A diferencia de las aerolíneas privadas enfocadas exclusivamente en la maximización de ganancias, la empresa estatal debe equilibrar la rentabilidad comercial con el servicio público y el desarrollo social. Esto implica que la optimización dinámica de precios basada en *machine learning* deba considerar criterios de accesibilidad social, y no únicamente objetivos de ingresos. Además, los desafíos presupuestarios y los procesos de adquisición tecnológica se rigen por normativas propias de la Administración Pública, lo que tiende a alargar los ciclos de implementación. Este tipo de configuración institucional, en la que los objetivos de sostenibilidad financiera coexisten con mandatos sociales y marcos regulatorios rígidos, ha sido ampliamente caracterizada en los estudios sobre empresas públicas (Mazzucato, 2021).

Las políticas contemporáneas de modernización del sector público se sustentan en la noción de gobierno inteligente (*smart government*), donde la digitalización y el uso estratégico de los datos se conciben como

herramientas esenciales para la creación de valor público, según los enfoques predominantes en la literatura sobre gobernanza digital (OECD, 2023b). No obstante, las empresas estatales enfrentan limitaciones estructurales adicionales, como la centralización de la toma de decisiones. Entre los obstáculos más recurrentes se encuentran los procesos de adquisición tecnológica prolongados y burocráticos, así como la escasez de talento digital en las instituciones públicas, factores que pueden ralentizar la adopción de innovaciones, tal como se documenta en los estudios sobre modernización institucional en el sector público (World Bank, 2022). En este contexto, una estrategia de adopción progresiva de IA, basada en proyectos de impacto rápido y retorno comprobable, resulta clave para generar legitimidad y apoyo institucional.

Por tanto, el plan de adopción escalonado de IA que aquí se propone responde a una lógica tanto técnica como política: iniciar con soluciones de bajo riesgo y alta visibilidad —como la RPA y los *chatbots*— que permitan demostrar beneficios inmediatos, fortalecer la confianza organizacional y allanar el camino para implementaciones más complejas, como la optimización dinámica de precios. Este tipo de enfoque gradual, sustentado en casos de uso focalizados y pilotos tempranos, ha sido recomendado en los análisis sobre transformación digital en el sector público, particularmente para demostrar valor y facilitar el escalamiento progresivo de las soluciones (PwC, 2024b). Asimismo, la viabilidad política y financiera de la transformación tecnológica depende de su alineación con los objetivos estratégicos del Estado, dado que la digitalización de las empresas públicas alcanza su mayor impacto cuando se integra en políticas nacionales de innovación y gobierno digital, como señalan los estudios regionales sobre desarrollo institucional (CEPAL, 2023).

### **Planeación estratégica y modelos de adopción tecnológica**

La implementación exitosa de tecnologías disruptivas como la IA requiere un marco de planeación estratégica que trascienda la mera adquisición tecnológica y contemple aspectos de cultura organizacional, gobernanza y gestión del cambio. La literatura sobre innovación tecnológica ofrece diversos modelos que permiten comprender los factores que facilitan o dificultan la adopción en entornos institucionales complejos.

El Modelo de Aceptación de Tecnología (TAM) sostiene que la adopción de una innovación tecnológica depende fundamentalmente de dos percepciones clave: la utilidad percibida y la facilidad de uso, dimensiones ampliamente reconocidas en los estudios sobre aceptación tecnológica (Davis, 1989). En el contexto de una empresa estatal, ello implica que empleados y directivos deben comprender de manera clara cómo la IA mejora sus procesos cotidianos y percibirla como una herramienta accesible y funcional. De igual modo, la Teoría de Difusión de la Innovación describe la adopción tecnológica como un proceso social que se extiende desde los innovadores hasta los rezagados, lo que hace necesario gestionar activamente la resistencia al cambio y fomentar una cultura de aprendizaje continuo en la organización (Rogers, 2003).

Para orientar la implementación de IA, resulta pertinente considerar modelos de madurez tecnológica que permitan evaluar la preparación institucional en dimensiones como estrategia, datos y gobernanza. En este ámbito, la literatura especializada y diversos marcos de referencia han propuesto evaluar la capacidad organizacional para adoptar IA a partir de variables asociadas al liderazgo, la infraestructura tecnológica y los procesos de gestión, como se observa en los modelos de madurez en IA desarrollados en los últimos años (Gartner, 2023a; PwC, 2024c). Aplicados al caso de Cubana de Aviación, estos marcos facilitan la priorización de inversiones y la definición de una hoja de ruta realista, comenzando por áreas de mayor impacto y menor complejidad técnica. Estos marcos se emplearon como referencias complementarias de madurez tecnológica, sin sustituir la evidencia académica revisada por pares que sustenta el marco teórico y metodológico del estudio.



Por su parte, la planeación estratégica en el sector público se apoya en metodologías adaptadas a entornos estatales, como el *Balanced Scorecard* y la Gestión por Resultados, que permiten traducir objetivos tecnológicos en indicadores de desempeño institucional (Kaplan & Norton, 2008). Estas herramientas facilitan el monitoreo de avances en eficiencia, calidad del servicio y satisfacción del ciudadano. En el caso específico de la IA, dichos indicadores pueden incluir variables como el tiempo de respuesta automatizada, la reducción de la tasa de error o los incrementos de ingresos derivados de la optimización de precios.

Finalmente, la adopción de IA en una empresa estatal debe gestionarse como un proceso de transformación organizacional integral, más allá de la dimensión tecnológica. Este tipo de procesos requiere liderazgo visible, comunicación clara y la obtención de victorias tempranas que consoliden la credibilidad del proyecto, elementos recurrentemente señalados en los estudios sobre gestión del cambio organizacional (Kotter, 2012). En este sentido, el modelo de adopción tecnológica propuesto combina la planeación estratégica tradicional con marcos de innovación incremental, asegurando que la transformación digital se conciba como una evolución institucional guiada por resultados y legitimidad pública, y no como una imposición tecnológica.

### **Gobernanza de Datos y Seguridad Informática**

La adopción de IA en el sector público no puede concebirse sin un marco de gobernanza de datos sólido y éticamente responsable. La gobernanza de datos se entiende como el conjunto de políticas, procesos y estructuras que garantizan la calidad, la seguridad y el uso adecuado de la información a lo largo de su ciclo de vida, definición ampliamente aceptada en la literatura sobre gobernanza digital (European Commission, 2021). En el contexto de Cubana de Aviación, esta gobernanza resulta esencial para asegurar la integridad y la soberanía de los datos institucionales, que constituyen el insumo principal de los algoritmos de IA.

En el ámbito del sector público, la adopción de sistemas de IA exige equilibrar la innovación tecnológica con la protección de los derechos fundamentales, de modo que los modelos utilizados sean transparentes, explicables y auditables, tal como se recoge en los marcos internacionales de política pública sobre IA (OECD, 2023b). En la práctica, ello implica que los modelos aplicados a la Optimización Dinámica de Precios o a la atención al cliente mediante *chatbots* operen bajo principios de trazabilidad y responsabilidad institucional. En consecuencia, la adopción de la IA no puede basarse únicamente en la eficiencia técnica, sino también en la confianza pública y la legitimidad del dato.

El concepto de soberanía digital adquiere particular relevancia en entornos estatales. En la literatura europea sobre transformación digital, esta noción se asocia con la capacidad de una organización pública para mantener control sobre sus datos y procesos críticos sin depender de forma absoluta de proveedores externos (European Commission, 2021). En el caso de Cubana de Aviación, esta premisa refuerza la necesidad de diseñar arquitecturas de IA con componentes locales y políticas de acceso restringido, minimizando los riesgos de exposición o manipulación de información sensible.

La ciberseguridad constituye otro eje crítico dentro de la gobernanza de datos. La expansión de plataformas interconectadas, como APIs y *Data Lakes*, incrementa la superficie potencial de ataque, lo que hace imprescindible la implementación de controles de autenticación, encriptación y monitoreo continuo, conforme a los marcos de referencia en seguridad de la información aplicables a infraestructuras digitales complejas (NIST, 2023). Un incidente de seguridad no solo comprometería la integridad de la información, sino que también afectaría la confianza del público y la credibilidad institucional.

Por último, la ética de la IA exige prevenir el sesgo algorítmico, proteger la privacidad de los ciudadanos y garantizar la equidad en la toma de decisiones automatizadas. Las guías internacionales sobre IA confiable

identifican como principios fundamentales la supervisión humana, la robustez técnica, la privacidad, la transparencia, la diversidad, la equidad y la rendición de cuentas (European Commission, 2021; NIST, 2023). La incorporación de estos principios en el marco de gobernanza permitirá que Cubana de Aviación despliegue sistemas de IA que no solo sean eficientes, sino también justos y socialmente responsables.

### **Gestión de cambio organizacional (GCO) ante la automatización.**

Más allá de la infraestructura tecnológica, el mayor desafío en la adopción de IA en una empresa estatal radica en la dimensión humana y cultural del cambio. En Cubana de Aviación, donde predomina una cultura administrativa tradicional, la introducción de tecnologías como la RPA o los *chatbots* requiere una gestión del cambio planificada, gradual y participativa. La experiencia acumulada en procesos de transformación organizacional muestra que una proporción significativa de estas iniciativas fracasa no por fallas técnicas, sino por resistencia organizacional y debilidades en el liderazgo, un patrón ampliamente documentado en los estudios sobre gestión del cambio (Kotter, 2012).

La Gestión del Cambio Organizacional (GCO) se concibe como el proceso sistemático mediante el cual se prepara, apoya y capacita al personal para adoptar nuevas formas de trabajo. Su objetivo no es sustituir a las personas por tecnología, sino redirigir el talento hacia actividades de mayor valor cognitivo. En este sentido, los programas de *upskilling* y *reskilling* resultan fundamentales para que los empleados perciban la IA como una herramienta de apoyo y no como una amenaza, particularmente en contextos de adopción organizacional, tal como se señala en los estudios recientes sobre transformación del trabajo y automatización (McKinsey & Company, 2023, 2024).

Para implementar la GCO en el contexto de la aerolínea, se propone un modelo de gestión por fases, inspirado en los enfoques clásicos de gestión del cambio y adaptado a las particularidades del sector público:

1. **Crear conciencia y sentido de urgencia:** comunicar la necesidad de transformación ante la rigidez actual y los beneficios esperados de la IA.
2. **Formar una coalición de liderazgo digital:** identificar directivos y especialistas que actúen como promotores internos del cambio.
3. **Definir una visión clara y compartida:** conectar los objetivos tecnológicos con los valores institucionales de servicio público y eficiencia.
4. **Capacitar y empoderar al personal:** establecer programas de formación en competencias digitales, supervisión de *bots* y análisis de resultados.
5. **Consolidar logros tempranos:** iniciar con proyectos de impacto inmediato —como la automatización de la nómina o la atención automatizada al cliente— que demuestren resultados tangibles.
6. **Institucionalizar el cambio:** incorporar la innovación tecnológica como un componente permanente de la cultura organizacional.

La evidencia internacional indica que las organizaciones públicas que integran tecnología y gestión del cambio de manera coherente obtienen mejores resultados en términos de eficiencia y satisfacción del ciudadano, especialmente cuando estos procesos se abordan como transformaciones graduales y no como intervenciones aisladas (Kotter, 2012; World Bank, 2022). En este sentido, la estrategia de adopción de IA en Cubana de Aviación debe concebirse como un proceso evolutivo de aprendizaje institucional, en el que la tecnología actúe como catalizador de modernización y no como un fin en sí mismo.

## CONCLUSIONES

1. La IA constituye una herramienta estratégica para la sostenibilidad económica y operativa de la aviación civil en Cuba. Su adopción permite avanzar hacia modelos de gestión más eficientes, basados en datos y orientados a resultados.
2. La adopción escalonada de IA es viable para Cubana de Aviación, siempre que se prioricen soluciones de bajo riesgo y alto impacto inicial. En este sentido, la Automatización Robótica de Procesos, los Chatbots basados en Procesamiento de Lenguaje Natural y la Optimización Dinámica de Precios mediante *machine learning* constituyen los tres pilares con mayor retorno inmediato y factibilidad de implementación.
3. La gobernanza de datos constituye un factor crítico de éxito para cualquier iniciativa de inteligencia artificial en el sector público. La calidad, interoperabilidad, seguridad y trazabilidad de los datos determinan directamente la confiabilidad de los sistemas inteligentes y la legitimidad institucional de sus resultados.
4. La transformación tecnológica requiere una gestión activa del cambio organizacional, orientada a la capacitación, el empoderamiento del personal y la consolidación de una cultura institucional favorable a la innovación. La resistencia al cambio constituye una barrera más significativa que las limitaciones tecnológicas.
5. Se recomienda la implementación de un plan de adopción escalonada de IA, comenzando por proyectos piloto en áreas administrativas y de atención al cliente, que permitan demostrar beneficios tempranos, generar legitimidad interna y facilitar la posterior expansión hacia sistemas más complejos de analítica avanzada y gestión comercial.
6. Como línea futura de investigación, se sugiere profundizar en la medición del impacto económico y social de la IA en empresas estatales del sector aeronáutico, así como en el desarrollo de indicadores específicos de madurez digital adaptados a contextos de economías en desarrollo y modelos de gestión pública.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2017). *Machine, platform, crowd: Harnessing our digital future*. W. W. Norton & Company.
- Chen, H., Chiang, R. H. L., & Storey, V. C. (2012). Business intelligence and analytics: From big data to big impact. *MIS Quarterly*, 36(4), 1165–1188. <https://doi.org/10.25300/MISQ/2012/36.4.03>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2021). *Datos y hechos sobre la transformación digital: Informe sobre los principales indicadores de adopción de tecnologías digitales en el marco de la Agenda Digital para América Latina y el Caribe*. CEPAL. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/46766-datos-hechos-la-transformacion-digital-informe-principales-indicadores-adopcion>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2023). *Gobierno digital*. CEPAL. <https://www.cepal.org/es/temas/gobierno-digital>

- Davenport, T. H., & Ronanki, R. (2018). Artificial intelligence for the real world. *Harvard Business Review*, 96(1), 108–116. <https://hbr.org/2018/01/artificial-intelligence-for-the-real-world>
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340. <https://doi.org/10.2307/249008>
- Deloitte (2022). *Global intelligent automation survey 2022*. Deloitte Insights. <https://www.deloitte.com/us/en/insights/topics/talent/intelligent-automation-2022-survey-results.html>
- European Commission. (2021). *2030 Digital Compass: The European way for the Digital Decade* (COM/2021/118 final). Publications Office of the European Union. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/d4220021-8d20-11eb-b85c-01aa75ed71a1/language-en>
- Gartner (2023a). *AI maturity & roadmap toolkit*. Gartner. <https://www.gartner.com/en/chief-information-officer/research/ai-maturity-model-toolkit>
- Gartner (2023b). *Data lake definition and architecture overview*. Gartner Glossary. <https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/data-lake>
- Irani, Z., Abril, R. M., Weerakkody, V., Omar, A., & Sivarajah, U. (2023). The impact of legacy systems on digital transformation in European public administration: Lessons learned from a multi-case analysis. *Government Information Quarterly*, 40(1), 101784. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2022.101784>
- Janssen, M., Brous, P., Estevez, E., Barbosa, L. S., & Janowski, T. (2020). Data governance: Organizing data for trustworthy artificial intelligence. *Government Information Quarterly*, 37(3), 101493. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2020.101493>
- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (2008). *The execution premium: Linking strategy to operations for competitive advantage*. Harvard Business Press.
- Khatri, V., & Brown, C. V. (2010). Designing data governance. *MIS Quarterly*, 34(4), 687–712. <https://doi.org/10.2307/25750799>
- Kotter, J. P. (2012). *Leading change*. Harvard Business Review Press.
- Marr, B. (2022). *Big data: Using SMART big data, analytics and metrics to make better decisions and improve performance*. Wiley.
- Mazzucato, M. (2021). *Mission economy: A moonshot guide to changing capitalism*. Allen Lane.
- McKinsey & Company (2023). *The economic potential of generative AI: The next productivity frontier*. McKinsey Global Institute. <https://www.mckinsey.com/featured-insights/mckinsey-global-institute/the-economic-potential-of-generative-ai-the-next-productivity-frontier>
- McKinsey & Company (2024). *Upskilling and reskilling priorities for the gen AI era*. McKinsey & Company. <https://www.mckinsey.com/capabilities/people-and-organizational-performance/our-insights/the-organization-blog/upskilling-and-reskilling-priorities-for-the-gen-ai-era>

- Müller, J. M., Buliga, O., & Voigt, K.-I. (2021). The role of absorptive capacity and innovation strategy in the digital transformation of organizations. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 32(2), 420–441. <https://doi.org/10.1108/JMTM-09-2019-0343>
- National Institute of Standards and Technology. (2024). *The NIST Cybersecurity Framework (CSF) 2.0* (NIST CSWP 29). U.S. Department of Commerce. <https://doi.org/10.6028/NIST.CSWP.29>
- Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). (2023a). *Government at a glance 2023*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/3d5c5d31-en>
- Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). (2023b). *The OECD digital government policy framework*. OECD Publishing. [https://www.oecd.org/en/publications/the-oecd-digital-government-policy-framework\\_f64fed2a-en.html](https://www.oecd.org/en/publications/the-oecd-digital-government-policy-framework_f64fed2a-en.html)
- PwC. (2024a). *Global annual review 2024*. PwC. <https://www.pwc.com/gx/en/global-annual-review/2024/pwc-global-annual-review-2024.pdf>
- PwC. (2024b). *GenAI for next-gen governments*. PwC. <https://www.pwc.com/gx/en/government-public-services/assets/genai-for-next-gen-governments.pdf>
- PwC. (2024c). *AI leadership maturity assessment*. PwC. <https://aimaturityassessment.my.pwc.com/>
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations* (5th ed.). Free Press.
- Russell, S., & Norvig, P. (2022). *Artificial intelligence: A modern approach* (4th ed.). Pearson.
- Vial, G. (2019). Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *MIS Quarterly*, 43(1), 223–250. <https://doi.org/10.25300/MISQ/2019/12910>
- Wamba, S. F., Gunasekaran, A., Akter, S., Ren, S. J. F., Dubey, R., & Childe, S. J. (2017). Big data analytics and firm performance: Effects of dynamic capabilities. *Journal of Business Research*, 70, 356–365. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2016.08.009>
- World Bank. (2022). *Interoperability: Towards a data-driven public sector* (Equitable Growth, Finance and Institutions Insight – Governance). The World Bank. <https://hdl.handle.net/10986/38520>
- Zuiderwijk, A., Chen, Y.-C., & Salem, F. (2021). Implications of the use of artificial intelligence in public governance: A systematic literature review and a research agenda. *Information Polity*, 26(4), 365–385. <https://doi.org/10.3233/IP-210067>