Organización de Aviación Civil Internacional

ATConf/7-WP/112[1]
9/10/26

NOTA DE ESTUDIO

SEPTIMA CONFERENCIA MUNDIAL DE TRANSPORTE AÉREO (ATCONF/7)

Montreal (sede), 16 - 20 de noviembre de 2026

Cuestión 4: Tecnologías emergentes, nuevos modelos de negocio y otros asuntos afines
4.1: Marcos para la reglamentación económica de las tecnologías emergentes

GARANTIZAR UNA TOMA DE DECISIONES CENTRADA EN EL SER HUMANO AL USAR TECNOLOGÍAS EMERGENTES EN LA AVIACIÓN

[Nota presentada por Omán, la Federación Internacional de los Trabajadores del Transporte (ITF), la Federación Internacional de Asociaciones de Pilotos de Líneas Aéreas (IFALPA) y la Federación Internacional de Asociaciones de Controladores de Tránsito Aéreo (IFATCA)]

RESUMEN

La inteligencia artificial (IA), la automatización y otras tecnologías emergentes pueden reforzar la seguridad operacional de la aviación, la resiliencia y el desempeño humano, siempre que no menoscaben la capacidad humana y el criterio profesional de los que depende el sistema. La aviación ya hace un uso generalizado de la automatización. El nuevo desafío reside en que algunos sistemas basados en IA pueden producir resultados menos predecibles o explicables que la automatización convencional, lo que aumenta la importancia de contar con márgenes eficaces de seguridad operacional.

Los Principios de actuación humana de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) reconocen que las personas crean resiliencia al adaptarse a entornos complejos y dinámicos. Por consiguiente, una supervisión humana sustantiva requiere algo más que contar nominalmente con participación humana ("human in the loop"): los trabajadores y las trabajadoras necesitan las competencias, la conciencia situacional, la información y la autoridad efectiva necesarias para comprender, cuestionar y, cuando sea preciso, anular las decisiones respaldadas por la tecnología. Cuando la IA o la automatización influyan materialmente en funciones críticas para la seguridad operacional de las que depende la vida humana, la autoridad humana efectiva debería ser un elemento explícito y garantizado del diseño del sistema.

Por consiguiente, el cambio tecnológico debería estar centrado en el ser humano y respaldado por evaluaciones de los factores humanos y del impacto en la fuerza laboral, el desarrollo de competencias, salvaguardias frente a la fatiga y la carga de trabajo, la transparencia, el aseguramiento de la seguridad operacional y la participación de los trabajadores y las trabajadoras. Una autoridad humana claramente definida puede proporcionar un marco en el que los trabajadores y las trabajadoras, los organismos reguladores y quienes desarrollan la tecnología puedan colaborar con confianza en innovaciones útiles.

Medidas propuestas a la Conferencia: Se invita a la Conferencia a:

a) reafirmar que las tecnologías emergentes deberían mejorar la seguridad operacional de la aviación y la capacidad humana, preservando al mismo tiempo una toma de decisiones sustantiva y centrada en el ser humano y el criterio profesional;

[1] Las versiones en español, árabe, chino, francés, inglés y ruso fueron proporcionadas por la ITF.

b) alentar a los Estados miembros y a la industria a garantizar que las tecnologías emergentes respalden una supervisión humana sustantiva, una toma de decisiones fundamentada y el criterio profesional y, –en particular en las funciones críticas para la seguridad operacional de las que depende la vida humana–, a garantizar que sea explícita y quede asegurada la autoridad humana para comprender y cuestionar los resultados respaldados por la tecnología y, cuando sea necesario por razones de seguridad operacional, anularlos;

c) alentar la realización de evaluaciones de factores humanos y del impacto en la fuerza laboral que aborden la formación y las competencias, la dotación de personal, la fatiga, la carga de trabajo, los riesgos psicosociales y la asignación de responsabilidades, junto con la transparencia y el aseguramiento continuo de la seguridad operacional cuando las tecnologías emergentes modifiquen materialmente el trabajo en la aviación o las responsabilidades operacionales;

d) instar a la OACI a que, al elaborar políticas y orientaciones relativas a las tecnologías emergentes, promueva la toma de decisiones centrada en el ser humano y la participación sustantiva de los trabajadores y las trabajadoras de la aviación y de las organizaciones que los representan en el diseño, las pruebas, la implementación y la revisión de las nuevas tecnologías, recurriendo, cuando proceda, a los conocimientos de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) sobre las dimensiones del cambio tecnológico relacionadas con el mundo del trabajo, a través del Acuerdo de cooperación OACI-OIT; y

e) solicitar a la OACI que considere elaborar orientaciones sobre una supervisión humana sustantiva de los sistemas de aviación basados en IA y altamente automatizados, que abarquen la autoridad humana, las competencias y el mantenimiento de las aptitudes, la participación de la fuerza laboral, la transparencia, los mecanismos seguros de respaldo y una rendición de cuentas clara durante todo el ciclo de vida de la tecnología, en consulta con las organizaciones representativas de la fuerza laboral de la aviación y, cuando proceda, recurriendo a los conocimientos de la OIT.

Objetivo estratégico:	Esta nota de estudio se relaciona con el objetivo estratégico *Todos los vuelos son seguros y protegidos* y *El desarrollo económico del transporte aéreo posibilita la prosperidad económica y el bienestar social para todo el mundo*
Repercusiones financieras:	Las actividades propuestas deberían, cuando sea posible, llevarse a cabo mediante los programas y recursos existentes de la OACI en materia de actuación humana, seguridad operacional, instrucción, innovación y reglamentación.
Referencias:	OACI, Human Performance (Actuación humana); Human Performance Principles (Principios de actuación humana); HP Considerations in Automated Systems (Consideraciones sobre la actuación humana en los sistemas automatizados); Fatigue Management (Gestión de la fatiga); OACI, Human Performance and Cabin Crew (Actuación humana y tripulación de cabina); EASA Ethics for Artificial Intelligence in Aviation – Aviation Professionals Survey Results 2024/2025 (Ética de la inteligencia artificial en la aviación – Resultados de la encuesta a profesionales de la aviación 2024/2025); OIT/OCDE, Compendium of best practices for a human-centered development and use of Artificial Intelligence in the world of work (Compendio de buenas prácticas para un desarrollo y uso de la inteligencia artificial centrados en las personas en el mundo del trabajo), 2026. Consejo Internacional de Aeropuertos (ACI World), The Evolution of the Airport Workforce: Turning Challenges into Opportunities (La evolución de la fuerza de trabajo aeroportuaria: cómo convertir los desafíos en oportunidades), 2022. Reglamento de Ejecución (UE) 2017/373 de la Comisión (definición de "sistema funcional"); EASA, Artificial Intelligence Roadmap 2.0 (Hoja de ruta 2.0 de la EASA sobre inteligencia artificial), 2023; IFATCA, Review of Automation Policies (Revisión de las políticas de automatización), WP98, 2024; IFATCA, ATCO Skills with the Use of Artificial Intelligence and Legal Liability (Competencias del personal ATCO en el uso de la inteligencia artificial y responsabilidad jurídica), WP157, 2025; Federación Internacional de los Trabajadores del Transporte (ITF), Tomemos las riendas: principios del personal del transporte sobre la inteligencia artificial, 2026; ECA/IFALPA, Artificial Intelligence in Civil Aviation (Inteligencia artificial en la aviación civil), 2025

1. INTRODUCCIÓN

1.1 La automatización no es algo nuevo en la aviación; desde hace mucho tiempo, los sistemas altamente automatizados respaldan operaciones seguras y eficientes en ámbitos como las operaciones de vuelo y la gestión del tránsito aéreo. La Inteligencia artificial (IA), la automatización y otras tecnologías emergentes ya están afectando a los lugares de trabajo del sector de la aviación. El desarrollo de sistemas basados en IA plantea cuestiones adicionales sobre sus repercusiones para el personal de la aviación. La encuesta de la Agencia Europea de Seguridad Aérea (AESA) entre profesionales de la aviación con vinculación con la IA examinó las percepciones de ocho aplicaciones hipotéticas de la IA en la aviación y detectó preocupaciones acerca de la supervisión humana, la posible pérdida de competencias y la rendición de cuentas[2].

1.2 La capacidad tecnológica por sí sola no permite establecer un sistema más seguro ni más resiliente. Algunas aplicaciones de IA/aprendizaje automático plantean desafíos adicionales porque sus resultados o su comportamiento pueden ser menos predecibles o explicables que los de la automatización convencional. Por consiguiente, los marcos económicos y reglamentarios deberían tener en cuenta la capacidad humana, la resiliencia de la fuerza laboral y la seguridad operacional, y apoyarse en datos empíricos, análisis de factores humanos y aseguramiento de la seguridad operacional cuando se vean afectadas funciones críticas para la seguridad operacional.

2. ANÁLISIS

2.1 **Actuación humana y cambio tecnológico:** La Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) define la actuación humana como la contribución humana al rendimiento del sistema y reconoce que las personas son parte integral de la identificación y gestión de riesgos. Sus principios de actuación humana establecen: “Las personas son claves para el sistema de aviación, ya que crean resiliencia al ajustarse y adaptarse constantemente”[3]. La OACI también señala posibles riesgos asociados a la automatización. Sus orientaciones advierten de que “la dependencia excesiva del sistema automatizado […] puede contribuir al deterioro de las habilidades” y señalan que la recuperación cuando la automatización se enfrenta a condiciones que quedan fuera de su diseño puede depender de una rápida respuesta humana[4]. Por consiguiente, el objetivo debería ser utilizar la tecnología para respaldar la actuación humana, en lugar de erosionar progresivamente las capacidades necesarias para gestionar situaciones anormales, dinámicas, degradadas o imprevistas.

2.2 **Una supervisión humana sustantiva** requiere que los trabajadores y las trabajadoras que desempeñan funciones críticas para la seguridad operacional comprendan las limitaciones del sistema, mantengan la conciencia situacional y dispongan de la formación, la información y la autoridad necesarias para ejercer su criterio profesional. Para ello se requiere suficiente transparencia sobre las capacidades, las limitaciones y los resultados del sistema, de modo que los trabajadores y las trabajadoras puedan ejercer un criterio profesional fundamentado. Las orientaciones de la OACI hacen hincapié en una comprensión y un grado de confianza adecuados respecto de la automatización. Cuando una función afecta directamente a la vida humana, la autoridad humana para comprender, cuestionar y, cuando sea necesario por razones de seguridad operacional, anular los resultados automatizados o respaldados por la IA debería ser explícita y estar garantizada, en lugar de darse por supuesta. Por tanto, el criterio pertinente no consiste simplemente en determinar si sigue habiendo una persona presente, sino si se preserva una autoridad humana efectiva allí donde se toman decisiones críticas para la seguridad operacional. El concepto de “sistema funcional” de la

---

[2] EASA, Ethics for Artificial Intelligence in Aviation – Aviation Professionals Survey Results 2024/2025 (Ética de la inteligencia artificial en la aviación: resultados de la encuesta a profesionales de la aviación 2024/2025).

[3] OACI, Human Performance (Actuación humana); OACI, Human Performance Principles (Principios de actuación humana) https://www.icao.int/operational-safety/HP; https://www.icao.int/operational-safety/HP/HPP

[4] OACI, HP Considerations in Automated Systems (Consideraciones sobre la actuación humana en los sistemas automatizados) https://www.icao.int/operational-safety/HP/considerations

reglamentación de la Unión Europea (UE) sobre aviación —que combina procedimientos, recursos humanos y equipos, incluidos *hardware* y *software*— ofrece una perspectiva sistémica útil: la IA y la automatización se integran en un sistema más amplio organizado por seres humanos, en lugar de situarse al margen de él[5].

2.3 **Mantener la capacidad humana**: Una fuerza laboral bien formada, con una dotación de personal adecuada y suficientemente descansada es fundamental para la seguridad operacional y la resiliencia de la aviación. La OACI reconoce que la actuación se deteriora cuando las personas están fatigadas o sometidas a sobrecarga cognitiva y que la carga de trabajo puede agravar el riesgo asociado a la fatiga[6]. Por consiguiente, cuando la tecnología modifique sustancialmente las funciones operacionales, deberían tenerse en cuenta la formación, la fatiga, la carga de trabajo, la dotación de personal, el mantenimiento de las competencias y los riesgos psicosociales asociados al cambio tecnológico. La responsabilidad humana puramente formal ofrece una protección limitada si el trabajador o la trabajadora carece de las competencias, el estado de alerta, la conciencia situacional o la autoridad en la práctica necesarios para intervenir de manera efectiva.

2.4 **Mantener las trayectorias profesionales en la aviación:** El cambio tecnológico también tiene implicaciones para la capacidad de la aviación de atraer, desarrollar y retener la fuerza laboral cualificada que necesita. La inversión en educación, formación y desarrollo profesional tiene más probabilidades de seguir resultando atractiva cuando los trabajadores y las trabajadoras pueden vislumbrar trayectorias profesionales viables a largo plazo y oportunidades para desarrollar sus competencias a medida que evoluciona la tecnología. Un enfoque centrado en el ser humano que utilice el cambio tecnológico para reforzar las capacidades de la fuerza laboral, respaldado por el aprendizaje permanente, el reciclaje profesional y el desarrollo de la carrera profesional, puede ayudar a conciliar la innovación con los objetivos paralelos de la OACI de atraer nuevos talentos y desarrollar la capacidad humana necesaria para el crecimiento futuro de la aviación.

2.5 **Aplicación en todo el sector de la aviación**: Estos principios se aplican a todo el ecosistema de la aviación. En el puesto de pilotaje, la IA y la automatización deberían reforzar el criterio profesional, preservando al mismo tiempo la autoridad humana necesaria para las decisiones críticas para la seguridad operacional. La automatización del puesto de pilotaje y los conceptos de tripulación reducida suscitan interrogantes sobre la carga de trabajo, la fatiga, la incapacitación, el mantenimiento de las competencias y la resiliencia operacional. Las tecnologías de cabina deberían respaldar, en lugar de debilitar, la capacidad de la tripulación debidamente formada y su preparación para desempeñar funciones de seguridad operacional y emergencia. En la gestión del tránsito aéreo, la política de la Federación Internacional de Asociaciones de Controladores de Tránsito Aéreo (IFATCA) establece asimismo que la IA/aprendizaje automático debería implementarse como apoyo a la toma de decisiones y no sustituir la decisión del personal controlador de tránsito aéreo (ATCO)[7]. Del mismo modo, las tecnologías introducidas en las operaciones en tierra deberían mantener mecanismos efectivos de protección de la seguridad operacional centrados en el ser humano. La propia OACI aplica consideraciones sobre la actuación humana a las operaciones de vuelo, el control de tránsito aéreo, el mantenimiento y las operaciones a distancia. Por consiguiente, el equilibrio adecuado entre las personas y la tecnología debería determinarse mediante investigación, pruebas, datos empíricos, evaluaciones de factores humanos y aseguramiento de la seguridad operacional, incluidas las condiciones anormales e imprevistas.

---

[5] Reglamento de Ejecución (UE) 2017/373 de la Comisión, Anexo I — Definiciones.

[6] OACI, Human Performance Principles (Principios de la actuación humana); OACI, Fatigue Management Approaches (Enfoques de gestión de la fatiga) https://www.icao.int/operational-safety/HP/HPP;https://www.icao.int/operational-safety/fatigue-management/fatigue-management-approaches

[7] IFATCA, ATCO Skills with the Use of Artificial Intelligence and Legal Liability (Competencias del personal ATCO con el uso de inteligencia artificial y responsabilidad jurídica), WP157, 64.ª Conferencia Anual, Abu Dabi, Emiratos Árabes Unidos, 28 de abril–2 de mayo de 2025.

2.6 **Gestionar el cambio mediante la participación de los trabajadores y las trabajadoras:** Las consideraciones relativas a los factores humanos y la fuerza laboral deberían abordarse desde las primeras fases del diseño y la planificación y durante la implementación y la supervisión. Cuando la tecnología modifique sustancialmente el trabajo, deberían abordarse la formación y el reciclaje profesional, las competencias y el mantenimiento de las habilidades, la carga de trabajo y la fatiga, las repercusiones en la dotación de personal, la interacción persona-máquina, la transparencia y la rendición de cuentas, así como mecanismos para identificar consecuencias imprevistas. Los trabajadores y las trabajadoras que operan, mantienen e interactúan con los sistemas de aviación poseen amplios conocimientos, tanto prácticos como conceptuales, sobre el funcionamiento de la tecnología en entornos operacionales reales. No basta con incorporar estos aspectos a la implementación y la revisión; es preciso partir de un principio de codiseño. Este enfoque también es coherente con el Libro Blanco de ACI World de 2022 "La evolución de la fuerza laboral aeroportuaria", que aboga por que la tecnología esté al servicio de las personas y por que estas permanezcan en el centro de su desarrollo, funcionamiento y mantenimiento[8]. La Organización Internacional del Trabajo (OIT) y la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) hacen hincapié en una IA segura, protegida y fiable, unas fuerzas laborales futuras resilientes y la preparación de los trabajadores y las trabajadoras para las transiciones relacionadas con la IA[9].

3. CONCLUSIÓN

3.1 La tecnología debería mejorar la actuación y la capacidad humanas, no menoscabar las condiciones necesarias para que las personas mantengan la seguridad operacional de la aviación. Las tecnologías emergentes pueden reforzar la aviación cuando mejoran la seguridad operacional, la resiliencia y la capacidad de las personas para desempeñar sus funciones eficazmente. El objetivo es respaldar el éxito de las mejoras de la automatización en la aviación y establecer límites claros de seguridad operacional, especialmente cuando las tecnologías emergentes introducen nuevas formas de incertidumbre o una menor explicabilidad.

3.2 La supervisión efectiva, el mantenimiento de las competencias, una dotación de personal adecuada, las salvaguardias frente a la fatiga, la evaluación de factores humanos, el aseguramiento de la seguridad operacional y la participación de los trabajadores y las trabajadoras pueden contribuir a garantizar que el cambio tecnológico no comprometa la seguridad operacional de la aviación, sino que la refuerce. Cuando la vida humana dependa de una función crítica para la seguridad operacional, la responsabilidad debería ir acompañada de una autoridad humana explícita y garantizada para comprender, cuestionar e intervenir.

— FIN —

[8] ACI World, The Evolution of the Airport Workforce: Turning Challenges into Opportunities (La evolución de la fuerza laboral aeroportuaria: convertir los desafíos en oportunidades), 2022.

[9] OIT/OCDE, Compendium of best practices for a human-centered development and use of Artificial Intelligence in the world of work (Compendio de buenas prácticas para un desarrollo y uso de la inteligencia artificial centrado en las personas en el mundo del trabajo), 2026. https://doi.org/10.54394/INMX2843