



NOTA DE ESTUDIO

ASAMBLEA — 42º PERÍODO DE SESIONES

COMISIÓN TÉCNICA

Cuestión 24: Iniciativas prioritarias de seguridad operacional de la aviación y navegación aérea

**CREACIÓN DE UN GRUPO DE ESTUDIO SOBRE LA APLICACIÓN DE
LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL A LA AVIACIÓN**

(Nota presentada por el Brasil)

RESUMEN

El uso creciente de la inteligencia artificial (IA) en la aviación —en particular en los sistemas no tripulados, la movilidad aérea urbana y las operaciones en el espacio aéreo de gran densidad—, exige con urgencia la atención de la comunidad internacional. En esta nota se propone la creación de un grupo de estudio bajo la autoridad de la Comisión de Aeronavegación que se encargue de evaluar las implicaciones que tiene la IA para la seguridad operacional, la certificación, la integración del espacio aéreo y la validación de los sistemas.

Decisión de la Asamblea: Se invita a la Asamblea a:

- a) reconocer la necesidad de que la OACI dirija la coordinación mundial sobre la IA en la aviación; y
- b) respaldar la creación de un grupo de estudio sobre la IA bajo la autoridad de la Comisión de Aeronavegación (ANC).

| | |
|-----------------------------------|--|
| <i>Objetivos estratégicos:</i> | Esta nota de estudio se relaciona con los objetivos estratégicos: <i>Todos los vuelos son seguros y La aviación brinda movilidad fluida, accesible y confiable para todo el mundo.</i> |
| <i>Repercusiones financieras:</i> | Las actividades se llevarán a cabo dentro de los límites de los recursos existentes de la OACI, con las contribuciones de los Estados miembros. |
| <i>Referencias:</i> | OACI, <i>Informe sobre el medio ambiente 2025</i> OACI, Los Estados adoptan el objetivo ambicioso mundial de cero emisiones netas en 2050 para las operaciones de vuelo internacionales OACI, <i>Plan Estratégico 2026-2050</i> , OACI, <i>El impacto transformador de la IA en la aviación</i> OACI, <i>Guía práctica sobre los UAS de la OACI.</i> |

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Se reconoce cada vez más que la inteligencia artificial (IA), y en particular el aprendizaje automático, son instrumentos decisivos para el futuro de la aviación civil. De la gestión del tránsito aéreo y los sistemas de aeronaves hasta el mantenimiento, la instrucción y la seguridad operacional, la IA tiene el potencial de transformar la aviación mejorando el rendimiento, la seguridad operacional y la eficacia, al tiempo que da soluciones a la complejidad y el volumen crecientes de las operaciones aéreas.

1.2 La aviación mundial está experimentando una transformación significativa con la aparición de tecnologías como la movilidad aérea avanzada (AAM), los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) o las aeronaves de despegue y aterrizaje verticales (VTOL). Estas novedades, como se destaca en el Plan de Implementación de Movilidad Aérea Avanzada de la Administración Federal de Aviación (FAA) (FAA, 2023) y el Plan Europeo de Seguridad Operacional para la Aviación (EASp) de 2025, Volumen III (AESA, 2025), introducen nuevos usuarios y paradigmas operacionales del espacio aéreo que requieren capacidades de toma de decisiones dinámicas y basadas en datos, que superan las capacidades de los sistemas tradicionales operados por personas.

1.3 Al mismo tiempo, la hoja de ruta de la FAA para la garantía de la seguridad de la IA hace hincapié en la urgencia de elaborar marcos sólidos para certificar, validar e integrar funciones basadas en la IA en sistemas críticos para la seguridad operacional. Sin embargo, si no existen una coordinación y orientación internacionales, se corre el riesgo de que los Estados miembros adopten enfoques fragmentados, lo que podría comprometer la interoperabilidad, la seguridad operacional y la armonización reglamentaria a escala mundial.

1.4 En la presente nota de estudio se propone la creación de un grupo de estudio específico en el marco de la Comisión de Aeronavegación (ANC), ya que es el principal órgano técnico que opera bajo la autoridad del Consejo de la OACI. El grupo de estudio se encargaría de evaluar la aplicación de la IA en la aviación civil y de elaborar orientaciones técnicas, reglamentarias y operacionales para facilitar la integración segura y armonizada de la IA en todo el sector.

2. ANÁLISIS

2.1 Problemas sistémicos de la interacción entre la AAM y la IA

2.1.1 El sector de la aviación se enfrenta a un cambio de paradigma provocado por el auge de las operaciones de AAM, UAS y VTOL. Estas tecnologías emergentes están ampliando el acceso al espacio aéreo, en particular en bajas altitudes y en medios urbanos densamente poblados. Sin embargo, su integración plantea importantes desafíos para los sistemas de navegación aérea, las estructuras de vigilancia de la seguridad operacional y los marcos de reglamentación tradicionales.

2.1.2 Según el Plan de Implementación de Movilidad Aérea Avanzada de la Administración Federal de Aviación (FAA, 2023), la integración de la AAM requerirá una transformación en múltiples ámbitos operacionales, en especial la gestión del tránsito aéreo, la certificación de la aeronavegabilidad, las infraestructuras de comunicación y la integración comunitaria. Nuevos tipos de aeronaves realizarán sus operaciones más allá de la visibilidad directa visual (BVLOS), a la carta, y a menudo de forma autónoma o semiautónoma. Este modelo operacional dinámico exige nuevos niveles de escalabilidad, adaptabilidad e inteligencia de los sistemas, que no pueden administrarse únicamente a través de procesos manuales o antiguos.

2.1.3 La IA se considera cada vez más una solución viable para hacer frente a la complejidad creciente y la densidad de datos asociadas con las operaciones de AAM. Sin embargo, como se subraya en la hoja de ruta de la FAA para la garantía de la seguridad de la IA (versión I), los marcos actuales de

aseguramiento de la seguridad operacional de la aviación aún no están equipados para manejar sistemas adaptativos que operan en tiempo real y aprenden o evolucionan con el tiempo. Esto da lugar a brechas importantes en los procedimientos de certificación, los métodos de validación y los mecanismos de fomento de la confianza para los sistemas de aviación basados en la IA.

2.1.4 Además, existe el riesgo de que la falta de normas para los sistemas de IA, debida principalmente a la fragmentación de los enfoques nacionales e internacionales sobre la gobernanza y la certificación de la IA, socave la interoperabilidad mundial y cree asimetrías de reglamentación entre los Estados. Unas normas incoherentes podrían obstaculizar la escalabilidad de los sistemas de AAM y poner en peligro la confianza del público en los servicios de aviación asistidos por IA.

2.2 Dificultades operacionales y regionales

2.2.1 Esta dificultad se ve agravada aún más por la saturación del espacio aéreo. A partir de 2023 el tránsito aéreo comercial de los Estados Unidos volvió a unos niveles cercanos a los anteriores a la pandemia, con un volumen de transporte aéreo de más de 77,5 millones de personas pasajeras en un solo mes y una trayectoria de crecimiento constante que se espera se mantenga en los próximos años.

2.2.2 Paralelamente, en diciembre de 2022, los Estados Unidos contaban con una flota total estimada en aproximadamente 2,42 millones de UAS pequeños (sUAS), a saber: 1,69 millones de unidades recreativas y 727 000 unidades comerciales. Se prevé que en 2027 la flota recreativa alcance los 1,82 millones de unidades, a saber, un aumento del 7,8 por ciento con respecto a 2022, mientras que la previsión para la flota comercial es que crezca a 955 000 unidades, lo que representa un aumento del 31,4 por ciento en el mismo período. En general, esto implica que la flota debería alcanzar un total de 2,78 millones de unidades de sUAS de aquí a 2027, lo que supone un crecimiento del 14,9 por ciento en solo cinco años. Esta expansión sostenida subraya el creciente papel de los drones tanto en el ámbito comercial como en el recreativo y pone de relieve las crecientes implicaciones para la integración del espacio aéreo, los marcos de reglamentación y la planificación de las infraestructuras en los Estados Unidos. Además, la FAA prevé la producción de hasta 250 aeronaves VTOL al año, lo que representa un paso significativo hacia la puesta en marcha de los sistemas de AAM y el transporte aéreo urbano.

2.2.3 En el Brasil, Eve Air Mobility, una filial de Embraer, lidera el desarrollo de las aeronaves eVTOL, que prometen tener un impacto significativo en la movilidad urbana, particularmente en ciudades congestionadas, como São Paulo y Río de Janeiro. El enfoque global de Eve no se centra únicamente en las aeronaves, sino también en la construcción de un ecosistema completo de movilidad aérea urbana (UAM), que incluye los vertipuertos, los sistemas de gestión del tránsito aéreo urbano y la integración del transporte multimodal. La empresa ha publicado el primer concepto de operaciones (CONOPS) del Brasil para la UAM —destinado específicamente al ámbito de las operaciones en la ciudad de Río de Janeiro—, que se elaboró en colaboración con la Agencia Nacional de Aviación Civil (ANAC), el Departamento de Control del Espacio Aéreo (DECEA) y otras partes interesadas clave. La finalidad de esta iniciativa es la introducción segura y sostenible de los servicios eVTOL en medios urbanos, que servirán de modelo para su posible reproducción en otras zonas metropolitanas.

2.2.4 La asociación de Eve con Revo y Helicopters International SA (OHI) tiene por objeto introducir hasta 50 eVTOL en el espacio aéreo de São Paulo mediante la transición del uso de las rutas actuales por helicópteros a operaciones totalmente eléctricas, más silenciosas y más sostenibles. Se espera que este cambio reduzca drásticamente el tiempo de viaje de quienes se desplazan al trabajo, alivie la congestión viaria y reduzca las emisiones de carbono, contribuyendo así a la consecución de los objetivos ambientales de la ciudad. Sin embargo, este nuevo tránsito eVTOL funcionará en paralelo a más de 400 helicópteros matriculados, que actualmente realizan cerca de 2 200 despegues y aterrizajes diarios, lo que origina un espacio aéreo a baja altitud sumamente complejo y congestionado, que requerirá soluciones avanzadas de gestión del tránsito para garantizar la seguridad operacional y la eficacia.

2.2.5 El Departamento de Control del Espacio Aéreo del Brasil (DECEA) y la Agencia Nacional de Aviación Civil (ANAC) están elaborando activamente marcos y sistemas para gestionar este crecimiento, incluida la transición de las reglas de vuelo visual a las reglas de vuelo digitales para las VTOL y los UAS. Las principales dificultades existentes son la actualización de las clasificaciones del espacio aéreo, la mejora de las infraestructuras de comunicación y vigilancia, y la adopción de una gestión del tránsito basada en la IA para la detección y resolución de conflictos en tiempo real. Sin estos avances, la seguridad operacional y la eficacia del espacio aéreo cada vez más concurrido del Brasil pueden verse comprometidas.

2.2.6 Estas aeronaves nuevas compartirán un cielo ya congestionado con la aviación general, los vuelos comerciales y un número creciente de drones, creando un complejo entorno de espacio aéreo híbrido. La gestión de este entorno requerirá sistemas de coordinación autónomos o asistidos por IA capaces de resolver conflictos en tiempo real, establecer prioridades de tránsito y mitigar riesgos.

2.2.7 Por consiguiente, los sistemas de gestión del tránsito basados en las personas, incluso con asistencia digital, no podrán gestionar de manera segura ni eficiente la diversidad, velocidad y volumen crecientes de las operaciones. En la estrategia de implementación de la AAM de la FAA se reconoce explícitamente esta limitación y se reclaman nuevos paradigmas de gestión del tránsito respaldados por una automatización avanzada. Sin la integración de herramientas de apoyo a la toma de decisiones basadas en la IA, el sistema de espacio aéreo no podrá adaptarse para satisfacer la demanda proyectada.

2.2.8 En este contexto, el liderazgo de la OACI es esencial para fomentar la coordinación internacional y elaborar orientaciones armonizadas destinadas a la integración segura y eficaz de las tecnologías de IA. Sin un compromiso proactivo, el sistema de aviación mundial podría tropezar con ineficiencias operacionales, puntos débiles en el ámbito de la seguridad operacional y un mayor riesgo sistémico a medida que se hagan más comunes los sistemas que incorporan la inteligencia artificial.

2.3 **Beneficios y alineación con los objetivos estratégicos de la OACI**

2.3.1 La creación de un grupo de estudio sobre la IA en la aviación propicia directamente la consecución de los cinco objetivos estratégicos de la OACI, enunciados en su marco estratégico oficial y reforzados en el Plan Estratégico de la OACI para 2026-2050.

2.3.2 El objetivo principal de esta iniciativa es mejorar la seguridad operacional de la aviación civil mundial. La integración de sistemas basados en la IA se considera un recurso prometedor para mitigar los riesgos de seguridad operacional que plantea la creciente presencia de VTOL y UAS en un espacio aéreo compartido. Las herramientas de IA pueden facilitar la gestión de la alta densidad y la diversidad operacional introducidas por estos nuevos tipos de aeronaves, ofreciendo una evaluación de riesgos en tiempo real, una automatización adaptativa y una mejor conciencia de la situación tanto para los explotadores humanos como para los autónomos.

2.3.3 El grupo de estudio también contribuye a aumentar la capacidad y mejorar la eficacia del sistema mundial de aviación civil. A medida que el espacio aéreo se sature con una gama más amplia de usuarios, especialmente en los corredores urbanos a baja altitud, los sistemas tradicionales de gestión del tránsito aéreo no podrán seguir el ritmo. Los servicios basados en la IA pueden proporcionar un apoyo fundamental a la evitación de conflictos escalable, la optimización de las trayectorias y la integración fluida de los vuelos tripulados y no tripulados.

2.3.4 En el ámbito de la seguridad y la facilitación de la aviación civil, los sistemas de IA pueden desempeñar un papel cada vez más importante en el monitoreo de las operaciones autónomas, la detección de anomalías y la prevención del acceso no autorizado o el uso indebido de los UAS. Unas políticas mundiales armonizadas, la interoperabilidad y los mecanismos de vigilancia contribuirán a la seguridad de las operaciones, permitiendo al mismo tiempo una rápida innovación.

2.3.5 Desde una perspectiva económica, la creación del grupo de estudio propiciará que se consiga el objetivo de fomentar el desarrollo de un sistema de aviación civil sólido y económicamente viable. Los marcos de la IA normalizados pueden reducir los costos de certificación, mejorar la interoperabilidad transfronteriza y acelerar la preparación del mercado para los nuevos participantes, como los explotadores de UAM. Esto creará oportunidades para un crecimiento equitativo y apoyará la consecución del objetivo de la OACI de un desarrollo incluyente y sostenible.

2.3.6 Por último, aunque los principales impulsores de la integración de la IA sean la seguridad operacional y la eficacia, la gestión de las aeronaves y del espacio aéreo asistida por IA también puede ayudar a minimizar los efectos perjudiciales para el medioambiente de las actividades de aviación civil. Se espera que las emisiones y huellas acústicas de las aeronaves VTOL sean reducidas, lo que contribuirá a la consecución de los objetivos ambientales a largo plazo de la OACI, en particular el objetivo de cero emisiones netas de carbono para 2050.

3. CONCLUSIÓN

3.1 La creciente complejidad del sistema de espacio aéreo mundial, impulsada por el crecimiento simultáneo de la aviación comercial tradicional, la proliferación de los UAS y la rápida aparición de las aeronaves VTOL, ha propiciado la transformación de la aviación civil. Esta evolución es particularmente evidente en regiones como el Brasil, Europa y los Estados Unidos, donde los impactos operacionales, reglamentarios y tecnológicos de la AAM ya se están sintiendo.

3.2 En el Brasil, centros urbanos como São Paulo y Río de Janeiro están sufriendo una presión causada por la densidad de las operaciones a baja altitud. Un tránsito diario de más de 400 helicópteros en São Paulo y el despliegue previsto de flotas de eVTOL para 2027 hacen que la complejidad de la gestión del espacio aéreo vaya en aumento rápidamente. La publicación en colaboración del primer CONOPS de UAM del Brasil refleja el compromiso del país con la integración segura y sostenible de estas tecnologías, pero también subraya la urgencia de adoptar sistemas de gestión del tránsito basados en IA para manejar la demanda creciente.

3.3 En los Estados Unidos, la FAA informa de una fuerte recuperación del tránsito aéreo comercial y prevé que el crecimiento de los UAS y la AAM sea constante. Sus planes ponen de relieve la necesidad de adaptar la certificación y la vigilancia a la IA y los sistemas autónomos. En Europa, el EPAS 2025 – Volumen III de la AESA también concede prioridad a la IA, la resiliencia digital y la integración de los UAS, señalando que la complejidad del espacio aéreo transfronterizo y la innovación acelerada ponen en dificultades los marcos de reglamentación existentes.

3.4 Lo más importante es que los modelos de control del tránsito aéreo y de vigilancia de la seguridad operacional operados por personas pronto ya no serán suficientes para gestionar la velocidad, el volumen y la diversidad de los usuarios del espacio aéreo. A medida que el sistema de aviación evoluciona hacia unos niveles de autonomía más altos, una conducta adaptativa y una toma de decisiones diversificada, las herramientas que incorporan la IA serán esenciales para garantizar la seguridad operacional, la eficacia y la confianza del público.

3.5 Para encarar todas estas dificultades, en la presente nota de estudio se propone la creación de un grupo de estudio sobre la aplicación de la inteligencia artificial a la aviación bajo la autoridad de la ANC. El grupo de estudio serviría de foro mundial para examinar los casos de uso de la IA, determinar las brechas de seguridad operacional y de reglamentación, y elaborar orientaciones técnicas y operacionales para integrar las tecnologías de IA en todos los ámbitos de la aviación civil.