



Cuestión 6 del

Orden del Día: Otros Asuntos

**INTEGRACIÓN SEGURA Y ARMONIZADA DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL
EN LOS SERVICIOS DE TRÁNSITO AÉREO (ATS)**

(Presentada por Colombia)

RESUMEN

Esta Nota de Estudio analiza las oportunidades y los desafíos asociados a la incorporación de Inteligencia Artificial (IA) en los Servicios de Tránsito Aéreo (ATS), especialmente en funciones de predicción, apoyo a la toma de decisiones, gestión de capacidad y demanda, detección de conflictos, análisis de seguridad operacional y vigilancia digital. Se propone un enfoque armonizado basado en seguridad operacional, supervisión humana efectiva, factores humanos, trazabilidad, gobernanza de datos, ciberseguridad, interoperabilidad y validación durante el ciclo de vida. Asimismo, se plantea iniciar un trabajo coordinado que permita identificar casos de uso, clasificar riesgos y desarrollar criterios comunes que puedan servir de insumo a los órganos técnicos competentes de la OACI.

Referencias:

Convenio de Chicago; Anexos 11 y 19; Doc 4444 (PANS-ATM); Doc 9750 (GANP); Doc 9854; Doc 9859; A42-WP/234; A42-WP/489.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 La transformación digital de la aviación está ampliando el uso de análisis avanzado de datos, aprendizaje automático e Inteligencia Artificial en procesos vinculados con la gestión del tránsito aéreo. Entre las aplicaciones de mayor interés para los proveedores de servicios de navegación aérea (ANSP) se encuentran la predicción de demanda, la gestión de capacidad, la optimización de secuencias de llegada y salida, la detección temprana de conflictos, el análisis de eventos de seguridad operacional y las herramientas de apoyo a la toma de decisiones.

1.2 Durante la 42ª Asamblea de la OACI se presentaron iniciativas sobre la integración responsable y estratégica de la IA en la aviación civil internacional, incluida la necesidad de cooperación, armonización, análisis de casos de uso y desarrollo progresivo de orientación. Estas iniciativas constituyen antecedentes relevantes, sin que la presentación de una Nota de Estudio o de Información deba interpretarse, por sí sola, como una decisión normativa adoptada por la Asamblea.

1.3 El carácter internacional e interoperable del sistema ATM hace conveniente evitar enfoques fragmentados. La incorporación de IA en funciones relacionadas con la seguridad operacional requiere criterios comunes que permitan determinar su propósito, nivel de autonomía, datos utilizados, desempeño esperado, interacción humano-sistema, mecanismos de contingencia y condiciones para su validación y supervisión.

1.4 El objeto de la presente Nota de Estudio es analizar las oportunidades, riesgos y necesidades de armonización asociadas a la utilización de IA en los ATS y proponer un trabajo coordinado que permita avanzar hacia criterios técnicos y regulatorios compatibles con el marco OACI, manteniendo un enfoque centrado en la seguridad operacional y en la supervisión humana efectiva de las funciones críticas.

2. ANÁLISIS

2.1 Alcance y casos de uso

2.1.1 La IA puede utilizarse en diferentes horizontes de la gestión ATM. En el nivel estratégico y pre-táctico puede apoyar la previsión de demanda, la evaluación de capacidad y la configuración de sectores; en el nivel táctico puede contribuir al secuenciamiento, la detección de patrones, la predicción de conflictos, la identificación de anomalías y la presentación de recomendaciones al personal operacional. Estas aplicaciones deben considerarse inicialmente como herramientas de apoyo, con funciones, límites y responsabilidades claramente definidos.

2.1.2 En el entorno de aeródromo, las cámaras electroópticas, infrarrojas o térmicas, los sistemas de seguimiento, las torres digitales o remotas y otras tecnologías de observación constituyen infraestructura de vigilancia o apoyo visual; no son, por sí mismas, sistemas de IA. La IA aparece cuando se incorporan funciones analíticas tales como clasificación automática de objetos, detección de incursiones, reconocimiento de patrones, alertas por fauna o generación automatizada de información de apoyo. Esta distinción es necesaria para evitar que requisitos propios de la IA se apliquen indiscriminadamente a toda tecnología digital.

2.2 Principios para una integración segura

2.2.1 El análisis permite identificar seis principios que deberían orientar cualquier futura implementación de IA en ATS:

- a) seguridad operacional como requisito primario, demostrando que la función soportada por IA no introduce un riesgo inaceptable y que su desempeño es compatible con la criticidad operacional;
- b) supervisión humana efectiva y asignación inequívoca de autoridad y responsabilidad, particularmente cuando la salida del sistema pueda influir en separación, autorizaciones, gestión de emergencias u otras decisiones críticas;
- c) transparencia, trazabilidad y gobernanza de datos, incluyendo calidad, representatividad, control de versiones, registro de entradas y salidas y capacidad de reconstruir el comportamiento del sistema;
- d) ciberseguridad y resiliencia, considerando protección frente a manipulación de datos, accesos no autorizados, degradación del servicio y ataques que puedan afectar la integridad o disponibilidad de la función;
- e) interoperabilidad, mediante arquitecturas, interfaces, información y criterios de desempeño que no generen barreras entre Estados, ANSP o sistemas ATM; y
- f) validación y seguimiento durante el ciclo de vida, especialmente para modelos cuyo desempeño pueda variar por cambios en datos, entorno operacional o actualizaciones de software.

2.3 Factores humanos y responsabilidad operacional

2.3.1 La introducción de IA modifica la distribución de tareas y puede generar nuevos riesgos relacionados con confianza excesiva o insuficiente en la automatización, pérdida de conciencia situacional, degradación de competencias, aumento de complejidad cognitiva o dificultades para comprender la lógica de una recomendación. Por ello, la evaluación de factores humanos debe formar parte del diseño, validación, capacitación y puesta en servicio de cualquier herramienta de IA que interactúe con personal ATS.

2.3.2 Como principio inicial, la presente nota propone que las funciones ATS críticas permanezcan bajo supervisión humana efectiva y que el sistema permita al personal competente comprender el estado operacional,

detectar resultados anómalos, rechazar o anular recomendaciones cuando corresponda y operar bajo procedimientos de contingencia o reversión segura. Cualquier evolución hacia mayores niveles de autonomía debería estar precedida por un marco de aseguramiento, certificación y responsabilidad expresamente definido.

2.4 Vigilancia digital y torres remotas como caso de aplicación

2.4.1 Los sistemas de vigilancia visual avanzada pueden fortalecer la conciencia situacional del controlador de aeródromo mediante imágenes de alta definición, visión nocturna o térmica, seguimiento de aeronaves y vehículos y presentación integrada de información. Cuando incorporan analítica basada en IA, pueden añadir funciones de detección o alerta, por ejemplo ante incursiones en pista, presencia de fauna o movimientos no previstos.

2.4.2 Su implementación debería considerar, además de la evaluación SMS, requisitos de desempeño, latencia, integridad y calidad de imagen, disponibilidad, redundancia, continuidad operacional, ciberseguridad, grabación y trazabilidad, procedimientos de contingencia, interfaz humano-máquina, capacitación y mantenimiento de competencias. El uso de IA en estas plataformas debe evaluarse como una capa funcional adicional y no como sustituto automático de los requisitos aplicables al servicio ATS o a la infraestructura de vigilancia.

2.5 Necesidad de armonización y desarrollo progresivo

2.5.1 El Convenio de Chicago, los Anexos 11 y 19, el PANS-ATM y los documentos OACI relativos a ATM y gestión de la seguridad proporcionan una base para la prestación segura de servicios y la gestión del cambio. No obstante, la aplicación de IA plantea asuntos que requieren mayor desarrollo técnico, en particular la clasificación de funciones por criticidad, la validación de modelos, la gestión de datos de entrenamiento y operación, la explicabilidad proporcional al riesgo, el control de cambios, la supervisión del desempeño y los criterios de aceptación para sistemas adaptativos.

2.5.2 En consecuencia, se considera conveniente avanzar de manera gradual, evitando tanto la prohibición general de estas tecnologías como su adopción sin criterios comunes. Un enfoque basado en riesgo permitiría diferenciar herramientas administrativas o analíticas de baja criticidad de aplicaciones que puedan influir directamente en decisiones operacionales ATS.

3. PROPUESTA DE TRABAJO COORDINADO

3.1 Se propone desarrollar una hoja de ruta en cuatro etapas: i) inventario y clasificación de casos de uso implementados, en prueba o previstos por Estados y ANSP; ii) identificación de beneficios, riesgos, niveles de autonomía y requisitos de datos; iii) elaboración de criterios comunes para seguridad operacional, factores humanos, validación, ciberseguridad, interoperabilidad, capacitación y seguimiento del desempeño; y iv) consolidación de lecciones aprendidas y remisión de los resultados a los órganos técnicos competentes de la OACI, cuando corresponda.

3.2 Como productos iniciales podrían considerarse una matriz de casos de uso de IA en ATS, un esquema de clasificación por criticidad, criterios mínimos para la evaluación de seguridad y factores humanos, recomendaciones de gobernanza de datos y ciberseguridad, lineamientos de capacitación y una metodología para documentar pilotos o demostraciones operacionales. Estos productos permitirían crear una base común antes de considerar disposiciones más prescriptivas.

3.3 Este enfoque facilitaría que la innovación se incorpore de forma progresiva y verificable, preservando la interoperabilidad internacional y generando evidencia operacional que pueda apoyar futuros trabajos de normalización o material de orientación de la OACI.

4. MEDIDAS PROPUESTAS A LA REUNIÓN

4.1 Se invita a la Reunión a:

- a) tomar nota de las oportunidades, riesgos y principios de implementación identificados en esta Nota de Estudio;
- b) reconocer la conveniencia de mantener un enfoque basado en riesgo, seguridad operacional y supervisión humana efectiva para la incorporación de IA en ATS;
- c) apoyar un levantamiento coordinado de casos de uso de IA en ATS, incluyendo aplicaciones implementadas, en prueba o previstas por Estados y ANSP;
- d) promover la elaboración de criterios comunes sobre seguridad operacional, factores humanos, validación, trazabilidad y gobernanza de datos, ciberseguridad, interoperabilidad, continuidad operacional, capacitación y seguimiento del desempeño;
- e) considerar el desarrollo de una hoja de ruta para pruebas, evaluación y adopción progresiva de IA aplicada a ATS; y
- f) considerar, cuando corresponda, la remisión de los resultados y brechas identificadas a los órganos técnicos pertinentes de la OACI como contribución al desarrollo de orientación internacional armonizada.

— FIN —