Organización de Aviación Civil Internacional

ATConf/7-WP/83
25/9/26

NOTA DE ESTUDIO

SÉPTIMA 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
4.3: Aprovechar los datos de transporte aéreo y el ecosistema digital para que las operaciones sean fluidas, seguras y resilientes

LA DIGITALIZACIÓN COMO MOTOR DEL TRANSPORTE AÉREO MUNDIAL, LA CONECTIVIDAD Y LA RESILIENCIA

(Nota presentada por el Brasil y la Organización de Servicios de Navegación Aérea Civil (CANSO), y respaldada por 20 Estados miembros de la CLAC)[1]

RESUMEN

La digitalización es un motor fundamental para la conectividad del transporte aéreo, la eficiencia y la resiliencia. Los servicios de información interoperables, los procesos de decisión a partir de datos y las tecnologías emergentes pueden mejorar la coordinación, el acceso a la información, la respuesta ante las interrupciones y el crecimiento sostenible. La experiencia del Brasil integra la digitalización de los servicios de navegación aérea, las redes de comunicaciones, las aplicaciones operativas y los servicios de información con la interoperabilidad, la seguridad de la información, la gobernanza y la capacidad institucional. Iniciativas como las redes aeronáuticas digitales, las comunicaciones por enlace de datos, la automatización y el Sistema de gestión de la información de todo el sistema (SWIM)-Brasil (BR) constituyen ejemplos prácticos de cómo las capacidades digitales coordinadas pueden contribuir a un ecosistema de la aviación más conectado, eficiente y resiliente. Sin embargo, las diferencias en materia de madurez digital, interoperabilidad, infraestructuras y recursos humanos, así como los riesgos de ciberseguridad y los enfoques fragmentados, podrían limitar los beneficios de la digitalización y agrandar la brecha digital. Por lo tanto, este documento destaca la necesidad de adoptar un enfoque coordinado e inclusivo basado en la interoperabilidad, la gobernanza de los datos, la ciberseguridad, la confianza digital, la resiliencia y la neutralidad tecnológica, respaldado por la inversión, el desarrollo de capacidades y la cooperación internacional. Se invita a la Conferencia a reconocer la digitalización, los datos sobre el transporte aéreo y los ecosistemas digitales interoperables como factores estratégicos que facilitan la conectividad y la resiliencia del transporte aéreo mundial, y a respaldar las orientaciones sobre políticas coordinadas de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) y los mecanismos de aplicación para una transformación digital segura, fiable, interoperable e inclusiva.

Medidas propuestas a la Conferencia: Se invita a la Conferencia a adoptar las medidas que figuran en la sección 7.

[1] [Argentina, Belice, Bolivia (Estado Plurinacional de), Chile, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Guyana, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Uruguay y Venezuela (República Bolivariana de)].

Objetivo estratégico:	Esta nota de estudio se relaciona con los objetivos estratégicos: *El desarrollo económico del transporte aéreo posibilita la prosperidad económica y el bienestar social para todo el mundo* y *La aviación brinda movilidad fluida, accesible y confiable para todo el mundo.*
Repercusiones económicas/ financieras:	Las recomendaciones pueden requerir recursos destinados a la coordinación, la orientación, el apoyo a la implementación y el desarrollo de capacidades de la OACI. Las inversiones de los Estados deben realizarse por fases y estar respaldadas por análisis de viabilidad transparentes, según proceda.
Referencias:	Plan Estratégico de la OACI 2026-2050 Resolución A41-9 de la Asamblea – Nuevos participantes Doc 9750, *Plan Mundial de Navegación Aérea* Directiva aeronáutica para el control del espacio aéreo brasileño (DCA 351-7, 2025)

1. INTRODUCCIÓN

1.1 El transporte aéreo depende del intercambio oportuno de información entre los Estados, las administraciones de aviación civil, los proveedores de servicios de navegación aérea, los explotadores de aeropuertos, los transportistas aéreos, las organizaciones meteorológicas y otras partes interesadas. Las plataformas digitales, los servicios de información interoperables, el análisis de datos, la automatización y las tecnologías emergentes influyen cada vez más en la forma en que estos actores planifican, coordinan y prestan sus servicios.

1.2 La digitalización no consiste simplemente en sustituir los procesos manuales por herramientas electrónicas. Se trata de una transformación institucional que abarca los datos, la tecnología, las personas, los procesos, la gobernanza, la ciberseguridad y la cooperación. Cuando estos elementos evolucionan de forma coherente, la digitalización puede mejorar la conciencia de la situación, la previsibilidad, la utilización de las infraestructuras y la coordinación de las respuestas ante las interrupciones del servicio. Por lo tanto, los datos sobre el transporte aéreo constituyen un activo estratégico y deben ser fiables, puntuales, estar protegidos, ser interoperables y estar a disposición de las partes interesadas autorizadas en condiciones claramente establecidas.

2. DATOS DEL TRANSPORTE AÉREO Y EL ECOSISTEMA DIGITAL DE LA AVIACIÓN

2.1 El ecosistema digital de la aviación está compuesto por las partes que intervienen, los datos, los servicios, la infraestructura, las plataformas, las normas, los procesos y los mecanismos de gobernanza que permiten el intercambio y el uso de la información en todo el sector del transporte aéreo. Su objetivo no es el acceso sin restricciones a los datos, sino facilitar la información adecuada a las partes interesadas autorizadas, en el momento oportuno y en las condiciones acordadas.

2.2 La interoperabilidad va más allá de la conectividad técnica. Requiere una comprensión compartida del significado y la estructura de los datos, niveles acordados de calidad y actualidad, responsabilidades claras, condiciones de acceso y uso, protección de la información, identificación y autenticación de personas participantes y los niveles esperados de disponibilidad y continuidad del servicio. Estas condiciones permiten ofrecer servicios de información escalables y reducen la duplicación, facilitan la toma de decisiones en colaboración y permiten que la información acompañe al proceso operativo de forma coherente en todas las organizaciones y más allá de las fronteras nacionales.

2.3 El uso eficaz de los datos puede mejorar la utilización de la infraestructura existente, aumentar la previsibilidad, facilitar la gestión basada en el rendimiento y orientar las decisiones de inversión. En caso de fenómenos meteorológicos violentos, fallos en las infraestructuras, emergencias de salud pública, interrupciones en la cadena de suministro o incidentes cibernéticos, disponer de información oportuna y fiable también mejora la capacidad para anticiparse a las interrupciones, amortiguarlas, responder a ellas y recuperarse.

2.4 Un ecosistema digital consolidado permite utilizar la información de forma coherente a lo largo de todas las fases del vuelo. La información de vuelo y flujo, aeronáutica, meteorológica, aeroportuaria y del espacio aéreo puede apoyar la planificación, la coordinación previa a la salida, las operaciones tácticas y el análisis del desempeño de las operaciones a posteriori, sirviendo de base para las operaciones basadas en trayectorias, la toma de decisiones colaborativa y la integración de nuevos usuarios del espacio aéreo.

3. DIFICULTADES PRINCIPALES

3.1 Los Estados tienen diferentes niveles de madurez digital. Algunos cuentan con entornos integrados y servicios de información avanzados, mientras que otros dependen de sistemas heredados, procesos manuales, una infraestructura limitada y una escasez de personal especializado. Sin el apoyo adecuado para la implementación, esta disparidad puede ampliar la brecha digital y restringir la participación en el ecosistema mundial.

3.2 La fragmentación sigue siendo un obstáculo importante. Los sistemas desarrollados de forma independiente pueden utilizar modelos de datos, interfaces, métodos de autenticación, requisitos de seguridad y mecanismos de gobernanza diferentes, lo que limita el intercambio eficaz de información entre distintos ámbitos y más allá de las fronteras nacionales. Por tanto, la gobernanza de datos debe establecer responsabilidades en la producción, calidad, actualización, clasificación, protección, provisión, retención y uso de los datos.

3.3 La ciberseguridad y la confianza digital son igualmente esenciales. Quienes participan deben poder verificar las identidades y las autorizaciones, y poder confiar en la autenticidad, integridad, disponibilidad y origen de los datos recibidos. Dado que una mayor interconexión puede propagar fallas y ciberamenazas, la resiliencia, la redundancia, la continuidad y la recuperación deben incorporarse desde el diseño.

3.4 La transformación digital también depende de la capacidad institucional y humana. Es fundamental contar con derechos de decisión bien definidos, una coordinación entre las autoridades operativas, reguladoras y técnicas, procesos sostenibles de gestión de servicios y personal calificado. La financiación debe tener en cuenta asimismo el costo total del equipo, la interoperabilidad, la renovación a lo largo del ciclo de vida y los riesgos asociados a la concentración en tecnologías y cadenas de suministro comunes. Los enfoques basados en estándares y tecnológicamente neutrales pueden limitar la dependencia innecesaria de proveedores específicos o de soluciones propietarias.

4. LA EXPERIENCIA DEL BRASIL

4.1 Brasil cuenta con un territorio continental y un espacio aéreo civil y militar integrado en el que la aviación resulta esencial para la integración nacional y regional. En este contexto, el concepto operacional 2040 del Departamento de Control del Espacio Aéreo (DECEA) establece un futuro sistema

brasileño de control del espacio aéreo (SISCEAB) más digital, integrado, resiliente e interoperable a nivel mundial.

4.2 El DECEA considera la digitalización como una transformación de los servicios de navegación aérea, que abarca comunicaciones seguras, infraestructura de navegación y vigilancia, gestión del tránsito aéreo (ATM), gestión de afluencia del tránsito aéreo (ATFM), servicios aeronáuticos y meteorológicos, coordinación civil y militar e integración de los sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS), movilidad aérea avanzada (AAM) y usuarios de operaciones en el espacio aéreo superior (HAO). Los servicios de información constituyen el hilo conductor digital que une todas estas capas.

4.3 La evolución de las infraestructuras de comunicaciones incluye la red de telecomunicaciones aeronáuticas del Brasil (ATN-Br), las comunicaciones por enlace de datos, los servicios digitales de voz y datos, y centros de datos resilientes. La digitalización operativa incluye información de vuelo en tiempo real, operaciones basadas en la trayectoria, toma de decisiones en colaboración, herramientas predictivas, vigilancia digital y navegación basada en la performance, lo que genera y utiliza datos para lograr operaciones más seguras y eficientes.

4.4 Esta arquitectura tiene por objeto facilitar la integración gradual del sistema de información de vuelo y flujo para el entorno cooperativo (FF-ICE), gestión del tránsito de sistemas de aeronaves no tripuladas (UTM), la AAM, los sistemas de aeronave pilotada a distancia (RPAS) y las operaciones en el espacio aéreo superior (HAO) con el sistema convencional de gestión del tránsito aéreo (ATM). En el marco de esta transformación, SWIM-BR ocupa un lugar central como capa de gestión de la información e integración de servicios, facilitando la transición que permite pasar de intercambios específicos de punto a punto a servicios localizables, reutilizables e interoperables.

4.5 SWIM-BR no sustituye las redes aeronáuticas subyacentes, los sistemas operativos ni los servicios de dominio; más bien, les permite intercambiar información de forma uniforme y segura. El uso de modelos normalizados, entre los que se incluyen el modelo de intercambio de información aeronáutica (AIXM), el modelo de intercambio de información meteorológica de la OACI (IWXXM) y el modelo de intercambio de información sobre vuelos (FIXM), favorece la interoperabilidad técnica y semántica, una conciencia común de la situación, la toma de decisiones en colaboración y la gestión basada en el rendimiento.

4.6 Por lo tanto, la experiencia brasileña considera que SWIM no es simplemente una plataforma, sino una capacidad institucional que requiere gobernanza, responsabilidades bien definidas, gestión del ciclo de vida de servicio, aseguramiento de la calidad, normas comunes, ciberseguridad, confianza digital y personal calificado. Su implementación por fases permite que las nuevas capacidades orientadas a los servicios evolucionen mientras los entornos heredados siguen en funcionamiento.

4.7 La arquitectura digital de la DECEA también está vinculada a la resiliencia operativa a través de redes seguras, vías de comunicación alternativas, copias de seguridad distribuidas, capacidades redundantes de vigilancia y navegación, servicios operativos mínimos y defensas cibernéticas en constante evolución. Estas capacidades tienen por objeto garantizar la continuidad de las operaciones críticas en caso de fallas técnicas, catástrofes naturales, interferencias electromagnéticas o ciberataques.

4.8 Esta digitalización coordinada va acompañada de resultados cuantificables, entre los que se incluyen una mayor productividad de los servicios de navegación aérea, un uso más eficiente de la infraestructura del SISCEAB, un mejor rendimiento de los aeropuertos, trayectorias de vuelo más predecibles, una reducción del impacto medioambiental, una mayor conectividad regional y una mejora de la seguridad operacional y la seguridad de la aviación. El desarrollo de capacidades y los perfiles profesionales híbridos complementan estas medidas tecnológicas y organizativas.

5. NECESIDAD DE UN ENFOQUE MUNDIAL COORDINADO

5.1 La experiencia del Brasil confirma que las iniciativas nacionales por sí solas no pueden ofrecer interoperabilidad a escala mundial. Los Estados necesitan referencias comunes que preserven las responsabilidades nacionales y, al mismo tiempo, garanticen que las inversiones, los mecanismos de gobernanza y los servicios de información puedan interactuar con el ecosistema digital de la aviación en su conjunto.

5.2 Un enfoque coordinado debería promover normas reconocidas a nivel internacional; gobernanza eficaz de los datos; ciberseguridad, confianza digital, continuidad y resiliencia integradas desde el diseño; neutralidad tecnológica; uso responsable de las tecnologías emergentes; implementación escalable; desarrollo de la capacidad institucional y humana. y cooepración e inversión permanentes.

5.3 La OACI está en condiciones de garantizar la coherencia entre las políticas económicas, la navegación aérea, la facilitación, la seguridad de la aviación, la ciberseguridad, las cuestiones jurídicas y las actividades de desarrollo de capacidades. Las políticas, normas e iniciativas técnicas existentes deberían integrarse en una perspectiva de aplicación que evite la duplicación y favorezca las operaciones fluidas, seguras, resilientes e inclusivas.

5.4 Se debe prestar especial atención a los Estados con un nivel de madurez digital limitado. Las expectativas internacionales deberían abarcar el desarrollo de capacidades, la formación, la cooperación técnica, la transferencia de conocimientos y el acceso a la financiación. Las asociaciones público-privadas pueden movilizar conocimientos especializados y recursos, siempre que se mantenga la supervisión estatal, la sostenibilidad, la transparencia y se evite una dependencia desproporcionada a largo plazo.

5.5 La coordinación también debería abordar las relaciones entre los proveedores de datos, los proveedores de servicios y el público consumidor, más allá de las fronteras institucionales y nacionales. Los principios comunes relativos a las fuentes autorizadas, las descripciones de los servicios, los compromisos de calidad, las condiciones de acceso, la notificación de incidentes y los arreglos de continuidad pueden reforzar la confianza sin que sea necesario que todos los Estados adopten la misma arquitectura, el mismo producto o el mismo calendario de implementación.

5.6 La implementación debe ser evolutiva y cuantificable. Los Estados deberían establecer prioridades en función de las necesidades operativas y el grado de madurez, utilizando al mismo tiempo indicadores comunes para evaluar los avances en materia de interoperabilidad, disponibilidad de los servicios, calidad de los datos, ciberseguridad, capacidad del personal y contribución a la conectividad y la resiliencia. La transformación digital también debería integrarse en los planes nacionales de aviación e infraestructuras, en lugar de considerarse un programa de tecnologías de la información aislado.

6. CONCLUSIÓN

6.1 Los datos sobre el transporte aéreo y los ecosistemas digitales interoperables pueden reforzar la conectividad mundial, mejorar el aprovechamiento de las infraestructuras y aumentar la capacidad del sistema de aviación para enfrentar las situaciones de interrupción del servicio. El Concepto Operativo DECEA 2040 y SWIM-BR ilustran un enfoque integrado y por fases en el que los servicios de información normalizados, la calidad de los datos, la interoperabilidad semántica, el intercambio fiable, la ciberresiliencia y el personal calificado evolucionan conjuntamente. Por lo tanto, la digitalización debe impulsarse como un medio para lograr mejores resultados en el transporte aéreo, y su éxito debe medirse en función de su contribución a al flujo fluido de la información, a la colaboración fiable, la continuidad de

los servicios esenciales, el uso eficiente de los recursos y a un mayor acceso a los beneficios sociales y económicos de la conectividad aérea mundial.

7. MEDIDAS PROPUESTAS A LA CONFERENCIA

7.1 Se invita a la Conferencia a:

a) reconocer la digitalización como un factor estratégico que favorece la conectividad del transporte aéreo y la resiliencia, y respaldar un enfoque inclusivo basado en la interoperabilidad, la gobernanza de los datos, la ciberseguridad, la confianza digital, la neutralidad tecnológica y el uso responsable de las tecnologías emergentes;

b) animar a los Estados, a las organizaciones internacionales y a las partes interesadas del sector a que incorporen la transformación digital en las políticas de aviación y en los planes de desarrollo; fomentar ecosistemas digitales interoperables y fiables; y reforzar la inversión, la capacidad institucional, el personal calificado y la cooperación internacional, teniendo en cuenta los distintos niveles de madurez digital; y

c) solicitar a la OACI que tenga en cuenta los principios establecidos en la sección 5 de esta nota a la hora de elaborar directríces de políticas coordinadas y mecanismos de implementación para la transformación digital en el transporte aéreo.

— FIN —