



ASAMBLEA — 42º PERÍODO DE SESIONES

COMISIÓN TÉCNICA

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

FATIGA COGNITIVA Y SOBRECARGA DE INFORMACIÓN EN EL PUESTO DE PILOTAJE A CAUSA DE LA DIGITALIZACIÓN: MITIGACIÓN DE LOS RIESGOS EMERGENTES ASOCIADOS A LA ACTUACIÓN HUMANA

(Nota presentada por la Arabia Saudita)

RESUMEN

En esta nota de estudio se examinan los nuevos riesgos asociados a la actuación humana que se derivan de la transformación digital del puesto de pilotaje moderno. Si bien los sistemas digitales, como los maletines de vuelo electrónicos (EFB), los enlaces de datos en tiempo real y la automatización avanzada han mejorado significativamente la seguridad operacional y la eficiencia de los vuelos, también han introducido nuevas dificultades relacionadas con la sobrecarga de información, los cambios en las tareas de pilotos y pilotos y el aumento de las exigencias de integración cognitiva. El continuo monitoreo y procesamiento de grandes volúmenes de información digital dinámica pueden afectar a la capacidad de decisión en el puesto de pilotaje, comprometer la conciencia de la situación y poner en riesgo la seguridad operacional del vuelo, especialmente durante fases de vuelo caracterizadas por una elevada carga de trabajo o en situaciones anormales.

Estos riesgos se definen en el *Manual de actuación humana* (Doc 10151) como limitaciones cognitivas, que se describen en la sección 1.4 (principios de actuación humana). Sin embargo, todavía no se han tratado de forma exhaustiva en las normas y métodos recomendados (SARPS) o en los textos de orientación de la OACI. Se necesita un enfoque proactivo y centrado en el ser humano para que los avances tecnológicos contribuyan a mejorar la actuación humana, en lugar de obstaculizarla.

En esta nota de estudio se propone que la OACI asuma el liderazgo en la elaboración de un marco mundial para mitigar estos riesgos mediante la elaboración de nuevos textos de orientación, la actualización de los requisitos de instrucción y la modificación de los Anexos de la OACI y las resoluciones de la Asamblea para hacer posible la integración segura de las tecnologías digitales en el puesto de pilotaje.

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

- a) reconocer los riesgos para la seguridad operacional relacionados con las limitaciones cognitivas, la sobrecarga de información y los cambios en las tareas en los puestos de pilotaje modernos a causa de la digitalización;
- b) instruir al Consejo para que inicie un examen exhaustivo de las repercusiones en la actuación humana del uso en el puesto de pilotaje de sistemas que gestionan grandes volúmenes de datos;
- c) favorecer la elaboración de nuevos textos de orientación centrados en el ser humano y la modificación de los SARPS y las políticas pertinentes para hacer frente a estas nuevas dificultades; y
- d) adoptar la enmienda propuesta al apéndice O de la resolución A41-10 de la Asamblea que se presenta en el apéndice de esta nota de estudio.

<i>Objetivos estratégicos:</i>	Esta nota de estudio se relaciona con los objetivos estratégicos: <i>Todos los vuelos son seguros y protegidos y La aviación brinda movilidad fluida, accesible y confiable para todo el mundo.</i>
<i>Repercusiones financieras:</i>	Las actividades se llevarán a cabo con recursos del presupuesto regular.
<i>Referencias:</i>	Anexo 1 — <i>Licencias al personal</i> Anexo 6 — <i>Operación de aeronaves</i> Anexo 19 — <i>Gestión de la seguridad operacional</i> Doc 10151, <i>Manual de actuación humana para organismos reguladores</i> Doc 9683, <i>Manual de instrucción sobre factores humanos</i>

1. INTRODUCCIÓN

1.1 La transformación digital de la aviación ha generado mejoras sustanciales en la seguridad y la eficiencia operacionales, así como en la accesibilidad de la información. Los puestos de pilotaje modernos disponen de potentes herramientas digitales, como los maletines de vuelo electrónicos (EFB) con aplicaciones de gestión del rendimiento, comunicaciones por enlace de datos entre la torre de control y el puesto de pilotaje (CPDLC) y sistemas de información meteorológica y de tránsito en tiempo real. Estos avances han incrementado considerablemente la conciencia de la situación de la tripulación de vuelo y han automatizado ciertas tareas manuales, contribuyendo a un sistema mundial de aviación más seguro.

1.2 Sin embargo, esta proliferación de información digital también plantea problemáticas nuevas y complejas relacionadas con los factores humanos. El puesto de pilotaje moderno exige a pilotos y pilotos monitorear, procesar e integrar continuamente grandes cantidades de información digital dinámica procedente de múltiples sistemas y plataformas. Algunos estudios sobre el volumen de trabajo en el puesto de mando han demostrado que la automatización no se limita a eliminar tareas, sino que a menudo las transforma, lo que crea nuevas responsabilidades de observación e integración cognitiva. Esta sollicitación cognitiva constante genera un riesgo de sobrecarga de información, así como de fatiga cognitiva y otras limitaciones de este tipo, lo que puede degradar la atención, deteriorar la capacidad para tomar decisiones y aumentar la probabilidad de errores operacionales, especialmente durante las fases de vuelo críticas y de elevada carga de trabajo.

1.3 Los riesgos emergentes asociados a la actuación humana que se derivan de la complejidad digital se analizan parcialmente mediante el modelo Software, Hardware, Entorno, Ser Humano (SHELL), en el que la interfaz Humano-Software muestra los retrasos y errores que pueden producirse al buscar información vital en documentos o mapas confusos, engañosos o sobrecargados de información. Los problemas también pueden estar relacionados con la presentación de la información y el diseño del software. No obstante, los riesgos asociados a la fatiga cognitiva también tendrán que abordarse con claridad y mitigarse en relación con la interfaz Humano-Software. Como se indica en el *Manual de actuación humana* (Doc 10151), las orientaciones actuales sobre factores humanos, normas de certificación y programas de instrucción deberían evolucionar para incorporar los principios del diseño centrado en el ser humano (HCD) y resolver así las dificultades específicas que plantea la gran cantidad de datos digitales que se manejan en el puesto de pilotaje.

1.4 El objetivo de esta nota de estudio es poner de relieve las repercusiones en la seguridad operacional de las limitaciones cognitivas y la sobrecarga de información en el puesto de pilotaje debido a la digitalización y proponer una estrategia proactiva centrada en el ser humano para su mitigación. Al resolver estas dificultades, la comunidad mundial de la aviación puede hacer posible que la integración de

las nuevas tecnologías siga reforzando la seguridad operacional de los vuelos, en lugar de ponerla en peligro.

2. ANÁLISIS

2.1 La gestión de grandes cantidades de datos en el puesto de pilotaje

2.1.1 El puesto de pilotaje moderno ha pasado de ser un entorno con escasa información a ser uno en el que la información abunda. Pilotas y pilotos interactúan con una amplia gama de sistemas digitales, entre los que se incluyen:

- a) *Sistemas de gestión de vuelo (FMS) avanzados*: proporcionan datos complejos sobre encaminamiento, rendimiento y navegación;
- b) *Maletines de vuelo electrónicos (EFB)*: contienen diversas aplicaciones, desde calculadoras de rendimiento y mapas electrónicos hasta datos meteorológicos en tiempo real y mensajes de los explotadores de aeronaves;
- c) *Comunicaciones por enlace de datos*: incluyen las CPDLC y el sistema de direccionamiento e informe para comunicaciones de aeronave (ACARS), que requieren monitoreo continuo e interacción textual; y
- d) *Ayudas automatizadas para la toma de decisión*: a pesar de su utilidad, requieren un control minucioso y comprensión por parte de la tripulación de vuelo para asegurarse de que sus resultados se adecuan a la situación.

2.1.2 El efecto acumulativo de estos sistemas implica un incremento significativo de la carga cognitiva a la que se someten las tripulaciones de vuelo. A diferencia de la información estática de los puestos de pilotaje tradicionales, los datos digitales suelen ser dinámicos, se actualizan continuamente y se presentan en múltiples pantallas, lo que obliga administrar activamente la atención, filtrar la información relevante y hacer un esfuerzo importante de integración cognitiva. Algunos estudios han demostrado que estos entornos pueden alterar la comunicación entre integrantes de la tripulación y la distribución de la carga de trabajo, lo que pone aún más de relieve la necesidad de considerar el puesto de pilotaje como un sistema integrado y no como un conjunto de herramientas separadas.

2.2 Actuación humana y riesgos de seguridad operacional

2.2.1 El incremento de la sollicitación cognitiva en el puesto de pilotaje a causa de la digitalización repercute directamente en la actuación humana y conlleva riesgos que pueden reducir los márgenes de seguridad. Estos riesgos se contemplan en los principios de actuación humana que se describen en el Doc 10151, en particular en el Principio 1: La actuación humana está determinada por las capacidades y las limitaciones de las personas. Esas limitaciones se pueden resumir de la manera siguiente:

- a) *Sobrecarga de información*. Cuando el volumen de información entrante supera la capacidad del piloto para procesarla, es posible que se pasen por alto alertas críticas, se pierda la conciencia global de la situación y se ralentice o empeore la toma de decisiones. Este riesgo aumenta en situaciones anormales, en las que el gran número de alertas del sistema puede sobrecargar a la tripulación de vuelo.

- b) *Fatiga cognitiva*. El esfuerzo mental constante que se requiere para gestionar un entorno repleto de información puede provocar fatiga cognitiva, que se traduce en la disminución del estado de alerta, el deterioro de la memoria a corto plazo y la disminución de la capacidad para resolver problemas complejos. Este tipo de fatiga es distinto del cansancio físico y puede aparecer incluso en vuelos de corta distancia con una elevada complejidad operacional.
- c) *Atención en túnel*. Para hacer frente a la elevada carga cognitiva, la tripulación de vuelo puede optar por centrarse en una única fuente de información o tarea ignorando otros datos críticos, como un cambio en las condiciones meteorológicas o una desviación de la trayectoria de vuelo deseada.
- d) *Deterioro de las habilidades de vuelo manual*. La dependencia excesiva de la automatización y las ayudas digitales para la toma de decisiones, junto con una interfaz humano-máquina compleja, puede conducir al deterioro de las habilidades básicas de volar manualmente y resolver problemas, que son esenciales en caso de imprevistos o fallas de la automatización.

2.3 Lagunas en el actual marco regulador

2.3.1 Si bien la OACI ha establecido un marco sólido en materia de actuación humana y gestión de la seguridad operacional, es necesario subsanar las siguientes lagunas con respecto a las dificultades en el puesto de pilotaje ligadas a la digitalización:

- a) *Orientaciones sobre factores humanos*. Los textos de orientación existentes, a pesar de ser sustanciosos, aún no incorporan todos los detalles sobre diseño centrado en el ser humano aplicado a sistemas que manejan grandes volúmenes de datos ni proporcionan estrategias sólidas para gestionar la carga cognitiva en un entorno digital y diseñar sistemas integrados y centrados en el ser humano.
- b) *Normas de certificación*. Los procesos de certificación de las aeronaves y de la aviónica de a bordo que figuran en el Anexo 8 se centran principalmente en la integridad y la funcionalidad del sistema, pero no evalúan de manera sistemática el efecto del conjunto de sistemas digitales interconectados en la actuación humana de la tripulación de vuelo en un contexto operacional realista.
- c) *Instrucción y otorgamiento de licencias*. Los marcos de instrucción y evaluación basadas en competencias, incluida la instrucción basada en datos comprobados (EBT), deben actualizarse de modo que incluyan competencias y escenarios específicos relacionados con la gestión de la información digital, los cambios de atención y el reconocimiento de los síntomas de la fatiga cognitiva.
- d) *Gestión de la seguridad operacional*. Los riesgos relacionados con la sobrecarga de información y la fatiga cognitiva constituyen amenazas emergentes que deben integrarse de forma explícita en los programas estatales de seguridad operacional (SSP) y en los sistemas de gestión de la seguridad operacional (SMS) de los explotadores con arreglo al Anexo 19, de modo que sean objeto de procesos formales de identificación de peligros y gestión de riesgos para la seguridad operacional.

3. CONCLUSIÓN

3.1 La digitalización continua del puesto de pilotaje es vital para el futuro y la modernización de la navegación aérea. No obstante, al tiempo que avanza la tecnología, también debe evolucionar de forma paralela la comprensión de los riesgos asociados a la actuación humana y de la forma de mitigarlos.

3.2 Se necesita un esfuerzo proactivo y coordinado a nivel mundial, liderado por la OACI, con el fin de desarrollar soluciones centradas en el ser humano para que las tripulaciones de vuelo puedan gestionar el exceso de información en el puesto de pilotaje. Para esto se requiere actualizar los conceptos de diseño para que se ajusten a los principios del diseño centrado en el ser humano, mejorar las metodologías de instrucción y modernizar la vigilancia reglamentaria para que la actuación humana ocupe un lugar central en la integración tecnológica.

3.3 Con su acción, la Asamblea puede contribuir a la seguridad operacional, resiliencia y sostenibilidad a largo plazo del sistema mundial de aviación y acompañar su evolución digital. Así pues, la Asamblea puede instruir al Consejo para que encargue a la Secretaría, en coordinación con los grupos expertos pertinentes, las siguientes tareas:

- a) elaborar textos de orientación exhaustivos sobre metodologías de diseño centradas en el ser humano para los sistemas e interfaces del puesto de pilotaje con el fin de reducir la sobrecarga de información y ayudar a gestionar de forma eficaz la carga cognitiva;
- b) revisar los SARPS de los Anexos 1, 6, 8 y 19 y, cuando sea necesario, elaborar enmiendas para que los riesgos relacionados con la digitalización en el puesto de pilotaje se gestionen adecuadamente a través de los requisitos de certificación y de medidas operaciones, de instrucción y de gestión de la seguridad operacional; y
- c) promover la investigación y los estudios sobre la actuación operacional con el fin de identificar estrategias y tecnologías eficaces que permitan monitorear y reducir la fatiga cognitiva, así como gestionar los sistemas de automatización complejos durante las operaciones en vuelo.

3.4 La Asamblea también puede instar a los Estados miembros a que incorporen los principios de gestión de la información digital y medidas de mitigación de la fatiga cognitiva en sus programas nacionales de instrucción para la tripulación de vuelo, procesos de certificación y actividades de vigilancia de la seguridad operacional. Con este fin, se adjunta una propuesta de enmienda al apéndice O de la resolución A41-10 de la Asamblea para formalizar la política permanente de la OACI en esta área crítica.

— — — — —

APÉNDICE

PROPUESTA DE ENMIENDA A LA RESOLUCIÓN A41-10 DE LA ASAMBLEA

Considerando que según los fines y objetivos fijados por el Convenio de Chicago, la OACI ha de contribuir a la evolución del transporte aéreo “para promover la seguridad de vuelo en la navegación aérea internacional”;

Considerando que se reconoce que la actuación humana influida por capacidades y limitaciones fisiológicas y cognitivas, contribuye significativamente a la seguridad operacional global del sistema de aviación;

Considerando que se reconoce que las ventajas de seguridad operacional y eficiencia relacionadas con tecnologías, sistemas y procedimientos nuevos sólo pueden lograrse cuando están diseñados para mejorar la actuación de los individuos que hacen uso de ellos; y

Considerando que se reconoce que la implantación de los sistemas de aviación del futuro generará cambios en las funciones de los profesionales de la aviación que exigirán trabajar a través de equipos multidisciplinarios para apoyar la toma de decisiones en colaboración;

La Asamblea resuelve que:

1. los Estados miembros se cercioren de la integración de consideraciones de actuación humana en la planificación, el diseño y la implantación de nuevas tecnologías, sistemas y procesos como parte de un enfoque de gestión de la seguridad operacional;
2. los Estados miembros promuevan y faciliten la integración de elementos de actuación humana en los programas de instrucción basados en competencias durante toda la carrera profesional de un individuo;
3. los Estados miembros incluyan estrategias que promuevan un desempeño operacional seguro, constante, eficiente y eficaz del individuo y de los equipos de individuos al ocuparse de las prioridades en materia de seguridad operacional; y
4. los Estados miembros y la OACI promuevan la seguridad operacional en los puestos de pilotaje cada vez más digitalizados, mitigando las repercusiones que tiene para la actuación humana el uso de sistemas con grandes volúmenes de datos, entre otras cosas mediante las siguientes acciones:
 - a) fomentar los principios del diseño centrado en el ser humano para sistemas e interfaces del puesto de pilotaje con el fin de reducir la sobrecarga de información y prevenir la fatiga cognitiva;
 - b) procurar que los marcos de competencias e instrucción para pilotas y pilotos, incluida la instrucción basada en datos comprobados, incluyan las habilidades necesarias para gestionar eficazmente la información digital compleja y mitigar los riesgos relacionados con la automatización; y
 - c) promover la integración de los riesgos asociados a la interacción entre el humano y la máquina y a la carga cognitiva en los programas estatales de seguridad operacional y en los sistemas de gestión de la seguridad operacional de los explotadores.