

DESAFÍOS ESTRATÉGICOS EN LA LOGÍSTICA: ANÁLISIS DEL ACCIDENTE DE LAPA 3142 Y RECOMENDACIONES PARA LA GESTIÓN DE LA CONFIABILIDAD HUMANA EN LA CADENA DE SUMINISTROS

Pedro Baziuk (Prof. Titular Investigación Operativa Aplicada, Licenciatura en Logística FCE – UNCUYO)

Federico Ríos (JTP Derecho de Transportes, Licenciatura en Logística FCE – UNCUYO)

Franco Macello (Becario CIN, UNCUYO)

Katherine Chena (Estudiante Licenciatura en Logística, FCE, UNCUYO)

Bernardo Ochoa (Estudiante Licenciatura en Logística, FCE, UNCUYO)

1. Introducción

La catástrofe de LAPA, ocurrida el día martes 31 de agosto de 1999 en el Aeroparque Jorge Newbery fue un infortunio que protagonizó las portadas de los periódicos y de las noticias. Exhaustivas investigaciones se llevaron a cabo con el propósito de determinar cuáles habían sido las causas del accidente, y posteriormente, lograr una justa identificación de los responsables.

Al haber sido un tema de tal envergadura, mucha información fue divulgada, actualmente disponible en distintas fuentes públicas como lo son notas de distintas empresas de divulgación de información o periodistas independientes.

Sin embargo, al ser el análisis de confiabilidad humana no solo en la ejecución de las tareas de pilotaje, sino también en aquellas particularmente técnicas de la aeronave el tema principal del presente trabajo, lo hace al mismo único en su contenido.

Acontecimientos similares han tenido lugar en la historia. En el aeropuerto de Madrid-Barajas, durante la jornada del día 20 de agosto de 2008, es decir, 9 años después del accidente del vuelo 3142 de LAPA, una omisión del despliegue de los flaps al momento del despegue, resultó en un accidente con incluso peores consecuencias, teniendo 154 víctimas fatales, 18 heridos graves y una destrucción total de la aeronave, a causa del impacto y posterior incendio (CIAIAC, 2008).

El 16 de agosto de 1987, en Detroit, Estados Unidos, la aeronave McDonnell Douglas DC-9-82 inició su carrera de despegue en el aeropuerto local. Una vez realizada la rotación, la aeronave comenzó a alabear y una de las alas impactó con un poste de luz y a continuación con otros sucesivos, y finalmente contra el suelo. Como resultado, 148 pasajeros y 8 tripulantes perdieron la vida, restando solo un sobreviviente con daños de consideración. Además, en tierra, 2 personas fallecieron y 4 resultaron gravemente heridas. La causa probable del accidente determinada por la Junta Nacional de Seguridad en el Transporte de los Estados Unidos, fue el fallo de la tripulación de vuelo en el uso de la lista de comprobación, para asegurar que los flaps y slats estaban correctamente configurados para el despegue. Se consideró como factor contribuyente la falta de energía que sufrió el TOWS, o sistema de advertencia de despegue, por lo que no advirtió a la tripulación de la configuración inadecuada para el despegue (CIAIAC, 2008).

Un año más tarde, en el aeropuerto Dallas-Fort Worth en el estado de Texas, Estados Unidos, el vuelo 1141 de Delta Airlines se estrelló justo después del despegue. La aeronave era un Boeing 727-232, con 101 pasajeros y 7 tripulantes. La tripulación informó que la carrera de despegue fue normal, sin que la detección de ningún aviso

luminoso o sonoro. Inmediatamente luego del despegue, la aeronave comenzó a alabear y golpeó la antena del localizador del sistema de aterrizaje instrumental (ILS). La aeronave se destruyó debido al impacto y al fuego posterior. De las personas que iban a bordo fallecieron 12 pasajeros y 2 tripulantes, 21 pasajeros y 5 tripulantes sufrieron heridas graves, y 68 pasajeros sufrieron heridas leves. El National Transportation Safety Board (NTSB) determinó como causa probable, la inadecuada disciplina en la cabina de vuelo del comandante y el copiloto, que desembocó en un intento de despegue sin los flaps y slats configurados adecuadamente, adicionando el fallo del TOWS para alertar a la tripulación de que la aeronave no estaba correctamente configurada (CIAIAC , 2008).

Es evidente no solo la importancia de la generación de recomendaciones, sino también su aplicación, para evitar la ocurrencia de este tipo de accidentes. Es posible ver que hay una persistencia en la evasión a las barreras destinadas a interrumpir la propagación del error humano. Los anteriores ejemplos son solo unos pocos casos de los muchos que ha habido en la historia de la aviación, siendo su análisis una imperiosa necesidad para disminuir las probabilidades de ocurrencia de estas tragedias.

El análisis de confiabilidad humana (Human Reliability Analysis HRA) consiste en un conjunto de metodologías de análisis con el objetivo de evaluar cuantitativamente el impacto de los potenciales “errores humanos” en el correcto funcionamiento de un sistema compuesto de equipos y personas, teniendo en cuenta los factores humanos (psicológicos y físicos) y organizacionales (Park & Jung, 1996). Los “errores humanos” surgen de diseños inadecuados del sistema, tales como complejidades de la tarea o situaciones proclives a errores (Szcwarcman, Domech, Vellasco, Pacheco, & Ribeiro, 2009). Los errores son probables de ocurrir cuando los requerimientos de la tarea exceden las limitaciones humanas. Los errores son el resultado de situaciones y actividades propensas a error más que a personas propensas a errores; luego la probabilidad de error, estará fuertemente asociada a las condiciones del entorno (Fujita & Hollnagel, 2004).

Ha habido un dramático incremento de la contribución del factor humano en los accidentes, alcanzando niveles del 70 al 80% (Cacciabue P., 2000), debido principalmente a dos razones: a) la gran confiabilidad y refinamiento de los componentes mecánicos y electrónicos, y b) la complejidad de los sistemas y el rol asignado a los humanos como lazos de control. Los ambientes de trabajo se han vuelto mucho más demandantes en términos de habilidades cognitivas y razonamiento que en cuanto a capacidades senso-motrices. Esto demuestra una gran sensibilidad de los sistemas tecnológicos a los factores humanos, siendo estos la principal causa de disminución en la disponibilidad del sistema (Dhillon, 2014).

Dado que la tendencia del ser humano a cometer errores es un elemento inherente a los sistemas tecnológicos existe una fuerte corriente de estudios en la generación de recomendaciones, especialmente de barreras, para disminuir las probabilidades de la ocurrencia del error humano y si este ocurriera, mitigar las consecuencias del mismo (Rivera & Núñez McLeod, 2012).

2. Objetivo general y metodología

El objetivo general del presente trabajo es generar recomendaciones para la disminución de riesgos en el componente aeronáutico de la cadena de suministros, mediante la aplicación de metodologías de confiabilidad humana, tomando como caso de estudio la tragedia del vuelo 3142 de LAPA.

La primera etapa de esta investigación es la obtención de información técnica del accidente a partir de informes y notas periodísticas. Al mismo tiempo la selección y análisis de artículos científicos sobre confiabilidad humana en general y particularmente modelos sistémicos aplicados a la aeronáutica.

Se buscaron antecedentes en las bases de datos de la biblioteca electrónica del MinCyT. Especialmente de las revistas de Elsevier: Safety Science, Safety and Health at Work, International Journal of Engineering Science, Accident Analysis & Prevention.

La segunda etapa consiste en la aplicación de un modelo de confiabilidad humana específico resultando en la identificación de los errores de comisión y omisión que desencadenaron en el accidente, así como las fallas latentes del sistema y relaciones entre sus componentes que provocaron resonancia en sus funciones de variabilidad natural y desencadenaron en dicho accidente.

Los resultados de estos estudios permitirán la generación de recomendaciones específicas, que servirán para la optimización del sistema tecnológico analizado mejorando su confiabilidad, disponibilidad y eficiencia.

Objetivo específico 1: Explicar el accidente del vuelo 3142 desde la perspectiva de los modelos de confiabilidad humana.

Objetivo específico 2: Generar recomendaciones para la optimización del sistema socio tecnológico analizado mejorando su confiabilidad, disponibilidad y eficiencia.

Objetivo específico 3: Generar recomendaciones para estrategias de disminución de riesgos en cadenas de suministros

Objetivo específico 4: formar recursos humanos a partir de la participación en el proyecto de estudiantes de las carreras de la Facultad de Ciencias Económicas, en especial de la Carrera de Logística. Integración intercátedras.

Hipótesis de trabajo

Se considera que el componente aeronáutico de las cadenas de suministros es susceptible de ser optimizado (aumento de disponibilidad, confiabilidad y eficiencia) gracias a la aplicación de técnicas de confiabilidad humana. Específicamente, este trabajo trata de verificar la hipótesis que las metodologías de confiabilidad humana basadas en un enfoque sistémico permiten optimizar un sistema socio-tecnológico industrial identificando sus puntos críticos y relaciones entre sus componentes que pueden provocar resonancia en sus funciones de variabilidad natural.

Actividades

La primera etapa de esta investigación es la obtención de información técnica del accidente a partir de informes y notas periodísticas. Al mismo tiempo la selección y análisis de artículos científicos sobre confiabilidad humana en general y particularmente modelos sistémicos aplicados a la aeronáutica, lo que permitirá el desarrollo teórico del tema fundamentando la selección de determinadas técnicas de confiabilidad humana y la replicabilidad de estudios realizados en otros países.

Esta primera etapa consiste en un análisis cualitativo de la información, revelando las características lexicológicas de la disciplina y los principales problemas de tema. Esta metodología de revisión bibliográfica se inicia con una lectura crítica, organización sistemática de los documentos y categorización de los mismos.

La segunda etapa consiste en la aplicación del modelo de confiabilidad humana “General model analysis of aeronautical accidents involving human and organizational factors” (Bandeira & Correiaa, 2018) resultando en la identificación de los errores de comisión y omisión que desencadenaron el accidente, así como las fallas latentes del sistema y relaciones entre sus componentes que provocaron resonancia en sus funciones de variabilidad natural y desencadenaron dicho accidente.

La medición de parámetros y las entrevistas con los actores, permiten realizar un estudio basado en la resonancia que puede aparecer a partir de la variabilidad natural de cada una de las funciones que componen el sistema. Esto permite mejorar la resiliencia del sistema y disminuir su vulnerabilidad aumentando la tolerancia a errores humanos.

3. Desarrollo

El accidente de LAPA 3142

El 31 de agosto de 1999, ocurrió el accidente del vuelo 3142 de Líneas Aéreas Privadas Argentinas (LAPA), en el Aeroparque Metropolitano Jorge Newbery.

La aeronave que protagonizó el siniestro era un Boeing 737-204C, con motores Pratt & Whitney JT8D-9^a. Su primer vuelo lo realizó el 14 de abril de 1970, siendo entregada por Boeing a Britannia Airways el 17 de abril de dicho año. Casi 20 años más tarde, el 1 de febrero de 1990, el avión fue transferido a la aerolínea francesa TAT European Airlines. Finalmente, la aeronave fue entregada a LAPA el 21 de diciembre de 1996. Al momento del accidente contaba con 67 864 horas de vuelo y 41 851 ciclos de despegue/ aterrizaje (Flight Safety Foundation, 2021).

Generalmente, el ciclo de vida de una aeronave, está directamente relacionado con el mantenimiento. Antes de cumplir con el ciclo de vida, la tecnología, economía de la operación, rendimientos operativos, relación pasajeros y combustible, decibeles (medida del ruido emitido) permitidos por aeropuertos para operar, etc. vencen antes que la vida misma por fatiga. En particular Boeing le da 90,000 horas y 45,000 ciclos (presurizar/despresurizar) a una aeronave de este tipo, cumpliendo todos los procedimientos por ellos indicados en las distintas fases de vida, como límite teórico (Flight Safety Foundation, 2021).

La mayor razón para los cambios de flota no son los requerimientos de seguridad sino otras formas de obsolescencia tecnológica más relacionadas, por ejemplo, con el consumo: los aviones más modernos son capaces de hacer los mismos trayectos con mucho menos combustible y eso supone gran cantidad de dinero en la principal partida de gasto corriente de las aerolíneas (Almendros, 2018).

Según los datos recopilados por "Plane Spotters" (Plane Spotters Net, 2021) la flota de las grandes compañías europeas y americanas tienen una media de edad similar que oscila entre los 9,4 años de Iberia hasta los 12,5 de su 'hermana' British Airways, un lapso en el que están, por ejemplo, KLM -10,4 años-, American Airlines -12-, Lufthansa -11,2-, o Air France -11,3-.

El vuelo 3142 debía partir desde el Aeroparque Jorge Newbery de la Ciudad de Buenos Aires a las 20:36 del mencionado día, con destino a la ciudad de Córdoba. En el mismo, se encontraban a bordo un total de 103 personas (98 pasajeros y 5 miembros de la tripulación), de las cuales fallecieron 65 tras el accidente y 34 resultaron heridas (Junta de Investigaciones de Accidentes de Aviación Civil, 18 de Mayo, 2000).

A las 20:54, el vuelo 3142 es autorizado a proceder, e iniciar carrera de despegue. Los pilotos realizan una muy apresurada revisión de los sistemas y por fin, solicitan a la tripulación tomar sus respectivos asientos para el despegue. Todo parecía indicar que sería un vuelo tranquilo, debido a que había cielo despejado y excelentes condiciones para volar. La aeronave inicia la operación de despegue, acelerando a lo largo de la pista, y levantando la nariz. Sin embargo, al intentar abandonar el suelo, los pilotos detectan la falta de sustentación. Luego la aeronave vuelve a tocar pista, se sale de ella, atravesando la Avenida Costanera Rafael Obligado, arrastrando a un automóvil que circulaba por ella, chocando contra unas máquinas viales, un terraplén y una planta reguladora de gas, y finalmente terminando en el predio del Club Argentino de Golf. La pérdida de combustible y el gas expelido por la rotura de la planta provocaron un incendio que causó la muerte de la mayoría de los pasajeros que habían sobrevivido al choque (Junta de Investigaciones de Accidentes de Aviación Civil, 18 de Mayo, 2000).

El comandante era Gustavo Weigel, de 45 años de edad, y el copiloto era Luis Etcheverry, de 31; ambos fallecieron en el accidente. El comandante contaba con una experiencia de 6500 horas de vuelo, de las cuales 1710 habían sido en el tipo de aeronave accidentada. El copiloto había volado 560 de sus 4085 horas de vuelo en el tipo de aeronave accidentada (Junta de Investigaciones de Accidentes de Aviación Civil, 18 de Mayo, 2000).

Para contextualizar esta información, considerando la situación más desfavorable, un piloto no debe volar más de 40 horas semanales. Depende del país, la línea aérea, convenios colectivos de trabajo, y si el piloto dedicó toda

su etapa profesional a la actividad comercial, etc. Por lo tanto, haciendo referencia a estas condiciones de contorno podemos afirmar lo siguiente:

Días posibles de trabajo en el año	365
Sábados y domingos del año	104
Días posibles de trabajo	261
Tiempos no productivos normales	
Vacaciones 30	30
Licencias varias 3	3
Lic. Enf y/o accidentes 8	8
Feriatos 5	5
	46
Días de trabajo teórico	215
Horas productivas relativas (215 x 8)	1720
Horas de Descanso (1 x 215)	215
Horas productivas teóricas anuales	1505

Tabla 1 - Cálculo de horas productivas teóricas anuales (Elaboración Propia).

Si consideramos las 1505 horas productivas máximas teóricas, para el comandante, suponiendo 10 años volando en una aerolínea, debería tener 15.050 hs de vuelo. Por lo tanto, está en el orden del 45% del máximo teórico. El copiloto, a pesar de tener menos horas de vuelo, con 31 años supera el 27% del máximo teórico. Por lo tanto, en ambos casos, la experiencia de vuelo es alta. Sin embargo, lo que es necesario conocer es la cantidad de horas de vuelo que realizó en el último año, entrenamiento, simuladores de vuelo, nivel de estrés, etc. para emitir un juicio de valor. La cantidad de horas de vuelo es solo un dato más de un universo de información.

En el informe técnico del accidente del vuelo 3142 de LAPA (Junta de Investigaciones de Accidentes de Aviación Civil., 2000), se incluyen observaciones finales que arrojaron los estudios e inspecciones efectuadas entre los años 1994-1999 al comandante Gustavo Weigel. Entre las observaciones principales se destacan:

- Desconocimiento de los procedimientos de seguridad.
- Desconocimiento o falta de aprendizaje de los ítems a efectuar de memoria (Memory Ítems) ante situaciones que no permiten la lectura de las Listas de Control de Procedimientos (LCP).
- No realiza un buen control de la cabina.
- No hay seguridad en las acciones inmediatas.
- Lentitud en reacciones y movimientos en situaciones críticas.
- Observaciones sobre falta de coordinación en cabina en forma muy repetida y en distintas circunstancias de vuelo,
- Influencia de factores físicos o personales de tipo no definido, sobre las actuaciones de pilotaje.
- Falta de conocimiento suficiente de sistemas y procedimientos que influían sobre su accionar en cabina, no siendo suficientemente rápida su capacidad de razonamiento para reemplazar esa falta.

- Malas decisiones en general (no respetar las velocidades indicadas para realizar maniobras de ascenso o descenso, entre otras).

El 23 de julio de 1996, se solicita su afectación como copiloto de B-737-200 ante la DNTAC. Entre los comentarios que se recogen, luego de posteriores entrenamientos de repaso sobre simulador, se destacan los siguientes (Junta de Investigaciones de Accidentes de Aviación Civil., 2000):

- “Su reacción para corregir las desviaciones no alcanzan por ser lento. Por otra parte, esta situación mantiene ocupada toda su atención haciendo que le sea muy difícil mantener el control total del avión, la tripulación y la situación que tiene que resolver”.
- “Ud. no puede iniciar una aproximación sin haber configurado el avión, sin realizar “descent and approach” y sin haber hecho el briefing”.
- “No inicie una aproximación si no tiene perfectamente coordinada la cabina”.
- “En general conoce los procedimientos, pero no los aplica totalmente en el avión”.
- “Decidió iniciar un procedimiento con excesiva velocidad en el fijo (230 VIAS), el avión sin configurar y sin haberse hecho el briefing, ni la descent approach check list”.
- “En mas de una oportunidad no interpreta las autorizaciones del control, debido a la falta de atención por la carga de trabajo, apartándose de las mismas”.

Además, Durante una inspección en ruta en mayo de 1997 se asienta:

“Para un perfil de Copiloto es standard, pero para el de comandante debe conocer y estudiar más los sistemas, para de esta manera ser un excelente comandante”

Con respecto al copiloto, Luis Etcheverry, algunas observaciones destacadas que arrojaron estudios e inspecciones efectuadas entre los años 1998-1999 son:

- Tendencia a no seguir los procedimientos según las listas de control (LCP) y no respetar las secuencias.
- En ocasiones, cuando utilizaba las LCP, lo hacía de memoria sin saberlas correctamente, hecho incorrecto pues, ellas deben ser leídas, excepto los “memory items”. Además, lo hacía de tal modo y velocidad que no alcanzaba a verificar realmente los ítems que iba leyendo.
- Recordatorio de configuración de aeronave y despliegue de flaps, previo a realizar un procedimiento con el avión.

Sin embargo, es de importancia resaltar el hecho de que la información expuesta, en el informe técnico del accidente, sobre los pilotos y tripulantes de cabina, se presenta en una forma imprecisa y compleja (Junta de Investigaciones de Accidentes de Aviación Civil., 2000). El error humano es lo que primó en este incidente, debiendo ser los antecedentes de los profesionales involucrados, uno de los principales temas a tratar en el informe técnico, con el propósito de comprender, no solo el contexto, sino también el criterio utilizado para la toma de decisiones.

En el informe técnico del accidente previamente mencionado ocurrido en Madrid-Barajas, se da claramente información en forma de texto y tabulada acerca del comandante, Copiloto, Tripulación de cabina y Técnicos de Mantenimiento, siendo este, un informe cuya estructura podría ser potencialmente un modelo más apropiado para el desarrollo de informes técnicos de accidentes aéreos similares. (CIAIAC , 2008).

La Junta de Investigaciones de Accidentes de Aviación Civil (JIAAC) estableció que la "causa inmediata" del accidente fue la omisión, por parte de su piloto Gustavo Weigel, de extender los flaps para aumentar la sustentación de la nave según el “Informe de la Junta de Investigaciones de Accidentes de Aviación Civil (Argentina) sobre el vuelo LAPA 3142” (Junta de Investigaciones de Accidentes de Aviación Civil, 18 de Mayo, 2000). Los pilotos continuaron con el carreteo, dejando que la aeronave aumente excesivamente su velocidad, lo que hizo imposible detenerla a tiempo para evitar el desastre.

El informe técnico emitido por la JIAAC, tiene una extensión de 69 páginas, donde su desarrollo consta fundamentalmente de cuatro partes a saber:

- Información sobre los hechos: Donde se deja constancia de todo lo averiguado y constatado como hechos.
- Análisis: Donde se relacionan los distintos hechos para obtener conclusiones.
- Conclusiones: Donde se enumeran las conclusiones dejando constancia de los hechos y/o análisis que las fundamentan.
- Recomendaciones: Donde se enumeran las recomendaciones que, a criterio de la JIAAC, permitirían prevenir hechos similares, dirigidas a las personas y organismos que podrían ponerlas en prácticas.

A pesar de la clara división del desarrollo del informe en estas cuatro partes, se carece de un índice al inicio del mismo. No se aprovecha la gran ventaja natural que un índice tiene, la de indicar específicamente la página, y así facilitar el acceso a información específica que se desea conocer del documento (Junta de Investigaciones de Accidentes de Aviación Civil., 2000).

Por otro lado, el informe técnico, mencionado anteriormente, del accidente aéreo en Madrid-Barajas, sí presenta un índice, estando este desarrollado a lo largo de 7 páginas, incluyendo también subíndices (CIAIAC , 2008). Esto justamente permite al lector, una más dinámica identificación de los puntos que se deseen analizar, pudiéndose afirmar una vez más, la idea de que éste sea un potencial modelo de redacción de informes técnicos de accidentes aéreos similares.

Ambos informes técnicos indican su propósito explícitamente, el cual es el de prevenir futuros accidentes e incidentes de aviación mediante la formulación, si procede, de recomendaciones que eviten su repetición. No se dirige a la determinación ni al establecimiento de culpa o responsabilidad alguna, ni prejuzga la decisión que se pueda tomar en el ámbito judicial (CIAIAC , 2008).

Descripción y adaptaciones del modelo

Para la aplicación del modelo “General model analysis of aeronautical accidents involving human and organizational factors” (Bandeira & Correiaa, 2018) se confeccionó una encuesta para la extracción de juicio de experto sobre las habilidades requeridas por los pilotos al momento del despliegue de los flaps.

En una primera instancia, la encuesta se dividió en dos secciones. La primera involucraba aquellas habilidades propias del comandante de vuelo para llevar a cabo el despegue de la aeronave. Mediante una cuadrícula, los encuestados podrían haber respondido cuál es la importancia de las distintas habilidades de los pilotos al desplegar los flaps previo al despegue. Con respecto a la segunda, el objetivo era recopilar información acerca de las características de los pilotos, utilizando casillas, donde carecía de una asignación de importancia como en el caso anterior, y solo se reducía a seleccionar las más relevantes según el criterio de los encuestados.

Adicionalmente, ambas secciones tenían adjunto un espacio para desarrollar comentarios al respecto.

Sin embargo, se concluyó que, al ser la encuesta demasiado breve, se dificultaba obtener una clara noción de cuáles habrían sido, según el juicio de los encuestados, las habilidades más críticas de los pilotos a la hora de desplegar los flaps previo al despegue. Por lo tanto, la principal corrección se relacionaba con respecto a la amplitud del instrumento de evaluación, con el objetivo de obtener más información, y poder interpretar más precisamente las perspectivas de los encuestados.

En una segunda instancia, cada una de las habilidades de las pilotos indicadas en el modelo, tenían un espacio particular para ser analizadas. Mediante una escala numérica del 1 al 5, los encuestados tendrían la

posibilidad de responder qué tan importante, o necesario, según el caso, sería tener, o haber desarrollado, ciertas habilidades.

Las adaptaciones fueron:

1. Se desarrolló una introducción, inmediatamente después del título de la encuesta.
2. Se le asignó a cada habilidad de las mencionadas en el modelo, un espacio para ser analizada, y oportunamente aportar comentarios.

Un aspecto muy sensible que se mejoró en este proceso, fue la adecuación de la formulación de las preguntas, no solo para tener una respuesta específica a lo que se estaba preguntando, sino también para evitar cualquier tipo de persuasión, y así garantizar una respuesta más auténtica, de parte del encuestado, y no sugerida por los autores del trabajo. Por ejemplo:

- Ampliación de la primera encuesta la cual solo poseía 4 espacios de respuesta, a una nueva, con una sección de respuesta particular para cada habilidad contemplada en el modelo.
- Modificación de “¿Cuál es el grado de importancia que el piloto sea asertivo al aplicar los flaps?” a “La asertividad es una forma de comportamiento caracterizada por una declaración firme o la afirmación de una declaración sin necesidad de prueba. Teniendo en cuenta este concepto, ¿cuál es el grado de importancia que el Pilot Flying sea asertivo al aplicar los flaps?”.
- Modificación de “¿Qué tan fundamental cree usted que es la comunicación técnica durante la configuración del ala, previo al despegue?” a “¿Que tan fundamental cree usted que es conocer el lenguaje informal y jerga utilizados usualmente en la actividad aeronáutica durante la configuración del ala, previo al despegue?”.

De igual manera, se evitaron ambigüedades en el uso de los términos producto de las traducciones de su versión original en inglés. En estos casos se incluyó una pequeña definición o contextualización del uso del término. Por ejemplo:

- "Mientras que la atención es la capacidad de dirigir el pensamiento sobre un estímulo de forma intencionada o incluso involuntaria, la concentración es la capacidad de fijar esa atención sobre algo de forma voluntaria y consciente". En base a la afirmación anterior, ¿qué tanta concentración sugeriría tener al momento de la extensión de los flaps?
- "La percepción es la forma en la que el cerebro interpreta las sensaciones que recibe a través de los sentidos para formar una impresión inconsciente o consciente de la realidad física de su entorno". Según esta información, ¿es la percepción del piloto una habilidad exigida durante la configuración del ala?
- Se considera al "monitoreo" como el proceso sistemático de recolectar, analizar y utilizar información para hacer seguimiento al progreso de un programa en pos de la consecución de sus objetivos, y para guiar las decisiones de gestión. ¿Qué tan relevante es esta habilidad en los pilotos en el momento de la extensión de los flaps?
- Usualmente se interpreta como "conciencia situacional" a la comprensión de los objetos, eventos, gente, estados de los sistemas, interacciones, condiciones ambientales y cualquier otro tipo de factores de una situación específica. Dado esto, ¿qué tan importante cree usted que sea la conciencia situacional a la hora de la extensión de los flaps?

En una tercera instancia de revisión, se separó la encuesta por un lado para el “piloto” y por otro lado referida al “copiloto”, luego estos términos fueron modificados en la validación de la encuesta (ver más adelante) por “Pilot Monitoring” y “Pilot Flying”, utilizados ampliamente en la aviación para definir los roles dentro de la cabina y previo

al despegue, con el objetivo de que el primero lea la lista de comprobación de la configuración de la aeronave, y el segundo ejecute y/o revise la misma.

Además, en esta revisión, se realizaron las siguientes modificaciones:

1. En el análisis de la primera habilidad, la cual es la “atención”, se modificó teniendo presente que los pilotos al configurar los flaps del ala del avión siguen pasos detallados en listas de comprobación. Por lo tanto, se carecería de una múltiple interacción simultánea entre el piloto y el avión, siendo la atención, importante a la hora de seguir los pasos de la lista mencionada, y no propiamente durante la configuración del ala. Es decir, se la podría considerar como un instrumento para la ejecución de instrucciones previamente determinadas.
2. Se añadió la definición de asertividad para evitar ambigüedades.
3. Se reemplazó el término “actitud” por “predisposición”, con el objetivo de ser precisos en cuanto a la información que se estaba buscando.
4. Con respecto a la habilidad de “comunicación técnica” se reformuló prácticamente la totalidad de la pregunta. Se lo hizo con el propósito de recopilar información más exacta acerca de lo que se buscaba, la cual trata sobre la jerga y lenguaje informal del ámbito, evitando una pregunta más generalizada.

Por último, en la cuarta y final versión de la encuesta se incluyó una sección de antecedentes, en donde se solicita información del encuestado, relacionada sobre la licencia, labor actual, cantidad de horas de vuelos, entre otros. Además, se incluyó el nombre del modelo empleado en la introducción, para contextualizar el uso de la misma.

Al finalizar esta encuesta, se realizó una doble validación, en primer lugar, con un experto aeronáutico quien recomendó las siguientes modificaciones:

1. Adición de los términos “Pilot Flying” y “Pilot Monitoring”
2. Mención de la existencia de la lista de comprobación de la configuración de la aeronave como elemento fundamental e imprescindible, utilizado previo al despegue.
3. Sugerencias sobre terminología en prácticamente todas las preguntas. A raíz de esto, se modificaron algunas preguntas con el objetivo de, como se mencionó anteriormente, evitar influencias, y así acercarse a una respuesta sin sesgos.

En segundo lugar, se envió la encuesta a dos expertos HRA, quienes la analizaron y aprobaron para ser utilizada como instrumento de evaluación del presente trabajo.

Finalmente, la versión final de la encuesta no revelaba el propósito de la misma para no condicionar las respuestas de los pilotos que la respondieron.

Ejecución del instrumento de evaluación

La encuesta, una vez terminada y validada por expertos en aeronáutica y en confiabilidad humana, fue divulgada y respondida por pilotos activos y retirados. Según las respuestas, ellos poseen más de 5.000 horas de vuelo, y el 75% supera las 15.000 horas. Todos poseen licencias comerciales, militares y/o de transporte de línea aérea, dedicándose el 75% actualmente al transporte de pasajeros.

4. Resultados

Para la interpretación de los resultados, se realizó una clasificación de las respuestas en función de su grado de unanimidad y dispersión. La clasificación es la siguiente:

- GRUPO 1: Se agrupan todas aquellas habilidades en donde hubo unanimidad en la respuesta.
- GRUPO 2: Se agrupan todas aquellas habilidades donde la mayoría de los votos (igual o mayor al 60%) se encuentran en las respuestas 4 y 5.
- GRUPO 3: Se agrupan todas aquellas habilidades donde la mayoría de los votos (igual o mayor al 60%) se encuentran en las respuestas 1 y 2.
- GRUPO 4: Se agrupan todas aquellas habilidades que no cumplen con las premisas de los grupos anteriores, es decir, donde hay dispersión.

Tal interpretación y clasificación se realiza tanto para las habilidades del Pilot Flying, como también para el Pilot Monitoring. Cabe resaltar, como se mencionó en el apartado 3.5, que la encuesta solo se basa en el despliegue de los flaps, previo al despegue de un aeronave, no incluyéndose mención alguna del vuelo 3142 de LAPA.

Primero se analizan los resultados referidos al Pilot Flying. Se agrupan las distintas habilidades, siguiendo la clasificación mencionada anteriormente:

- GRUPO 1: Asertividad; Disciplina; Monitoreo; Consciencia situacional.
- GRUPO 2: Interpretación; Cálculo; Concentración; Planificación; Memoria; Liderazgo; Juicio; Actitud.
- GRUPO 3: Creatividad.
- GRUPO 4: Atención; Percepción; Empatía; Comunicación.

Adicionalmente, se determina el “Promedio de Resultados de la Encuesta” el cual representa un valor promedio obtenido a partir de las votaciones de los encuestados. Se visualizan a continuación:

Tabla 2 - Promedio de Resultados de la encuesta para Pilot Flying (Elaboración Propia)

Habilidades	Promedio de resultados de la encuesta
	Pilot Flying
Atención	2,87
Interpretación	4,62
Cálculo	4,75
Concentración	4,25
Memoria	3,75
Juicio	4,5
Asertividad	5
Percepción	3,87
Planificación	4,62
Liderazgo	4,25
Creatividad	2,5
Disciplina	5
Empatía	2,37
Actitud	4,25
Monitoreo	5
Consciencia situacional	5
Comunicación	3,25

Por otro lado, según el informe técnico del accidente (Junta de Investigaciones de Accidentes de Aviación Civil, 18 de Mayo, 2000.), y utilizando la Tabla 1 del modelo (Bandeira & Correia, 2018), se determinaron cuáles fueron

los “Factores administrativos y organizacionales” (del inglés, Management and organizational factors, MOF) más relevantes en el caso del accidente del vuelo 3142 de LAPA. Los considerados más importantes son:

- Coordinación laboral - Categoría C. Debido a una ejecución inadecuada de las operaciones a la hora de revisar y ejecutar correctamente las indicaciones establecidas en la lista de comprobación de la configuración del ala.
- Predisposición de supervisión - Categoría F. Debido a una supervisión inadecuada de las operaciones en el nivel administrativo. Las torres de control en los aeropuertos deben revisar, y constatar la adecuada configuración de la aeronave previa al despegue.
- Falla de la comunicación de la organización - Categoría J. Debido a instalaciones inadecuadas, como lo eran las alarmas y sistemas de control, que no indicaron correctamente la falta de sustentación del aeronave previo al despegue.

Utilizando esta información, se introducen los MOF a la Tabla 5 del modelo (Bandeira & Correiaa, 2018), con el objetivo de extraer los “Factores de desempeño” (del inglés, Performance Shaping Factors, PSF) sugeridos. Para hacerlo, se establece una relación entre la cantidad de MOF considerados relevantes con respecto al PSF en observación, y la cantidad total de MOF que tal PSF abarca. A continuación, se muestran los PSF con las relaciones mencionadas:

- Estrés - (3/8)
- Fatiga - (1/4)
- Distracción - (2/4)
- Tiempo de ejecución de tarea - (2/5)
- Riesgo en la ejecución de la tarea – (2/7)
- Experiencia y entrenamiento - (2/5)
- Comunicación de equipo - (1/4)
- Conocimiento en situaciones adversas - (1/4)
- Conocimiento de estándares técnicos - (3/6)
- Estado emocional - (1/3)
- Estado psicológico - (1/3)
- Estado físico - (0/2)
- Calidad de sueño - (0/2)
- Calidad de la interfaz Hombre Máquina - (1/4)
- Gradiente de autoridad – (3/5)

Como ejemplo, se detalla el cálculo de la relación del PSF de “estrés”:

Los MOF considerados como influyentes en el factor de “estrés” son los siguientes (Bandeira & Correiaa, 2018):

- B – Programa de entrenamiento.
- C – Coordinación laboral.
- D – Programas de la compañía
- F – Predisposición de supervisión
- G – Impacto psicológico
- H – Actuación de la empresa
- I – Evaluación organizacional
- J – Falla de la comunicación de la compañía

De los 8 (ocho) MOF que el modelo (Bandeira & Correiaa, 2018) sugiere relevantes, solo 3 (tres) son considerados clave (factores C, F y J) en el caso del estudio del accidente del vuelo 3142 de LAPA. Por lo tanto, la relación es de 3 factores sobre un total de 8. Este mismo cálculo se aplica a los demás PSF.

Siguiendo el desarrollo de los resultados, se adopta el criterio de considerar PSF relevantes a aquellos cuyas relaciones tengan un valor igual o mayor a 0,4 puntos. Consecuentemente los PSF más relevantes, junto con sus valores de relación son:

- Distracción – 0,5 puntos
- Tiempo de ejecución de la tarea – 0,4 puntos
- Experiencia y entrenamiento – 0,4 puntos
- Conocimiento de estándares – 0,5 puntos
- Gradiente de autoridad – 0,6 puntos

Finalmente, los anteriores resultados se utilizan como datos de entrada en la Tabla 6 del modelo (Bandeira & Correiaa, 2018), con el objetivo de obtener las habilidades comprometidas de los pilotos. Para llevar a cabo este paso, se realiza el mismo cálculo anterior, es decir, estableciendo relaciones entre la cantidad de PSF considerados como relevantes para cada habilidad, y la cantidad total de PSF. A continuación, se exponen las habilidades con sus respectivos valores de relación:

- Atención – (3/8)
- Interpretación – (3/10)
- Cálculo – (4/9)
- Concentración – (2/8)
- Memoria – (2/7)
- Juicio – (5/11)
- Asertividad – (4/11)
- Percepción – (2/10)
- Planificación – (4/8)
- Liderazgo – (3/6)
- Creatividad – (2/6)
- Disciplina – (4/6)
- Empatía – (1/3)
- Actitud – (4/8)
- Monitoreo – (5/12)
- Consciencia situacional – (4/11)
- Comunicación técnica – (4/10)

Como ejemplo, se detalla el cálculo de la relación de la habilidad de “atención”:

Los PSF considerados como influyentes en la habilidad de la “atención” son los siguientes (Bandeira & Correiaa, 2018):

- Estrés
- Fatiga
- Distracción
- Experiencia y entrenamiento
- Comunicación del equipo

- Conocimiento de estándares técnicos
- Estado emocional
- Calidad de la interfaz Hombre Máquina

De todos los PSF anteriores, sólo se consideran como importantes la “distracción”, la “experiencia y entrenamiento”, y el “conocimiento de estándares técnicos”. Por lo tanto, la relación es de tres factores sobre un total de ocho. Este mismo razonamiento se aplica a las demás habilidades, teniéndose como resultado, los siguientes valores:

Tabla 3 - Relación de PSF para Pilot Flying (Elaboración Propia)

Habilidades	Relación de PSF
Atención	0,37
Interpretación	0,30
Cálculo	0,44
Concentración	0,25
Memoria	0,28
Juicio	0,45
Asertividad	0,36
Percepción	0,20
Planificación	0,50
Liderazgo	0,50
Creatividad	0,33
Disciplina	0,66
Empatía	0,33
Actitud	0,50
Monitoreo	0,42
Consciencia situacional	0,36
Comunicación	0,40

Si denominamos al “Puntaje de Relevancia” como el siguiente cociente:

Promedio de Resultados de Encuesta

$1 - \text{Relación de PSF}$

Ecuación 1. Puntaje de relevancia

Entonces es posible obtener una perspectiva cuantitativa acerca de cuáles son las habilidades más relevantes, teniendo en cuenta tanto la valoración de las habilidades más críticas según los resultados de las encuestas, y según el modelo (Bandeira & Correiaa, 2018) utilizando como datos de entrada los aportados por el informe técnico del accidente (Junta de Investigaciones de Accidentes de Aviación Civil, 18 de Mayo, 2000). Los resultados son los siguientes:

Habilidades de "Pilot Flying"	Promedio de resultados de la encuesta	Relación de PSF	Puntaje de relevancia
Atención	2,87	0,37	4,56
Interpretación	4,62	0,30	6,60
Cálculo	4,75	0,44	8,55
Concentración	4,25	0,25	5,67
Memoria	3,75	0,28	5,21
Juicio	4,50	0,45	8,18
Asertividad	5,00	0,36	7,81
Percepción	3,87	0,20	4,84
Planificación	4,62	0,50	9,24
Liderazgo	4,25	0,50	8,50
Creatividad	2,50	0,33	3,73
Disciplina	5,00	0,66	14,71
Empatía	2,37	0,33	3,54
Actitud	4,25	0,50	8,50
Monitoreo	5,00	0,42	8,62
Consciencia situacional	5,00	0,36	7,81
Comunicación	3,25	0,40	5,42

Tabla 4 - Puntaje de relevancia para Pilot Flying (Elaboración Propia)

Destacan entre todas las habilidades, la disciplina, la planificación, el cálculo, y el monitoreo. Por otro lado, la creatividad y la empatía pueden ser consideradas habilidades poco influyentes para la ocurrencia del accidente.

Con respecto a los resultados de las encuestas referidos al Pilot Monitoring, no se encontraron muchas discrepancias. A continuación, se exponen los mismos, seguidos de un análisis similar en términos de razonamiento y lógica. Ellos son:

- GRUPO 1: Asertividad; Disciplina; Monitoreo; Consciencia situacional.
- GRUPO 2: Interpretación; Calculo; Concentración; Actitud; Memoria; Juicio; Planificación.
- GRUPO 3: Creatividad.
- GRUPO 4: Atención; Percepción; Liderazgo; Comunicación; Empatía.

Se determina el "Promedio de Resultados de la Encuesta" al igual que en el caso anterior:

Habilidades	Promedio de resultados de la encuesta
	Pilot Monitoring
Atención	3,75
Interpretación	4,75
Cálculo	4,75
Concentración	4,5
Memoria	4
Juicio	4,5
Asertividad	5
Percepción	3,87
Planificación	4,62
Liderazgo	3,62
Creatividad	2,5
Disciplina	5
Empatía	2,87
Actitud	4,25
Monitoreo	5
Consciencia situacional	5
Comunicación	3,25

Tabla 5 - Promedio de Resultados de la encuesta para Pilot Monitoring (Elaboración Propia)

A continuación, se determinan cuáles fueron los “Factores administrativos y organizacionales” (del inglés, Management and organizational factors, MOF) más relevantes en el caso del accidente del vuelo 3142 de LAPA:

- Coordinación laboral - Categoría C. Debido a una ejecución inadecuada de las operaciones a la hora de revisar y ejecutar correctamente las indicaciones establecidas en la lista de comprobación de la configuración del ala
- Predisposición de supervisión - Categoría F. Debido a una supervisión inadecuada de las operaciones en el nivel administrativo. Las torres de control en los aeropuertos deben revisar, y constatar la adecuada configuración de la aeronave previa al despegue.
- Falla de la comunicación de la organización - Categoría J. Debido a instalaciones inadecuadas, como lo fueron las alarmas y sistemas de control que no indicaron correctamente la falta de sustentación del aeronave previo al despegue.

Utilizando esta información, se introducen los MOF a la Tabla 5 del modelo (Bandeira & Correiaa, 2018), con el objetivo de extraer los “Factores de desempeño” (Performance Shaping Factors, PSF) sugeridos. Para hacerlo, se lleva a cabo la misma relación que en el caso del Pilot Flying. A continuación, se visualizan los PSF con las relaciones mencionadas:

- Estrés - (3/8)
- Fatiga - (1/4)
- Distracción - (2/4)
- Tiempo de ejecución de tarea - (2/5)
- Riesgo en la ejecución de la tarea – (2/7)
- Experiencia y entrenamiento - (2/5)

- Comunicación de equipo - (1/4)
- Conocimiento en situaciones adversas - (1/4)
- Conocimiento de estándares técnicos - (3/6)
- Estado emocional - (1/3)
- Estado psicológico - (1/3)
- Estado físico - (0/2)
- Calidad de sueño - (0/2)
- Calidad de la interfaz Hombre Máquina - (1/4)
- Gradiente de autoridad – (3/5)

Se toma el criterio de adoptar como PSF relevantes, aquellos cuyas relaciones tengan un valor igual o mayor a 0,4 puntos, es decir 40%. Consecuentemente los PSF más relevantes, junto con sus valores de relación son:

- Distracción – 0,5 puntos
- Tiempo de ejecución de la tarea – 0,4 puntos
- Experiencia y entrenamiento – 0,4 puntos
- Conocimiento de estándares – 0,5 puntos
- Gradiente de autoridad – 0,6 puntos

Finalmente, los anteriores resultados se utilizan como datos de entrada en la Tabla 6 del informe modelo (Bandeira & Correia, 2018), con el objetivo de obtener las habilidades más comprometidas de los pilotos. Para llevar a cabo este paso, se realiza el mismo razonamiento anterior. A continuación, se exponen las habilidades con sus

Habilidades	Relación de PSF
Atención	0,37
Interpretación	0,33
Cálculo	0,44
Concentración	0,25
Memoria	0,28
Juicio	0,45
Asertividad	0,36
Percepción	0,20
Planificación	0,50
Liderazgo	0,50
Creatividad	0,33
Disciplina	0,66
Empatía	0,33
Actitud	0,50
Monitoreo	0,42
Consciencia situacional	0,36
Comunicación	0,40

respectivos valores de relación:

Tabla 6 - Relación de PSF para Pilot Monitoring (Elaboración Propia)

Al igual que en el caso del Pilot Flying, se determina el “Puntaje de Relevancia” para el caso del Pilot Monitoring. Los resultados son los siguientes:

Habilidades de "Pilot Monitoring"	Promedio de resultados de la encuesta	Relación de PSF	Puntaje de relevancia
Atención	3,75	0,37	5,95
Interpretación	4,75	0,33	7,09
Cálculo	4,75	0,44	8,48
Concentración	4,50	0,25	6,00
Memoria	4,00	0,28	5,56
Juicio	4,50	0,45	8,18
Asertividad	5,00	0,36	7,81
Percepción	3,87	0,20	4,84
Planificación	4,62	0,50	9,24
Liderazgo	3,62	0,50	7,24
Creatividad	2,50	0,33	3,73
Disciplina	5,00	0,66	14,71
Empatía	2,87	0,33	4,28
Actitud	4,25	0,50	8,50
Monitoreo	5,00	0,42	8,62
Consciencia situacional	5,00	0,36	7,81
Comunicación	3,25	0,40	5,42

Tabla 7 - Puntaje de relevancia para Pilot Monitoring (Elaboración Propia)

Se puede evidenciar que las diferencias del “Puntaje de Relevancia” entre las habilidades del Pilot Flying y Pilot Monitoring no son demasiado notorias. Prácticamente los valores de “Relación de PSF” son exactamente los mismos, debido a que los datos de entrada parten de un mismo origen, el cual es el informe técnico del accidente (Junta de Investigaciones de Accidentes de Aviación Civil, 18 de Mayo, 2000.). Sin embargo, al ser los resultados del instrumento de evaluación distintos para ambos roles de pilotos, el “Promedio de Resultados de la Encuesta” no se mantiene equivalente, y da lugar, por lo tanto, a distintos “Puntajes de Relevancia”. De todas formas, más allá de las diferencias, es posible visualizar la similitud y coherencia de criticidad de las habilidades de ambos pilotos a continuación:

Habilidades	Puntajes de Relevancia	
	Pilot Flying	Pilot Monitoring
Atención	4,56	5,95
Interpretación	6,60	7,09
Cálculo	8,55	8,48
Concentración	5,67	6,00
Memoria	5,21	5,56
Juicio	8,18	8,18
Asertividad	7,81	7,81
Percepción	4,84	4,84
Planificación	9,24	9,24
Liderazgo	8,50	7,24
Creatividad	3,73	3,73
Disciplina	14,71	14,71
Empatía	3,54	4,28
Actitud	8,50	8,50
Monitoreo	8,62	8,62
Consciencia situacional	7,81	7,81
Comunicación	5,42	5,42

Tabla 8 - Puntajes de Relevancia (Elaboración Propia)

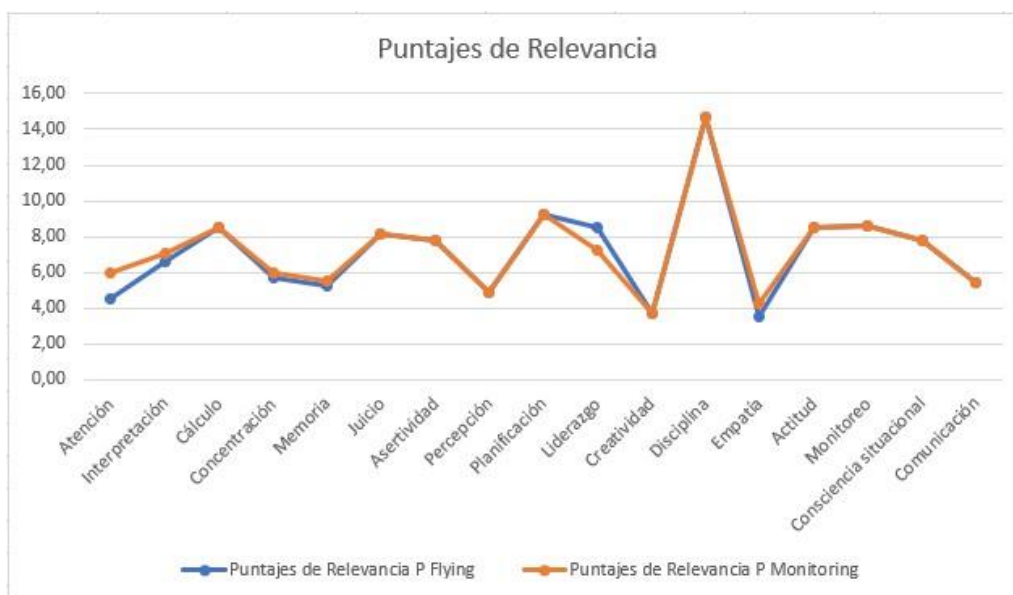


Figura 1 - Puntajes de Relevancia

5. Recomendaciones

A partir del informe técnico del accidente del vuelo 3142 de LAPA (Junta de Investigaciones de Accidentes de Aviación Civil., 2000) y del informe técnico A-032/2008 del accidente en Madrid-Barajas (CIAIAC , 2008), y de los resultados obtenidos luego de la ejecución del modelo (Bandeira, 2018), se exponen a continuación algunas sugerencias. Además, es posible evidenciar la existencia de coincidencias entre las recomendaciones de ambos informes y los resultados obtenidos a partir de la aplicación del modelo demostrando validez en el uso e implementación del mismo.

Con respecto a los pilotos, los roles del comandante y copiloto de la aeronave, deberían definirse precisamente previo al inicio de las tareas de configuración del avión. Teniendo en cuenta las actividades que el Pilot Flying y Pilot Monitoring deben ejecutar, no deberían presentar ambigüedades ni incertidumbres. Además, se resalta la importancia que tienen las evaluaciones de desempeño, la elaboración de planes de evaluación y capacitaciones continuas, las cuales no son suficientes para evitar obsolescencias en los conocimientos de los responsables del manejo y cuidado del avión.

Previo a iniciar un vuelo, los análisis psicofísicos no se deberían ignorar, ni tampoco desarrollar de una manera precaria e improvisada. Suelen haber pilotos, cuyas últimas horas previas a comenzar con su actividad laboral, han estado volando o desempeñándose en otras actividades, las cuales pueden disminuir sus capacidades, y consecuentemente reducir su desempeño. Por lo tanto, fortalecer este aspecto, podría mejorar ciertas débiles estructuras organizativas, y asegurar el correcto estado de salud y mente de los responsables, debido a que, de otra forma, no se estaría colaborando con las habilidades más críticas determinadas por el modelo.

Mantener una cabina estéril, y libre de distracciones debería ser establecido y exigentemente controlado. Principalmente aquí es el lugar donde todas las decisiones son tomadas, y donde se han generado los inconvenientes que luego desencadenaron los accidentes. Personas ajenas a la dupla que vuela el avión, y tripulantes innecesarios en la cabina, deberían tener el acceso prohibido a ella, para intentar evitar al máximo cualquier causa de desviación de atención, y falta de disciplina por parte de los pilotos.

Con respecto a la aeronave, el sistema de advertencia de despegue es crucial, y por lo tanto un correcto mantenimiento y registro del mismo también lo es. Se deben evitar los instrumentos obsoletos, y aquellos cuyo funcionamiento tenga desviaciones. Estas tecnologías son las últimas barreras para evitar la propagación del error humano al momento del despegue. Cabe resaltar, que, si estas hubiesen tenido un buen desempeño, probablemente los accidentes no hubiesen ocurrido, o las consecuencias podrían haber sido menores.

De acuerdo a las recomendaciones dadas por la CIAIAC (Comisión De Investigación De Accidentes E Incidentes De Aviación Civil), en el informe técnico elaborado sobre el Accidente ocurrido a la aeronave McDonnell Douglas DC-9-82 (MD-82), matrícula EC-HFP, operada por la compañía Spanair, en el aeropuerto de Madrid-Barajas, el 20 de agosto de 2008, se resumen algunas de las mencionadas en dicho informe:

Se recomienda a las autoridades nacionales de aviación civil que en la consideración de los programas de entrenamiento de los operadores se fijen expresamente:

- En que se destaca el concepto de cabina estéril.
- La importancia de adherirse al mismo y las consecuencias que pueden tener puntuales desviaciones de atención, y la inclusión de ejemplos de accidentes en los que el incumplimiento de las normas relativas al ambiente en cabina ha sido un factor relevante.

Se recomienda que las autoridades nacionales requieran a los operadores de transporte aéreo comercial que prohíban a sus tripulaciones la utilización de dispositivos electrónicos portátiles de uso personal en la cabina de vuelo.

El uso de computadoras en la cabina de vuelo permite el monitoreo automatizado del estado en que se encuentra el avión durante el vuelo. Las computadoras empleadas son capaces de alertar a la tripulación sobre una configuración incorrecta y mostrar el estado real del avión. Además, pueden ser usadas para verificar que ciertos elementos se hayan completado y, por lo tanto, reducir sustancialmente la cantidad de elementos en la lista de verificación.

Las listas de verificación normales se utilizan para verificar que se hayan cumplido con ciertos pasos críticos del procedimiento. Solo se incluyen los pasos del procedimiento que, si se omiten, tendrían un impacto directo y adverso en el funcionamiento normal.

Si bien en muchas aerolíneas automatizan esta operación, otras requieren que sus tripulaciones de vuelo verifiquen los elementos a pesar de que la computadora a bordo muestra el estado del sistema. Claramente, la preocupación aquí es el *nivel de confianza en la automatización*.

Los defensores del uso completo de las capacidades de la computadora argumentan que ésta reduce la carga de trabajo, es mucho más confiable que el ser humano en el monitoreo, minimiza el tiempo requerido para realizar el procedimiento y, por lo tanto, disminuye la probabilidad de distracciones en la lista de verificación. Por otra parte, los opositores argumentan que, a pesar de las redundancias de software y hardware, las computadoras fallan y la confianza en la automatización podría conducir a un incidente o accidente.

Previo al despegue de un avión, piloto y copiloto se dedican a repetir la mencionada lista de verificación. Dentro de la lista debe aparecer la configuración de los flaps, el del compensador de cola que balancea la nave y se conoce como trimmer, y si los frenos (speed break) que visualmente aparecen como grandes chapones que se extienden desde el ala están correctamente ubicados. Con base en el estudio realizado por la Fundación de la Universidad Estatal de San José: Listas de verificación de la cabina: conceptos, diseño y uso; se enumeran algunas de las pautas para diseñar y usar listas de verificación de cabina de vuelo.

1. Se recomienda el uso de las manos y los dedos para tocar o señalar los controles, interruptores y pantallas apropiados mientras se realiza la lista de verificación.

2. Una lista de verificación larga debe subdividirse en listas de verificación de tareas más pequeñas o fragmentos que se pueden asociar con sistemas y funciones dentro de la cabina.

3. La secuenciación de los elementos de la lista de verificación debe seguir la organización "geográfica" de los elementos en la cabina y realizarse en un flujo lógico.

4. Los elementos más críticos en la lista de verificación de tareas deben enumerarse lo más cerca posible del comienzo de la lista de verificación de tareas, para aumentar la probabilidad de completar el elemento antes de que ocurran interrupciones.

5. Los elementos críticos de la lista de verificación, como flaps/slats, configuración de compensación, etc., que podrían necesitar ser reiniciados debido a nueva información (que llega después de su posicionamiento inicial), deben duplicarse en las listas de verificación de la fase en tierra.

6. Conclusiones

No es de menor relevancia remarcar el hecho de que la unanimidad del voto de las habilidades más relevantes, necesitadas para llevar a cabo la tarea específica del despliegue de los flaps de una aeronave, haya sido exactamente la misma para ambos roles de pilotos. En el instrumento de evaluación utilizado, no se sugiere ni se hace mención del accidente del vuelo 3142 de LAPA. Aun así, los encuestados seleccionaron de forma unánime las mismas habilidades, lo que permitiría concluir que independientemente de la aerolínea, aeronave utilizada, o escenario considerado, ambos pilotos deben ser asertivos y disciplinados, como también llevar a cabo un monitoreo de las distintas variables presentes, y ser imprescindiblemente conscientes ante la situación que se atraviesa.

Con respecto a las condiciones meteorológicas, en los momentos previos al accidente en el aeroparque Jorge Newbery, no se presentaba ningún tipo de anomalía o temporal que complejizara la ejecución de la lista de comprobación para la configuración del ala de la aeronave, ni tampoco se estaba en un contexto donde el despegue pudiera comprometerse.

Esto contribuye entonces, a la conclusión de que lo sucedido fue enteramente debido a errores humanos, y descarta posibles aportes de causas ambientales o externas al accidente.

La Administración Nacional de Aviación Civil (ANAC), es la máxima autoridad aeronáutica argentina, es la encargada de fiscalizar y controlar la actividad aérea en nuestro país. Creada mediante el Decreto N° 239 de fecha 15 de marzo de 2007 la ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE AVIACIÓN CIVIL (ANAC), es un organismo descentralizado que actúa en la órbita del MINISTERIO DE TRANSPORTE DE LA NACION.

El crecimiento del sector aéreo hizo necesario el rediseño de un plan de seguridad operacional que apunte al sostenimiento y la mejora de los estándares de seguridad, a la incorporación de medidas de prevención para mitigar riesgos y a la capacitación constante de la comunidad aeronáutica. En este orden y a partir de su creación, la ANAC asume la función de inspección y fiscalización de toda la actividad aeronáutica civil en el territorio argentino.

Para cumplir con sus principales objetivos, debemos remitirnos al RAAC (REGULACIONES ARGENTINAS DE AVIACIÓN CIVIL), donde se establece entre otras cosas, los estándares médicos para el otorgamiento de la Certificación Médica Aeronáutica (CMA) necesaria para la obtención de las licencias, certificados de competencia y habilitaciones de acuerdo a las Partes 61, 63, 64, 65, 67 y 105 de las RAAC, fijando también los requisitos para designar

y autorizar a los Médicos Examinadores Aeronáuticos (AME) y los Centros Médicos Aeronáuticos Examinadores (CMAE), por parte de la Autoridad Aeronáutica Civil.

Este desarrollo normativo e institucional, creciente desde el año 2007 al presente, ha permitido ampliar las funciones de regulación de la navegación aérea por parte del Estado cumpliendo su rol de control de forma más eficiente.

Antes de la creación de la ANAC y particularmente al momento del acontecimiento del accidente aéreo en estudio, la autoridad de control era el Comando de Regiones Aéreas de la Fuerza Aérea Argentina y la Subsecretaría de Transporte Aerocomercial dependiente hasta el 2012 del Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios.

La reglamentación vigente, tanto en aquel momento como actualmente, impone estándares de control rigurosos, con certificados médicos aeronáuticos con vigencia de 1 año para el Piloto Comercial por ejemplo. De allí la necesidad de contar con organismos idóneos y con capacidad de gestión para realizar en tiempo y forma la fiscalización de cumplimiento de la regulaciones en materia de seguridad.

Haciendo abstracción de los resultados del presente informe, de acuerdo a James Reason, autor del famoso modelo del queso suizo para el análisis de riesgos, el error humano surge de la interrelación entre la falibilidad humana y el contexto. Los estados del sistema o condiciones que resultan del error humano derivan en un resultado adverso como accidentes, sólo si existen huecos en las barreras que abren ventanas a esas oportunidades.

El error humano es un componente intrínseco a cualquier sistema, es decir, como humanos tenemos una cierta tasa de errores en nuestra conducta. Lo importante, al diseñar un sistema en donde interactúan hombres y máquinas, es que sean resistentes a los posibles errores humanos.

El término “sistema” es muy amplio, puede incluir desde una fábrica a una autopista, pasando por una sala de cirugías. El error humano está presente en todos ellos y es una parte inherente, inseparable del funcionamiento de los mismos; sería utópico, sino absurdo, pensar en la inexistencia del error humano: todos los seres humanos nos equivocamos. La confiabilidad humana (llamada también ingeniería cognitiva o ingeniería de factores humanos) se dedica a estudiar el error humano tratando de estimar las probabilidades de su ocurrencia. La confiabilidad humana también estudia, y me parece lo más relevante desde el punto de vista social, las situaciones más proclives a errores humanos y las “barreras” (pueden ser alarmas sonoras o visuales, impedimentos físicos, etc.) que se utilizan para disminuir su ocurrencia o, en el caso de ocurrir, impedir que se conviertan en pérdidas de eficiencia de los sistemas o incluso en accidentes.

Tomás Grigera, psicólogo de La Plata que disertó en Mendoza durante el Congreso de Seguridad y Salud Ocupacional en el 2004, afirma que hablar de error humano es una redundancia porque solamente los humanos cometemos errores y el concepto del error humano tiene una fuerte tradición como “lógica de culpabilización”, es decir, “en el imaginario de la seguridad tradicional los errores humanos no deben existir, más aún, se deben eliminar y si el piloto del avión, el operador del horno y el conductor del camión no tienen errores no habrá accidentes”. Los sistemas, entonces, “alientan o desalientan” los errores humanos.

Por otro lado, “es apresurado e irrespetuoso hablar de error humano” (título de un artículo del diario del Centro del País del 24/11/13 en relación a la explosión en la Fábrica Militar de Pólvoras y Explosivos de Villa María). Cuando se explica un accidente con el término “error humano”, se trivializa el hecho, se justifica lo injustificable, se victimiza a las víctimas.

7. Referencias

- Administración Nacional de Aviación Civil. (s.f.). *Regulaciones Argentinas de Aviación Civil*. Obtenido de Ministerio de Transporte: <https://www.argentina.gob.ar/anac/raac-dnar-regulaciones-argentinas-de-aviacion-civil>
- Almendros, J. T. (2018). Análisis de confiabilidad y riesgo de la flota Boeing 737. Medellín, Colombia: Universidad Pontificia Bolivariana.
- Bandeira, M. C. (2018). *General model analysis of aeronautical accidents involving human and organizational factors*. São Paulo: ELSEVIER.
- Baziuk, P. A., Rivera, S. S., & NuñezMcLeod, J. E. (2011). Towards a unified human reliability model. *Advances in Safety, Reliability and Risk Management*, 746-753.
- Baziuk, P., Núñez McLeod, J., Calvo, R., & Rivera, S. (2015). Principal Issues in Human Reliability Analysis. *Lecture Notes in Engineering and Computer Science*. (In Press)
- Cacciabue, P. (2000). Human factors impact on risk analysis of complex systems. *Journal of Hazardous Materials*, 101-116.
- Cacciabue, P. C. (1997). A Methodology of Human Factors Analysis for Systems Engineering: Theory and Applications. *IEEE TRANSACTIONS ON SYSTEMS, MAN, AND CYBERNETICS—PART A: SYSTEMS AND HUMANS*, 27(3), 325-339.
- Calhoun, J., Savoie, C., Randolph-Gips, M., & Bozkurt, I. (2014). Human Reliability Analysis in Spaceflight Applications, Part 2: Modified CREAM for Spaceflight. *Quality and Reliability Engineering International*, 3-12.
- CIAIAC. (2008). *Informe técnico A-032*. Madrid, España.: Gobierno de España.
- Dekker, S., Fields, B., & Wright, P. (1997). Human Error Recontextualised. *Proceedings of a Workshop on Human Error and Systems Development*. Glasgow: Glasgow Accident Analysis Group.
- Dhillon, B. S. (2014). Basic Human Factors, Reliability, and Error Concepts. En *Human Reliability, Error, and Human Factors in Power Generation* (págs. 27-47). Springer Series in Reliability Engineering.
- Di Pasquale, V., Iannone, R., Miranda, S., & Riemma, S. (2013). An Overview of Human Reliability Analysis Techniques in Manufacturing Operations. En *Operations Management* (pág. Chapter 9). ISBN 978-953-51-1013-2.
- Fleishman, E., & Raily, M. (1995). *Fleishman job analysis survey (F-JAS) Administrator's guide*. Potomac, MD: Management Research Institute.
- Flight Safety Foundation. (2021). *Aviation Safety Network*.

- Fujita, Y., & Hollnagel, E. (2004). Failures without errors: quantification of context in HRA. *Reliability Engineering and System Safety*, 145-151.
- Guo, H., Wang, W., Guo, W., Jiang, X., & Bubb, H. (2012). Reliability analysis of pedestrian safety crossing in urban traffic environment. *Safety Science*, 50(4), 968-973.
- Hollnagel, E. (1998). *Cognitive reliability and error analysis method (CREAM)*. Oxford: Elsevier.
- Horberry, T., Teng, Y., Ward, J., Patil, V., & Clarkson, P. (2014). Guidewire retention following central venous catheterisation: A human factors and safe design investigation. *The International Journal of Risk and Safety in Medicine*, 23-37.
- Junta de Investigaciones de Accidentes de Aviación Civil. (2000). Informe de la Junta de Investigaciones de Accidentes de Aviación Civil sobre el vuelo LAPA 3142. Ciudad Autónoma de Buenos Aires.: Fuerza Aérea Argentina. Comando de regiones aéreas.
- Lehto, M., & Salvendy, G. (1991). Models of accident causation and their application: review and reappraisal. *Journal of Engineering and Technology Management*, 8(2), 173-205.
- McGrew, K. S. (2009). CHC theory and the human cognitive abilities project: Standing on the shoulders of the giants of psychometric intelligence research. *Intelligence*, 37(1), 1-10.
- Mosleh, A. H., & Chang, Y. (2004). Model-based human reliability analysis: prospects and requirements. *Reliability Engineering and System Safety*, 83, 241-253.
- Park, K. S., & Jung, K. T. (1996). Considering performance shaping factors in situation-specific human error probabilities. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 325-331.
- Rasmussen, J. (1997). Risk management in a dynamic society: a modelling problem. *Safety science*, 27(2), 183-213.
- Rivera, S. S., & Núñez Mc Leod, J. E. (2012). Recommendations Generated about Human Reliability Analysis on Biodiesel Plants. In *Proceedings of the World Congress on Engineering*, 588-593.
- Sharit, J. (2006). *Handbook of human factor and ergonomics*. New Jersey: Wiley.
- Spurgin, A. J., Lydell, B. D., Hannaman, G. W., & Lukic, Y. (1987). *Human Reliability Assessment: A Systematic Approach*. Reliability.
- Spurgin, A., & Lydell, B. (2002). Critique of current Human Reliability Analysis Methods. IEEE 7° Human Factors Meeting. Scottsdale, Arizona.
- Sträter, O., Dang, V., Kaufer, B., & Daniels, A. (2004). On the way to assess errors of commission. *Reliability Engineering and System Safety*, 129- 138.

Szcwarcman, M. D., Domech, J. T., Vellasco, M. M., Pacheco, M. A., & Ribeiro, N. (2009). A fuzzy system for the assessment of human reliability. *IFSA/EUSFLAT*, (pp. 1102-1107).

Wang, W. H., Cao, Q., Ikeuchi, K., & Bubb, H. (2010). Reliability and safety analysis methodology for identification of drivers' erroneous actions. *International Journal of Automotive Technology*, 11(6), 873-881.

Wang, W., Jiang, X., Xia, S., & Cao, Q. (2010). Incident tree model and incident tree analysis method for quantified risk assessment: an in-depth accident study in traffic operation. *Safety Science*, 48(10), 1248-1262.