



N° 1, V. 11 ENERO-JUNIO 2025/ Revista Científica Multidisciplinaria/  
ISSN: 2542-3037 <https://revistapt.edublogs.org/>



## LOS REGISTRADORES DE VUELO COMO INTERÉS CRIMINALÍSTICO EN LA INVESTIGACIÓN PENAL PARA ESTABLECER RESPONSABILIDADES.

Henedrix Marx Aray Guzmán <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Heneax33@hotmail.com

### Resumen

Este artículo analiza la investigación penal de los Accidentes de Aviación, en la complejidad de la criminalística. Se explora el enfoque fragmentado del sistema de categorías y la necesidad de una visión holística que capture la intrincada red de interacciones entre los factores humanos, técnicos, atmosféricos y ambientales que contribuyen al origen de un accidente de aviación. El objetivo principal es proponer un enfoque más integral para la investigación de accidentes de aviación, que trascienda las limitaciones del sistema tradicional para establecer las responsabilidades penales. La investigación se fundamenta en la revisión de literatura sobre la investigación de accidentes, el sitio del suceso, los indicios y las evidencias, los registradores de vuelo de voz y de instrumentos, los datos e información que contienen, los métodos de obtención y el marco legal. Se realizaron entrevistas y revisión de las fuentes, el análisis de documentos técnicos y las experiencias de los entrevistados. Los hallazgos revelan la digitalización de la aviación civil y el cumplimiento de normas y protocolos en la investigación penal, exigen adaptación de los métodos de investigación, la importancia de la información guardada en los registradores de vuelo y la colaboración de los técnicos en sistemas de aeronaves.

### Palabras clave

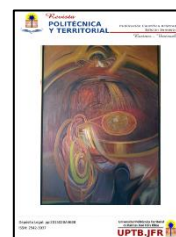
Registradores de Vuelo, Criminalística y Evidencias.

Recibido: 2025-02-28 / Revisado: 2025-03-28/ Aceptado: 2025-05-13/  
Publicado: 2025-06-30 / Páginas:572-592

## FLIGHT RECORDERS AS A CRIMINAL INTEREST IN CRIMINAL INVESTIGATION TO ESTABLISH RESPONSIBILITIES.

Henedrix Marx Aray Guzmán <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Hene33@hotmail.com



### Abstract

This article analyzes the criminal investigation of aircraft accidents within the complexities of forensics. It explores the fragmented approach of the categorical system and the need for a holistic view that captures the intricate web of interactions among human, technical, atmospheric, and environmental factors that contribute to the origin of an aircraft accident. The main objective is to propose a more comprehensive approach to aircraft accident investigation, one that transcends the limitations of the traditional system for establishing criminal liability. The research is based on a review of literature on accident investigation, the scene of the incident, clues and evidence, flight voice and instrument recorders, the data and information they contain, the methods of obtaining them, and the legal framework. Interviews and source reviews were conducted, along with analysis of technical documents and the experiences of the interviewees. The findings reveal the digitalization of civil aviation and compliance with standards and protocols in criminal investigations. They require adaptation of investigation methods, the importance of information stored in flight recorders, and the collaboration of aircraft systems technicians

### Keywords

Flight Recorders, Criminalistics and Evidence

Received: 2025-02-28 / Revised: 2025-03-28 / Accepted: 2025-05-13 /  
Published: 2025-06-30 / Pages:572-592



## Introducción

Un Accidente es “Un hecho imprevisto e indeseado, que puede llegar a ocasionar lesiones o daños, más siempre interrumpe la actividad en desarrollo, aunque sea por un mínimo de tiempo.” Si bien, este concepto es genérico y aplicado a cualquier tipo de accidente, no quiere decir que en aviación sea el correcto, pues la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI – ICAO), ente rector mundial de la aviación civil, es muy clara y específica en este tema y en especial lo que se observa en el documento de Investigación de Accidentes de Aviación Anexo13 de la Organización Internacional de Aviación Civil y otros documentos relacionados con el mismo. En este sentido, puede decirse que la actual concepción del accidente tiene precisamente su origen en la evolución experimentada por ambos términos.

La aviación, con su intrincada red de interacciones entre humanos, tecnología y entorno, se ha convertido en un elemento fundamental del transporte global, facilitando la conexión entre personas y culturas a través de vastas distancias, impulsando el comercio, el turismo y el desarrollo económico. Sin embargo, la posibilidad de un accidente aéreo, aunque estadísticamente infrecuente, siempre está presente. Según el informe de seguridad de la Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA, 2023), en 2022 se registraron 158 accidentes de aviación civil, resultando en 166 víctimas fatales. Las grabadoras de vuelo, popularmente conocidas como "cajas negras", se han erigido como piezas clave en la búsqueda de respuestas tras una tragedia aérea. Estas grabadoras, diseñadas para resistir condiciones extremas, capturan la voz de la cabina y los datos del vuelo, proporcionando a los investigadores una valiosa ventana al pasado para reconstruir la cadena de eventos que condujeron al accidente (Björkman y Hult, 2017; Newman, 2018).

La investigación de accidentes aéreos es un proceso meticuloso que busca no solo identificar las causas de un accidente, sino también prevenir la recurrencia de sucesos similares (OACI, 2018). La Organización de



Aviación Civil Internacional OACI es una agencia especializada de la Organización de las Naciones Unidas creada en 1944 por el Convenio sobre Aviación Civil Internacional para estudiar los problemas de la aviación civil internacional y promover los reglamentos y normas únicos en la aeronáutica mundial. Tradicionalmente, la investigación se ha basado en el análisis de evidencias físicas, testimonios de testigos y la información proporcionada por las grabadoras de vuelo. Para facilitar este proceso, la Organización de Aviación Civil Internacional OACI estableció el sistema de categorías, que divide los factores contribuyentes a un accidente en categorías como "Operaciones", "Aeronave", "Factor Humano" y "Entorno" (OACI, 2018).

La Inquietud del hombre por dominar el espacio aéreo en su posibilidad de volar, lo ha llevado a incrementar su ingenio y diseñar diversos tipos de dispositivos mecánicos en representación de alas ausentes, una y otra vez surgieron osados soñadores que, mediante alas de plumas o de tela, se lanzaban desde campanarios, torres y colinas en persecución de aquella visión paradisíaca: el vuelo humano. Algunos pagaron con su vida la atrevida tentativa; otros cosecharon heridas, burlas, sanciones. Y luego, tras edades interminables, apareció el resquicio por el cual penetró la luz: las alas de plumas, los globos, los dirigibles cedieron a "máquinas volantes", más pesadas que el aire e impulsadas por sus propios medios.

En ese orden hay que mencionar a los hermanos Wilbur y Orville Wright, ya que desde que lograron surcar brevemente el cielo de los Estados Unidos en 1903, en ese mismo instante se inició la investigación de los accidentes aéreos en procura de explicar porque no se podía volar como se deseaba. Sin embargo, entre 1908 y 1914, se organizan incontables festivales aéreos, durante los cuales un puñado de audaces muestra a un público a menudo incrédulo que el hombre puede, en efecto, volar libremente como los pájaros. Al comienzo, cada ascenso en avión es una aventura que puede terminar trágicamente: menudean los accidentes,



y si bien en la mayoría de los casos los pilotos salen ilesos, sus máquinas son livianísimas, caen desde poca altura, la armazón de alambre o bambú amortigua el impacto, tampoco faltan los casos fatales.

Este documento se busca contribuir con la Importancia de las investigaciones de los accidentes de aviación. Con los objetivos analizar los registradores de vuelo como interés criminalístico en la investigación penal para establecer responsabilidades en los accidentes de aviación civil. Identificar los registradores de vuelo como interés criminalístico para determinar las causas de los accidentes de aviación civil. La importancia de describir los registradores vuelo como interés criminalístico en los accidentes de aviación civil. Como resultado final determinar con los registradores de vuelo las causas del accidente de aviación civil.

### **Desarrollo argumentativo**

Los incidentes aéreos se pueden definir como un suceso en el que, distinto de un accidente, está asociada la operación de una aeronave que afecta o podría afectar a la seguridad de las operaciones. Es así, que durante los últimos años se han originado varios accidentes aéreos, que han creado en algunas ocasiones un ambiente de inseguridad, de ahí que los Órganos de Seguridad Ciudadana, en la actualidad no cuentan con el equipamiento y los recursos materiales necesarios para intervenir en los Accidentes de Aviación, que le permitan la atención de un evento relacionado con la comisión de un delito o el incumplimiento de las normas técnicas o legales vigentes; originándose la alteración, modificación y la contaminación del sitio del suceso; causas importantes dentro de la responsabilidad individual de los funcionarios de las diferentes instituciones de seguridad, que cumplen con la sana administración de justicia.

Sin embargo, a lo largo de mi trayectoria como investigador criminalístico en el Cuerpo de Investigaciones, Científica Penales y Criminalística CICPC, he podido constatar que la complejidad de los



accidentes aéreos no siempre se ajusta a las categorías predefinidas del sistema. A menudo, las causas de un accidente aéreo son multifactoriales, con una intrincada red de interacciones entre factores operacionales, técnicos, humanos y ambientales, basándome en las teorías de una de ellas que intenta explicar la ocurrencia de accidentes en ingeniería es la formulada por Charles Perrow. Este autor realizó sus estudios en la Universidad de California, Berkeley, alcanzando el grado doctoral en Sociología en 1960. Desde 1981 es profesor de Sociología en la Universidad de Yale. Es autor de varios libros y en 1979 actuó como consultor en la Comisión Presidencial de Estados Unidos sobre el accidente de la planta nuclear Three Mile Island. Su teoría de accidentes ocupa el libro “Normal Accidents” (Perrow 1984).

Los principios delineados por Perrow son evidentes en la aviación. Aunque la confiabilidad técnica de las aeronaves mejoró, eso no necesariamente condujo a menos accidentes, como destacó Hagen en 2013. Perrow sostuvo que depender únicamente de soluciones técnicas para la seguridad simplemente aumenta la complejidad que los humanos tienen que afrontar. Esta mayor complejidad, combinada con componentes estrechamente acoplados, amplifica el potencial de fallas catastróficas. En realidad, solo los humanos pueden prepararse y responder adecuadamente a los desastres. Junto con los avances tecnológicos, la llegada de la gestión de recursos de la tripulación y la capacitación en factores humanos para las tripulaciones aéreas y terrestres es, en última instancia, lo que ha hecho que la aviación sea tan segura en las últimas décadas.

La idea general es que los accidentes se producen debido a errores en el proceso de diseño. Este punto de vista es bastante generalizado en la ingeniería civil. Por ejemplo, otros autores escriben: “las causas de las fallas han permanecido bastante consistentes: error humano. La gente parece estar haciendo las mismas equivocaciones que han hecho por décadas...” Corley y Davis (2001. p.64).



En esta teoría el error humano más importante se introduce dentro del proceso de diseño en cualquiera de sus etapas y es el causante de los accidentes. Petroski (1994, p.8) considera que “el elemento humano incrementa claramente las tasas de falla y por consiguiente reduce la fiabilidad de los artefactos y sistemas diseñados comparado con las predicciones analíticas que obviamente ignoran o subestiman el elemento humano en el diseño”.

El Prof. Dietrich Dörner en 1989 publicó su libro “La lógica de la falla”, en el cual expone sus principales ideas con respecto a la causa de los accidentes y fallas en general (Dörner 1989). Como núcleo central de esta teoría, pueden identificarse los siguientes postulados: Postulado de complejidad. Los accidentes se dan en sistemas complejos. Considera complejos aquellos sistemas que presentan las siguientes características: (a) se trata de problemas que involucran sistemas complejos debido a la presencia de muchas variables interrelacionadas. (b) Dinámica interna: los sistemas funcionan por sí mismos, sin necesidad de estímulos externos. (c) Intransparencia: las características completas del sistema no pueden ser vistas claramente. Postulado de inteligencia operativa.

Las causas de los accidentes radican en el proceso racional de la toma de decisiones por parte de los agentes que controlan el funcionamiento del sistema. Es decir, en la “inteligencia operativa” que controla el proceso de toma de decisiones. El Prof. Dietrich Dörner trabaja en el área de psicología cognitiva en la Universidad de Bamberg en Alemania. Nació en 1938 en Berlín, realizó sus estudios de grado en el área de psicología en 1961-65, y recibió su doctorado en 1969.

En este sentido, el sistema de categorías, si bien puede ser útil en las etapas iniciales de la investigación para organizar la información, puede convertirse en un obstáculo para una comprensión profunda de las causas del Accidente. Este ensayo cuestiona la eficacia del sistema de categorías tradicional y propone una visión más holística e integradora para la investigación criminalística de accidentes aéreos.



El sistema de categorías en la investigación de Accidentes Aéreos, ampliamente utilizado en la investigación de accidentes aéreos, se basa en la premisa de que las causas de un Accidente pueden ser clasificadas en categorías predefinidas. La Organización de Aviación Civil Internacional OACI (2018) define cuatro categorías principales: Operaciones; Esta categoría engloba todos los aspectos relacionados con la operación de la aeronave, como la planificación del vuelo, la experiencia y el entrenamiento de la tripulación, las condiciones meteorológicas, las comunicaciones con el control de tráfico aéreo y el cumplimiento de los procedimientos operativos. Aeronave;

Esta categoría se centra en el diseño, fabricación, mantenimiento y estado general de la aeronave, incluyendo sus sistemas, componentes y estructura. Factor humano; Esta categoría analiza la influencia del factor humano en el desarrollo del accidente, considerando aspectos como la fisiología, psicología, entrenamiento y experiencia de la tripulación, así como factores organizacionales y culturales que pueden influir en la toma de decisiones y el comportamiento y Entorno: Esta categoría abarca todos los factores externos que pudieron influir en el accidente, como las condiciones meteorológicas, las condiciones de la pista, la presencia de obstáculos en la trayectoria de vuelo, el tráfico aéreo y la disponibilidad de servicios de navegación aérea.

Si bien este sistema puede ser útil en las etapas iniciales de la investigación para organizar la información, mi experiencia me ha demostrado que puede ser limitante al momento de comprender la verdadera complejidad de un accidente aéreo. Las categorías predefinidas pueden llevar a los investigadores a buscar evidencias que se ajusten a estas categorías, ignorando posibles interacciones entre factores de diferentes categorías o factores que no encajan fácilmente en ninguna de ellas. Además, el sistema de categorías tiende a promover una visión lineal de la causalidad, buscando una "causa raíz" única para el accidente,



cuando en realidad los accidentes aéreos suelen ser el resultado de una compleja interacción de múltiples factores.

La teoría de Sidney Dekker se basó en la idea de los accidentes normales con su concepto de “deriva hacia el fracaso” (DIF), que describe un descenso lento y gradual hacia la catástrofe. Impulsadas por la presión de la producción, la competencia y la escasez, las organizaciones se encuentran cada vez más cerca de sus límites de seguridad, y los patrones sociales pueden hacer que asumir riesgos crecientes parezca normal. El incentivo para traspasar los límites a menudo puede eclipsar los peligros acechantes y crecientes. Un ejemplo es la “normalización de la desviación” que condujo al desastre del Challenger. Vaughan, (2016). Detalla en su libro cuando el transbordador espacial Challenger explotó el 28 de enero de 1986, millones de estadounidenses se sintieron unidos en un único momento histórico. Muchos aún recuerdan vívidamente exactamente dónde estaban y qué estaban haciendo cuando se enteraron de la tragedia.

Diane Vaughan recrea los pasos que llevaron a esa fatídica decisión, contradiciendo las interpretaciones convencionales para demostrar que lo que ocurrió en la NASA no fue una artimaña ni una mala conducta, sino un error desastroso. Por qué los directivos de la NASA, que no sólo tenían toda la información antes del lanzamiento, sino que además habían sido advertidos de que no lo hicieran, decidieron seguir adelante. Al relatar cómo se desarrolló la decisión a través de los ojos de los directivos y los ingenieros, Vaughan descubre un descenso gradual hacia el mal criterio, apoyado por una cultura de tecnología de alto riesgo. Revela cómo y por qué los miembros de la NASA, cuando se enfrentaron repetidamente a la evidencia de que algo iba mal, normalizaron la desviación para que se volviera aceptable para ellos. Diane Vaughan es profesora de sociología y asuntos internacionales y públicos en la Universidad de Columbia. Es autora de numerosos libros, entre ellos (2016) *The Challenger Launch Decision: Risky Technology, Culture, and Deviance at NASA*, también publicado por The Press.



El concepto de deriva hacia el fracaso sugiere que las organizaciones pueden terminar fracasando no porque algo salga mal, sino porque parecen estar funcionando bien y gradualmente adoptan (o simplemente mantienen) prácticas de alto riesgo sin darse cuenta del potencial de desastre. Esta deriva hacia el desastre no es una casualidad: es un resultado natural de cómo funcionan los sistemas socio técnicos. (Dekker, 2014. p. 3).

Los Registradores de Datos de Vuelo (FDR) y los Registradores de Voz de Cabina (CVR) desempeñan un papel crucial en la seguridad de la aviación, proporcionando información valiosa sobre los acontecimientos que conducen a un accidente o incidente de aviación. Estos dispositivos, comúnmente conocidos como "cajas negras", están diseñados para soportar condiciones extremas y preservar datos críticos que pueden ser fundamentales para determinar la causa de un accidente. En esta sección profundizaremos en las funcionalidades y la importancia de los FDR y CVR, arrojando luz sobre su importancia para desentrañar los misterios detrás de los accidentes de aviación.

Los registradores de datos de vuelo, también conocidos como FDR o simplemente "cajas negras", son dispositivos electrónicos instalados en las aeronaves para registrar diversos parámetros de vuelo. Los FDR capturan una amplia gama de datos, incluida la altitud, la velocidad del aire, el rumbo, la aceleración vertical, las entradas de control, los parámetros del motor y muchas otras variables. Estos dispositivos suelen estar situados en la parte trasera del avión, donde es más probable que sobrevivan al impacto de un accidente. Los FDR están equipados con módulos de memoria que almacenan grandes cantidades de datos, que a menudo cubren las últimas 25 horas de vuelo.

Los datos registrados por los FDR pueden ser fundamentales para reconstruir la secuencia de acontecimientos que condujeron a un accidente e identificar posibles anomalías o fallos de funcionamiento. La diferencia entre la grabadora de voz de la cabina (CVR) y la grabadora de datos de vuelo (FDR) son dos componentes cruciales de la caja negra de una



aeronave, que juegan un papel vital en la investigación de accidentes e incidentes de aviación. Si bien ambas grabadoras tienen propósitos distintos, trabajan en conjunto para proporcionar a los investigadores una comprensión integral de lo que ocurrió durante un vuelo. En esta sección, profundizaremos en las diferencias entre CVR y FDR, explorando sus funcionalidades, capacidades de registro de datos y las ideas que ofrecen desde diferentes perspectivas.

La importancia de las grabadoras de voz en la cabina; Las grabadoras de voz en cabina, o CVR, complementan los datos capturados por los FDR grabando las comunicaciones de audio y los sonidos en la cabina. Los CVR capturan conversaciones entre pilotos, comunicaciones de control de tráfico aéreo y sonidos ambientales como alarmas, ruidos de motores y otras señales de audio. La información registrada por los CVR proporciona a los investigadores información sobre las acciones de la tripulación, los procesos de toma de decisiones y cualquier posible interrupción de la comunicación. Los CVR suelen estar diseñados para grabar las dos últimas horas de audio, proporcionando un relato completo de los momentos críticos que conducen a un accidente.

Análisis de datos FDR y CVR, los expertos analizan meticulosamente los datos obtenidos de los FDR y CVR para reconstruir los acontecimientos que preceden a un accidente. Al examinar los parámetros de vuelo registrados por los FDR, los investigadores pueden determinar el desempeño de la aeronave, posibles fallas del sistema y desviaciones de los procedimientos operativos normales. El análisis de datos CVR se centra en comprender las acciones de la tripulación, los patrones de comunicación y cualquier indicio de estrés, confusión o fatiga. Combinados, los conocimientos de los datos FDR y CVR pueden ayudar a identificar posibles factores contribuyentes, como errores humanos, fallas mecánicas o influencias externas.

Los registradores de datos de vuelo y los registradores de voz en cabina son herramientas vitales en las investigaciones de accidentes de



aviación. Los datos que proporcionan ofrecen información valiosa sobre la cadena de eventos que conducen a un incidente, lo que ayuda a mejorar la seguridad de la aviación al identificar áreas potenciales de mejora. Al comprender las funcionalidades y la importancia de los FDR y CVR, podemos apreciar su papel fundamental a la hora de decodificar la historia detrás de los accidentes de aviación.

La evolución actual de los registradores de datos de vuelo (FDR) y su impacto en las operaciones de las aerolíneas ha sido un proceso continuo, impulsado por los avances en la tecnología y una necesidad creciente de recopilación y análisis de datos más sofisticados. Estos dispositivos, comúnmente conocidos como "cajas negras", han desempeñado un papel crucial en la mejora de las operaciones y la seguridad de las aerolíneas a lo largo de los años.

En esta sección final de nuestra serie de blogs sobre registradores de datos de vuelo, exploraremos la conclusión de esta evolución y el impacto que ha tenido en las operaciones de las aerolíneas. El Almacenamiento y recuperación de datos mejorados, con los avances tecnológicos, los FDR modernos ahora tienen la capacidad de almacenar una gran cantidad de datos. Inicialmente, estos registradores sólo podían almacenar una cantidad limitada de información, pero los FDR actuales pueden capturar horas de datos de vuelo. Esta mayor capacidad de almacenamiento permite a los investigadores analizar un conjunto de datos más completo, proporcionando información valiosa sobre las circunstancias que rodean un incidente o accidente.

La evolución de los FDR no solo ha mejorado el almacenamiento de datos sino también las técnicas de análisis de datos. Con el desarrollo software y algoritmos sofisticados, los investigadores ahora pueden extraer información crítica de los datos registrados de manera más eficiente. Por ejemplo, las herramientas de visualización de datos permiten a los expertos identificar tendencias y patrones en los datos de vuelos, lo que ayuda a identificar riesgos potenciales y optimizar las operaciones de las aerolíneas.



El Monitoreo en tiempo real es uno de los avances más importantes en los registradores de datos de vuelo es la capacidad de monitorear los datos de vuelo en tiempo real. Esta función permite a las aerolíneas recibir actualizaciones en vivo sobre varios parámetros como altitud, velocidad aérea y rendimiento del motor. Con el monitoreo en tiempo real, las aerolíneas pueden identificar de manera proactiva cualquier anomalía o desviación de los procedimientos operativos estándar, lo que les permite tomar acciones correctivas inmediatas y garantizar la seguridad de los pasajeros.

La Integración de los FDR con Otros Sistemas ahora se están integrando con otros sistemas de aeronaves, como el sistema de gestión de vuelo (FMS) y los sistemas de monitoreo de motores. Esta integración permite un análisis más completo de los datos de vuelo correlacionándolos con otros parámetros críticos. Por ejemplo, al combinar datos FDR con datos de rendimiento del motor, las aerolíneas pueden identificar posibles problemas en el motor y programar el mantenimiento de manera proactiva, minimizando el riesgo de fallas durante el vuelo.

La identificación de problemas técnicos, los FDR proporcionan una instantánea integral del rendimiento de un avión durante un vuelo. Estos datos incluyen parámetros como el rendimiento del motor, las entradas de control, la velocidad del aire, la altitud y más. Al analizar esta información después de un accidente o incidente, los investigadores pueden identificar cualquier problema técnico que pueda haber contribuido al evento. Por ejemplo, si una aeronave experimenta una falla del motor durante el despegue, los datos de FDR pueden revelar anomalías en los parámetros del motor que conducen a la falla. Esta información ayuda a los fabricantes a identificar posibles defectos de diseño o problemas de mantenimiento que necesitan abordar para evitar fallas similares en el futuro.

Análisis de factores humanos, si bien los problemas técnicos pueden contribuir a los accidentes, los factores humanos también juegan un papel importante. FDRS captura el audio de la cabina a través de la grabadora



de voz de la cabina (CVR), lo que permite a los investigadores analizar las comunicaciones e interacciones de la tripulación durante las fases críticas de vuelo. Estos datos proporcionan información sobre la toma de decisiones de la tripulación, los desgloses de comunicación y los posibles errores. Por ejemplo, si se produce un accidente debido a la falta de comunicación entre los pilotos durante una situación de emergencia, los datos de CVR pueden ayudar a los investigadores a comprender la secuencia de eventos previos al accidente.

La investigación penal y la criminalística de campo en los Accidentes de Aviación debe ir más allá de la simple clasificación de datos en categorías predefinidas. Es necesario adoptar un enfoque más holístico e integrado, que considere la interacción dinámica entre los diferentes factores que contribuyen a un accidente. Esto implica; Análisis contextualizado: La información de las grabadoras de vuelo, así como cualquier otra evidencia recopilada, debe ser analizada en el contexto específico del accidente.

Esto implica considerar las condiciones operacionales específicas del vuelo, las características de la aeronave involucrada, la experiencia y el estado psicofisiológico de la tripulación, el entorno en el que se produjo el accidente y cualquier otro factor relevante. Integración de datos; La investigación no debe limitarse a la información de las grabadoras de vuelo. Es esencial integrar datos de otras fuentes, como registros de mantenimiento, informes meteorológicos, comunicaciones de control de tráfico aéreo, entrevistas a testigos, datos de sensores de la aeronave, imágenes de radar y fotografías del lugar del accidente. Un enfoque multidisciplinario, con la participación de expertos en diferentes áreas, es crucial para analizar la evidencia de manera integral (Acosta & Rodríguez, 2019).

El Pensamiento crítico los investigadores deben desarrollar habilidades de pensamiento crítico para analizar la información de manera objetiva, identificar posibles sesgos y formular hipótesis alternativas que se



sometan a un escrutinio riguroso. El pensamiento crítico es esencial para evitar conclusiones simplistas y superficiales, y para desarrollar una comprensión profunda de la compleja interacción de factores que conducen a un accidente aéreo (Woods et al., 2010).

El desafío digital en la investigación de accidentes aéreos, la creciente digitalización de la aviación, con la proliferación de sistemas electrónicos a bordo de las aeronaves, ha revolucionado la investigación de accidentes aéreos, ofreciendo una cantidad de datos sin precedentes para el análisis (Koorneef y Helsloot, 2021). Sin embargo, esta avalancha de datos también plantea nuevos desafíos para los investigadores criminalísticos, quienes deben adaptarse a este nuevo panorama digital para poder realizar investigaciones exhaustivas y efectivas. El Cuerpo de Investigaciones, Científica Penales y Criminalística CICPC, como organismo encargado de la investigación criminalística en Venezuela, debe invertir en la adquisición de equipos y software especializados para la descarga, procesamiento y análisis de la gran cantidad de datos generados por las aeronaves modernas. Esto incluye lectores de grabadoras de vuelo, software de análisis de datos de vuelo como FlightRadar24 o RadarBox, herramientas forenses digitales y sistemas de gestión de evidencias digitales.

Además, es necesario invertir en la capacitación del personal del CICPC en análisis de datos, ciencia de datos y otras disciplinas relevantes para la investigación de accidentes aéreos en la era digital, como el manejo de software de análisis de datos de vuelo y herramientas forenses digitales. La complejidad de los sistemas electrónicos de las aeronaves modernas exige la colaboración con expertos en la materia, como ingenieros aeronáuticos, especialistas en software de aviación y fabricantes de equipos originales. El CICPC debe establecer vínculos de colaboración con estos expertos, así como con organizaciones internacionales como la Administración Federal de Aviación FAA, La Agencia de la Unión Europea para la Seguridad Aérea, EASA y la Junta Nacional de Seguridad en el Transporte NTSB, para poder acceder a la información técnica necesaria



para comprender el funcionamiento de los sistemas de la aeronave y analizar la evidencia digital de manera efectiva (EASA, 2021; FAA, 2023; Machado & Belo, 2020; Sklet, 2019).

En Venezuela la investigación penal y criminalística aplicada a los accidentes aéreos, la investigación de accidentes aéreos está a cargo de la Junta Investigadora de Accidentes de Aviación (JIAA), adscrita al Instituto Nacional de Aeronáutica Civil (INAC). El Cuerpo de Investigaciones, Científica Penales y Criminalística CICPC interviene en las investigaciones cuando se presume la comisión de un delito (Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, 1999; Ley de Aeronáutica Civil, 2009; Resolución de Investigación de Accidentes de Aviación Civil, 2009). Sin embargo, la capacidad de ambas instituciones para llevar a cabo investigaciones exhaustivas y efectivas se ha visto limitada por diversos factores.

Entre las principales debilidades que enfrenta la investigación de accidentes aéreos en Venezuela se encuentran; Los Recursos limitados la Junta Investigadora de Accidentes de Aviación Civil JIAA y el Cuerpo de Investigaciones, Científica Penales y Criminalística CICPC enfrentan limitaciones en términos de recursos humanos, financieros y tecnológicos. La falta de personal calificado, equipos obsoletos y la escasez de fondos para la investigación afectan la calidad y la profundidad de las investigaciones.

La Debilidad institucional la Junta Investigadora de Accidentes de Aviación Civil JIAA carece de la independencia necesaria para llevar a cabo investigaciones imparciales y transparentes, pudiendo socavar la confianza pública en los resultados de las investigaciones. Falta de coordinación interinstitucional entre la Junta Investigadora de Accidentes de Aviación Civil JIAA y el Cuerpo de Investigaciones, Científica Penales y Criminalística CICPC no siempre es fluida y eficiente. La falta de protocolos claros de actuación conjunta puede llevar a duplicidad de esfuerzos, pérdida de información y retrasos en las investigaciones. La Cultura de



seguridad aérea deficiente en Venezuela presenta deficiencias significativas. La falta de conciencia sobre la importancia de la seguridad aérea, la reticencia a reportar incidentes de seguridad y la tolerancia a prácticas inseguras contribuyen a un entorno operacional más riesgoso.

Para abordar estas debilidades y fortalecer la investigación criminalística de accidentes aéreos en Venezuela, se requieren acciones concretas en varios frentes: Fortalecimiento de la Junta Investigadora de Accidentes de Aviación Civil JIAA y el Cuerpo de Investigaciones, Científica Penales y Criminalística CICPC; Ambas instituciones necesitan un mayor apoyo en términos de recursos humanos, financieros y tecnológicos. Esto implica la contratación de personal calificado, la adquisición de equipos y software de última generación, y la mejora de la infraestructura de las instituciones.

Es fundamental que la Junta Investigadora de Accidentes de Aviación Civil JIAA cuente con un equipo de investigadores con experiencia en diferentes disciplinas relevantes para la investigación de accidentes aéreos, como ingeniería aeronáutica, factores humanos, meteorología, análisis de datos y derecho aeronáutico. El Cuerpo de Investigaciones, Científica Penales y Criminalística CICPC, por su parte, debe contar con un equipo de investigadores criminalísticos especializados en la investigación de accidentes aéreos, con formación en técnicas de investigación de la escena del crimen, análisis forense digital, reconstrucción de accidentes y entrevistas a testigos.

Mejora de la coordinación interinstitucional; Es esencial establecer mecanismos de coordinación más efectivos entre la Junta Investigadora de Accidentes de Aviación Civil JIAA y el Cuerpo de Investigaciones, Científica Penales y Criminalística CICPC para garantizar una investigación integral y eficiente. Ambas instituciones deben trabajar de manera conjunta, compartiendo información y recursos, para aprovechar al máximo sus capacidades y experiencia. Esta coordinación debe formalizarse a través de protocolos de actuación conjunta que establezcan claramente las



responsabilidades de cada institución, los mecanismos de comunicación y los procedimientos para el intercambio de información y evidencias.

Armonización legal con el derecho internacional: La armonización del marco legal venezolano con el derecho internacional en materia de investigación de accidentes aéreos es fundamental para garantizar la interoperabilidad, el intercambio de información y la adopción de mejores prácticas a nivel global (Calamandrei, 2019). Esto implica la revisión y actualización de la legislación nacional para adaptarla a los estándares y recomendaciones de la Organización de Aviación Civil Internacional OACI, así como la ratificación de los convenios internacionales relevantes en materia de aviación civil, como el Convenio de Chicago de 1944 y el Convenio de Montreal de 1999.

Fomento de una cultura de seguridad aérea: Es fundamental promover una cultura de seguridad aérea en todos los niveles de la industria aeronáutica venezolana. Esto implica la implementación de programas de capacitación en seguridad aérea para el personal aeronáutico, la promoción de la notificación voluntaria de incidentes de seguridad y la adopción de medidas para fortalecer la supervisión y control de las operaciones aéreas. Esto requiere la participación activa de todos los actores involucrados en la aviación civil, incluyendo aerolíneas, aeropuertos, proveedores de servicios de navegación aérea, autoridades reguladoras y organizaciones de la sociedad civil.

### **Conclusiones**

En atención a la problemática y los objetivos planteados para el desarrollo de esta investigación y en consideración de la información obtenida y con la finalidad de establecer un diagnóstico de la importancia de la información guardada en los registradores de vuelo. Para garantizar el cumplimiento de la normativa legal vigente, así como también las condiciones de trabajo y garantizando la atención inmediata de accidente que se investiga través de las diferentes actividades, ha permitido cubrir



todas las etapas necesarias para abordar el sitio del suceso, lográndose de esta manera los objetivos planteados y dar respuestas a todas las interrogantes formuladas.

En consecuencia, arrojó las siguientes conclusiones, con respecto al tema se pudo concluir que las personas encuestadas y las bibliografías consultadas, se desconoce los requerimientos para realizar los procedimientos necesarios en la investigación de un accidente de aviación por parte de las autoridades y la importancia de los registradores de vuelo. Las personas encuestadas reflejaron desconocimiento con respecto al uso, característica e identificación de los registradores de vuelo. y última conclusión se debe diseñó un instructivo de información, el cual sirva como una herramienta importante para guiar las acciones y procedimientos a seguir para el levantamiento de un accidente de aviación y los diferentes tipos de paso establecido en la Criminalística de Campo.

### Referencias

- Air Safety Network. (2023). *Aviation safety network database*. <https://aviation-safety.net/database/>
- Boeing. (2023). *Statistical summary of commercial jet airplane accidents: Worldwide operations 1959–2022*. [https://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/company/about\\_bca/pdf/statsum.pdf](https://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/company/about_bca/pdf/statsum.pdf).
- Corley, W. G. y Davies, A. G. (2001). *Forensic engineering moves forward*. ASCE Civil Engineering, Junio, pp.64-65.
- Constitución de la República Bolivariana de Venezuela G. O. N° 36.860, del 30 de diciembre de 1999, reimpressa por “errores materiales” del ente emisor en la G. O. N° 5.453 Extraordinario, 36.860 (extraordinario) diciembre 30, de fecha 24 de marzo de 2000, y reformas aprobadas por Enmienda N°1, del 15 de febrero del 2009.
- Dekker, S. (2014). *The field guide to understanding 'human error*. Ashgate Publishing, Ltd.
- Dekker, S. (2014). *Drift into failure, 2014*. <https://safetydifferently.com/wp-content/uploads/2014/08/SDDriftPaper.pdf>.
- Diane Vaughan (2016). *La decisión del lanzamiento del Challenger, Tecnologías arriesgadas, cultura y desviación en la NASA*. Edición ampliada. Enero de 2016. La Prensa de la Universidad de Chicago, 1427 E. 60th Street Chicago, IL 60637 EE. UU.

- European Aviation Safety Agency. (2021). *Annual safety review 2020*. <https://www.easa.europa.eu/en/downloads/133218/en>
- Federal Aviation Administration. (2023). *Accident investigation handbook*. [https://www.faa.gov/regulations\\_policies/handbooks\\_manuals/aviation/accident\\_investigation\\_handbook/](https://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/accident_investigation_handbook/)
- Gero, D. (2017). *Aviation disasters: The world's major civil airliner crashes since 1950* (6th ed.). Patrick Stephens Limited.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6a ed.). McGraw-Hill.
- International Air Transport Association. (2023). *Safety report 2022*. <https://www.iata.org/en/publications/safety-report/>
- International Civil Aviation Organization. (1944). *Convention on International Civil Aviation*. Chicago.
- International Civil Aviation Organization. (1999). *Convention for the Unification of Certain Rules for International Carriage by Air*. Montreal.
- International Civil Aviation Organization. (2018). *Annex 13 to the Convention on International Civil Aviation: Aircraft Accident and Incident Investigation*.
- Johnson, C. W. (2016). *Handbook of accident reconstruction and causation analysis*. CRC Press.
- Koornneef, F., & Helsloot, I. (2021). *Flight Data Analysis for Safety*. Springer.
- Larousse. (2023). *Diccionario de la lengua española*.
- Ley de Aeronáutica Civil (2009). Gaceta Oficial N° 39.140, 2009.
- Machado, A. S., & Belo, E. M. (2020). The use of flight data recorders (FDR) and cockpit voice recorders (CVR) in aviation accident investigation. *Aerospace*, 7(11), 150. <https://doi.org/10.3390/aerospace7110150>
- National Transportation Safety Board. (2023). *Aviation accident database*. [https://www.ntsb.gov/investigations/AccidentData/Pages/aviation\\_query.aspx](https://www.ntsb.gov/investigations/AccidentData/Pages/aviation_query.aspx)
- Perrow, C. (1984). *Normal Accidents: Living with High-Risk Technologies*. Princeton University Press
- Petroski, H. (1994). *Design Paradigms: Case Histories of Error and Judgment in Engineering*. Cambridge. University Press.
- Reason, J. (1990). *Human error*. Cambridge University Press.
- Real Academia Española. (2023). *Diccionario de la lengua española*.
- Resolución de Investigación de Accidentes de Aviación Civil (2009). Gaceta Oficial N° 39.140, 2009.



- Sklet, S. (2019). *Data-driven aviation safety: Using flight data to improve safety*. John Wiley & Sons.
- Transport Safety Board of Canada. (2023). *Aviation investigation reports*. <https://www.tsb.gc.ca/eng/rappports-reports/aviation/index.html>
- Woods, D. D., Johannesen, L. J., Cook, R. I., & Sarter, N. B. (2010). *Behind human error: Cognitive systems, complexity, and hindsight*. CRC Press.