

## **PREVENCIÓN DE ACCIDENTES. APORTES DE LAS INVESTIGACIONES EN PSICOLOGÍA AERONÁUTICA**

**Modesto M. ALONSO\***  
**Facultad de Psicología, UBA**

La aplicación sistemática de los adelantos tecnológicos ha llevado a disminuir a niveles asombrosamente bajos los accidentes aeronáuticos. La aviación comercial, es el más seguro de los medios de transporte, con menos de un accidente cada millón de vuelos. Por ejemplo en 1999 se realizaron en todo el mundo más de dieciocho millones de despegues, y más de treinta y cuatro millones de horas de vuelo, en aviones comerciales de gran porte, que son unos quince mil, y realizan en el mundo cerca de cincuenta mil vuelos por día sin novedades, más de noventa mil horas de vuelo diarias en alta seguridad, a lo que debemos sumar los vuelos militares y los de la aviación general. Pero la opinión pública, se sensibiliza más ante la espectacularidad de un accidente aéreo que ante el peligro mucho mayor del tránsito automotor. En Argentina, hay en un mes hay más víctimas de accidentes viales que en diez años en accidentes de aviación en el país. Esta gran seguridad operativa, se ha logrado también gracias a la participación de la psicología dentro del estudio de los factores humanos, y el desafío para la psicología es importante, pues de los muy pocos accidentes, más del 70% se deben a "falla humana", ese conocido y ubicuo "error humano", que no se debe confundir con la tradicional creencia reduccionista en el error del piloto como individuo.

El sistema sociotécnico aeronáutico (SSA), tomado en su conjunto, esta compuesto por múltiples subsistemas interrelacionados, los cuáles se estudian en forma integrada para ir descubriendo la dirección de las cadenas de eventos que aparecen en el accidente como punto de convergencia. Esto implica que, cuando se produce un accidente debe investigarse todo el sistema, y lo habitual es encontrar que a distintos niveles del mismo hubo condiciones latentes y fallas activas (Reason), y por lo tanto el abordaje teórico y técnico actual adecuado para investigar un accidente, es el estudio del sistema en su conjunto, a los fines de lograr nuevos conocimientos para la prevención, en una actitud proactiva, integral y continua. La psicología aeronáutica (PA) aporta conocimientos a esta comprensión, con las herramientas teórico-técnicas para el abordaje simultáneo de los niveles organizacionales, grupales e individuales en juego.

Podemos considerar la PA en sus lineamientos generales, como "una aplicación de la psicología al campo del desarrollo y la operación de sistemas aeronáuticos seguros y efectivos, desde el punto de partida del operador humano", "la aplicación del estudio de los factores humanos al dominio de la aviación", o "la optimización de la relación entre las máquinas voladoras en el aire y la tierra, y la gente que las opera" (Jensen).

En cuanto a los Factores Humanos (FH), el término se refiere a "un campo multidisciplinario dedicado a optimizar el desempeño y reducir el error humano. Incorpora los métodos y principios de las ciencias de la conducta y las ciencias sociales, la ingeniería y la fisiología. Factores humanos es la ciencia aplicada que estudia a las personas trabajando juntas y en relación con las máquinas. Factores humanos abarca variables que influyen en la performance individual, y variables que influyen en la performance de la tripulación o el equipo de trabajo. Se reconoce que el diseño inadecuado de los sistemas o el entrenamiento inadecuado del operador, contribuyen al error humano individual que lleva a una degradación de la performance del sistema. Además se reconoce que el inadecuado diseño y administración de las tareas de la tripulación puede contribuir a errores de grupo, que llevan a la degradación de la performance del sistema", (FAA-AC 120-51D).

Suelen considerarse dos objetivos principales en el estudio de los FH aplicados a la aeronáutica: "a) llegar a diseñar sistemas del modo óptimo para sacar ventaja de las características y habilidades de las personas que habrán de operarlas; b) lograr seleccionar y entrenar a los operadores de estos sistemas". (Jensen).

El modelo conceptual de FH llamado SHEL, (Edwards 1972, Hawkins 1975), ayudó a mirar el funcionamiento de la actividad aeronáutica, intentando discriminar con más riqueza y precisión las variables en juego, estudiar los problemas, buscar soluciones y proponer medidas

preventivas. Consiste en considerar al sistema sociotécnico aeronáutico en los siguientes componentes principales: [S], *Software*: las normas, procedimientos, documentaciones, etc. ; [H] *Hardware*: el equipamiento el avión, sus sistemas, etc.; [E] *Environment*: el entorno, el ambiente, la cultura de la organización, la meteorología, etc; [L] *Liveware*: la tripulación, los mecánicos, despachantes, y demás personas intervinientes, etc.

---

\*Av. Cabildo 1277-12º-A, (C1426AAM) Buenos Aires; Telefax: 54 11 4781-8907  
Email. [alonso@ssdnet.com.ar](mailto:alonso@ssdnet.com.ar); Web: [www.modestoalonso.com.ar](http://www.modestoalonso.com.ar)

De las interrelaciones entre estas variables y las peculiaridades de sus interfases, se puede obtener una mirada abarcativa sobre la complejidad de su funcionamiento y una integración de las fuerzas dinámicas en juego. La exploración sistemática de las interfases descritas en el modelo SHEL, orienta sobre los criterios a aplicar por parte de los psicólogos, en la selección, entrenamiento, seguimiento clínico y actitud preventiva vinculada con todos los participantes de las operaciones aeronáuticas. El modelo de las 5M propone un abordaje similar, considerando los mismos factores, centrados en la misión.

Si consideramos al piloto igual que Jensen, como un experto en la toma de decisiones aeronáuticas (ADM ), además de la inteligencia y la personalidad del experto en ADM, el piloto, hay que tener en cuenta, “cinco componentes mayores con sus subcomponentes: 1. Experiencia aeronáutica ( su entrenamiento, horas de vuelo, variedad de experiencias, vuelos recientes); 2. Administración del riesgo ( previsión del riesgo, probabilidad ); 3. Resolución Dinámica de Problemas (reconocimiento, análisis; 4.CRM - Administración de los Recursos de la Tripulación (comunicación, liderazgo); 5. Control de la Atención (motivación, actitud)”. En el estudio de los pilotos, se incluye el abordaje de diversas funciones tales como: la atención, la vigilancia, el rendimiento sensorial, la respuesta a la gravedad, a la velocidad, a la presión, a la temperatura, el alerta situacional, la carga de trabajo, etc. entre los factores cognitivos se le da especial importancia al procesamiento de información, al proceso de toma de decisiones, el aprendizaje, la memoria y el lenguaje, etc. De especial importancia son los estudios de T. Kern sobre la disciplina del vuelo y lo esperable en la actitud de un piloto. Y cada vez más se intenta tener una adecuada visión del funcionamiento global de su personalidad en especial en la dimensión comunicacional interpersonal. Se aplican estos estudios especialmente a la relación hombre-máquina, al uso de simuladores, y a las cuestiones derivadas de la informatización creciente de los sistemas de vuelo, de navegación y comunicaciones. En Argentina, el Instituto Nacional de Medicina Aeronáutica y Espacial (INMAE), es la institución líder en el tema, fue fundado en 1945. En él se han hecho y se hacen múltiples estudios, en su Depto. de Aptitud están los gabinetes, - existen los centros auxiliares en distintos lugares del país que realizan los mismos exámenes de aptitud psicofísica.-, donde se hacen los exámenes psicofísicos de selección y control del personal aeronavegante; en su Depto. de Investigación, se hacen investigaciones científicas y entrenamientos especializados vinculados con la protección y seguridad del personal aeronavegante, y se trabaja por ejemplo sobre desorientación espacial, efectos de la presión en cámara hipobárica, y tests psicológicos experimentales, los que, cuando se llega ya a la construcción de sus baremos algunos son adoptados por el departamento de aptitud. En su Depto. de Docencia se brinda docencia e instrucción, a personal aeronavegante y distintos profesionales, del país y del exterior, en temas de medicina y psicología aeronáutica y espacial, capacitando en medicina aeronáutica, emergencias, evacuación aeromédica, CRM, y otros temas de psicología aeronáutica y de factores humanos. En el también se realizan otros estudios medicopsicológicos, como los vinculados con la investigación de accidentes de aviación.

En cuanto a los temas de estudios psicológicos con incidencia sobre la investigación y prevención de accidentes se puede mencionar: la seguridad y sus relaciones con la organización; la consideración global de los factores humanos; la formación y mantenimiento de equipos y grupos de trabajo; influencia de los factores de personalidad; factores cognitivos en la performance; psicofisiología aplicada a todos los procesos intervinientes en el medio

aeroespacial; influencia de la carga de trabajo; el proceso de toma de decisiones; como funciona y se puede optimizar el juicio del piloto; influencias de lo intercultural en el cockpit; efectos de la fatiga y su evitación; administración del riesgo; análisis de accidentes e incidentes; atención de las víctimas de traumas; selección y entrenamiento de pilotos; funcionamiento optimizado de controladores de tránsito aéreo; psicología del pasajero; el pasajero problema; la fobia al vuelo; percepción operación y tecnología del cockpit; mejoramiento de displays; parámetros para la filosofía de diseño; automatización de procesos; la simulación en el entrenamiento; estudio del alerta situacional; factores psicodinámicos (Freud, Granel), desarrollos en CRM; etc. Se considera especialmente la dimensión grupal, organizacional y social de los fenómenos intervinientes en las actividades del vuelo: los procesos de grupo, la comunicación entre los miembros de la tripulación, los factores culturales, la diferenciación de estilos de conducta y personalidad, el liderazgo, resolución de conflictos, toma de decisiones en grupo, las influencias organizacionales, etc. (*International Journal of Aviation Psychology, Human Factors, Ergonomics; Aviation Space, and Environmental Medicine, y otros*). De especial interés son las publicaciones periódicas y boletines electrónicos, así como documentos varios, de la FAA, de la OACI, de la NTSB, donde se publican normativas de seguridad, hallazgos sobre accidentes, nuevos criterios para procedimientos operativos, avances en aplicaciones tecnológicas, normas por consenso internacional, etc. En Argentina, la Fuerza Aérea es la responsable normativa, elabora documentos diversos, así como publica los Boletines que produce la Junta de Investigaciones de Accidentes de Aviación Civil como resultado de su actividad especializada, donde se pueden encontrar estudiados en detalle desde el accidente más leve que se haya producido en el país, además de presentar estudios estadísticos y materiales de utilidad para la instrucción y para la seguridad en aeronáutica.

En el enfoque del error humano hay múltiples modelos, podemos mencionar los siguientes:

1.-Cognitivo, 2.-Sistémico-ergonómico, 3.-Aeromédico, 4.-Psicosocial, 5.-Organizacional. (Wiegmann y Shappell). En este enfoque se entiende por "error" la falla no intencional en las acciones planeadas para lograr cierto objetivo buscado, ya sea porque el plan fue inadecuado, o porque la acción se desvió del plan; puede haber fallas en la formulación del plan, o en la ejecución. En cuanto a la "violación", es la desviación intencional de los procedimientos estándar, las prácticas o reglas de seguridad, y pueden ser deliberadas o erróneas. Un aporte decisivo ha sido este desarrollo de J. Reason (1990), (Mauriño et al, 1995) en un enfoque sistémico que esclarece cómo en el abordaje del error humano deben tenerse en cuenta todos los niveles, desde lo más alto de la organización, hasta el último operador individual involucrado, considerando que el error humano es inevitable, se requiere rastrear las "condiciones latentes" o condiciones que siembran un potencial para el accidente, y las "fallas activas" como por ejemplo la violación de un procedimiento. Esto es lo que configura constantemente en cualquier sistema, problemas en su funcionamiento que, en principio pueden llegar a promover un accidente, pero que si las "defensas" creadas preventivamente son adecuadas, solo será un incidente, o un incidente evitado a tiempo, o un error corregido. Se piensa entonces en entonces una "cadena de errores" operando en la organización en su conjunto, del gerente al piloto, etc. Para que ocurra un accidente no sólo hace falta que fallen las defensas, sino que se presente una cadena de errores que se pueden iniciar en los niveles gerenciales, por ejemplo en la restricción de recursos instruccionales. Reason ha desarrollado también su visión del "síndrome del sistema vulnerable" dentro del estudio de los accidentes organizacionales.

Para poder registrar el análisis de los accidentes aéreos de una forma que contenga los desarrollos conceptuales y técnicos actuales basados en los factores humanos, se ha normatizado un sistema de clasificación y análisis de factores humanos en el accidente (HFACS), basado en los conceptos propuestos por Reason. (FAA-DOT AM-00/7, 2000). Este marco de trabajo permite estudiar mejor los accidentes de la aviación militar, comercial o general, con la idea de reducir la tasa de accidentes a través de una estrategia sistemática centrada en los datos y una evaluación objetiva de los programas de intervención. En este sistema se diferencian cuatro niveles de fallas: 1.-Actos inseguros, subdivididos en a) errores (de percepción, de decisión, de habilidades) y b) violaciones (de rutina, o excepcionales); 2.-Precondiciones para actos inseguros: a) condiciones substandard de los operadores (estados

mentales adversos, estados fisiológicos adversos, limitaciones mentales o físicas); b) prácticas substandard de los operadores (mal CRM, disposición personal); 3.-Supervisión insegura: supervisión inadecuada, planificación inadecuada de las operaciones, fallas al corregir un problema conocido, violaciones a la supervisión; y 4.- Influencias organizacionales: gerenciamiento de recursos, clima organizacional; proceso organizacional (Wiegmann y Shappell). El HFACS es suficientemente abarcativo del SSA en su conjunto, como para contribuir a que se puedan diferenciar cuáles son los factores psicológicos en juego y los tipos y niveles de intervención de la psicología en el análisis y prevención de accidentes.

En el abordaje científico de los accidentes se configuran por ejemplo matrices de análisis de riesgos correlacionando la severidad y la frecuencia de los mismos. O también, en el abordaje del accidente, se hacen correlaciones entre metodologías tales como la de encuesta, de archivo, de estudio histórico, experimental, y estudio de caso, en cuadro de doble entrada con enfoques de distintas disciplinas, tales como medicina, estudio de estructuras, psicología, estudio de materiales, y meteorología, con el fin de profundizar y lograr mayor integración en el estudio.

La investigación de accidentes en aeronáutica tiene una función básica de aprendizaje para tomar las medidas preventivas e impartir las recomendaciones pertinentes para evitar la repetición de hechos similares. A tal efecto se dictan las normas, procedimientos, y objetivos correspondientes a través de las instituciones responsables, en el orden nacional e internacional. (OACI, Anexo 13; Manual de Investigación de Accidentes de Aviación; NTSB en USA, etc)

Si aceptamos que un accidente es el resultado de una cadena de condiciones latentes y fallas activas que no han podido ser neutralizadas por los mecanismos defensivos y preventivos del sistema, esto nos obliga a estudiar la organización en su conjunto, y por lo tanto introducirnos en la cultura de la organización. Toda tarea que busque mejorar así la prevención de los accidentes será, en mayor o menor grado, contracultural y por lo tanto resistida a distintos niveles, más allá del acuerdo racional que exista para implementarla. Se requiere cambios de paradigmas que, por ser contraculturales, deben operarse en forma continua, como cultura de cambio, no como una tarea puntual, informativa o docente limitada, sino como la generación constante de una actitud nueva en todos los niveles, buscando la calidad total del funcionamiento (Helmreich, 1999).

Uno de los más fecundos desarrollos en esta dirección es el del CRM (Complete Resource Management), un enfoque operacional para el gerenciamiento de los recursos humanos en la actividad aérea en su conjunto, como sistema. (Mauriño D. 1999; Leimann Patt et al., 1998). Toda organización que aplicó adecuadamente CRM, disminuyó en forma muy significativa, los incidentes y accidentes aeronáuticos, tanto en la aviación comercial como en escuadrones de combate. En el marco regulatorio de la OACI, en 1975 se incluyó el estudio de los Factores Humanos en la formación de los pilotos. En Argentina, la Disposición 37/97 de la FA (1997), obliga a incorporar CRM en la curricula instruccional de los pilotos que vuelen aviones de cockpit con tripulación múltiple, y de Factores Humanos en todas las categorías de pilotos. La implementación del CRM es un proceso instruccional que comienza con un diagnóstico organizacional, para hacer un diseño curricular que respete la cultura de la organización, buscando el compromiso de todos los niveles de la empresa, con el objetivo de un cambio de actitudes en aras de el aumento de la seguridad, creando grupos de facilitadores desde adentro de la organización, estableciendo un sistema de control de calidad del proceso, y desarrollando en cada nivel y grupo de personas las actividades y los contenidos instruccionales específicos. En tal sentido algunos de sus temas centrales de trabajo son la incidencia en la seguridad de los niveles organizacionales, grupales e individuales, la comunicación, el liderazgo, la administración del riesgo, el estudio del error, la incidencia de la fatiga, la conciencia situacional, toma de decisiones, carga de trabajo, procesamiento de la información, asertividad, etc. Siguiendo las técnicas de instrucción para adultos, se trabaja grupalmente y sobre el análisis de accidentes reales, y se busca lograr optimizar la utilización efectiva de los recursos disponibles con un adecuado diseño del training, los equipos de trabajo y los escenarios (Salas). Es importante insistir en destacar que lo mencionado aquí sobre CRM en el contexto aeronáutico, puede emplearse en otras actividades que impliquen el funcionamiento de contextos tecnológicos complejos, de alto riesgo, en equipo y contra reloj. Ya sea que se trate de una tripulación, de un equipo quirúrgico, de grupo de atención de emergencias diversas, etc.

Las presentes consideraciones, adecuadamente adaptadas, deberían contribuir a un desarrollo más adecuado de la tarea, a la disminución del inevitable error humano, y al mejor cuidado de la salud mental de los participantes. Es en el CRM donde pueden encontrarse muchas defensas contra el error humano en los sistemas de alto riesgo y "time stress", pues es un campo muy fértil, de amplia aplicación a contextos con características como las mencionadas.

En grandes catástrofes las fallas humanas preexistían a los hechos, cual "patógenos residentes", en todos ellos, también fallaron las "defensas" que debían impedir que tales errores se transformasen en catástrofes, como el choque de los jumbos en Tenerife (I.Canarias, 1977), y en la planta química de Bophal (India, 1984), en la central nuclear de Chernobyl (Ucrania, 1986), en el accidente del Challenger (Florida, 1986). El informe del Institute of Medicine (USA 1999), alerta sobre la alarmante cantidad de muertes por error médico, se pronuncia sobre la necesidad de adoptar tecnologías basadas en factores humanos, y propone que se adopten las usadas en aeronáutica exitosamente en la lucha preventiva contra el error y el accidente. Con motivo de la Década de la Conducta 2000-2010, en el primer evento científico organizado de poco más de diez trabajos seleccionados, uno se refirió a la psicología aeronáutica aplicada a la seguridad, ([www.decadeofbehavior.org](http://www.decadeofbehavior.org)), esto implica un reconocimiento a los aportes de la psicología aeronáutica.

En *síntesis*, el éxito logrado en la prevención de accidentes en aeronáutica es debido en buena medida a los aportes de la psicología dentro del estudio de los factores humanos, por ejemplo sus matrices de análisis sobre metodologías y disciplinas enfocadas a la relación entre severidad y probabilidad de riesgos, y ante la inevitabilidad del error humano, el desarrollo de modelos de abordaje para administrar el error y el riesgo y así disminuir la probabilidad de incidentes y accidentes, individuales y organizacionales. Las investigaciones sobre los modelos, instrumentos, métodos y procedimientos que se utilizan a los efectos de construir abordajes abarcativos del sistema sociotécnico aeronáutico en su conjunto, dan cuenta de los resultados logrados en alta seguridad y en calidad de prestaciones.

En esta tarea interdisciplinaria son de destacar los resultados proporcionados por la psicología en cuanto a modalidades de análisis, sistemas de registro de datos, estudio de casos, modelos sobre error, administración del riesgo, gerenciamiento de recursos, métodos de capacitación sobre comunicación, conciencia situacional, toma de decisiones, CRM, etc. No obstante, se requiere intensificar los estudios pues es el factor humano el decisivo en el proceso de producción de accidentes, y en su esclarecimiento es tiene un rol específico psicología. Los resultados logrados muestran la posibilidad y conveniencia de la aplicación de estos enfoques y metodologías en otras áreas del quehacer humano donde haya riesgos significativos, y se requiera combatir los accidentes, en especial en sistemas sociotécnicos complejos, con time-stress, de alto riesgo, con una posición sistémica, proactiva y preventiva.-

#### Bibliografía:

- ALONSO M.M. (2001) *Psicología Aeronáutica. Desarrollos Actuales. Contribuciones a la Prevención de Accidentes.* 28º Congreso Interamericano de Psicología. Santiago de Chile.
- FAA (2000) *The Human Factors Analysis and Classification System – HFACS.* WIEGMANN D.A., SHAPPELL S.A (DOT/FAA/AM-00/7)
- FAA (2000) System Safety Handbook.

- FREUD S. (1901) Psicopatología de la vida cotidiana. Obras Completas. Buenos Aires, Amorrortu.
- GARLAND D. J., WISW J.A., HOPKIN V.D. (1999) Handbook of Aviation Human Factors. New Jersey, Lawrence Erlbaum Assoc. Publ.
- GOETERS, K. M. (Ed.) (1998) Aviation Psychology: A Science and a Profession. USA, Ashgate Publishing Co.
- GRANEL J. (1992) Consideraciones sobre la capacidad de cambiar, la colisión de las identificaciones y el accidentarse. Revista CIPEA, Nº 3, 9-24.
- HOJVAT de ARIOVICH M.N., PERSANO H. (1994) El Accidente de Icaro. Buenos Aires, Salerno.
- JENSEN R. (1997) *The boundaries of aviation psychology, human factors, aeronautical decision making, situation awareness, an crew resource management*. Int. J. Aviation Psychology , 7 (4), 259-267
- KERN T. (1998) Flight Discipline. New York, McGraw Hill.
- KERN T. (1999) Darker Shades of Blue. The Rogue Pilot. New York, Mc Graw Hill.
- KING R. E. (1999) Aerospace Clinical Psychology (Studies in Aviation Psychology and Human Factors). USA, Ashgate Publishing Co.
- LEIMANN PATT H. O. (1987) Psiquiatría Aeronáutica Sistémica. Buenos Aires, Kargieman.
- LEIMANN PATT H. O. , SAGER L., ALONSO M. M., INSUA E. I., MIRABAL J. (1998) CRM Una Filosofía Operacional. Gerenciamiento de los Recursos Humanos en las Operaciones Aeronáuticas. Buenos Aires, Soc. Interamericana de Psicología Aeronáutica.
- MAURIÑO D., REASON J., JOHNSTON N., LEE R. B. (1995) Beyond Aviation Human Factors. England, Avebury Aviation.
- O.A.C.I. (1975) Manual de Prevención de Accidentes de Aviación. Montreal.
- O.A.C.I. (1970) Manual de Investigación de Accidentes de Aviación. Montreal.
- O.A.C.I. (1998) Manual de Instrucción Sobre Factores Humanos (Doc. 9683-AN/950)
- SALAS E. (2000) *The Design and Delivery of Crew Resources Management Trainig: Exploiting Available Resources*. Human Factors, 42 (3) 490-511
- WIEGMANN D.A., SHAPPELL S.A. (1997) *Human Factors Analysis of Postaccident Data: Applying Thoretical Taxonomies of Human Error*. International Journal of Aviation Psychology, 7 (1) 67-81