

## MEDICINA AEROESPACIAL Y FACTORES HUMANOS EN AVIACIÓN. LA IMPORTANCIA DE UNA APROXIMACIÓN TRANSDISCIPLINARIA A LA SALUD

CR. MÉDICO LINA MARÍA SÁNCHEZ R., M.D.<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Centro de Medicina Aeroespacial, Fuerza Aérea Colombiana, Bogotá D.C., Colombia, Programa de Doctorado Interfacultades en Salud Pública, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia

### Resumen

El estudio del factor humano en accidentes de aviación constituye un desafío para la medicina aeroespacial y para la seguridad aérea en este milenio. A pesar de los esfuerzos realizados para desarrollar modelos de interpretación desde diferentes aproximaciones y disciplinas, las investigaciones continúan arrojando información fragmentada, que enfatiza principalmente en el error del piloto, dificultando la identificación de problemas estructurales y conducentes a medidas de intervención focalizadas. La investigación en medicina aeroespacial requiere de la integración de diversas disciplinas y de la participación de los diferentes actores sociales de la industria aeronáutica, con el fin de contribuir a la solución de problemas tan complejos como son los relacionados con los factores humanos y de proponer acciones para la promoción de la salud de los pilotos y para la prevención de accidentes de aviación.

**Palabras clave:** aviación, accidentes de aviación, promoción de la salud

## AEROSPACE MEDICINE AND HUMAN FACTORS IN AVIATION. THE IMPORTANCE OF A TRANSDISCIPLINARY APPROACH TO HEALTH

### Abstract

The study of the human factor in aviation accidents constitutes a challenge in aerospace medicine and aviation safety for the millennium. In spite of the efforts to develop models of interpretation from different approaches and disciplines, research continues to provide fragmented information emphasizing pilot error, making it difficult to identify structural problems leading to focalised intervention measures. Aerospace medicine research requires the integration of diverse disciplines and the participation of the different social actors of the aeronautic industry, in order to contribute to the solution of such complex problems as those presented by human factors and to propose actions for pilots' health promotion and accident prevention.

**Keywords:** aviation, accidents aviation, health promotion

## MEDICINA AEROESPACIAL E FATORES HUMANOS EM AVIACION. A IMPORTÂNCIA DE UMA APROXIMAÇÃO TRANSDISCIPLINARIA À SAÚDE

### Resumo

O estudo do fator humano em acidentes de aviação constitui um desafio para a medicina aeroespacial e para a segurança aérea neste milênio. Embora dos esforços realizados para desenvolver modelos

---

\* Correspondencia: [linaorl@yahoo.com](mailto:linaorl@yahoo.com) Dirección postal: Centro Medicina Aeroespacial-Comando Aéreo de Transporte Militar-CATAM- Aeropuerto El Dorado. Bogotá, D.C. Colombia  
Recibido: Octubre 13 de 2008. Aceptado: Diciembre 16 de 2008

de interpretação desde diferentes aproximações e disciplinas, as pesquisas continuam produzindo informação fragmentada, que enfatiza principalmente no erro do piloto, dificultando a identificação de problemas estruturais e conducentes a medidas de intervenção focalizadas. A pesquisa em medicina aeroespacial requer da integração de diversas disciplinas e da participação dos diferentes atores sociais da indústria aeronáutica, com o fim de contribuir à solução de problemas tão complexos como são os relacionados com os fatores humanos e de propor ações para a promoção da saúde dos pilotos e para a prevenção de acidentes de aviação.

**Palavras-chave:** aviação, acidentes aeronáuticos, promoção da saúde

## Introducción

La industria aeronáutica es un claro ejemplo del gran avance científico y tecnológico alcanzado en el último siglo. Las aeronaves están en capacidad de volar a más altura, con mayor velocidad y de transportar un mayor número de pasajeros. Todos somos potenciales usuarios de la aviación y cada vez son más las personas que se transportan por esta vía. Es así como en los últimos veinte años se ha duplicado el número de personas que emplea este medio de transporte y los pronósticos de la aviación internacional muestran que con el incremento del tránsito aéreo, se deben incrementar las aerovías, ya que las aeronaves volarán muy cerca una de la otra. Para los próximos diez años se proyecta transportar un promedio de tres billones de personas al año y se espera por tanto, un accidente mayor por semana (1,2). A pesar de los altos márgenes de seguridad aérea alcanzados en los últimos años, la industria aeronáutica global afronta el hecho de que la flota aérea se incrementa entre un 5% y un 7% anual, pero la tasa de accidentes permanece estable, es decir que habrá un número mayor de accidentes (3-6). Es de resaltar que el desafío en seguridad aérea para este milenio es más humano que tecnológico (7-9) y que la confiabilidad de la moderna tecnología aeronáutica ha hecho que cada vez sean menos los accidentes por falla de la aeronave, dejando como principal causante de los accidentes de aviación al “factor humano”, conocido comúnmente como error de piloto y que puede extenderse a los errores de otros actores que intervienen en las operaciones aéreas (10-12).

Los médicos que se especializan en el campo de la medicina aeroespacial están a cargo del estudio del desempeño humano en el medio aeronáutico y espacial y son los encargados de certificar la aptitud psicofísica de las tripulaciones para actividades de vuelo, con el fin de velar por la efectividad operacional y prevenir acci-

dentos de aviación (1,13). Sistemas complejos como la aviación obligan a un trabajo articulado de la medicina con muchas disciplinas y a la ruptura de paradigmas manejados en las ciencias médicas, consecuencia del positivismo adquirido en muchos de los programas de formación universitaria, para entrar a considerar, además de los aspectos fisiológicos, físicos y psicológicos, aspectos sociales, culturales, políticos, económicos y éticos, que ayudan a identificar relaciones y tendencias, facilitando una mayor capacidad explicativa del fenómeno “factor humano” en los accidentes de aviación y permitiendo identificar procesos críticos de importancia estratégica, necesarios de incorporar en las medidas de intervención.

## Medicina Aeroespacial

La aviación ha sido considerada como una profesión de alto riesgo y como un campo de investigación para la prevención de enfermedades y accidentes. La medicina aeroespacial, casi tan antigua como la misma aviación, comenzó como medicina de aviación y tuvo un importante desarrollo con las operaciones militares, para posteriormente, al incluir los aspectos relacionados con la incursión del hombre en el espacio, adoptar el nombre actual de medicina aeroespacial (1). Como un aporte de la medicina aeroespacial, un componente de la medicina preventiva y de la salud pública, consideramos importante promover el concepto integral de salud, enfatizando en la relación salud-trabajo-seguridad, en la que el bienestar y la calidad de vida deben considerarse en el estudio de la productividad y de la gestión del riesgo, meta que se puede alcanzar cuando se intenta una aproximación transdisciplinaria de la salud, en la que se articulen las ciencias naturales, humanas y sociales, junto con la ingeniería y las perspectivas de los diferentes actores que intervienen en la industria aeronáutica.

## Factores humanos en aviación

Con el desarrollo tecnológico e industrial ha venido surgiendo la necesidad de estudiar las condiciones biológicas y psicológicas del hombre, para incrementar así su efectividad en la operación de la máquina y para reducir la frecuencia de accidentes. La elección de la aviación para la realización de estudios como los relacionados con estrés y fatiga en situaciones donde se requiere una concentración y atención extrema no es casual, teniendo en cuenta que es una de las áreas en las que primero se aplican los avances tecnológicos y la automatización (14-18). El concepto de factores humanos en aviación es adoptado de la industria, estando muy ligado al de ergonomía y a los de productividad y eficiencia como bases del estudio científico del trabajo (19). Fue concebido con un carácter multidisciplinario en el que se incluyen médicos, fisiólogos, psicólogos e ingenieros y aunque está vinculado al contexto social y cultural, tiene particular énfasis en la relación hombre-máquina (20-23).

Los factores humanos se refieren a “las personas en sus situaciones de vida y de trabajo: a su relación con las máquinas, con los procedimientos y con los ambientes que los rodean, y a sus relaciones con los demás. Sus objetivos pueden apreciarse como la eficacia del sistema, los cuales incluyen seguridad y eficiencia y el bienestar de los individuos. Se considera al ser humano como la parte mas valiosa del sistema aeronáutico, pero también la más vulnerable a influencias que afecten negativamente su desempeño” (24,25). Esto permite entender que el fin último del estudio de los factores humanos sea el de optimizar el bienestar humano y en general, el rendimiento del sistema (1). El médico debe entonces, en la operación de sistemas nuevos y cada vez más complejos como los de aviación, comprender y relacionar todos los aspectos fisiológicos y de comportamiento que afectan al hombre, así como sus capacidades y limitaciones. En aviación, este concepto se aplica principalmente a los pilotos, pero se ha extendido a las demás personas que intervienen en las operaciones aéreas, como es el caso de los factores humanos en mantenimiento aeronáutico y en controladores de tránsito aéreo (26,27). El estudio de este fenómeno, al que se le atribuye ser el causante del 70% al 90% de los accidentes de aviación mundial, se ha convertido en un desafío para la seguridad aérea y para la medicina aeroespacial y es también la gran área para mejorar (1,3-5,7). En todo el mundo los aviones continúan accidentándose por

causas como baja alerta situacional, errores en los procedimientos, pérdidas de control en vuelo, desorientación espacial, estrés y fatiga, causas que retan los paradigmas de explicación existentes (28-31). Las habilidades y limitaciones humanas permanecen como elemento crucial en la seguridad aérea y son un tema prioritario en la investigación científica.

## Impacto de la globalización y de la diversidad cultural

El mundo atraviesa una etapa fundamental de desarrollo en la que el hombre debe enfrentar grandes y rápidos cambios científicos, tecnológicos, sociales, políticos y económicos, que generan gran impacto en las diferentes culturas. Ejemplo de esto es la industria aeronáutica y las nuevas tecnologías de información y comunicaciones, al lado de las cuales el ser humano ha tenido que vivir importantes transformaciones. La globalización por su parte, impone reglas de juego comunes, así como cambios en la forma de vida y en el desempeño laboral, planteados y analizados por diversos autores, pues así como pueden permitir el disfrute de grandes beneficios, también pueden conducir a inequidades, si no se entiende al mundo como una sociedad cosmopolita y se promueve en favor del poder político y económico dominante, que puede ejercer presión sobre la autonomía local, algo a lo que la industria aeronáutica no es ajena (32-36). Estudios de investigación demuestran que dependiendo de sus aspectos sociales y culturales, en las tripulaciones en cabina se pueden observar diferentes comportamientos, relacionados fuertemente con la seguridad aérea (35,37-39). Esto lleva, indiscutiblemente, a reflexiones éticas.

La llamada “armonización”, dentro de la industria aeronáutica, busca establecer un sistema internacional de estándares aeromédicos de aptitud psicofísica, normas, procedimientos y entrenamiento para actividades de vuelo, con importantes aportes desde la investigación científica que lideran los países desarrollados (7). Se busca conseguir una cultura universal en aviación, enfocada a un mayor rendimiento operacional y al incremento de la seguridad aérea (40,41). Estos aportes han logrado reducir ampliamente las novedades e incapacidades en vuelo por aspectos médicos (42-44), quedando pendientes otros factores, relacionados también con el concepto de salud y que corresponden al trabajo del médico aeroespacial más allá de los exámenes de aptitud psicofísica de rutina. De ahí

que se proponga, sin apartarse del rigor científico y metodológico que debe caracterizar a la medicina aeroespacial, abrir el conocimiento a nuevas propuestas, que complementen y que optimicen el desempeño de los profesionales.

Los médicos pueden complementar sus conocimientos, con los aportes que brindan las ciencias sociales, humanas y la bioética, moderadoras del desarrollo científico y tecnológico. De ahí que valga la pena reflexionar sobre los planteamientos de un nuevo paradigma de cultura y salud, en la propuesta de articular el contexto inmediato de estilo de vida con el contexto sociocultural, político y económico, alejándose de lo individual, para buscar la construcción del proceso salud-enfermedad en el conjunto de un sistema de signos, significados y acción colectivos (45). La inclusión de una epidemiología histórico-social, que entiende al hombre como perteneciente a un proceso de historia local concreto (46) y la consideración de un pluralismo ético que reconoce la diversidad, entiende las relaciones entre los distintos ámbitos e identifica escenarios que favorecen la expresión de diferentes valores, así como la existencia de hegemonías y de relaciones de poder, permite tomar conciencia de la esencia social y de la historicidad de las relaciones humanas y por ende, de sus posibilidades de cambio (47).

La aproximación al estudio de accidentes de aviación reconociendo la diversidad cultural y la integración de valores, favorece la creación de políticas que consideren aspectos colectivos y particularidades. Ayuda a entender la salud como fenómeno social y a la aviación como proceso productivo complejo, permitiendo articular el fenómeno conocido como "factor humano" en accidentes de aviación, con todo el entorno operacional en que se desenvuelve el piloto y también a identificar las relaciones entre los diferentes niveles y a una mayor capacidad explicativa de la problemática. El impulso a la investigación para generar nuevos conocimientos en esta temática, contribuye a llenar vacíos ya identificados en el trabajo diario con las tripulaciones, aporta a los estándares internacionales y también a las políticas nacionales conservando autonomía.

### **El papel del médico aeroespacial**

El médico aeroespacial tiene a su cargo la evaluación y el manejo de los pilotos, del personal relacionado con actividades de vuelo y de los pasajeros y pacientes que deben ser transportados por vía aérea (13,48,49).

Le compete también, en lo referente a la actividad de vuelo, trabajar en programas de promoción de la salud y prevención de la enfermedad, de educación, de entrenamiento fisiológico y el desarrollo de líneas de investigación científica. Puede ser requerido como médico de la línea de vuelo, como supervisor de eventos fisiológicos en cabina, o como tripulación médica durante el transporte de pacientes. Además, desempeña un papel fundamental en la constatación de los parámetros fisiológicos y posibles variables o alteraciones en los astronautas y en el desarrollo de líneas de investigación que permitan comprender y facilitar el desempeño del cuerpo humano y su psiquis, en su interés por conocer y conquistar el espacio. Con la contribución de los médicos aeroespaciales también se han logrado grandes avances científicos y tecnológicos, tales como las máscaras de oxígeno, las cabinas presurizadas, los trajes especiales, los instrumentos de vuelo, los visores nocturnos y la telemedicina.

En seguridad aérea, el médico aeroespacial es el encargado de certificar la aptitud psicofísica para actividades de vuelo de pilotos y otros tripulantes. Hace parte de un equipo multidisciplinario a cargo de la investigación de accidentes de aviación con el fin de identificar los factores humanos contribuyentes, para posteriormente trabajar en estrategias de intervención con fines preventivos (20, 25,50). Se plantea en este ámbito que la relación médico-paciente, de importancia fundamental, debe estar basada en la confianza, la honestidad, el compromiso, la responsabilidad y en la consideración de la seguridad aérea (51). Como todo ello le implica conocer el contexto en el que se desenvuelven las operaciones aéreas, dentro de su formación requiere del aporte de muchos campos del saber: fisiología, biología, ingeniería aeronáutica, ergonomía y psicología son ejemplos de áreas que se han integrado con la medicina para el estudio del desempeño humano en vuelo (24).

Pero la medicina aeroespacial, como promotora de la aptitud psicofísica de las tripulaciones, tiene un campo de acción que exige cada vez más el trabajo con las ciencias sociales y humanas y con las personas que intervienen en las operaciones aéreas, como pilotos, controladores de tránsito aéreo, personal de mantenimiento, jefes de seguridad, administradores, directivos y gestores de políticas, por lo que se plantea la necesidad de superar la forma tradicional de ejercer la medicina sustentada primordialmente en la clínica, en la evaluación psicofísica y en la interpretación de pruebas

y exámenes de laboratorio (debido a los paradigmas adquiridos durante la formación profesional y acorde a las exigencias del sistema de salud), porque aunque vela por actividades de promoción y de prevención, no genera espacios para operacionalizar estas prácticas. Así mismo y desde la investigación científica, el médico debe considerar nuevas aproximaciones teóricas y metodológicas que complementen su amplio y valioso conocimiento, para aportar a los referentes de salud y seguridad que se generan a nivel internacional. Los estándares médicos para selección y permanencia de las tripulaciones deben ser dinámicos y evaluados permanentemente, ir a la par con los avances científicos y tecnológicos y con los requerimientos operacionales de una industria en rápido crecimiento y desarrollo, sin dejar de considerar las necesidades globales y locales.

Si se quiere impactar más acertadamente la seguridad aérea, así como la efectividad operacional que la medicina aeroespacial le puede brindar a la comprensión del fenómeno del factor humano en accidentes de aviación, se debe trabajar por la salud integral, optimizando los parámetros de aptitud psicofísica más allá del modelo biomédico, priorizando la evaluación del piloto en su entorno como ser biosocial y biosimbólico en busca de las interacciones y determinaciones que llevan a un accidente y trabajando por impactar un sistema, no un individuo.

### **Modelos y perspectivas para el estudio del factor humano en aviación**

En aviación, los primeros estudios y desarrollos tecnológicos se centraron en el aumento de la efectividad operacional de la aeronave. Luego, con el incremento de la complejidad tecnológica de los equipos, se creó alerta respecto al error humano, enfatizándose en los estudios sobre el hombre. Posteriormente se tomó conciencia de la relación hombre-máquina, cobrando importancia los abordajes de tipo sistémico, hasta llegar al énfasis en seguridad operacional y supervisión de las posibles fallas del sistema, que llevó a propuestas realizadas desde enfoques de tipo organizacional (19, 52,53). Existen modelos claramente establecidos para la supervisión y control de las aeronaves y para su estudio detallado en la investigación de accidentes, pero no para el caso del hombre, cuyo estudio es mucho más complejo y no puede tomarse como un apéndice de la máquina (52). En la literatura se muestra el trabajo realizado desde diferentes perspectivas, pero a pesar de los esfuerzos por un estudio integral que lleve a

propuestas de tipo sistémico y organizacional, la forma tradicional de como se investigan los accidentes e incidentes deja ver muchas falencias y la responsabilidad primordial sigue recayendo en el piloto.

Medicina, fisiología y biología, fueron propuestas primero para estudiar este fenómeno, dando origen a la medicina aeroespacial, reconocida hoy como un área del conocimiento para el desarrollo de la aviación. Luego, con los aportes de la psicología, que permite emplear diferentes perspectivas (como la conductual, la cognitiva o la psicosocial), se construyeron metodologías para la evaluación y entrenamiento de tripulaciones (54-57), pero aún así, son abordajes que se dirigen primordialmente al operador de la aeronave y que consideran al piloto como el responsable y eslabón más débil de la seguridad aérea. Su principal énfasis está en la evaluación y en el tratamiento del microcontexto individual, aproximándose menos hacia la identificación de las relaciones con el macrocontexto social y las determinaciones. Sin desconocer la responsabilidad de los pilotos, son enfoques que benefician principalmente a la producción, a las empresas y las aseguradoras, cuyos fines se deben cumplir dentro de un adecuado balance. Después, comenzó a tomar importancia el enfoque sistémico, que enfatiza la interacción entre el hombre, la máquina, los procedimientos y las personas y aunque se vislumbra la intención de un abordaje integral, predomina un énfasis hacia la interfase hombre-máquina y a los estudios antropométricos, diseño de las aeronaves y entrenamiento de los pilotos para manejar estos equipos (16, 19,58).

En la actualidad, la perspectiva de error humano en aviación más fuerte y de más difusión internacional es la organizacional, que incluye desde las fallas de los operadores, hasta las fallas de la gerencia o administración y que describe a la industria de aviación como un modelo productivo complejo, cuyo producto son las operaciones seguras, con influencias externas de tipo político, económico y social (59-64). También se continua trabajando en aproximaciones teóricas y cuidadosamente estructuradas, que intentan combinar las fortalezas de cada disciplina, para elaborar modelos que ayuden a explicar el problema y que le adicionan a los aspectos pertinentes a la ingeniería, a la fisiología y a la medicina, los obtenidos desde psicología en el análisis de actitudes y comportamientos, de la sociología en lo relacional, de la antropología en lo contextual y aspectos gerenciales como mecanismo de enlace (19,64-69).

Como es evidente que a pesar de los esfuerzos realizados por desarrollar modelos de interpretación desde diferentes enfoques y disciplinas, las investigaciones de incidentes y accidentes de aviación continúan arrojando información fragmentada y datos desarticulados que dificultan la identificación de problemas estructurales y que conducen a medidas de intervención focalizadas, vale la pena resaltar la importancia de los aportes brindados por otras aproximaciones en salud como la epidemiología social, la epidemiología crítica, los estudios ecosociales, los determinantes sociales y los estudios etnográficos y transculturales porque le dan más flexibilidad y dinamismo a las diferentes propuestas, pero sobre todo, porque facilitan integrar verdaderamente el saber a la práctica (70-74). Cuando las explicaciones son factorizadas, en la búsqueda incesante de la causalidad, sin tratar la estructura de las relaciones en el sistema productivo y sin identificar procesos y jerarquías, no pasan de ser un simple resultado técnico, que impide apreciar el proceso de trabajo como una forma de organización determinante en la actuación de las personas y que por llegar solamente hasta el nivel empresarial, no permite la articulación de políticas nacionales e internacionales, fundamentales en una empresa global pluricultural. Visualizar el factor humano en accidentes de aviación desde enfoques transdisciplinarios que integren las disciplinas y los actores sociales, ayuda a una mejor comprensión del fenómeno, permite evaluar de manera articulada los aspectos biológicos, sociales, culturales, políticos, económicos y éticos en contextos específicos, y facilita identificar las relaciones y los procesos a impactar cuando se formulan las políticas en salud y en transporte aéreo.

### **La salud en el trabajo, desde el campo de la salud pública**

Aunque el enfoque social de la medicina fue postulado desde el siglo XIX, no prosperó de acuerdo con la organización e interrelaciones de las diferentes corrientes de pensamiento de la época, persistiendo el paradigma positivista y el abordaje unicausal, individualista, intervencionista y reduccionista de la salud, que tenía como objeto la enfermedad y que empezó a predominar con el florecimiento de la bacteriología. Gradualmente se fueron introduciendo propuestas multicausales que incluían lo social y lo cultural, pero como simples aspectos externos y no como determinantes (75). En el mismo sentido, la salud en el trabajo fue particularmente afectada con los enfoques que enfatizaban en la efectividad y en la producción, dejando de lado

el bienestar y la calidad de vida, temas estos que son rescatados por la salud pública. Los accidentes, por ejemplo, generalmente se atribuían a descuido del operario, por lo que se trabajaba sobre actos inseguros y en condiciones inseguras para la prevención y la investigación de accidentes. A partir de la segunda mitad del siglo XX empezaron a tener especial relevancia los planteamientos expuestos desde la salud pública, de la medicina social y de la salud colectiva (70,71,76), lo que implicó que el objeto de estudio fuera ahora el hombre, como perteneciente a una colectividad y no la enfermedad. En vez de estudiar la accidentalidad por sus causas últimas, se empezó a hacerlo por el análisis del trabajo como proceso dinámico, histórico y social y se visualizó el trabajo como condición de realización de los seres humanos, como dimensión positiva de desarrollo y como determinante de la salud. Por lo tanto, a través de la salud pública se empezó a poder garantizar condiciones de vida favorable, que permitieran desarrollar las potencialidades humanas en el trabajo.

Modernas perspectivas en salud pública y en medicina preventiva han reconsiderado el papel que tradicionalmente venían realizado los médicos en el cuidado de la salud en las poblaciones, llevando al desarrollo de tendencias y modelos que incorporan nuevos conceptos, como son las herramientas gerenciales en gestión en salud, gestión del riesgo con aplicación de estándares e indicadores de medida, guías de práctica basadas en la evidencia, definición de grupos poblacionales, conceptualización del estado de salud, establecimiento de metas y avances en los sistemas de información, condiciones todas que generan cambios en la práctica médica y que obligan a la identificación de disciplinas estratégicas para apoyar su trabajo (51). La promoción de la salud, por su parte, al liderarse desde la perspectiva de salud pública y al realizar abordajes positivos para la prevención de enfermedades y accidentes, deja de enfocarse en la salud del individuo para hacerlo en la de poblaciones, e impacta comportamientos que siguen patrones sociales y no sólo responsabilidades. De la misma manera, se reconoce la necesidad de abordar la relación salud-trabajo desde el campo de la salud pública, porque se trata de una de las interacciones que más claramente permite identificar la determinación social de la salud y porque paradójicamente, no son suficientes los trabajos de investigación que profundizan en ella, pues aunque se trata de una relación que se empezó a estudiar siglos atrás, con un énfasis especial en las enfermedades profesionales y

en los accidentes laborales, su abordaje social ha sido limitado (77).

Los autores que trabajan desde estas perspectivas, principalmente los latinoamericanos, presentan al proceso de trabajo como una categoría analítica para el estudio de la salud en el trabajo, en la que confluyen aspectos sociales y psicobiológicos (78). Abordan el concepto de “modo de vida” para las prácticas sociales cotidianas, articulado al trabajo y la reproducción social, para la comprensión del proceso salud-enfermedad. Resaltan la importancia de abrir la ciencia epidemiológica a la investigación de los aspectos simbólicos, de signos y significados, en busca del sentido del riesgo y sus determinantes en la sociedad (71). Promueven también las investigaciones en salud con una postura crítica interpretativa, rescatando la importancia de los significados a través del punto de vista de los sujetos estudiados (79). Igualmente resaltan el valor de la incorporación de las ciencias sociales a las investigaciones en salud, cuyo objeto es esencialmente cualitativo, complejo y en constante transformación y que implica considerar como sujetos de estudio a las personas en determinada condición social, pertenecientes a determinado grupo, junto con sus creencias y sus valores (80). Hacen una crítica a la epidemiología de factores causales de riesgo como aspectos externos, que promueven un abordaje terminal y proponen la ruptura de la noción de factor a la noción de proceso, una epidemiología de modos de vida o reproducción social de los grupos, estilos de vida cotidiana de las personas y procesos críticos en un espacio de acción. Analizan las determinaciones y relaciones generativas de un objeto complejo, como la salud en el trabajo, empleando los recursos de las ciencias sociales ligadas a las ciencias biológicas (70). Plantean que lo no saludable no corresponde exactamente a lo enfermo, pues hay condiciones de vida en las que las personas no están enfermas, pero si pueden encontrarse bajo condiciones destructivas y que en el trabajo, los modos de devenir que determinan la salud se desarrollan mediante un conjunto de procesos, que si adquieren propiedades protectoras se deben fomentar y si son destructivas se deben prevenir. El reduccionismo biofisiológico culpabiliza a las víctimas y descuida la comprensión de procesos económicos, sociales y culturales que operan de modo estructural, por lo que es así, cambiando los procesos, que se producen cambios trascendentales para la salud (70).

Con los aportes de estos planteamientos, en que no se toma como objeto de estudio a la enfermedad, ni al riesgo, ni al accidente, sino a la salud, a las personas y a los procesos, se enriquece la comprensión de la salud en todos los ámbitos laborales y en el tema concreto del factor humano en los accidentes de aviación, se facilita el estudio de la problemática de la accidentalidad de una manera integral y articulada, más allá del riesgo en el proceso de trabajo, incorporando los modos y los estilos de vida del personal aeronáutico.

### Salud y seguridad en aviación

Las investigaciones sobre accidentes aéreos permiten evidenciar una enorme complejidad alrededor de los factores humanos en tripulaciones que cumplen con todos los requisitos de aptitud psicofísica exigidos, pues son muchas y muy diversas las situaciones a que se ven enfrentados los pilotos en cabina. Aspectos como la comunicación en inglés (idioma oficial de la aviación), la fraseología estándar, la adecuada comunicación entre pilotos y controladores de tránsito aéreo, las condiciones meteorológicas y el tránsito aéreo, entre otros, son determinantes. Un ejemplo de ello es el caso ocurrido en 1990 en Nueva York, cuando se accidentó un Boeing 707 de Avianca, al necesitar el piloto declarar una emergencia después de varias aproximaciones al aeropuerto de Kennedy, en condiciones meteorológicas adversas y en medio de una gran densidad de tránsito aéreo (81,82).

Otro aspecto a considerar es que el desarrollo tecnológico alcanzado con la automatización de las cabinas para optimizar el desempeño del piloto en el manejo de la aeronave (al reducirle carga de trabajo y facilitarle el acceso a una gran cantidad de información), ha llevado a un estudio detallado de la interacción del hombre con las computadoras de vuelo y a su interpretación de la información suministrada por estas para evitar una disminución de la alerta situacional, como la que sucedió en Cali en 1995, cuando se accidentó un Boeing 757 de *American Airlines*, al efectuar una aproximación al aeropuerto (83). En el mismo sentido se debe contemplar la problemática que se presenta con la dinámica global de la industria aeronáutica, como son los retos enfrentados por la crisis de combustible y el terrorismo y por la incorporación de nuevas tecnologías a la aviación. Todos son factores que han llevado a cambios fundamentales en la etiología de los accidentes aéreos y a modificar los mecanismos de explicación utilizados (67,69).

En seguridad aérea y en medicina aeroespacial han venido predominado modelos que no asumen como determinantes los aspectos culturales y sociales en las relaciones del hombre con su trabajo y el abordaje de la problemática de accidentalidad, por consiguiente, se ha orientado a la gestión del riesgo y al aseguramiento, siendo débil en el campo de la salud pública, que como explicamos anteriormente, permite esfuerzos sociales hacia la calidad de vida laboral, al estudiar contextos específicos, como lo es el de la aviación en cada país. La seguridad operacional, de acuerdo con los fines y objetivos de la Organización de la Aviación Civil Internacional (OACI), siempre ha sido consideración primordial en las actividades de aviación, definiéndose como aquel estado en que se reduce el riesgo de lesiones a las personas, o de daños a los bienes y se mantiene en un nivel aceptable, o por debajo del mismo, por un proceso continuo de identificación de peligros y de gestión de riesgos. Como se considera que la seguridad absoluta no existe, se propende entonces por el más bajo riesgo prácticamente posible, en donde el nivel aceptable de seguridad es establecido por los estados interesados.

Para el trabajo en seguridad aérea, la medicina aeroespacial se ha sustentado principalmente en los planteamientos de la medicina ocupacional y de la medicina del trabajo, higiene y seguridad industrial, que hacen especial énfasis en las enfermedades profesionales y en los accidentes de trabajo. De acuerdo con esto, se trabaja en la detección de la enfermedad y en la identificación de factores de riesgo para enfermedades o accidentes, predominando un enfoque de causalidad, orientado a la causa última. Los enfoques del OHSMS (Occupational Health and Safety Management System) y del SMS (Safety Management System), que buscan reducir al mínimo la probabilidad de riesgo de enfermar o de accidentarse, son actualmente los de más seguimiento en salud y en seguridad aérea, respecto a la gestión de la calidad y del riesgo (52,53). Pero como ya hemos analizado, en el estudio de factores humanos en aviación es muy importante entender el concepto de salud más allá de la “no enfermedad”, es decir, la salud en positivo, en sus dimensiones individual y colectiva y en su relación con el trabajo, aspecto determinante de la salud y mecanismo de bienestar de la persona y del grupo de trabajo (23,26,28,29). Consideramos por eso que son los abordajes planteados desde las perspectivas de la salud pública, los que permiten impactar de una manera más acertada el fenómeno de la salud y del factor humano en aviación, sin reñir

con la efectividad operacional, ya que toman como objeto de estudio el hombre y no a la enfermedad y porque en vez de entender la accidentalidad por sus causas últimas, lo hace por un análisis integral del proceso de trabajo.

### Aportes de la investigación cualitativa

Si se tiene en cuenta que los métodos de investigación cualitativos no se limitan a la identificación de los problemas y por el contrario, además de priorizarlos en un contexto específico, permiten detectar elementos que conducen a intervenciones de mejoramiento dirigidas y que incidan en la solución de los problemas, se entiende porque las aproximaciones multimétodos, que plantean la combinación de métodos cualitativos y cuantitativos de investigación, son metodologías que facilitan indagar acerca del “por qué”, detrás del “qué”, obtenidos de los datos de causalidad arrojados por la sola aplicación de métodos cuantitativos. (84,85). Su aplicación implica un mayor énfasis en los procesos y significados que no pueden medirse rigurosamente en términos de cantidad, frecuencia e intensidad y son útiles para el estudio de fenómenos con características socioculturales muy específicas, para identificar la percepción de las comunidades, para identificar patrones sociales de comportamiento y para establecer prioridades. Se trata pues, de metodologías que permiten trabajar de forma integrada con los métodos cuantitativos, que emplean técnicas como las entrevistas en profundidad, los grupos focales y la observación participante, recolectando valiosa información y garantizando el rigor científico con la construcción de claros diseños metodológicos, de adecuadas técnicas de recolección de datos y del empleo de la triangulación, todo ello para el enriquecimiento de la investigación, ya que se aumenta la confiabilidad de las conclusiones, se proporciona control de calidad, se garantiza validez de los resultados y se alcanzan los objetivos propuestos (86-89).

Si la identificación de múltiples factores permite que se reconozcan los procesos generativos, las condiciones coyunturales, los tipos de relaciones, las diferencias y dilemas, ayudando a explicar y a comprender el proceso de determinación en la búsqueda de mediaciones para generar cambios que impacten la accidentalidad, se entiende nuestro interés de considerar otras aproximaciones a la salud, que además de las ciencias médicas, incluyan también las ciencias humanas y sociales,

considerando así las perspectivas de las personas sobre quienes hacemos intervención. Es la articulación que proponemos, como una aproximación transdisciplinaria a la salud en aviación.

### Impacto de la transdisciplinariedad

La generación de nuevo conocimiento para la comprensión factor humano en accidentes de aviación, reconocido como un fenómeno complejo, de naturaleza sistémica, polifacético y multinivel, constituye un desafío para la medicina aeroespacial, requiriendo de la convergencia de muchas ciencias y del aporte de los diferentes actores sociales de la industria aeronáutica (90). Los conceptos de accidentalidad, automatización, desarrollo científico y tecnológico, globalización, diversidad cultural, políticas en salud y seguridad aérea, economía y bioética, son asuntos de salud como fenómeno social y es desde la investigación que se deben identificar los puentes que a partir de estos aspectos, incidan en la salud o en la aptitud de las tripulaciones, con el objeto de afectar el proceso y no a un individuo. Trabajar en medicina aeroespacial exige entonces una aproximación transdisciplinaria de la salud que lleve a una mejor comprensión del factor humano y que impacte positivamente la seguridad aérea, para lo cual el médico aerosespacial, además de desarrollar adecuados procesos de certificación aeromédica, selección, entrenamiento, promoción y prevención en salud, debe también estudiar todo el contexto que afecta la calidad de vida de las tripulaciones y que repercute en su desempeño.

Es innegable que la supraespecialización de las ciencias ha sido muy útil para la comprensión de aspectos específicos, pero de la misma manera, al generar fragmentación y estrechez de los puntos de vista, puede constituir un obstáculo para el desarrollo del conocimiento de problemas complejos (90). Aunque la medicina aeroespacial es una propuesta de interdisciplinariedad, el énfasis biomédico no ha facilitado una adecuada integración, pues al centrarse en la eficiencia física y la productividad, prioridad definida de acuerdo a aspectos de política económica y a relaciones de poder, la salud se percibe más como un fenómeno individual y, los riesgos, como responsabilidad de los individuos y su estilo de vida. Si son muchos los pilotos que cumpliendo con todos los parámetros de aptitud psicofísica establecidos se accidentan por factor humano, se necesita entender entonces que la

salud es un fenómeno social, que al igual que el factor humano no es fácilmente cuantificable y que además de los aspectos psicobiológicos, se deben considerar los aspectos económicos, políticos y culturales.

Con base en estos planteamientos, queda claro entonces que en el análisis de un accidente, además de las fallas del piloto, se deben considerar las fallas en los demás niveles de la organización, pero no de una forma factorizada, sino articulada, que busque relaciones y determinaciones en contextos específicos. Cuando la explicación es factorizada se pierden las relaciones generativas y la capacidad explicativa, de manera tal que se propone, para el diseño de un nuevo modelo de interpretación, el paso de la noción de factor y de riesgo al de la noción de proceso, para lo cual la transdisciplinariedad permite superar las aparentes barreras entre investigadores formados en diferentes ciencias y construir puentes interdisciplinarios, para que cada cual aporte desde su perspectiva, métodos y técnicas que lleven a la solución integral de los problemas (19,71,90). Una postura transdisciplinaria propende por una investigación de la accidentalidad que integre todas las áreas que trabajan en aeronáutica, articulando niveles individuales, empresariales, estatales e internacionales y facilitando identificar los problemas en la estructura social, en las interacciones, en las relaciones, en las determinaciones, en el manejo de los conflictos y en las mediaciones, para así trabajar en su transformación. Y aunque el aporte global es de gran valor, es fundamental el comportamiento del fenómeno en el desempeño local, responsabilidad de la investigación desde cada país.

Llegar a la verdadera transdisciplinariedad, muchas veces confundida con los esfuerzos que buscan la interdisciplinariedad, es una meta difícil de alcanzar, pero no imposible, quizás una propuesta utópica, principalmente ética, que le apunta al futuro de la humanidad y no a la inmediatez.

### Conclusiones

- Los accidentes de aviación son situaciones catastróficas que producen gran impacto en la población y que tienen implicaciones políticas, económicas y sociales. Es interés del público en general y de los gobiernos en particular, que se trabaje en su prevención, en beneficio de la salud, de la seguridad y del bienestar general.

- Poseer una aviación con altos márgenes de seguridad es muy importante para el desarrollo nacional y para la certificación aérea internacional, pero requiere del concurso de los diferentes actores sociales en apoyo a la industria aeronáutica, estando dentro de ellos los médicos.
- La medicina aeroespacial en el estudio del factor humano en aviación, para el desarrollo de una investigación que ayude al reconocimiento de las relaciones y tendencias y a la identificación de procesos críticos que permitan proponer estrategias dirigidas al mantenimiento de un óptimo estado de salud de las tripulaciones aéreas y espaciales y a la seguridad del vuelo.
- Priorizando los enfoques de la salud pública y de la medicina preventiva, la medicina aeroespacial se debe asumir como un campo transdisciplinario en construcción permanente, en el que se enlacen saberes y prácticas, lo individual y lo colectivo, el cuerpo y la mente, lo biológico y lo social, siendo capaz de enfrentar los retos que se presentan desde la aviación, tanto a nivel local como global. Teniendo en cuenta todas estas reflexiones y apreciaciones, sugerimos como trabajo importante para realizar en nuestro país.
- Fortalecer la educación a nivel de pregrado y postgrado en áreas estratégicas que ayuden a la formación de los profesionales de aviación, enfrentados a una problemática determinada por múltiples factores, dentro de ellos el rápido desarrollo científico y tecnológico y los retos que trae consigo la globalización.
- Impulsar la investigación científica inclusiva y participativa, dentro en contextos que correspondan a la realidad aeronáutica nacional, aprovechando la amplia experiencia del país en operaciones aéreas y dentro de las condiciones particulares de geografía, meteorología, sociopolítica, recursos y cultura, con una especial consideración de la percepción del riesgo y de las representaciones colectivas, priorizando en los aspectos que llevan a determinadas actitudes y comportamientos.
- Generar aportes al conocimiento global, fomentando alianzas entre grupos de investigación.
- Propender por la articulación de las universidades con las empresas y con los gestores de políticas aeronáuticas, para que la investigación aeroespacial se pueda convertir en una opción de vida que ayude a la solución de la problemática nacional y que permita la vinculación de muchas disciplinas a los proyectos colectivos y multiinstitucionales,

facilitando el enlace de las necesidades del sector salud y de la aviación con la academia.

- Dar un sentido práctico a los modelos teóricos que integran diferentes aproximaciones, para operacionalizar programas de promoción y de prevención adaptados a las necesidades de la población estudiada, e impactar la estructura organizacional de las empresas de aviación en forma bidireccional, de tal forma que tanto directivos como operadores sean partícipes de los programas de salud y de entrenamiento, generando confianza y cultura de seguridad.
- Asumir el reto de ver la salud también en positivo: la verdadera promoción de la salud que se acerque más a la promoción de la vida.

## Referencias

1. Davis JR, Johnson R, Stepaneck J, Fogarty JA. Fundamentals of Aerospace Medicine. Philadelphia: Williams & Wilkins; 2008.
2. Boeing statistical summary of commercial jet airplane accidents: worldwide operations 1959-2005.
3. National Transportation Safety Board. [www.nts.gov](http://www.nts.gov)
4. Federal Aviation Administration. [www.faa.gov](http://www.faa.gov)
5. Flight Safety Foundation. [www.flightsafety.org](http://www.flightsafety.org)
6. Pereira E. Paradigm shift in the cockpit. Air Transportation World. Rio de Janeiro. Nov 2000.
7. Rayman R. Aerospace Medicine: Challenges and Opportunities. Aviat Space Environ Med 2005; 76:992-6.
8. Burian B, Barshi I, Dismukes K. The challenge of aviation emergency and abnormal situation. NASA Ames Research Center. California 2005.
9. Dismukes RK, Berman BA, Loukopoulos LD. The limits of expertise: rethinking pilot error and the causes of airline accidents. Alderchot: Ashgate, 2007.
10. Walters JM, Sumwalt RL. Aircraft accident analysis: final reports. New York: McGraw-Hill; 2000.
11. Flynn CF. An operational approach to long-duration mission behavioural health and performance factors. Aviat Space Environ Med 2005; 76(6,suppl.):b42-51.
12. Li G., Baker SP, Grabowski I, Rebok GW. Factors associated with pilot and error in aviation crashes. Aviat Space Environ Med 2001; 72:52-8.
13. Ernsting J, Nicholson AN., Rainford DJ. Aviation Medicine. London: Butterworth Heinemann; 2000.
14. Wilson GF, Caldwell JA, Russell C. Performance and psychophysiological measures of fatigue effects on aviation related task of varying difficulty. The international journal of aviation psychology 2007; 17(2): 219-247.
15. García JC. La categoría trabajo en medicina. En: García J. Pensamiento social en salud en América Latina. Washington: Organización Panamericana de la Salud. McGraw-Hill; 1994.
16. Campbell RD, Bagshaw M. Human performance and limitations in aviation. Oxford: Osney Mead, 1990.
17. Edwards DC. Pilot mental and physical performance. Iowa: Iowa State University Press, 1990.
18. Farmer E. Stress and error in aviation. Western European Association for Aviation Psychology 1991.
19. García G. La ergonomía desde una visión sistémica. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, 2002.

20. Alkov RA. Aviation Safety "The human factor". USA: Endeavor Books. 2001.
21. Wiener EL, Nagel DC. Human factor in aviation. San Diego: Academic Press, 1988.
22. International Civil Aviation Organization. Cross-cultural factors in aviation safety. Human factors digest No.16. Montreal: ICAO Publications, 2004.
23. Federal Aviation Administration. Human Factors Team Report on: The interfaces between flightcrews and modern flight deck systems, 1996.
24. Organización de Aviación Civil Internacional. Manual de instrucción sobre factores humanos. 1ª edición. 1998.
25. Organización de Aviación Civil Internacional. Compendio sobre factores humanos Número 7. Investigación de factores humanos en accidentes e incidentes. 1993.
26. Krulak DC. Human factors in maintenance: Impact on aircraft mishap frequency and severity. *Aviat Space Environ Med* 2004; 75:429-32.
27. Di Nocera F, Fabrizi R, Terenzi M, Ferlazzo F. Procedural Errors in Air Traffic Control: Effects of traffic density, expertise, and automation. *Aviat Space Environ Med* 2006; 77:639-43.
28. Wiegmann DA, Shappell SA. A human error analysis of commercial aviation accidents using the human factors analysis and classification system. US Department of Transportation. Civil Aerospace Medical Institute. Federal Aviation Administration. Oklahoma City. March 2001.
29. Goh J, Wiegmann D. Human factors analysis of accidents involving visual flight rules into adverse weather. *Aviat Space Environ Med* 2002;73:81.
30. Lyons TJ, Ercoline W., O'Toole K. Aircraft and related factors in crashes involving spatial disorientation: 15 years of U.S. Air Force data. *Aviat Space Environ Med* 2006; 77:720-3.
31. Memorias de 79th Encuentro Anual de la Asociación Americana de Medicina Aeroespacial. Boston. 2008.
32. Giddens A. Un mundo desbocado. Los efectos de la globalización en nuestras vidas. Bogotá:Taurus, 2001.
33. De Lucas J. Globalización e identidades. Claves políticas y jurídicas. Barcelona: Icaria, 2003.
34. Bilbeny N. La revolución de la ética. Hábitos y creencias en la sociedad digital. Anagrama. 13-53.
35. Helmreich RL, Merritt AC. Culture at work in aviation and medicine. National, organizational and professional influences. Hampshire: Ashgate Publishing Company, 2005.
36. Jandt FE. An introduction to intercultural communication. Identities in global community. California: Sage Publications, 2007.
37. Indlekofer UR, Carrick K. Leadership and followership in aviation: cross-organisational comparison of concepts in civilian and military multicrew flight deck cultures. *Human Factors and Aerospace Safety* 2006; 6(3), 247-259.
38. Mjos K. Basic cultural elements affecting the team function on the flight deck. *The international journal of aviation psychology* 2004; 14(2):151-169.
39. Salas E, Bowers CA, Edens E. Improving teamwork in organizations. Applications of Resource Management Training. London: Lawrence Elburn Associates, 2001.
40. Helmreich RL., Merritt AC. Local solutions for global problems: the need for specificity in addressing human factors issues. Ninth international symposium on aviation psychology. 1997.
41. Maurino DE. Crosscultural perspectives in Human factors training: Lessons from the ICAO human factors program. *The international journal of aviation psychology*. 1994; 4(2):173-181.
42. DeJohn CA, Wolbrink AM, Larcher J. In-Flight medical incapacitation and impairment of airline pilots. *Aviat Space Environ Med* 2006; 77:1077-9.
43. Mitchell, S.J., Evans, A.D. Flight safety and medical incapacitation risk of airline pilots. *Aviat Space Environ Med* 2004; 75:260-8.
44. Cullen, S.A., Drysdale, H.C., Mayes, R.W. Role of medical factors in 1000 fatal aviation accidents: case note study. *BMJ* 1997; 314:1592.
45. Pedersen, D. La construcción cultural de la salud y enfermedad en América Latina. En: Pinzón C, Suárez R, Garay G. Cultura y salud en la construcción de las Américas. Bogotá: Instituto Colombiano de Antropología 1993.pp 141-152.
46. Quevedo E. La cultura desde la medicina social. En: Pinzón C, Suárez R, Garay G. Cultura y salud en la construcción de las Américas. Bogotá: Instituto Colombiano de Antropología 1993.pp 231-254.
47. Hernández M. La bioética y el pluralismo ético. Conferencia Cátedra Manuel Anisar. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, 2001.
48. Reinhart RO. Fit to Fly. A pilot guide to health and safety. USA: Tab Books Inc, 1993.
49. Adsuar JC. Factores Humanos. Madrid: Thomson Editores, 2000.
50. Organización de Aviación Civil Internacional. Investigación de accidentes de aviación. Anexo 13 a la Convención sobre la Aviación Civil Internacional. 2001.
51. Wallace R.B. Public Health and Preventive Medicine. New York: McGrawHill, 2007.
52. Wiegmann DA., Shappell, SA. A human error approach to aviation accident analysis. Burlington: Ashgate Publishing Company, 2004.
53. Glendon AI, Claeke SG, Mckenna E. Human Safety and Risk Management. New York: Taylor&Francis, 2006
54. Byrne M, Kirlik A. Using computational cognitive modelling to diagnose possible sources of aviation error. *The international journal of aviation psychology* 2005; 15(2), 135-155.
55. Gary G. Guidelines for the psychological evaluation of air crew personnel. *Occupational Medicine: State of the Art Reviews* 2002. Philadelphia: Hanley & Belfus, Inc.Vol.17.
56. O'hare D, Roscoe S. Flightdeck performance. The human factor. Iowa: Iowa State University Press, 1990.
57. Strater O. Cognition and Safety. Gran Bretaña:Camilibrar,2005.
58. Masys AJ. A systemic perspective of situation awareness. An analysis of the 2002 mid-air collision over Uberlingen, Germany. *Disaster Prevention and Management* 2005; 14(4), 548-557.
59. Reason,J. Human error. New York : Cambridge University Press, 1990.
60. Shappell SA, Detwiler C, Holcomb C, Hackworth C, Boquet A, Wiegmann DA. Human error and commercial aviation accidents: An Analysis using the human factors analysis and classification system. *Human Factors* 2007; 49(2): 227-242.
61. Wiegmann DA., Shappell S.A. Human error and crew resource management failures in naval aviation mishaps: a review of U.S. Naval Safety Center data, 1990-96. *Aviat Space Environ Med* 1999; 70:1147-51.
62. Li WC, Harris D. Pilot error and its relationship with higher organizational levels: HFACS analysis of 523 accidents. *Aviat Space Environ Med* 2006; 77:1056-1061
63. Gaur D. Human factors analysis and classification system applied to civil aircraft accidents in India. *Aviat Space Environ Med* 2005; 76:501-5.

64. Brendan W, Ross W. Beyond human error. Taxonomies and safety science. Boca Raton: Taylor & Francis, 2006.
65. Falconer BT. Organisational performance and culture in aviation: exploring and rescating existing theoretical approaches. Human Factors and Aerospace Safety 2006; 6(3), 217-236.
66. Bennet, SA. A sociology of commercial flight crew. Hampshire: Ashgate, 2006.
67. Dekker S.W.A. Why we need new accident models. Human Factors and Aerospace Safety 2004; 4,1-18
68. Batteau A.W. Anthropological approaches to culture, aviation, and flight safety. Human Factors and Aerospace Safety 2002; 2,147-171.
69. Leveson N. A new accident model for engineering safer systems. Safety Science 2004; 42,237-270.
70. Breilh, J. Epidemiología crítica. Lugar editorial. Buenos Aires 2003.
71. De Almeyda-Filho N. La ciencia tímida. Buenos Aires: Lugar Editorial, 2000.
72. Douglas M. La aceptabilidad del riesgo según las ciencias sociales. Barcelona: Paidós Studio, 1996.
73. Marmot M, Wilkinson RG. Social determinants of health. New York: Oxford University Press, 2004.
74. Krieger N. Theories for social epidemiology in the 21st century: an ecosocial perspective. International Journal of Epidemiology 2001; 30:608-677.
75. Rosen G. Qué es la Medicina Social. En: De la Policía Médica a la Medicina Social. 134-137. Siglo Veintiuno Editores. México, 1985.
76. Franco S. La Salud Pública Hoy. Enfoques y dilemas contemporáneos en salud pública. Universidad Nacional de Colombia 2002.
77. Sigerist H. Bases históricas de las enfermedades industriales y ocupacionales. En: Molina G. Historia y sociología de la medicina. Bogotá: Editorial Guadalupe, 1974. pp. 63 - 75.
78. Laurell AC. La construcción teórico-metodológica de la investigación sobre salud de los trabajadores. Washington: Organización Panamericana de la Salud. 1993, pp.13 - 35.
79. Mercado FJ, Gastaldo, G., Calderón, C. Paradigmas y diseños de la investigación cualitativa en salud. Universidad de Guadalajara. México, 2002.
80. Minayo M.C. O desafio de conhecimento. Pesquisa qualitativa em saúde. 4ª. Edición. Sao Paulo-Río de Janeiro: Hucitec-Abrasco, 1996.
81. Internacional Civil Aviation Organization. Safety Management Manual. Primera edición. 2006.
82. Helmreich RL. Anatomy of a system accident: The crash of Avianca flight 052. The international journal of aviation psychology. 1994; 4(3),265-284.
83. Strauch B. Automation and decision making-lesson from Cali accident. Proceedings of the human factors and ergonomics society 41st Annual Meeting 1997.
84. Mays N, Pope K. Qualitative research in health care. Assessing quality in qualitative research. BMJ 2000; 320:50-2.
85. Brewer J, Hunter A. Foundations of multimethod research. London: Sage Publications: 2006.
86. Bericat E. La integración de los métodos cuantitativo y cualitativo en la investigación social: significado y medida. Barcelona: Editorial Ariel S.A; 1998.
87. Rodríguez G, Gil J, García E. Metodología de la investigación cualitativa. Málaga: Ediciones Aljibe S.L; 1999.
88. Ruiz JI. Metodología de la investigación cualitativa. Bilbao: Universidad de Deusto; 2003.
89. Strauss A, Corbin J. Bases de la investigación cualitativa. Técnicas y procedimientos para desarrollar teoría fundamentada. Medellín: Editorial Universidad de Antioquia; 2002.
90. Bunge M. Emergencia y convergencia. Novedad cualitativa y unidad del conocimiento. Barcelona: Editorial Gedisa S.A; 2006.