

PSICOLOGÍA Y FACTORES HUMANOS DE LA AVIACIÓN

**Memoria del Trabajo Final de Grado
Gestión Aeronáutica**
realizado por
Roberto Mon Lecina
y dirigido por
Daniel Riera i Terrén
Sabadell, 4 de julio de 2016

Agradecimientos:

Primeramente, agradecer a Daniel Riera, director de este trabajo, por todo el asesoramiento que me ha ido proporcionando a lo largo de estos meses.
Y a Antonio Gil, por su ayuda y tiempo.

A los profesores Frederic Utzet y Beatriz Galindo del departamento de estadística aplicada de la Universitat Autònoma de Barcelona por sus consejos.
Y a Franco Smaldoni, director en Aviation Island.

A Jorge Ontiveros y a los demás controladores aéreos que prefirieron mantenerse en el anonimato.

Por último, agradecer a mis seres queridos, por su apoyo durante todo este tiempo.

El sotasignat,

Professor/a de l'Escola d'Enginyeria de la UAB,

CERTIFICA:

Que el treball a què correspon aquesta memòria ha estat realitzat sota la seva direcció per en/na

I per tal que consti firma la present.

Signat:

Sabadell,de.....de 201.....

El sotasignat,

De la empresa o institució,

CERTIFICA:

Que el treball a què correspon aquesta memòria ha estat realitzat sota la seva supervisió per en/na

I per tal que consti firma la present.

Signat:

.....,de.....de 201.....

Hoja de resumen

TRABAJO FINAL DE GRADO DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA

[ES] Psicología y Factores Humanos de la Aviación	
[CAT] Psicologia i Factors Humans de la Aviació	
[EN] Psychology and Human Factors in Aviation	
Autor: Roberto Mon Lecina	Fecha: Julio de 2016
Tutor/es: Daniel Riera i Terrén y Antonio Gil Martínez	
Titulación: Grado en Gestión Aeronáutica	
Palabras clave	
<ul style="list-style-type: none">• [ES] Factores Humanos, Psicología, Control del tránsito aéreo• [CAT] Factors Humans, Psicologia, Control del trànsit aeri• [EN] Human Factors, Psychology, Air traffic control	
Resumen del trabajo final de grado	
<ul style="list-style-type: none">• [ES] Con este proyecto se ha llevado a cabo un estudio para averiguar cuales son los principales factores que afectan a la conducta humana en su puesto de trabajo y como pueden afectar a la posibilidad que causen un accidente aéreo. Por otra parte se ha focalizado este estudio a la profesión del controlador aéreo y sus responsabilidades.• [CAT] Amb aquest projecte s'ha dut a terme un estudi per esbrinar quins són els principals factors que afecten la conducta humana en el seu lloc de treball i com poden afectar la possibilitat que causin un accident aeri. D'altra banda s'ha focalitzat aquest estudi a la professió del controlador aeri i les seves responsabilitats.• [EN] This project has conducted a study to find out which are the main factors affecting human behaviour in the workplace and how they can affect the ability to cause a plane crash. Furthermore this study has focused on the profession of the air traffic controllers and their responsibilities.	

Índice

HOJA DE RESUMEN	5
ESTRUCTURA.....	7
PRESENTACIÓN.....	8
INTRODUCCIÓN	8
OBJETIVOS	9
HIPÓTESIS	10
METODOLOGÍA	12
PLANIFICACIÓN	13
MARCO TEÓRICO	15
ESTADO DEL ARTE.....	15
FACTORES HUMANOS	16
<i>Introducción.....</i>	<i>16</i>
<i>Modelo SHELL.....</i>	<i>20</i>
<i>Limitaciones humanas</i>	<i>24</i>
<i>Errores humanos.....</i>	<i>26</i>
<i>Influencias organizacionales.....</i>	<i>30</i>
ESTUDIO PRÁCTICO.....	33
PRÁCTICA.....	33
<i>Simulaciones.....</i>	<i>33</i>
<i>Encuestas</i>	<i>38</i>
<i>Entrevistas</i>	<i>39</i>
ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	41
<i>Simulaciones.....</i>	<i>41</i>
<i>Encuestas</i>	<i>46</i>
<i>Entrevistas</i>	<i>51</i>
CONCLUSIONES	54
CONCLUSIONES Y PROPUESTAS	54
BIBLIOGRAFÍA	58

Estructura

En el primer capítulo de este proyecto se introduce al lector sobre las motivaciones que han derivado a la realización del trabajo. Además de los objetivos que se esperan conseguir y de las preguntas que se desean resolver. Juntamente en este capítulo encontramos la metodología que se seguirá para llevarlo a cabo, así como la planificación inicialmente programada con la finalmente empleada.

En el segundo capítulo se tratan los factores humanos en la aviación, conceptos como el conocido modelo SHELL, las limitaciones humanas, los errores humanos y las influencias organizacionales.

El tercer capítulo contiene los estudios prácticos realizados para tratar los conceptos anteriormente estudiados. Se incluyen tanto ejercicios prácticos realizados con voluntarios, encuestas y entrevistas a controladores aéreos. Seguidamente se extraen resultados con el análisis de la información recogida.

En el último capítulo se tratan las conclusiones, respondiendo a las preguntas inicialmente planteadas y logrando los objetivos, así como posibles trabajos de investigación futuros a raíz de lo obtenido finalmente con este proyecto.

Presentación

Introducción

Vamos de camino a la universidad, al trabajo o, a comprar y oímos en la radio un boletín informativo de última hora en el que se informa del fallecimiento de más de 150 personas en un accidente aéreo. Quedamos perplejos. Y, no solamente con ese accidente. Al cabo de los años vemos como, aun siendo, el transporte más seguro que existe, los accidentes de este tipo no cesan.

Es normal que una persona se pregunte el porqué de ese accidente, cómo puede ser que algo tan preparado para surcar los cielos haya caído. Se buscan culpables, lo primero de todo, señalar al piloto parece ser lo primordial. Se buscan errores mecánicos del aparato y, es que una aerolínea jamás dejaría que acusaran a sus hombres de tal catástrofe. Y, se buscarán todos aquellos factores, en lo que parece ser una guerra de bandas, protegiendo y acusando lo que más convenga a cada una de las partes involucradas, en un accidente, por tal de llegar al final de la investigación. Encontrar qué lo produjo y dar con una solución que lo evite en un futuro.

Aunque parezca que no, los ciudadanos de a pie, también, siguen la investigación de un suceso de tal magnitud como lo es un accidente aéreo. Saben que ellos, un día u otro, se subirán en uno de los miles de aviones que cada día sobrevuelan nuestros hogares y, necesitan sentirse seguros.

Objetivos

Para que un accidente aéreo de lugar es necesario o, más bien deben darse, más de un error operativo en la ejecución de distintas tareas. Es muy poco probable que por solamente uno de esos errores se produzca un grave accidente. Así, encontramos diferentes errores que llevarán a cabo un desencadenante a otros errores y, estos, al accidente.

El objetivo principal de este trabajo es identificar las fuentes de errores que pueden llevar a que se produzca un accidente. Para ello se establecen los objetivos específicos detallados a continuación:

1. Identificar los peligros que surgen de las interacciones del hombre con el resto de sistemas.
2. Analizar cómo gestionar los riesgos que se producen hasta llevarlos a nivel aceptable.

De esta manera, conociendo los peligros más comunes que son vulnerados en las operaciones de vuelo y puestos en práctica, se podrán gestionar de manera que puedan ser resueltos y evitar las fallas que desencadenan los accidentes.

Por otra parte, como se explicará más adelante, aunque la gran parte de los accidentes aéreos puedan ser debidos a errores de la tripulación de una aeronave, los pilotos, y en particular de los pilotos, también se estudiará con cierta profundidad aquellos que puedan estar relacionados con los controladores aéreos.

3. Analizar la carga de trabajo de un profesional del control del tránsito aéreo.
4. Ver cómo repercute dicha carga en la ejecución de sus tareas como profesional.

Hipótesis

Los factores que pueden afectar cualquier operación que se lleve a cabo desde que un avión despegue hasta que llega a su destino y, consecuentemente aterriza, vienen dados por una serie de circunstancias que pueden afectar al que las ejecuta de manera directa o indirecta.

Para llevar a cabo esta investigación se formulan las siguientes preguntas, las cuales esperan ser respondidas al final del proyecto.

1. ¿Cuáles son los principales errores que hacen que se produzca un accidente aéreo? ¿Por qué vienen dados?
2. ¿Tiene un controlador aéreo una responsabilidad elevada sobre los procedimientos operacionales? ¿Cómo afectan sus relaciones personales a su trabajo? ¿Influyen los mismos factores a un controlador aéreo que al resto de personal aeronáutico?

A continuación se plantean diferentes hipótesis, que intentarán ser comprobadas con el transcurso de este trabajo, aun así se espera encontrar otras causas que puedan justificar por qué se desencadena un accidente aéreo.

1. El principal error que supone un desencadenante para un accidente viene dado por los fallos en la mecánica de la aeronave:
 - a. Fallo que no se ha detectado por los servicios de mantenimiento
 - b. Omisión por parte del mecánico por directrices de la aerolínea
 - c. Inadecuada reparación de un problema menor en la aeronave que da lugar a un problema más grave
2. Existe una falta de preparación de la tripulación para resolver el problema mecánico durante las etapas del vuelo:
 - a. Ascenso
 - b. Ruta
 - c. Descenso

3. El estado anímico de la tripulación de un vuelo afecta negativamente a la ejecución de sus responsabilidades como profesional, poniendo en riesgo las acciones que deben ser tomadas.
 - a. Carga de trabajo
 - b. Motivos personales

Finalmente, en el estudio y, centrando la atención sobre el trabajo de los controladores aéreos:

4. La presión que se ejerce sobre los controladores aéreos es el principal problema que abre la puerta a un accidente aéreo, pudiendo ser:
 - a. Carga de trabajo
 - b. Densidad del tráfico aéreo
 - c. Meteorología
 - d. Incidentes de otras aeronaves

Metodología

Para llevar a cabo el estudio sobre estos aspectos y poder hallar respuestas y establecer unas conclusiones, se estructurará la investigación en una parte más teórica y otra parte práctica y de investigación.

En la primera parte teórica se profundizará en los conceptos oportunos para poder realizar la investigación de la más precisa manera, conociendo los temas que se utilizarán en la segunda parte, la práctica. Para la parte teórica se utilizará todo tipo de material que pueda servir de ayuda así como los conocimientos que se adquieran de la formación que se lleve a cabo con la realización de un curso especializado en Factores Humanos. Dicho curso no supone ningún costo para el alumno.

En la parte práctica del proyecto se llevarán a cabo diferentes entrevistas con profesionales del sector aeronáutico, las cuales se establecen, por el momento, una cifra de tres entrevistas así como simulaciones y pruebas en las que participarán diferentes voluntarios para ver cómo afecta la ejecución en diferentes estados mentales en las personas. Más allá de estos estudios, también se han programado horas de encuesta para poder tener más información a la hora de analizar todos los datos que se obtengan y, contrastar el *background* teórico inicial con lo que se pueda ver con los resultados obtenidos.

Para las entrevistas y las simulaciones que se lleven a cabo se han establecido unas horas, suficientes, para la realización de dichas actividades. Aun así, los días, aunque han sido fijados en el calendario, podrán ser avanzados o aplazados, siempre dentro del calendario y, que no suponga un retraso excesivo en la ejecución de las otras tareas.

Planificación

Para poder hacer una estimación aproximada de las horas de trabajo que se llevará a cabo con la realización de esta investigación se ha utilizado el programa Microsoft Project.

El estudio se ha estructurado en 9 sub sistemas:

	Fecha de inicio	Fecha de fin
Plantear el trabajo	24 de febrero de 2016	3 de marzo de 2016
Informes previos	10 de marzo de 2016	13 de abril de 2016
Formación	25 de abril de 2016	3 de mayo de 2016
Cuerpo teórico	19 de abril de 2016	2 de junio de 2016
Simulaciones	9 de mayo de 2016	3 de junio de 2016
Entrevistas	13 de mayo de 2016	7 de junio de 2016
Análisis	7 de junio de 2016	21 de junio de 2016
Memoria escrita	14 de junio de 2016	23 de junio de 2016
Exposición	22 de junio de 2016	23 de junio de 2016

Después de establecer todas las tareas, que guiarán paso a paso de que manera ir progresando con el proyecto, el cálculo, en días, de trabajo ha sido de un total de 138,4 días, los que cuentan con 364,5 horas de trabajo programado. El inicio de dicho proyecto se ha empezado a contabilizar desde el día 24 de febrero de 2016, cuando se empezó a proponer llevar a cabo el proyecto por el cual se redactan estas líneas. Aun así, con lo dicho anteriormente, se establece el comienzo formal de la investigación a día de 10 de marzo de 2016, con el inicio de la redacción del informe previo, finalizando el 23 de junio de 2016, todo el trabajo.

Para el proyecto se establece un único recurso, el cual no supone ningún costo, ya que dicho recurso es, en sí mismo, el estudiante que lo lleva a cabo.

Una vez finalizado el proyecto se ha mostrado un gran cambio en el desarrollo de este. Como era de esperar, la planificación realizada a inicios de este trabajo ha servido para poder llevar a cabo el trabajo de manera ordenada, pero la realidad ha distado bastante de las fechas que se habían establecido.

La evolución del trabajo se vio modificada a partir de la realización de las simulaciones, ya que reunir a un grupo de personas en dos ocasiones diferentes era algo que se tenía que pactar y planificar muy bien, más que nada con aquellos voluntarios que iban a participar en el desarrollo de los ejercicios planteados. Otro punto retrasado fue el tema de las entrevistas a los controladores aéreos, ya que muchas veces estos profesionales se mostraban un poco reticentes a dar su opinión, dado el sector en el que se encuentran. Finalmente se pudieron realizar dos de las tres entrevistas que habían estado planificadas.

Consecuentemente al retrasar estos aspectos, se vio afectado el análisis de los resultados de las simulaciones y de las entrevistas. Aunque las encuestas, no se vieran retrasadas, si que se cerró el plazo de responder con la misma fecha que se realizaron las entrevistas. A continuación se muestra la tabla actualizada con las fechas finales que se tuvieron que reprogramar.

	Fecha de inicio	Fecha de fin
Plantear el trabajo	24 de febrero de 2016	3 de marzo de 2016
Informes previos	10 de marzo de 2016	13 de abril de 2016
Formación	25 de abril de 2016	3 de mayo de 2016
Cuerpo teórico	19 de abril de 2016	2 de junio de 2016
Simulaciones	12 de mayo de 2016	16 de junio de 2016
Entrevistas	24 de mayo de 2016	23 de junio de 2016
Análisis	16 de junio de 2016	29 de junio de 2016
Memoria escrita	18 de junio de 2016	3 de julio de 2016

Marco teórico

Estado del arte

La seguridad aérea es uno de los conceptos que más estudiados se tienen en el sector aéreo. Todos los aspectos de un vuelo, desde que un pasajero entra por la terminal de su aeropuerto de origen hasta que sale de aquella a la es su destino, exigen unas certificaciones, actuaciones, aprobaciones y medidas de seguridad para que todo se desarrolle de manera efectiva y sin ningún contratiempo, que pueda desencadenar un incidente y consecuentemente, más grave, un accidente.

Aun así, siempre hay fallas en las operaciones que pueden provocar que se produzca el accidente. Existen dos tipos de fallas, las activas que abarcan los actos inseguros que pueden estar directamente vinculadas a un accidente, y las fallas latentes que aquellos incluyen factores contributivos que pueden permanecer en estado latente hasta que contribuyen el accidente.

Cuando se produce un accidente aéreo, se realizan numerosas investigaciones y estudios que llevan al error que produjo dicho accidente y consecuentemente ver dónde estaba la falla o fallas que lo llevaron a su ejecución. Luego, con los estudios, se dan soluciones a que dichos errores, no se vuelvan a producir o tengan un índice menos elevado a cometerse, centrándose en las fallas y que estas no puedan desarrollarse.

De este modo, para cada accidente aéreo, encontramos una investigación, y sus conclusiones en las que se redactan acciones para disminuir esos riesgos a que se produzcan errores. Aunque se hayan realizado investigaciones en este campo, aún es muy difícil encontrar aspectos generales para todos los vuelos, ya que cada vuelo es diferente y actúan distintos factores.

Factores Humanos

Introducción

Los factores humanos se refieren a factores ambientales, organizativos y de trabajo, y las características humanas e individuales que influyen en el comportamiento en el trabajo de una manera que pueden afectar a la salud y a la seguridad.

Por lo tanto, los factores humanos tratan las relaciones entre las personas en su vida y su trabajo; sobre sus relaciones con las máquinas; con los procedimientos y con el entorno que les rodea; y también sobre sus relaciones con otras personas.

El elemento humano es la parte más flexible, adaptable y valiosa del sistema en la aviación. Pero también es el más vulnerable a las influencias, que pueden afectar negativamente a su ejecución. Aproximadamente entre un 70% y 80% de los accidentes son a causa del error humano¹.

La mejora de la tecnología ha creado sistemas automatizados que transforman las responsabilidades de ingeniería de la producción pura, ahora, simplemente a la tarea de ser controlador o tener una función de supervisión.

Distanciando a las personas de todos esos procesos que normalmente ellos mismos llevan a cabo y a la vez controlaban reduce la cantidad de "manos en" contacto, y por lo tanto la ocurrencia de deslizamientos, lapsos, tropiezos y balones sueltos, pero también aumenta la probabilidad de ciertos tipos de errores, que pueden tener consecuencias más desastrosas que las que estaban tratando de evitar.

¹ Datos de la FAA (*Federal Aviation Administration*) de los Estados Unidos de América

Un accidente de aviación se define como un suceso relacionado con la operación de una aeronave, que tiene lugar entre el momento en que cualquier persona del avión, con intención de realizar un vuelo y todas estas personas han desembarcado, donde una persona es fatalmente o gravemente herida, la aeronave sufre daños o fallo estructural o la aeronave se encuentra o es totalmente inaccesible.

Por otro lado, un incidente de aviación es una ocurrencia, distinto de un accidente, asociado a la utilización de una aeronave, que afecte o pueda afectar a la seguridad de la operación. Un incidente grave es un incidente, que fue casi un accidente.

25 de mayo de 1979 vuelo 191 de American Airlines

Este caso causó sensación no sólo en Estados Unidos sino en el mundo entero ya que sucedió en un tipo de avión que entonces era muy usado popularmente, el DC-10, y propició una investigación que descubrió no solo errores de diseño sino también graves fallas de mantenimiento e improvisaciones.



DC-10 de American Airlines

Siguiendo el procedimiento habitual, los pilotos ponen el motor a plena potencia, se abren las aletas de las alas para incrementar el empuje hacia arriba, pero cuando el copiloto apunta el morro hacia el cielo nota que el motor izquierdo esta perdiendo potencia. Mientras, desde la torre de control ven como el avión ha perdido el motor, siendo ya tarde para abortar el despegue. Los pilotos detectaron la súbita interrupción de la potencia del motor pero no podían saber que ya no estaba en su lugar porque no son visibles desde la cabina. El DC-10 acabó impactando sobre un aeródromo abandonado, en la caída hizo explosión y murieron las 271 de a bordo. Solo estuvo en el aire unos 31 segundos.

En las investigaciones se descubrió que los soportes del motor izquierdo estaban dañados, ahora la pregunta era si aquello fue a causa de fallas de diseño o un error en el mantenimiento. Revisando los planos de los soportes de los DC-10 los investigadores hallaron que el modelo de los soportes no estaba debidamente reforzado para aguantar las vibraciones que genera un motor de avión a toda potencia. Pero, si este problema era latente, había otra pregunta: ¿cómo es que la gente de mantenimiento de American Airlines no lo detectó?

Lo que hallaron fue que los mecánicos de American Airlines estaban usando métodos no autorizados por el fabricante de los DC-10 para el mantenimiento de motores, los bajaban para reparaciones sin las debidas normas de seguridad y no solo era el avión siniestrado, varios DC-10 más de la flota de la aerolínea tenían problemas en los soportes de los motores de las alas, los cuales se podían manifestar desastrosamente en cualquier momento. Según la aerolínea este tipo de trabajos se hacían así para ahorrar tiempo de trabajo y optimizar el tiempo en otros aspectos de mantenimiento.

El fabricante, McDonnell Douglas, estaba al tanto de esos métodos de trabajo de American Airlines y cuando fueron preguntados por lo que habían hecho al respecto respondieron que ellos no tenían la autoridad para meterse en la forma de trabajar de los cuerpos de mantenimiento de cada aerolínea.

En la investigación se descubrió que no solo American Airlines se saltaba los procedimientos sino que muchas otras aerolíneas también estaban implicadas.

Un error atribuido a los seres humanos en el sistema puede haber sido inducido por:

- I. Un diseño inadecuado
- II. Formación inadecuada
- III. Procedimientos mal diseñados
- IV. Mala distribución de tarjetas de trabajo y manuales

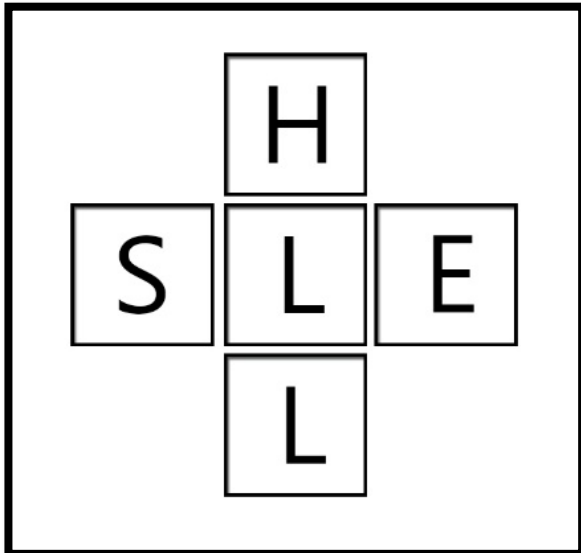
Después de todo, está bien establecido que los accidentes no se pueden atribuir a una sola causa, o en la mayoría de los casos, incluso a un solo individuo. El objetivo principal de cualquier iniciativa en los factores humanos es mejorar la seguridad y la eficiencia mediante la reducción y la gestión de errores humanos que realizan las personas y organizaciones.

Los errores de mantenimiento se pueden originar como consecuencia de múltiples factores causales. Las variaciones en los factores casuales pueden ser (diferencias culturales, de organización y de regulación), se sugiere que cada órgano regulador de la aviación debe adaptar los textos normativos y de orientación para adaptar su situación en su propio estado con el fin de producir resultados óptimos de seguridad aérea.

JAR 145 - Redactada en torno a la filosofía de la concesión de la aprobación de los organismos de mantenimiento que tienen un sistema de gestión adecuado para garantizar operaciones seguras.

Modelo SHELL

OACI utiliza el modelo SHELL para representar los componentes principales de los factores humanos:



I. **Software:** corresponde al soporte lógico, como por ejemplo los procedimientos para llevar a cabo una tarea, los manuales, las listas de chequeos, las reuniones de coordinación, las instrucciones, etc.

II. **Hardware:** es el soporte físico, como puede ser cualquier tipo de máquina.

III. **Environment:** corresponde al entorno sobre el que se mueve la

persona, por ejemplo, la temperatura, la humedad, la presión del lugar de trabajo, el resto de las personas.

IV. **Liveware:** corresponde al elemento humano y el más importante de todos. Sin embargo, la clave es la interacción, la complementación que se produce entre el elemento humano y los demás componentes del sistema.

Cada uno de los bloques del modelo SHELL representa un factor que influye en el rendimiento humano.

Liveware es el centro del modelo y la representación de un individuo. Los bordes de este bloque representan limitaciones y acciones individuales. Los demás componentes del sistema deben coincidir cuidadosamente con el elemento humano en el caso que se produjera una tensión en el sistema y así evitar un desajuste eventual.

Influencias que pueden modificar el comportamiento humano

I. Entorno social e interacción social

Estudios que se han llevado a cabo recientemente demuestran una relación en el funcionamiento del sistema cognitivo humano y un contexto social natural. Diferentes contextos sociales pueden dar lugar a diferentes comportamientos en los individuos.

II. Cultura organizacional

- i. **Positiva:** alentar a sus empleados y tomar nota de los problemas que encuentran sus ingenieros, tratando de aprender de estos y hacer los cambios necesarios.
- ii. **Negativa:** que la organización ejerza presión a sus ingenieros para llevar a cabo una tarea en una escala de tiempo determinada. Las personas pueden sentir que esto confluya con su capacidad para sostener la calidad de su trabajo. Todo esto puede dar lugar a malas relaciones laborales, aumento de absentismo laboral que se traduce en más incidentes y accidentes debidos a errores humanos.

III. Motivación/desmotivación

Refleja las diferencias entre lo que una persona puede hacer y lo que va a hacer. La Pirámide de Maslow es una teoría psicológica que inquiriere acerca de la motivación humana. Según Abraham Maslow, un psicólogo humanista, nuestras acciones están motivadas para cubrir ciertas necesidades. Es decir, que existe una jerarquía de las necesidades humanas, y defiende que conforme se satisfacen las necesidades más básicas, los seres humanos desarrollamos necesidades y deseos más elevados.



Pirámide de Maslow

Lo primero que buscamos es la supervivencia, la salud que nos permita seguir viviendo. Lo segundo es la seguridad, sentirnos protegidos o a salvo en nuestra casa. Después está el amor. La cuarta es el respeto, que los demás valoren lo que hacemos, nuestras decisiones aunque nos equivoquemos. Le sigue la necesidad de entender, de conseguir explicar por qué la gente toma las decisiones que toma. También encontramos la ética o espiritual, sentirnos parte de algo especial y único. La última necesidad humana es la autorrealización, intentar encontrar nuestra auténtica naturaleza, lo que somos.

En un estudio publicado en 2011, investigadores de la Universidad de Illinois pusieron a prueba la Pirámide de Maslow y descubrieron que la satisfacción de las necesidades de la pirámide correlacionaba con la felicidad de la persona. Pero esta investigación, al contrario que la teoría de Maslow, concluyó que las necesidades de reconocimiento y autorrealización también eran importantes pese a que no estuvieran cubiertas las necesidades más básicas.

Otras consideraciones para motivar a los empleados

- Buena comunicación e interacción
- Reconocimiento
- Sentirse miembros de la organización
- Reuniones regulares de información
- Autonomía e independencia en la toma de decisiones

Otras influencias que afectan al comportamiento humano

- Presión
- Aspectos culturales como la cultura de seguridad, cultura técnica, cultura de negocios, etc.
- Gestión, supervisión y liderazgo

Modelo PEAR

Existen otros modelos similares al modelo SHELL para explicar y recordar los elementos de los factores humanos, como por ejemplo el modelo PEAR donde:



Modelo PEAR

Limitaciones humanas

El elemento humano es la parte central de cualquier organización. Las acciones humanas están limitadas por sus propias percepciones y el procesamiento de la información. Vamos a abordar los diferentes aspectos de la limitación humana mediante el análisis del mecanismo de procesamiento de la información de los humanos.

El procesamiento de la información se define como el proceso de recepción de información a través de los sentidos, analizar y darle un significado.



Proceso de la información

- I. La información se recibe a través de los **sentidos**, que tienen sus propias limitaciones y pueden ser afectados por diferentes razones.
- II. La **percepción** implica la organización e interpretación de datos sensoriales para que sea significativa, descartando los datos no relevantes y transformando los datos en información. La percepción es un mecanismo muy sofisticado y requiere de un conocimiento y experiencia existente para saber qué datos conservar y cuales desechar, y la forma de asociar los datos de una manera significativa.
- III. La **toma de decisiones** es la generación de alternativas de acción basado en la información disponible, el conocimiento, la experiencia previa, las expectativas, el contexto, objetivos, etc. En la ingeniería de mantenimiento de aeronaves muchos documentos y procedimientos están disponibles para complementar las habilidades básicas de toma de decisiones de los empleados.

Otros factores que afectan el rendimiento humano

- Hangar/lugares al aire libre
- Turnos de día/noche
- Condiciones lumínicas
- Temperatura

En el caso de los empleados que están toda su jornada en una oficina, delante de un ordenador, esto puede llegar a ser dañino para la salud. Se debe tener constante atención, para un mejor rendimiento en el puesto de trabajo la ergonomía que se define como la ciencia de adaptar el trabajo al trabajador y no al trabajador al puesto de trabajo, con el fin de mejorar la eficiencia.

Errores humanos

El error humano es el fracaso de las acciones previstas para alcanzar unos fines deseados, sin la intervención de algún acontecimiento imprevisible. Por otro lado, se considera error de mantenimiento cuando el sistema de mantenimiento, incluyendo el elemento humano, no funciona de la manera esperada con el fin de alcanzar unos objetivos de seguridad.

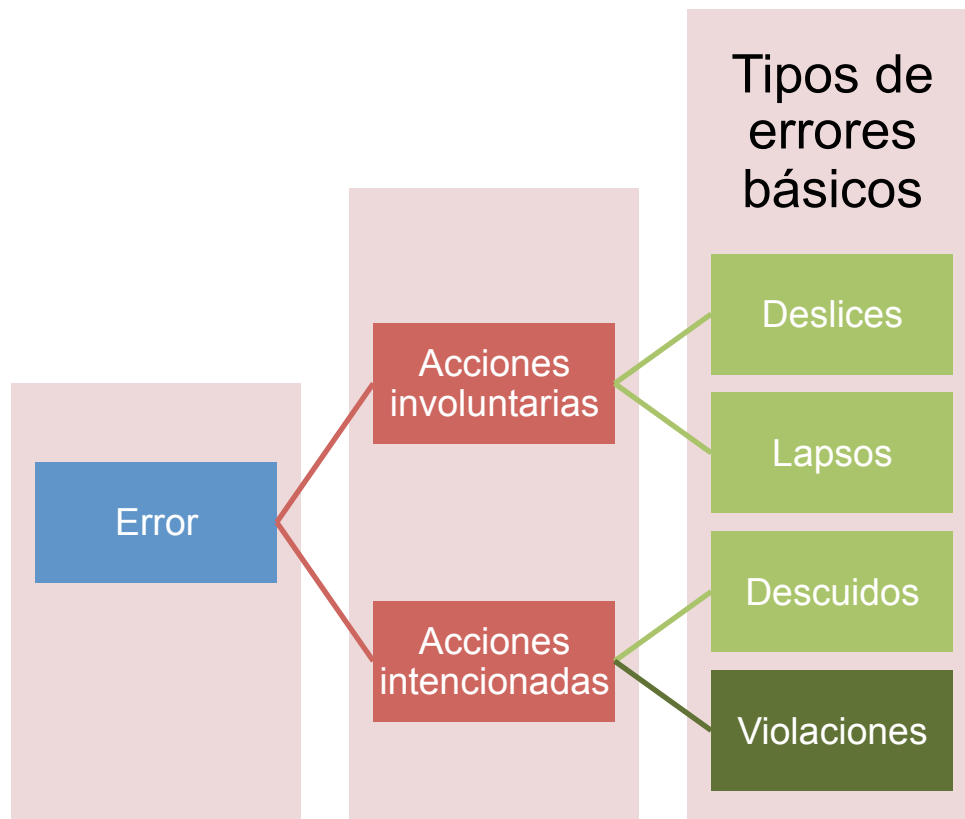
Puede parecer que el término "error humano" da la impresión de que todos los actos inseguros se pueden agrupar en una sola categoría. Sin embargo, los errores pueden adoptar diferentes formas, tienen diferentes orígenes psicológicos, se producen en diferentes partes del sistema y requieren diferentes métodos de gestión.

En la década de los 90 *Transport Canada* presentó una lista de las fuentes más comunes de errores en el mantenimiento de la aviación. Esta lista se conoce actualmente como "The Dirty Dozen" en inglés y se ha distribuido ampliamente en la comunidad del mantenimiento de la aviación.



Adaptación de The Dirty Dozen, Federal Aviation Administration (FAA)

Dependiendo de la naturaleza del error, estos pueden ser clasificados acorde a la siguiente tabla:



Adaptación de Human Factor J, Reason, Cambridge University Press, Cambridge (1992)

Los errores basados en reglas, es decir, los descuidos, son situaciones en las que se sigue el uso o desconocimiento de una regla o conjunto de reglas en particular. Los errores basados en reglas se pueden clasificar en tres tipos:

- I. **Aplicación incorrecta de una regla correcta:** ocurre cuando una regla ha funcionado bien en una ocasión anterior, por lo que se aplica a una situación similar con una expectativa errónea de que funcionará.
- II. **Correcta aplicación de una regla inadecuada:** a veces las reglas son inapropiadas o incorrectas, y su utilización conduce a resultados negativos. Las reglas inadecuadas pueden ser creadas por un conocimiento incorrecto de la materia.

- III. **Falta de aplicación de una regla correcta:** este comportamiento implica tanto una desviación de las normas de seguridad inadecuadas y errores, lo que conduce a resultados no seguros.

Las violaciones son otro tipo de error humano que se definen como desviaciones de funcionamiento seguras, procedimientos, normas o reglas. Tales desviaciones pueden ser deliberadas o erróneas. Sin embargo, nos centraremos en las erróneas, donde las acciones no han sido deliberadas. Los actos no malévolos deben distinguirse de los sabotajes, cuyas acciones y resultados fueron planeados. Estos tipos de violaciones pueden clasificarse en tres tipos:

- I. **Violaciones de rutina:** basadas en la habilidad del rendimiento. Puede ser parte del repertorio de comportamiento de una persona. Este tipo de violaciones puede ser definida como el hecho de hacer algo de una manera muy rápida y de bajo costo, haciendo caso omiso de los detalles y sutilezas.
- II. **Violaciones de optimización:** cuando la gente trata de hacer una tarea más emocionante o interesante para impresionar a los demás o para aliviar el aburrimiento. Estos son comunes cuando las personas están involucradas en largos períodos de trabajo monótono, como las tareas de vigilancia, o cuando las reglas son restrictivas.
- III. **Violaciones excepcionales:** son sucesos raros que, tienen lugar en circunstancias muy inusuales, son comúnmente provocadas por fallos en la organización.

En la mayoría de las organizaciones, las consecuencias asociadas con comportamientos de gestión de riesgos compiten contra los asociadas con comportamientos de productividad.

Los niveles de productividad son generalmente más predecibles y definidos aquellos asociados a la gestión de riesgos.

“The situational awareness” o consciencia de la situación

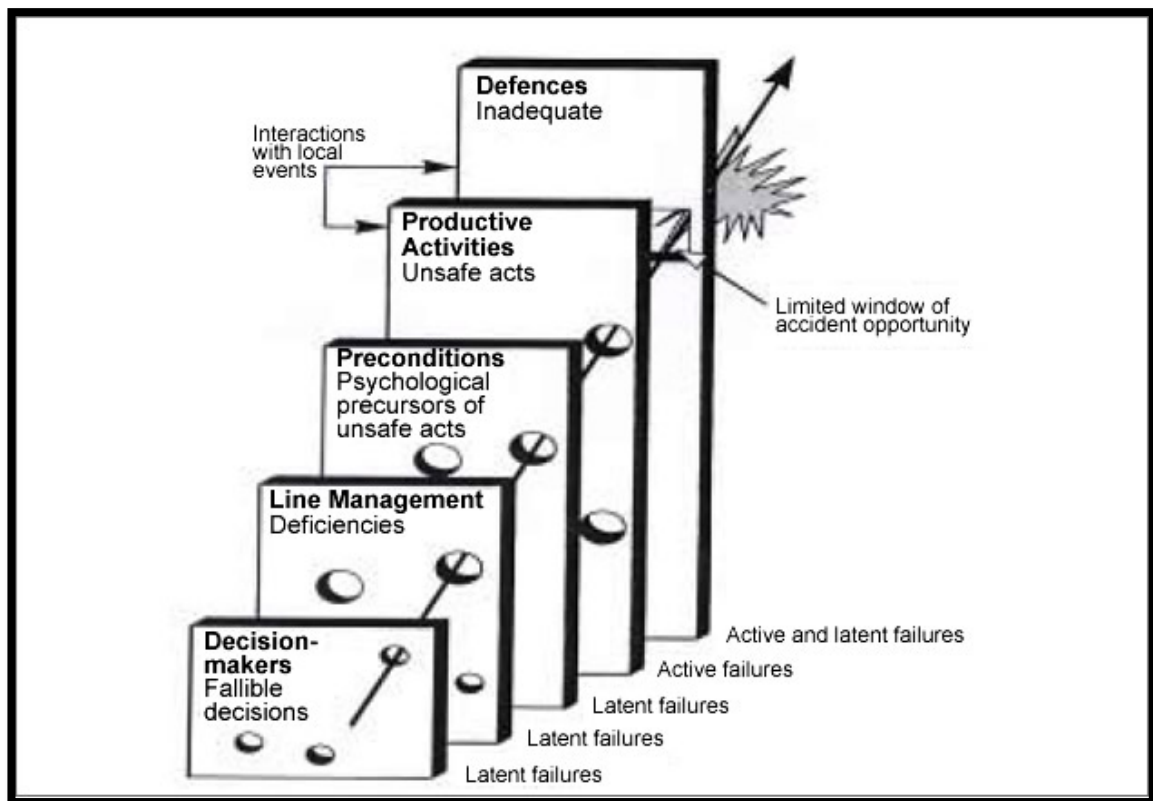
Es la percepción de los elementos ambientales con respecto al tiempo y / o espacio, la comprensión de su significado, y la proyección de su estado después de que alguna variable haya cambiado, como el tiempo, o alguna otra variable, como en casos predeterminados. En otras palabras, es saber lo que está pasando a nuestro alrededor. Este concepto nos ayuda a prevenir errores en nuestro trabajo diario con teorías como:

- Entrenamiento/formación
- Planificación
- Objetivos
- Comunicación
- Responsabilidad de los miembros del equipo

Por ejemplo, para un controlador, el conocimiento de la situación significa adquirir y mantener una imagen mental de la situación del tráfico que se está manejando y conseguir un mantenimiento de una apreciación del potencial de progresiones inesperados o cambios en el escenario.

Influencias organizacionales

El modelo del queso suizo creado por James Reason (1990) tenía el objetivo de presentar que los accidentes rara vez se originan exclusivamente a partir de los errores del personal operativo o como consecuencia de grandes fallas en los equipos. En lugar de ello, son el resultado de interacciones de una serie de fallos que ya están presentes en el sistema.



Modelo del queso suizo de J. Reason

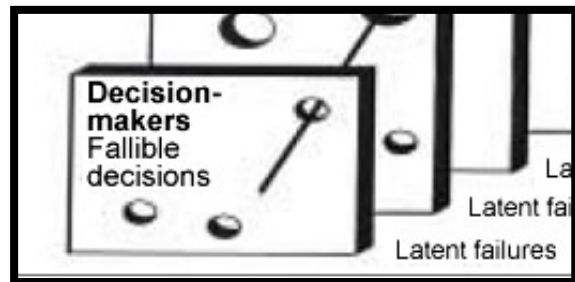
En este modelo, cada fallo se puede definir como latente o activo.

- Las **fallas activas** abarcan los actos inseguros que pueden estar directamente relacionados con un accidente, tales como un error del piloto.
- Las **fallas latentes** incluyen factores contributivos que pueden permanecer latente durante días, semanas o meses hasta que contribuyen al accidente.

Este modelo es una importante contribución a la investigación de accidentes debido que obliga a los investigadores a hacer frente a las fallas latentes dentro de la secuencia causal de eventos.

Las rebanadas representan los filtros de seguridad y barreras que deben impedir que se produzca un accidente. Los agujeros en estas rebanadas representan los defectos de seguridad causados por errores o gestión inadecuada, las limitaciones o las actividades equivocadas. Estos efectos (agujeros) permanecen como fallas latentes que permiten que un accidente pase a través de las diferentes defensas de seguridad (rebanadas). Las fallas activas serán la acción desencadenante que finalmente provoque que ocurra un accidente.

Como se puede ver en este modelo, las influencias de organización son la primera capa defensiva para evitar que sucedan accidentes.



Vamos a revisar la primera capa defensiva del modelo de queso suizo, **las influencias de la organización**, las cuales pueden ser clasificadas en:

- I. **Administración de recursos:** implica toda la toma de decisiones a nivel institucional con respecto a la asignación y el mantenimiento de los activos de la organización, tales como recursos humanos, activos monetarios y equipos / instalaciones.
- II. **Cultura organizacional:** entendida como la atmósfera de trabajo dentro de la organización, un buen clima depende de: personal comunicativo, procedimientos de la organización, políticas de la empresa, la cultura (reglas tácitas, valores, actitudes ...)
- III. **Procesos de la organización:** las decisiones corporativas y las normas que rigen las actividades cotidianas dentro de una organización entre la fuerza de trabajo y la gestión.

La presión del tiempo, los sistemas de incentivos, el trabajo, los horarios o la deficiente planificación, son, todos, factores que pueden afectar negativamente a la seguridad. Los errores humanos son un componente inevitable de cualquier organización. En este sentido, vamos a ver en la forma en que una organización puede seguir funcionando de manera segura en un ambiente así.

Una meta realista para las organizaciones de mantenimiento de la aviación es reducir los errores tanto como sea posible hasta un punto que pueda ser tolerante. La tolerancia del error es la capacidad de una organización para seguir funcionando de manera segura con la presencia de errores humanos.

Estudio práctico

Práctica

Simulaciones

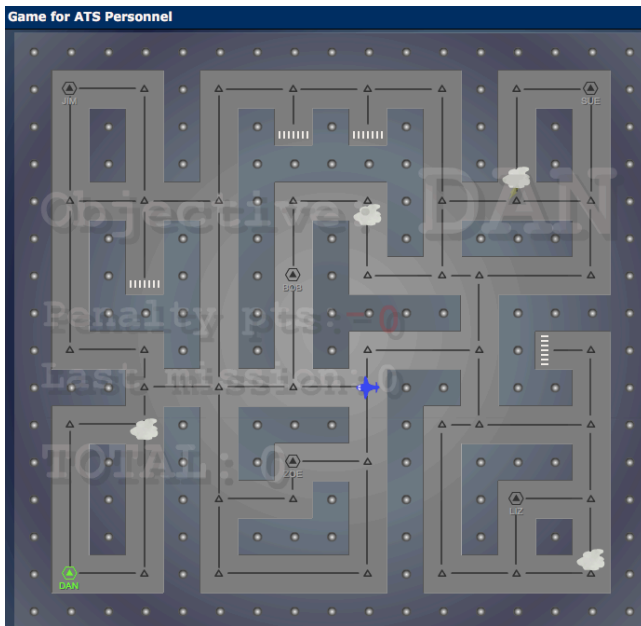
Para poner en práctica como afectan distintos factores a la hora de realizar tareas que requieren una gran concentración, como son las llevadas a cabo por los controladores de tránsito aéreo se realizarán cuatro pruebas distintas a un grupo de personas voluntarias para que sean ejecutadas en diferentes situaciones ambientales. Ya que es un pequeño estudio se realizaran dos sesiones diferentes en las que las pruebas realizadas en la primera sesión, serán llevadas a cabo en condiciones normales, aparentemente, es decir sin ningún factor que pueda afectar a la realización de dichas pruebas de manera anómala. Por otra parte, la siguiente sesión, realizada al mismo grupo de personas voluntarias, con un margen de una semana entre la primera sesión y la segunda, se realizará, en lo posible en la misma franja horaria que la sesión número uno, además de ser realizada con factores ambientales que puedan concurrir a una ejecución diferente y en su caso que muestre anomalías que no se presentarían en condiciones normales.

Estas cuatro pruebas, enfocadas a la realización simultánea de dos o más tareas, serán realizadas como indica a continuación:

Game for ATS (Air Traffic Services) personnel

Dentro de la seguridad operativa es muy importante que todos los controladores, independientemente de los sectores a los que pertenezcan, pronuncien de una manera uniforme las comunicaciones que tengan con la tripulación de vuelo para que sea fácil de entender. Esto ayudará a las tripulaciones de vuelo, que vuelan a través de diferentes sectores en un mismo vuelo, a recoger las indicaciones correctas con el menor esfuerzo posible mientras se realizan otras tareas críticas. Una mala comunicación, es decir una

comprensión errónea de las indicaciones puede tener consecuencias relacionadas con la seguridad.



Captura de pantalla de la aplicación

Esta aplicación está disponible en la web de EUROCONTROL de manera libre y simula que se está pilotando un avión en un sector. Dentro de este sector se pueden encontrar diferentes iconos que representan nubes, las cuales se van desplazando y deben ser evitadas. El objetivo es llegar a los puntos verdes con el avión. Además mientras se consigue llegar a los puntos verdes, se van recibiendo

indicaciones desde el control para cambiar la frecuencia de radio. Con esta aplicación se pretende probar la capacidad de realizar dos tareas simultaneas enfocadas al control del tránsito aéreo. Para esta prueba los factores de presión y atención están presentes.

Las siguientes tres pruebas, aunque no están enfocadas a las tareas que realiza un controlador aéreo, también ponen a prueba la realización de distintas tareas simultáneas. Estas tres pruebas restantes se basarán en la atención, la flexibilidad cognitiva y la velocidad. Dichas pruebas serán realizadas mediante una aplicación para iPad que tiene disponible una versión LITE, en la que se incluyen de manera libre estos tres ejercicios.

Atención

Atención: s. f. *Aplicación voluntaria de la actividad mental o de los sentidos a un determinado estímulo u objeto mental o sensible: prestar atención a las explicaciones; poner atención en lo que se hace; escuchar con atención; centrar la atención en el mensaje; la atención del viajero se dirige hacia el norte de la isla; el sensacionalismo capta la atención de la audiencia.*

En este caso nos centraremos en la **atención dividida** que se define como la capacidad de ejecutar con éxito más de una acción a la vez prestando información a dos a más canales de información. Cuando las personas realizan una serie de tareas en paralelo, se debe dividir su atención, lo que puede llegar a debilitar el rendimiento. La experiencia indica que con la práctica esta habilidad puede mejorarse.

El ejercicio propuesto para poner a prueba esta habilidad consiste en alimentar a los diferentes peces que aparecen en la pantalla. Se dispone de tanta cantidad de comida como peces hay, lo que implica que no se permiten errores y si un pez no está alimentado restará puntos en la clasificación. Los peces para cada nivel que hay, cinco en total, se van moviendo por toda la pantalla y cruzándose entre sí, de esta manera una vez alimentemos al primer pez y, sucesivamente, debemos tener a controlados cuales han sido, para no volverlos a alimentar y, consecuentemente no dejar a ninguno de ellos sin comida.



Captura de pantalla del ejercicio

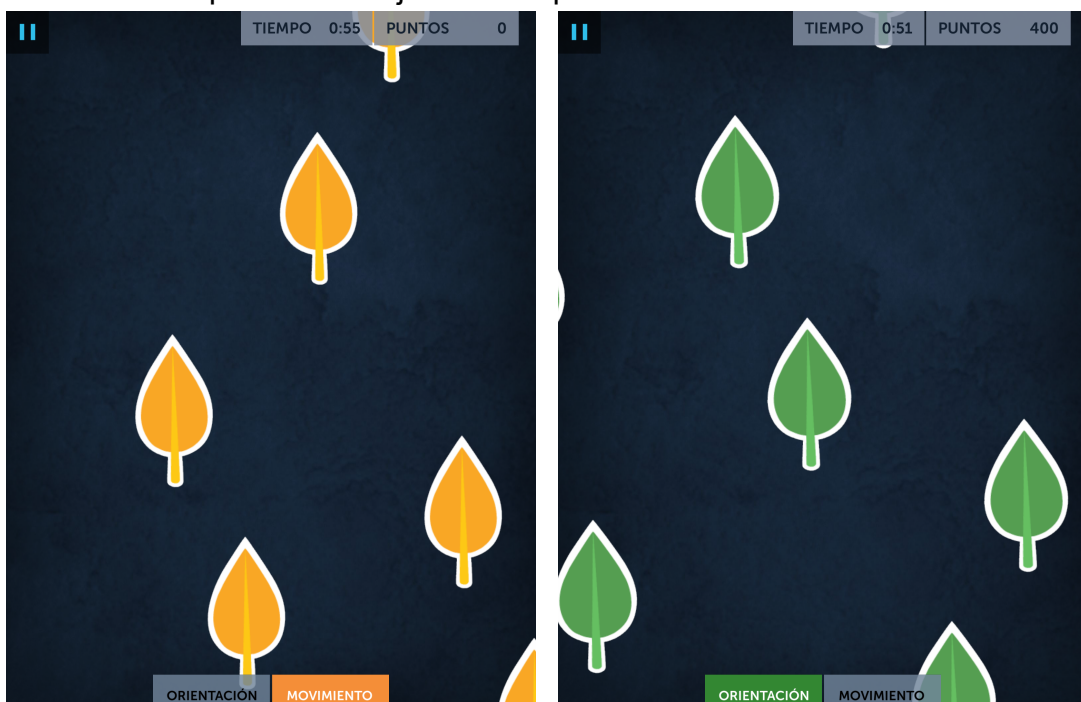
Para cada nivel el número de peces va aumentando según el nivel de aciertos en la etapa anterior.

Flexibilidad cognitiva

Flexibilidad: *s. f. Capacidad para adaptarse con facilidad a las diversas circunstancias o para acomodar las normas a las distintas situaciones o necesidades. De este modo la flexibilidad cognitiva puede definirse como la capacidad mental para cambiar de pensamiento alrededor de dos conceptos diferentes, y pensar en múltiples conceptos simultáneamente.*

El ejercicio propuesto para trabajar esta habilidad viene dado por **la alternancia de tareas** lo que podemos definir como el proceso de adaptarse a circunstancias cambiantes, al alternar entre una meta y otra.

Para este ejercicio, aunque estamos trabajando la flexibilidad que tiene nuestro cerebro para adaptarse a distintas situaciones, también entra, en parte, una sección de implicación sobre la **atención selectiva**, que es definida como la capacidad de enfocarse en la información relevante mientras se ignoran las distracciones irrelevantes. Para este ejercicio se dispone de un minuto para realizar la tarea. Cuando aparecen hojas de color naranjas, se deben deslizar los dedos en la dirección en la que dichas hojas se están moviendo, por otra parte, cuando aparecen hojas de color verde, se deben deslizar los dedos en la dirección en la que dichas hojas están apuntando.



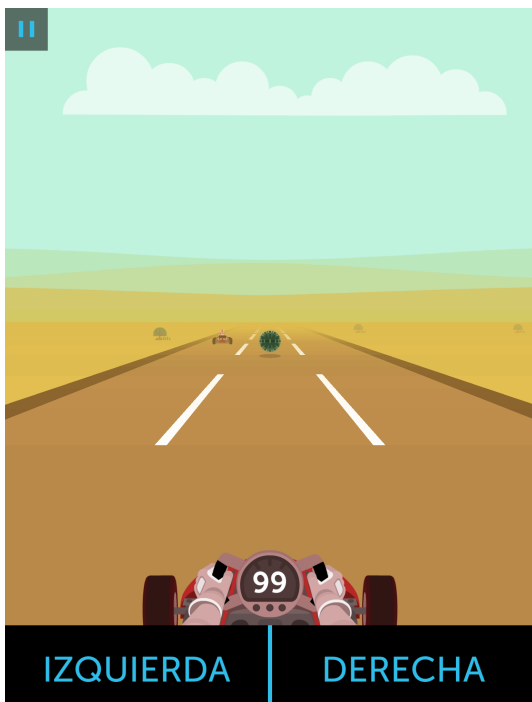
Captura de pantalla del ejercicio

Velocidad de procesamiento cognitivo

Para la definición de velocidad en el aspecto que nos refiere nos centraremos en **Velocidad:** *s. f. 2. Gran rapidez en el movimiento.* De este modo la velocidad de procesamiento puede definirse como la capacidad de realizar con fluidez las tareas fáciles o ya aprendidas. Se refiere a la capacidad de procesar información de forma automática y por lo tanto, rápidamente, sin pensar conscientemente en ella.

Para ejercitar la **velocidad de procesamiento** esta aplicación nos propone un ejercicio que se basa en el análisis de la información sensorial recibida.

En este caso se está en los mandos de un coche de carreras el cual va acelerando a medida que se va progresando. Para alcanzar una progresión se deben esquivar los distintos obstáculos que van apareciendo en la pantalla. Estos obstáculos pueden darse en cualquiera de los tres carriles de los que se



Captura de pantalla del ejercicio

compone el circuito, el izquierdo, el central y el derecho. Cabe destacar que no todos los obstáculos son iguales sino que encontramos tanto móviles como inmóviles, lo que dificulta todavía más la decisión de en que carril posicionarse para esquivar dicho obstáculo, ya que puede verse prorrogado a otro carril, en el caso de los obstáculos móviles. Para saber por donde estarán los obstáculos, antes de que aparezcan, aparece un aviso en la pantalla advirtiendo del tipo de obstáculo y de la posición donde nos

lo encontraremos. A partir de ahí, a medida que se van esquivando la velocidad aumenta y, por tanto la velocidad de actuar debe ser más rápida. Por cada obstáculo que no se consigue evitar la velocidad se ve afectada y disminuye.

Encuestas

Para aproximarnos más en el estado de una persona en su puesto de trabajo, como afecta el cargo en el que está desarrollando sus actividades y que es lo que piensa cuando las realiza, se ha querido preguntar a la población sobre diferentes situaciones que podrían darse de trabajo y que es lo que ellos, los encuestados, harían.

Primeramente, en este punto sería diseñar la encuesta, la cual debería recoger datos útiles para ser analizados en aquello que es interesante conocer. Dado que es un trabajo final de grado sería casi inviable hacer una muestra realmente significativa, dado que para una población infinita (>100000) y un margen inferior al 5% bajo el supuesto de máxima indeterminación (50/50) y un nivel de confianza del 95% se necesitarían un mínimo de 400 encuestas. En este caso, conociendo de antemano que el número de encuestas realizadas será inferior a 400, mientras estén bien distribuidas según variables sociodemográficas se podría obtener un buen resultado.

Cabe destacar, también, que antes de hacer la encuesta, como ya se ha mencionado, se ha de hacer el diseño de esta, y hay que mirar como se seleccionan los elementos de la muestra entre la población disponible en general, utilizar sólo los resultados de los que han tenido la buena voluntad de contestar produce resultados sesgados (únicamente hay información de los que tienen buena voluntad, que no acostumbra a representar a toda la población).

De esta manera lo que se realizará con el análisis del total de encuestas realizadas será lo que se conoce como un análisis descriptivo o exploratorio, para sacar el máximo posible de información, sin tener en cuenta medidas muestrales ni horquillas de confianza.

Entrevistas

En el sector del control del tránsito aéreo siempre se ha cuestionado la carga de trabajo a la que son sometidos los controladores, al menos en lo que corresponde al estado español. Actualmente los servicios de control de tránsito aéreo dentro de este territorio es llevado principalmente por ENAIRE, responsable de la gestión y control del tránsito aéreo, y de las redes de comunicación, navegación y vigilancia. Sus 5 centros de control y 22 torres de control gestionan cerca de 1,8 millones de vuelos al año, lo que le convierte en uno de los cuatro mayores gestores de navegación aérea de Europa. Por otra parte también hay otras empresas como FERRONATS que tienen el control de algunas torres de control de distintos aeropuertos, de menor tráfico, estas últimas actúan como empresas privadas, después de la apertura del mercado de la navegación aérea en España.

Si nos centramos en el caso de ENAIRE, el primer operador de estos servicios y que actúa como empresa pública, lo que implica entrar a partir de oposiciones, vemos que desde hace diez años no se han abierto nuevas plazas para cubrir puestos que año tras año van quedando ausentes. Esto se debe a que cada año se jubilan aproximadamente unos cincuenta controladores. Si sumamos la ausencia de convocatorias, hasta este año, de nuevas plazas, las plazas que van quedando libres, el incremento de tráfico en los aeropuertos españoles, vemos como i) la media de edad de los controladores es de 56 años, ii) no hay suficientes controladores, lo que implica un déficit y, iii) las horas de trabajo, por lo tanto carga que se acumula en estos profesionales, aumentan.

Controlar el tránsito aéreo, ya sea en ruta o aproximación, requiere de una gran concentración y estado mental claro. Por lo tanto dadas estas circunstancias, podemos entender que haya unas consecuencias que puedan afectar la operación en ruta, en los distintos sectores aéreos del cielo español, y en aeropuertos. Lo que no solo implica falta de recursos sino calidad en la gestión y seguridad a la hora de llevar a cabo las operaciones.

Para analizar esta actual situación en la que se encuentra la gestión del tráfico aéreo en nuestro país, se ha contado con la colaboración de dos controladores aéreos, en servicio, para que puedan explicar las repercusiones a nivel operacional y, por tanto como afectaría a su seguridad las limitaciones por lo que hace referencia, los recursos, en este caso el personal.

Análisis de resultados

Simulaciones

Las simulaciones se llevaron a cabo en dos sesiones diferentes, una realizada el 11 de junio de 2016, iniciando los ejercicios a las 10:00h y una segunda sesión realizada, al mismo grupo de personas, el día 16 de junio de 2016 a las 16:00h. A diferencia de lo que se había establecido, realizar las dos sesiones en la misma franja horaria, se optó por realizarla en distinta, dados los resultados que se iban obteniendo de las encuestas, ya que se observaba que factores como el estrés, la presión o la fatiga en turnos de tarde eran más elevados que de mañana. Además, otros factores que se tuvieron en cuenta a la hora de realizar las actividades fueron, la temperatura, la luminosidad y el ruido.

Para la serie 1 que fue realizada el 11 de junio se contó con 11 voluntarios que fueron expuestos a los ejercicios con una temperatura de la habitación de 21°C, con suficiente luz y con total ausencia de ruido. Para la serie 2, realizada el 16 de junio se contó con 10 de los 11 voluntarios de la anterior serie, expuestos a una temperatura de la habitación de 25°C, con ausencia de luz y ruido ambiente.

GAME FOR ATS PERSONNEL

	11 DE JUNIO		16 DE JUNIO	
	Inicio	Puntuación	Inicio	Puntuación
USER 1	10:30	10740	16:29	2340
USER 2	10:34	5030		
USER 3	10:40	32560	16:33	18060
USER 4	10:45	108630	16:38	86500
USER 5	10:49	42030	16:44	38100
USER 6	10:52	51340	16:49	46820
USER 7	10:59	43730	16:53	31270
USER 8	11:07	11610	17:01	12840
USER 9	11:14	96000	17:09	91280
USER 10	11:21	65910	17:14	21710
USER 11	11:26	43760	17:22	37290

SERIE 1
SERIE 2
 Resultados obtenidos de las dos series en la aplicación de simulación

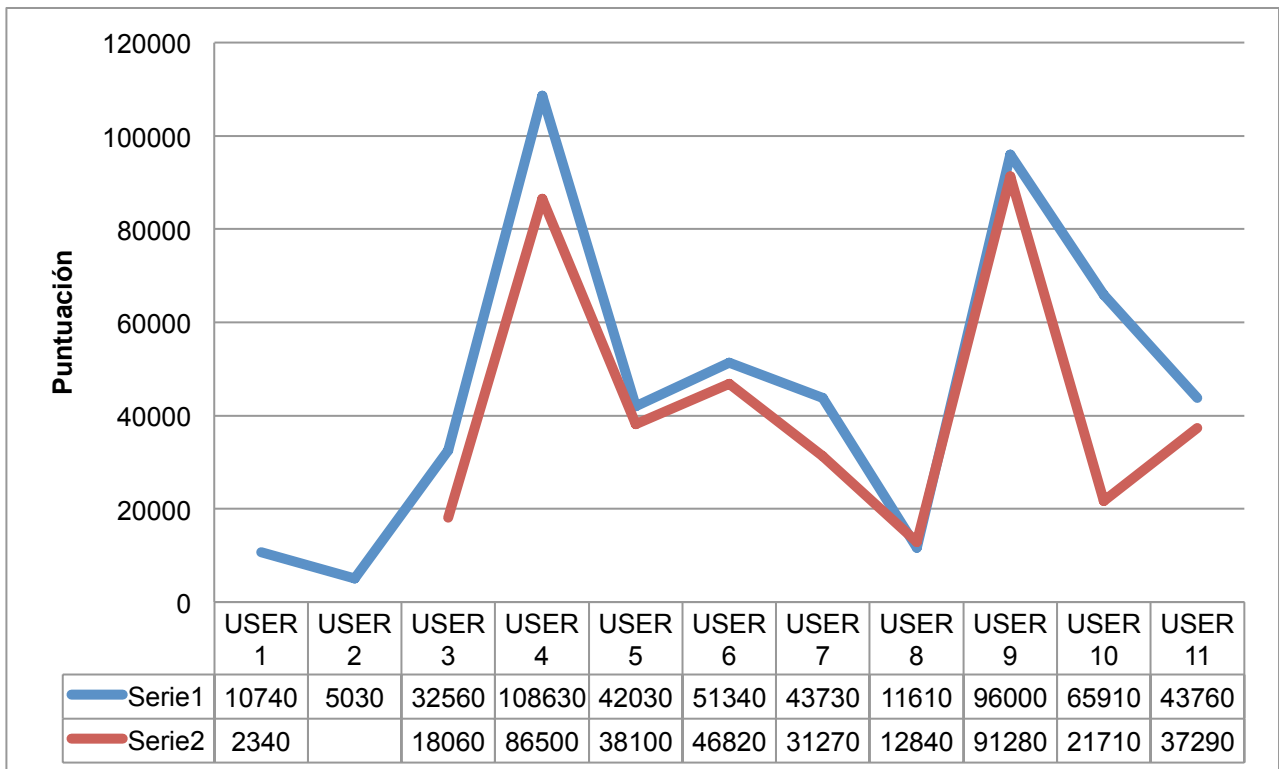


Gráfico de puntuaciones de las tablas, series 1 y 2

LUMOSITY (ATENCIÓN)

	11 DE JUNIO			16 DE JUNIO		
	Inicio	Puntuación	Peces	Inicio	Puntuación	Peces
USER 1	11:30	32860	37	17:32	31650	36
USER 2	11:37	20000	25			
USER 3	11:46	36860	41	17:44	35430	39
USER 4	11:52	31280	35	17:51	30090	31
USER 5	12:01	32790	37	17:56	21320	26
USER 6	12:09	30020	31	18:01	20050	25
USER 7	12:14	31210	33	18:09	31020	32
USER 8	12:19	32100	36	18:12	29070	31
USER 9	12:23	38450	44	18:17	36730	41
USER 10	12:31	36380	41	18:23	35990	40
USER 11	12:36	38760	45	18:29	35710	39

SERIE 1
SERIE 2
Resultados obtenidos de las dos series en el ejercicio de atención dividida

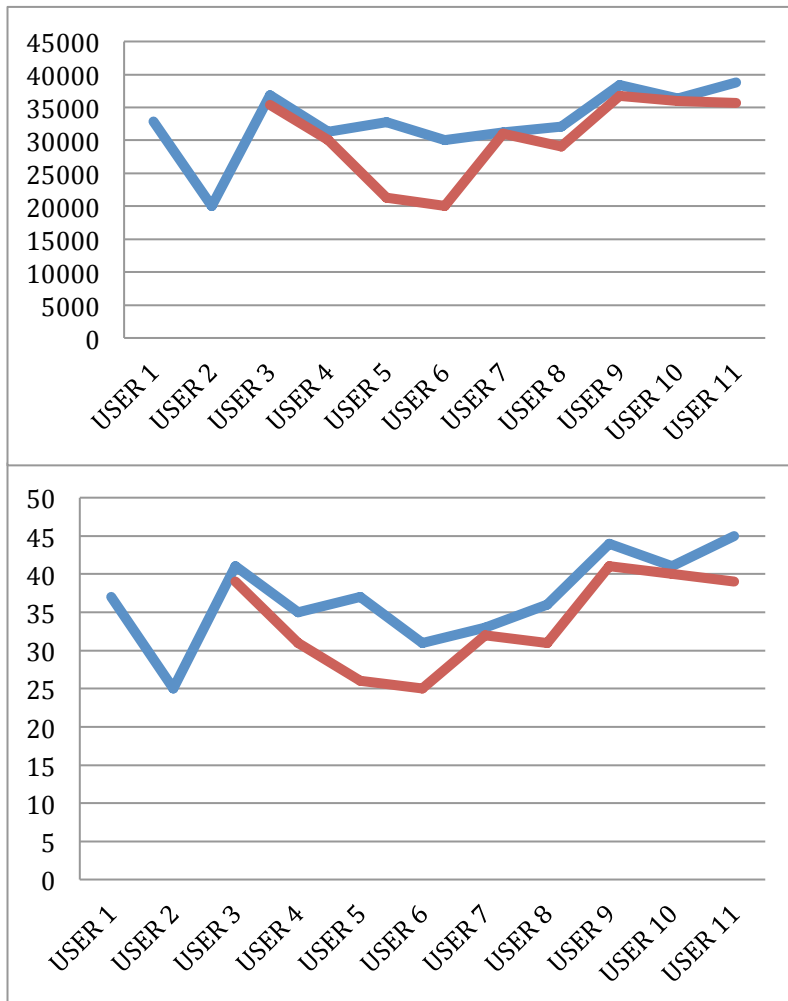


Gráfico de puntuaciones de las tablas, series 1 y 2.
Arriba: puntuaciones. Abajo: cantidad de peces acumulados

LUMOSITY (FLEXIBILIDAD)

	11 DE JUNIO			16 DE JUNIO		
	Inicio	Puntuación	Hojas	Inicio	Puntuación	Hojas
USER 1	12:54	15900	48	18:40	13220	37
USER 2	12:56	15500	44			
USER 3	12:59	19900	56	18:49	17600	52
USER 4	13:02	15300	41	18:52	13080	36
USER 5	13:04	16110	49	18:55	14160	34
USER 6	13:06	13200	37	18:57	12900	32
USER 7	13:09	15400	42	19:01	13280	37
USER 8	13:11	15600	46	19:04	14100	34
USER 9	13:14	17200	52	19:08	16800	50
USER 10	13:16	17200	52	19:13	15140	39
USER 11	13:18	18100	53	19:15	17040	51

SERIE 1

SERIE 2

Resultados obtenidos de las dos series en el ejercicio de flexibilidad cognitiva

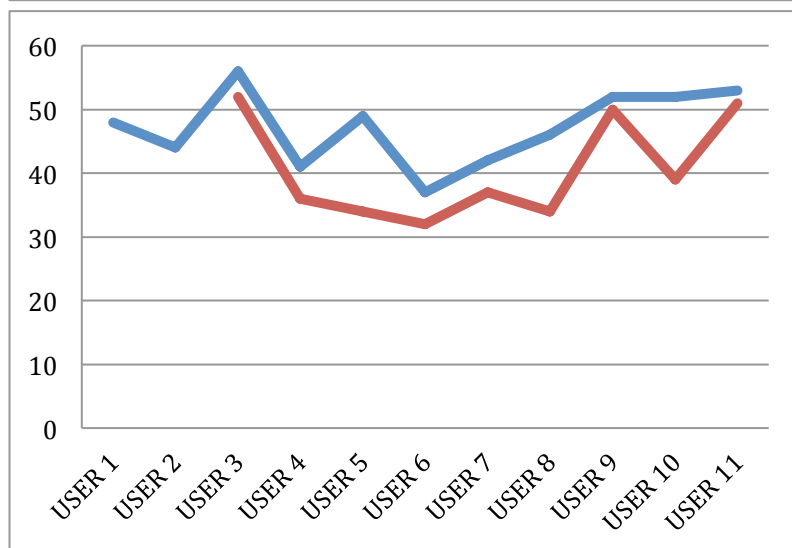
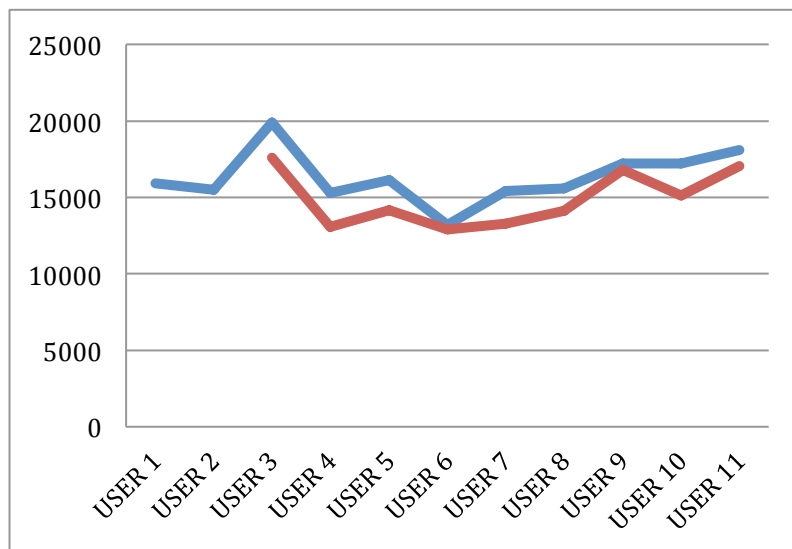


Gráfico de puntuaciones de las tablas, series 1 y 2.

Arriba: puntuaciones. Abajo: cantidad de hojas acumuladas

LUMOSITY (VELOCIDAD)

	11 DE JUNIO			16 DE JUNIO		
	Inicio	Puntuación	KM/H	Inicio	Puntuación	KM/H
USER 1	13:30	94620	94	19:21	91030	91
USER 2	13:34	66990	66			
USER 3	13:38	101150	101	19:29	94560	94
USER 4	13:42	92310	92	19:34	93210	93
USER 5	13:45	97540	97	19:38	96500	96
USER 6	13:48	81420	81	19:42	93010	93
USER 7	13:50	91790	91	19:45	90080	90
USER 8	13:53	94780	94	19:48	93450	93
USER 9	13:56	97630	97	19:51	92130	92
USER 10	13:59	98010	98	19:54	96410	96
USER 11	14:03	101110	101	19:59	99340	99

SERIE 1
SERIE 2

Resultados obtenidos de las dos series en el ejercicio de procesamiento de la información

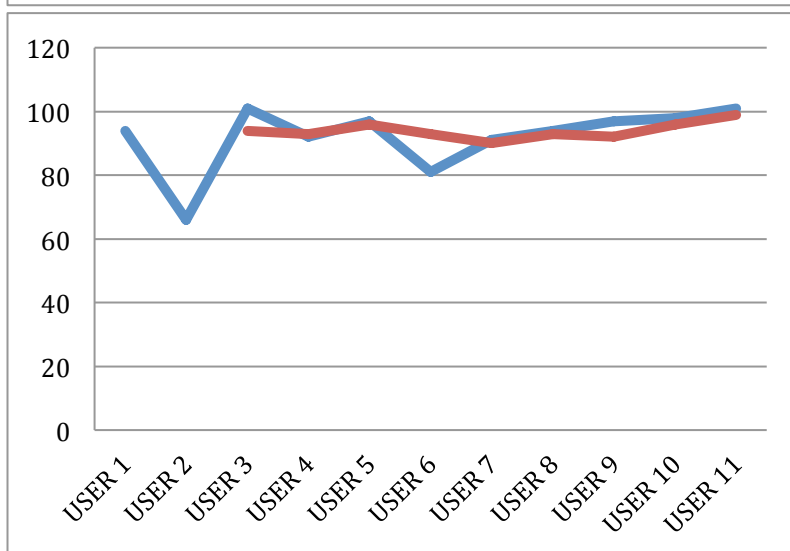
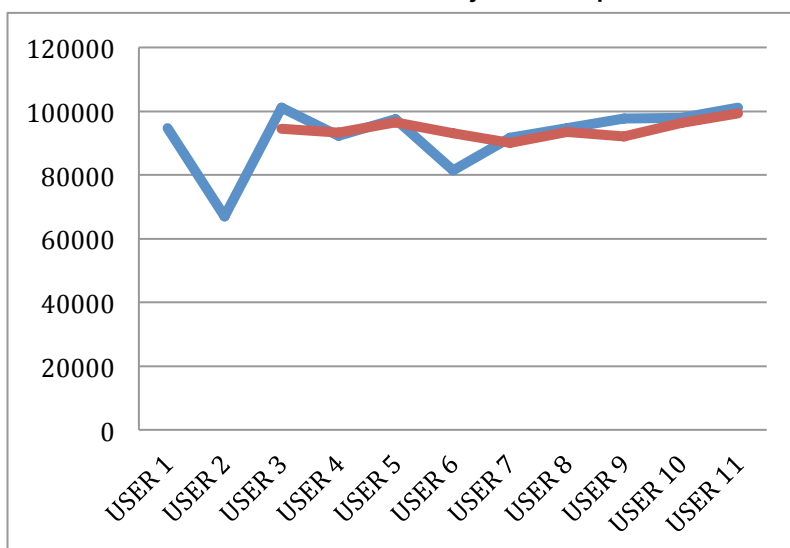


Gráfico de puntuaciones de las tablas, series 1 y 2.
Arriba: puntuaciones. Abajo: quilómetros alcanzados

Encuestas

Dado que el trabajo se centra en las consecuencias del estado físico y emocional, de los trabajadores, sobre su sitio de trabajo, las preguntas de la encuesta se han centrado en intentar responder como se ven más afectados a la hora de realizar sus tareas, en que situaciones se sienten mejor trabajando y en las que no, como se ve afectado el rendimiento.

Principalmente la razón de realizar las encuestas ha sido abordar el campo del entorno social y la interacción social así como la cultura organizacional. Que les produce estar motivados en el trabajo y, en el lado opuesto, que les produce desmotivación. Por otra parte también se ha querido investigar que otras influencias afectan al comportamiento humano y al rendimiento humano y podrían poner en riesgo el desarrollo de las actividades en su lugar de trabajo.

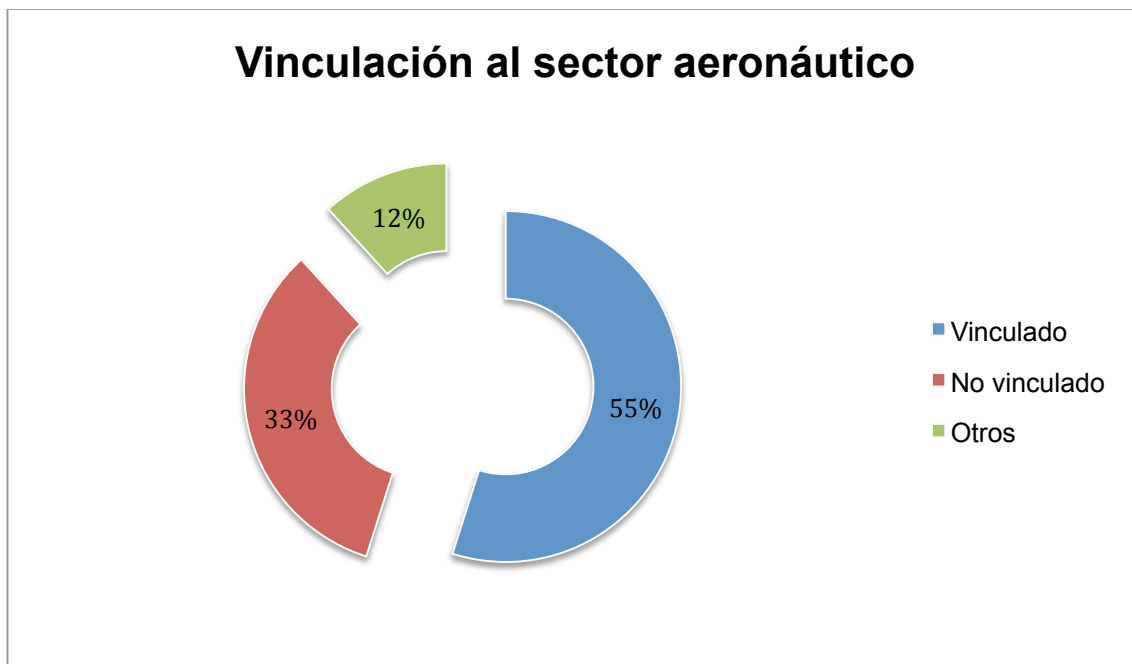
Otro aspecto que se ha querido recalcar es el concepto de “The Dirty Dozen” que fue diseñado especialmente para la comunidad del mantenimiento de la aviación pero que al igual son errores que se presentan en todos los tipos de trabajo, de la aviación, y que por lo tanto pueden ser o verse afectados todos los empleados, como pueden ser pilotos, o controladores, en la medida justa para cada empleo. Aún así, a los encuestados se les puso en situación de un puesto en un hangar de mantenimiento para poder responder a las preguntas específicas de este tema, además de contar, siempre, con la experiencia de cada voluntario.

Todas las encuestas se pueden consultar en el Anexo I de este trabajo.

A continuación se detallarán gráficamente los resultados más significativos de las encuestas para poder obtener unos resultados y poder responder, más adelante, las cuestiones planteadas.

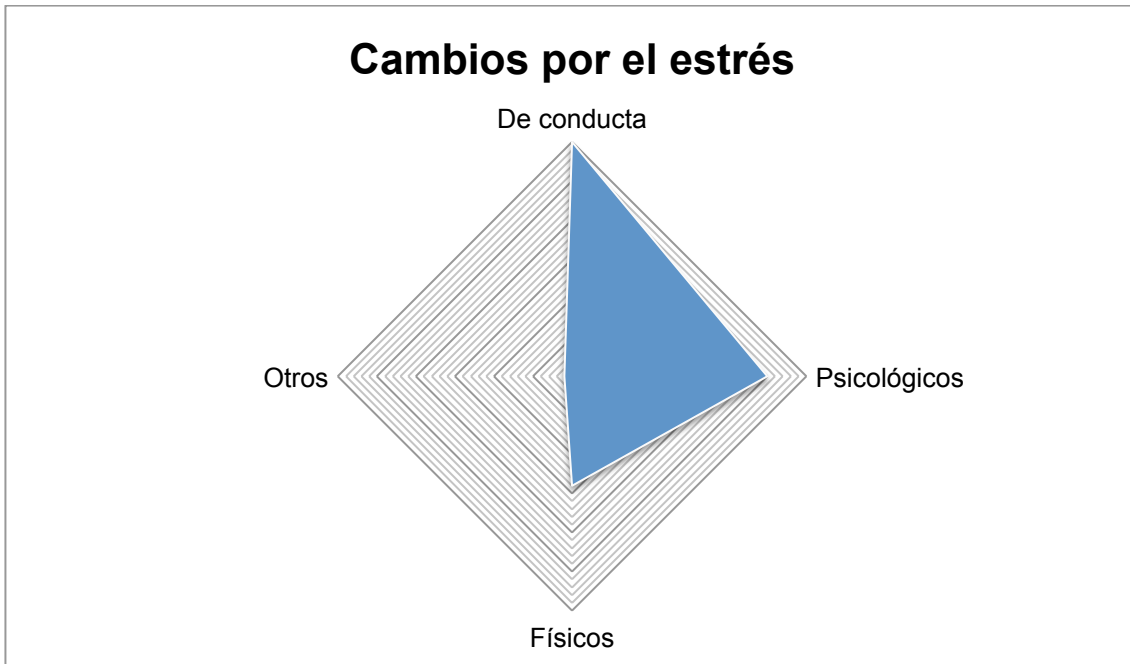
Una vez terminado el plazo de realización de la encuesta se han recogido un total de 51, las cuales han sido repartidas por toda la población, libres de participar en ella cualquier persona que estuviera estudiando o trabajando, o

que lo hubiera hecho en años anteriores. Aunque se les pedía indicar la edad, no es un dato significativo a la hora de analizar, pero si la situación en la que se encuentran, con unos resultados prácticamente iguales si los dividimos en personas que están vinculadas en el mundo de la aviación y personas que no lo están.



Porcentaje de encuestados vinculados al sector aeronáutico

Otro punto inicial que era importante conocer era el echo de saber como afectaba el estrés en la persona, es decir que consecuencias podían originarse cuando ese factor estaba presente en un individuo, ya estuviera en su puesto de trabajo, lo que originaria posibles fallas, que es a lo que viene el actual estudio o, incluso en sus estudios o ámbitos personales, que al igual podrían ocasionar otro tipo de errores o situaciones que involuntariamente se desarrollaran en el puesto de trabajo. Los resultados muestran como cambios conductuales y psicológicos son los que más se ven afectados con niveles elevados de estrés. Seguidos de cambios físicos, los que en trabajos donde se requiera un grado de ejercicio más elevado podría verse repercutido.

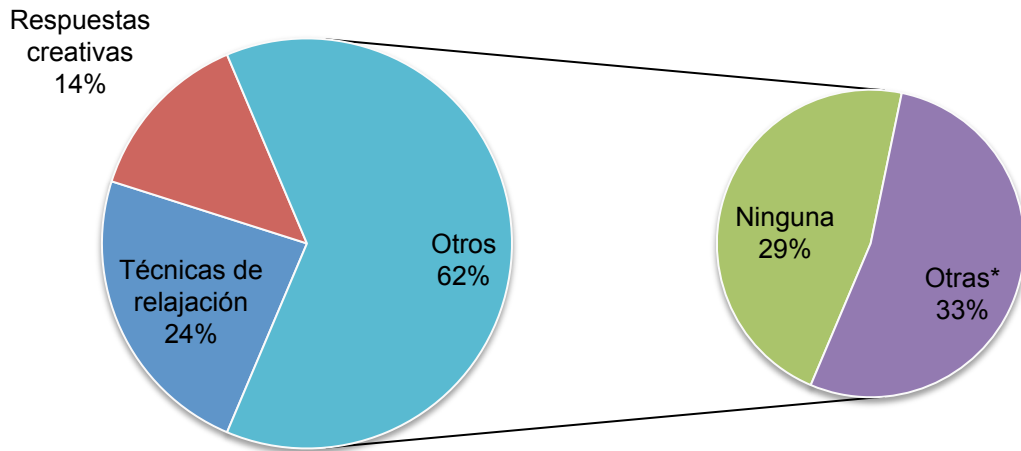


Tipos de cambios experimentados por estrés

Una vez conocidos los datos sobre qué cambios experimenta una persona cuando se siente estresada, en muchos casos se les puede dar solución para que esto no tenga un sentido negativo a la hora de llevar a cabo funciones en el puesto de trabajo o que tenga otro tipo de consecuencias negativas que puedan afectar de una manera u otra en la actividad de una persona en su puesto de trabajo. Muchas de estas técnicas son respaldadas por profesionales que garantizan una disminución de los niveles de estrés para poder operar en condiciones más normales. Por otra parte se ha observado mediante el análisis de los resultados como muchas de las personas no dan solución a este factor.

En el gráfico que viene mostrado a continuación, se observa como más del 50% de las personas optan por soluciones poco aconsejables para la mejora de la situación a la que se encuentran. Del 62% de las personas que no consiguen dar solución un 33% opta por métodos que podrían tener consecuencias ya que no garantizan que el estrés desaparezca, sino que se mantenga como una falla latente en lo que vendría siendo el modelo del queso suizo. Estas otras técnicas podrían ser: planificación de las tareas, tomar descansos, distraerse, desconexión del trabajo. Está comprobado que estos métodos también favorecen la disminución de los niveles de estrés pero que repercuten negativamente en el desarrollo de las actividades y funciones.

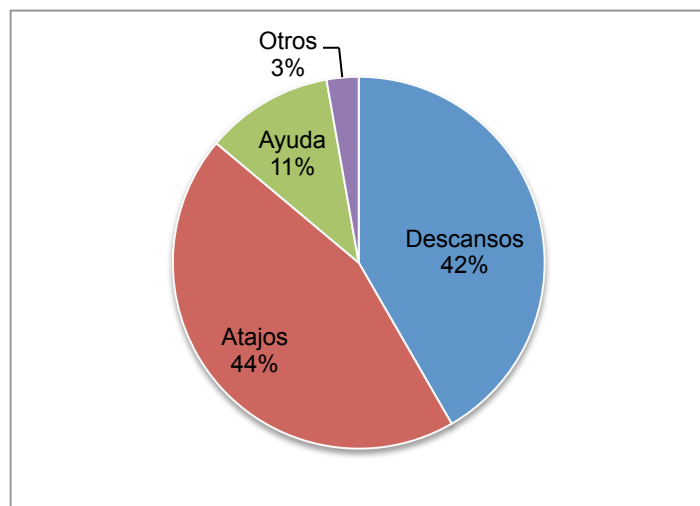
Soluciones al estrés laboral



Soluciones al estrés

Por otra parte, cuando se les puso en situaciones distintas de trabajo, los resultados obtenidos fueron que un 68% prefiere realizar sus tareas en un turno de mañana frente a un 32% que prefiere de tardes. Un 77% prefiere tener un grupo de trabajo, mientras que un 22% prefiere trabajar solo. Además se ha podido comprobar como la mayoría a la hora de realizar su trabajo se siente motivado por el salario que va a percibir y su jornada de descanso, pudiendo acortar lo máximo sus tareas. Siguiendo con este análisis el 68% prefiere tener una jornada de tres días de trabajo y dos de descanso, aunque pudiera trabajar fines de semana y festivos. Un aspecto en el que más del 80% estaba a favor era el de poder contar con formación continuada en su lugar de trabajo, lo que favorecería a la realización de sus tareas y aprender nuevos conocimientos.

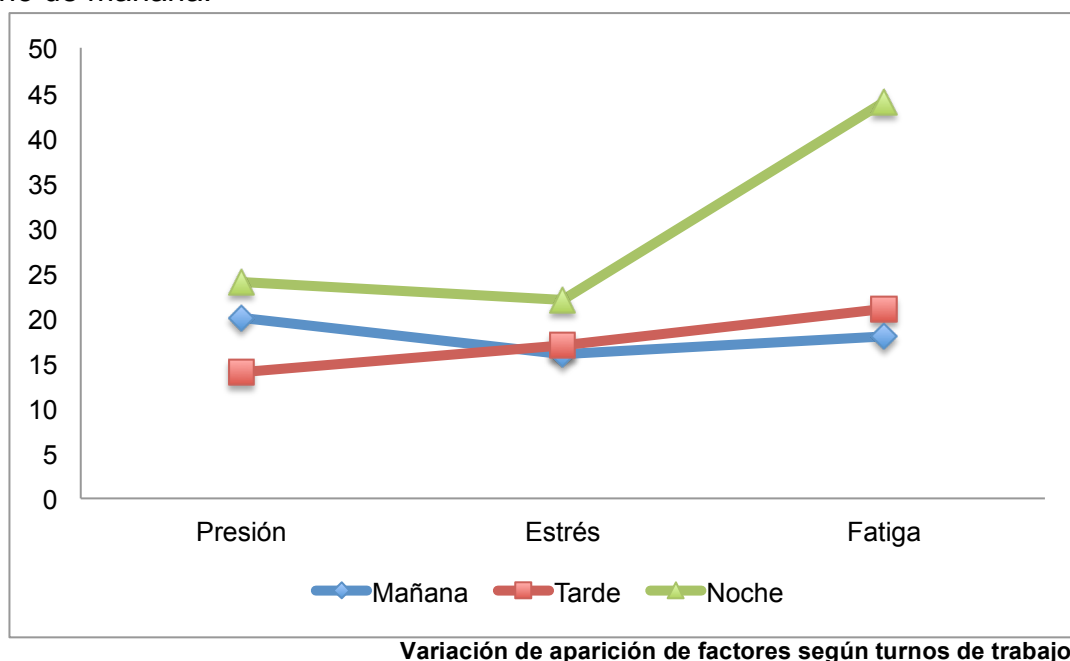
Suponiendo que la jornada de trabajo es de 8h para un trabajador normal, y sabiendo que si realizara todas sus tareas pudiera



Porcentaje sobre soluciones para finalizar la jornada

salir antes de su trabajo, aproximadamente el 70% de los encuestados respondieron que realizarían con la mayor rapidez sus tareas y así poder salir antes del trabajo. Para poder realizarlas más rápido, la gran mayoría, como se puede observar en el gráfico optan por evitar distracciones y descansos o incluso encontrar maneras, tal vez no ortodoxas, de acabar cuanto antes sus tareas. Apenas el 10% pediría ayuda a sus compañeros para dividirse las tareas y que ambos pudieran salir antes de su puesto de trabajo.

Por último, pero no menos importante, cabe destacar el análisis de esos resultados que los encuestados han considerado factores que pueden afectar al comportamiento y rendimiento. Cuando se trataba el tema de los principales errores que pueden ocurrir al llevar a cabo las distintas tareas, la gran mayoría afirmó que la falta de comunicación y el trabajo de equipo es el principal problema. Aún así, datos anteriores mostraban que aunque preferían trabajar en grupo, no se veían reacios a pedir ayuda a sus compañeros. La presión y el estrés son dos de los factores que más destacados han estado, siendo una de las principales causas de error o bajo rendimiento. La fatiga, también otro de los factores que afecta al comportamiento humano y a la probabilidad de error, se considera que afecta mucho más a medida que los turnos de trabajo sobrepasan el mediodía, es decir se ve más afectado el trabajador para turnos de tarde y noche, alcanzando para este último el 86% respecto al 35% de un turno de mañana.



Entrevistas

Una vez realizadas las entrevistas a los profesionales del sector, se muestra un análisis y valoración de las entrevistas realizadas que pueden consultarse íntegramente en el Anexo II de este trabajo.

Dada la situación en la que se encuentra el control del tránsito aéreo en nuestro país, se observa como afirmativamente, actualmente y, para un futuro se presenta un déficit de recursos en lo que se refiere a el control y la gestión del tráfico. Y, más, cabe destacar en las temporadas de verano y navidad que es cuando más vuelos se realizan. Esta falta de recursos implica unas jornadas de trabajo mucho más largas, lo que impide el descanso correcto de los controladores o bien sino como se comenta, al final una liberalización de más torres de control y a su vez la formación de nuevos controladores para llevar a cabo las funciones, de esta manera se contaría con una cantidad más elevada de personal.

Si tenemos presente que el número de controladores, a día de hoy, no satisface la demanda de operaciones y que por lo tanto las horas acumuladas de un controlador superan lo que consta en el convenio colectivo profesional de esta profesión, ¿cómo se ve afectada la actividad? El convenio marca un máximo de 1.670 horas anuales, casi un 20% más de horas que otros países de Europa cuyas horas máximas no superan las 1.400. Pero la realidad es que no importa el número de horas totales anuales que marque y se deban hacer si en verdad se realizan en esas temporadas de mayor tráfico, lo que tiene como consecuencias ir cansados y acumular cansancio al puesto de trabajo.

Además, si a todo esto se le suma el echo de que los controladores aéreos están de guardia, lo que pueden ser llamados a trabajar cuando se les solicite y que no subyace si ya han trabajado durante otro turno anterior al demandado. Estas horas de guardia, llamadas imaginarias, vienen dadas en el cuadrante junto con los turnos estándares de trabajo y los días libre que les corresponden. Aunque, dada la falta de recursos se está viendo como los días que figuran como libres, muchos de ellos se deben ocupar para satisfacer las necesidades actuales. Ahora veamos como el día a día de un controlador

aéreo, el cual se puede ver envuelto en situaciones más o menos estresantes o, incluso en situaciones de emergencia y como el cansancio acumulado podría afectar.

No siempre hay situaciones de emergencia declaradas, por lo que en general una de las cosas que más puede afectar a la operativa es la climatología a la que se pueden enfrentar. Una vez más, sumado a la falta de personal y, en este caso a las bajas que se pueden dar. Así, clasificaríamos la meteorología como primer factor, seguido de la ausencia de personal y, tercero, el tráfico, sobretodo en los meses de mayor movimientos. Como se ha explicado en el capítulo sobre Factores Humanos, se abre una cadena de infortunios en el llamado queso suizo, que podría conllevar a la mala gestión y producirse un incidente en el mejor de los casos, con la posibilidad de un accidente que originaría una investigación a nivel de la gestión del tránsito aéreo en cielo español.

Una vez entendiendo lo que sucede a nivel operacional y gestión de los recursos disponibles, se preguntó como veían la idea de implantar un único cielo europeo. A los controladores les parece una buena idea, pero no solo a ellos, sino a compañías aéreas, ya que permitiría ahorrar costos y mejorar la eficiencia. El problema se presenta en los gobiernos, ya que se muestran reticentes a liberar algo que consideran que les pertenece, como ocurre en países como Francia, uno de los más negados a esta iniciativa. Otro de los problemas analizados, sería a la hora de homogenizar la formación, por ya que cada país dispone de sus propias ayudas a la navegación y no para todos son las mismas. Recordemos que la idea de este cielo único europeo es una iniciativa de la Comisión Europea por la que el diseño, administración y regulación del espacio aéreo será coordinado por la Unión Europea. Esto beneficiará a todos los usuarios del espacio aéreo, garantizando la seguridad y la utilización eficiente de dicho espacio y el sistema de control de tráfico aéreo, dentro y fuera de la UE. La administración del espacio aéreo dejará de contar con fronteras nacionales.

Finalmente, hablando sobre el tema de la formación que se ha recibido y se recibe, se muestra como, siempre ocurre, la formación obtenida no siempre es la adecuada y podría ser mucho mejor, dada las responsabilidades y distintas situaciones cambiantes que se pueden encontrar. También, como sucede la realidad dista mucho de lo que se ha aprendido y como se han llevado a cabo la resolución de incidencias en las múltiples situaciones. Otro aspecto a considerar es el hecho de que a pesar de que se realizan formaciones a lo largo de la vida laboral éstas no siempre están coordinadas para ser realizadas en un espacio de tiempo adecuado, sino que muchas veces estas formaciones se realizan justo antes o después de el turno de trabajo, o incluso en días libres lo que no favorece al descanso y por lo tanto a asimilar nuevos conceptos, situaciones o dar un rendimiento adecuado a estas clases.

Otros de los aspectos clave en formación y reclutamiento de nuevos controladores aéreos, que es uno de los que más opiniones se encuentran, dado que ahora se han abierto nuevas vacantes después de más de diez años sin hacerlo, viene dado en la privatización de las escuelas que ofrecen dicha formación para ser controlador. Años atrás se realizaba la formación para aquél puesto al que se presentaba el candidato, con las habilitaciones que correspondían, cosa que ahora exigen realizarlas todas, lo que implica un mayor coste y no garantiza que se llegue a ocupar un puesto para el que el candidato se ha preparado. Aunque este coste elevado no es el principal problema del actual sistema de negocio, que es a lo que se ha enfocado, al parecer, sino que solamente los candidatos con el suficiente nivel adquisitivo puedan realizar dicho curso, independientemente si tienen las habilidades necesarias para ser un controlador, visión espacial, capacidad de comunicación, etc. y que aquellos que las poseen, tal vez, no puedan ejercer dado el precio del curso.

Conclusiones

Conclusiones y propuestas

Una vez concluida esta investigación, se puede dar respuesta a las hipótesis inicialmente marcadas de la manera siguiente:

El principal error que supone un desencadenante para un accidente viene dado por fallas en el desarrollo de las actividades del personal cualificado. Estas pueden originarse por factores como pueden ser la falta de comunicación con el resto del equipo del trabajo y factores como el estrés laboral, la fatiga y la presión. Un mal ambiente de trabajo en cuanto a condiciones externas perjudica gravemente la operativa marcada. De esta manera podemos concluir, en este punto, que dados estos factores se pueden originar **errores de omisión**, los cuales reflejan fallos a la hora de realizar una acción, **errores de comisión**, los cuales se refieren a aquellas veces en que una acción se realiza incorrectamente. La **secuencia de errores** viene dada cuando una determinada acción se realiza fuera de la secuencia debida. Además de la aparición de **errores temporales** que reflejan aquellas veces en que un individuo realiza una acción en un tiempo indebido, ya sea demasiado rápido o lento.

Por otra parte los niveles de formación obtenidos durante la vida laboral de personal vinculado al mundo de la aviación suele ser continuado y los trabajadores siempre se muestran dispuestos a poder realizar nuevos cursos de refresco. En este trabajo se ha podido adentrarse especialmente en el entorno de los controladores aéreos, lo que permite afirmar que la formación en este sector es la adecuada si obviamos pequeños desajustes que puedan originarse por la falta de recursos como se ha podido comprobar. Por otra parte sería interesante mirar la formación que recibe personal de tripulación de una aeronave, es por esta razón que no se puede confirmar que uno de los principales factores de accidentes aéreos sea causado por la falta de entrenamiento de la tripulación.

Como se ha comentado, los motivos personales y la carga de trabajo afectan negativamente pudiendo originar estrés y la presión, lo que conllevaría consecuencias como las distracciones y por lo tanto errores que originen fallas activas, estando latente la fatiga. Factores, no menos importantes, como el ruido percibido y la luminosidad y la humedad a la que se está expuesto en el lugar de trabajo, tienen un efecto significativo en los resultados.

Finalmente, con especial atención a la profesión de los controladores aéreos, actualmente la presión a la que están sometidos juntamente con la fatiga acumulada por el exceso de horas de trabajo acumuladas y, aunque la seguridad operacional esté garantizada, la verdad es que están presentes fallas latentes que podrían originar un accidente dependiendo de las situaciones en las que se encontraran, siguiendo de mayor a menor repercusión:

- a. Meteorología
- b. Carga de trabajo
- c. Densidad del tráfico aéreo
- d. Incidentes de otras aeronaves

Así, teniendo todos los resultados analizados y habiendo podido dar una respuesta a las cuestiones iniciales, se puede decir que dependiendo de la perspectiva de seguridad en la aviación puede tener diferentes connotaciones:

- a. Cero accidentes o incidentes graves
- b. Libertad de peligros
- c. Actitudes de los empleados de las organizaciones de aviación hacia los actos y condiciones inseguras
- d. Incumplimiento de la normativa

Cualquiera que sea la connotación, todos ellos tienen en común que subyace a la posibilidad de un control absoluto. Sin embargo, mientras que la eliminación de accidentes y/o incidentes graves y el logro de un control absoluto es ciertamente deseable, hay metas inalcanzables, ninguna actividad humana o sistema hecho por el hombre pueden ser garantizados para estar absolutamente libre de peligros y errores operacionales.

Mientras los riesgos de seguridad y los errores operacionales se mantienen bajo niveles razonables de control, un sistema tan abierto como dinámico como lo es la aviación civil comercial se considera segura. Por lo tanto, de acuerdo con la OACI, por fin podemos definir la seguridad de la siguiente manera: El estado en el que la posibilidad de daños a las personas o de daños a la propiedad se reduce y se mantiene en o por debajo de un nivel aceptable a través de un proceso continuo de identificación y seguridad de peligros y gestión de riesgos.

La investigación del accidente podría dar marcha atrás en busca de un punto o puntos en el canal de eventos donde las personas directamente involucradas en la falla de seguridad no hacen lo que se espera de ellos.

- Centrarse en los resultados
- Actos inseguros del personal operacional
- Asignar la culpa / castigar por falta de "realizar con seguridad"

Es comúnmente aceptado el estereotipo de que, en la aviación, la seguridad es siempre la primera prioridad. Si bien social, ética y moralmente impecable, este estereotipo puede no coincidir con la realidad de cualquier organización de aviación. Todas las organizaciones de aviación se han creado para generar beneficios (primer objetivo). Por lo tanto, todas las organizaciones de aviación pueden ser consideradas organizaciones empresariales. De este modo surgen niveles de estrés, presión y fatiga para llevar a cabo los resultados deseados por las empresas, con el menor coste posible y por lo tanto con el menor de recursos posibles, solamente lo estrictamente necesario para operar.

Para garantizar, entonces, una mayor seguridad y dado todo lo anterior, se proponen unos ejemplos de factores y procesos que se deben mirar la hora de identificar los riesgos:

- Factores de diseño, incluyendo los equipos y diseño de las tareas
- Procedimientos y prácticas de operación
- Comunicaciones, incluyendo medios, terminología y el lenguaje
- Factores de personal: formación, planes, la remuneración y la asignación de los recursos

- Factores de organización
- Factores del entorno de trabajo
- Rendimiento humano

Con el fin de diseñar un sistema para gestionar de manera eficiente el espacio de seguridad mencionada, tres puntos deben ser considerados por los diseñadores:

1. Tecnología/recursos
2. Formación
3. Reglamentos

Para aquellos que se puedan interesar en estudiar como prevenir accidentes aéreos o como mejorar la seguridad operativa, relacionados, en parte, con las consecuencias de los errores humanos, factores humanos, se propone el estudio del *Safety Management System*.

Bibliografía

AENA. (s.f.). *Descubrir El control del tráfico aéreo*. Recuperado el 13 de Abril de 2016, de La profesión:

http://www.aena.es/csee/Satellite?MO=2&SMO=1&c=Microsite_FA&cid=1069405146937&p=1069068239603&pagename=Microsite%2Fmicrosite

Alvernia, E. L. (s.f.). La seguridad en la aviación depende de los factores humanos. 37-39.

Centro de Medicina Aeroespacial, Fuerza Aérea Colombiana. (2008). Medicina aeroespacial y factores humanos en aviación. *Revista Med* , 16 (2), 249-260.

Dozen, A. t. (s.f.). *Federal Aviation Administration* . Recuperado el 13 de Abril de 2016, de www.FAASafety.gov

Durlej, K. (s.f.). *SKYNECK*. Recuperado el 22 de Abril de 2016, de How often aircraft accidents happen: <http://www.skyneck.com/how-often-aircraft-accidents-happen/>

ENAIRE. (s.f.). *Cultura de Seguridad*. Recuperado el 22 de Abril de 2016, de Revista + Seguridad en Navegación Aérea:
<http://www.enaire.es/csee/Satellite/SeguridadOperacionalNA/es/Page/1228215412754/1228215409292/Cultura-de-Seguridad.html>

Eurocontrol. (2004). The Human Factors Case: Guidance for Human Factors Integration. *EUROPEAN ORGANISATION FOR THE SAFETY OF AIR NAVIGATION*, (pág. 114). Brétigny.

Figueiredo, C. (2012). *Operaciones en trayectorias 4D Vuelos más eficientes*. Sistema Regional de Cooperación para la Vigilancia de la Seguridad Operacional. Lima: SRVSOP.

Modesto, M. A. *LA PSICOLOGIA AERONAUTICA. Desarrollos actuales. Contribuciones a la prevención de accidentes*. Univ. de Buenos Aires. , Buenos Aires.

Modesto, M. A. (2011). *ESTRÉS Y SEGURIDAD OPERACIONAL EN LA ACTIVIDAD AEROESPACIAL.*, (pág. 5). Buenos Aires.

Pacheco, O. D. *FACTORES HUMANOS EN AVIACIÓN.*

Pérez, M. Á. *AERONAVEGABILIDAD Y MANTENIMIENTO DE LA AERONAVEGABILIDAD.*

Sagarra, F. M. *CONTROL DE TRÁFICO AÉREO Y MARÍTIMO. IDENTIFICACIÓN DE IDIOSINCRASIAS Y APORTACIONES AL CONTEXTO DE LA SEGURIDAD MARÍTIMA.* Barcelona.

Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil. (2014). Factores Humanos en la aviación . (OPAIN, Ed.) Recuperado el 11 de Abril de 2016, de Aeronáutica Civil, Entidad de Clase Mundial.