



VNIVERSIDAD  
D SALAMANCA

**Memoria final: Proyecto de Innovación y Mejora Docente ID2017/059**

*Exploración del nivel de fatiga en prácticas de vuelo de pilotos-alumnos, y su efecto en el proceso de adquisición de competencias.*

**Datos del proyecto:**

**TÍTULO:** *Exploración del nivel de fatiga en prácticas de vuelo de pilotos-alumnos, y su efecto en el proceso de adquisición de competencias.*

**REFERENCIA:** ID2017/059

**PDI RESPONSABLE:**

Dra. Dominika Zofia Wojcik

**CENTRO EN EL QUE SE HA LLEVADO A CABO EL PROYECTO:**

Adventia, European College of Aeronautics- Centro Adscrito a la Universidad de Salamanca (USAL).

**MIEMBROS DEL EQUIPO:**

-Dra. Dominika Zofia Wojcik- Adventia, European College of Aeronautics- Centro Adscrito a la USAL y Facultad de Psicología y Bellas Artes, USAL.

-Dr. Ángel Fernández Ramos- Facultad de Psicología y Bellas Artes, USAL.

**DURACIÓN:**

CURSO ACADÉMICO 2017/2018.

**SUBVENCIÓN CONCEDIDA:** sin financiación

## 1. Descripción general del proyecto

Los factores humanos, en particular los errores del piloto, son de gran importancia en el análisis de accidentes e incidentes. En un estudio realizado por National Transportation Safety Board (NTSB) se examinó los factores que influyen en un incidente o accidente. Los resultados indican que entre el 15-20% de las incidencias están causadas por la fatiga de los pilotos. En el año 2010, la National Aeronautics and Space Administration demostró que el 20% de los incidentes reportados mediante el Aviation Safety Reporting System (ASRS) estaban relacionados con la fatiga. A pesar de la evidencia, pocos estudios han tratado hasta la fecha el tema de la fatiga en los pilotos-alumnos. Tampoco se ha investigado el cómo el cansancio durante las prácticas de vuelo puede afectar el proceso de adquisición de competencias. En un estudio reciente, realizado por el Centro de Medicina del Sueño (CENC) de Lisboa, se compararon las diferencias entre el cansancio y la fatiga padecidos en los vuelos de Short Haul (corto radio) y Long Haul (largo radio) por pilotos comerciales. Usando 3 cuestionarios que medían el nivel de fatiga (Fatigue Severity Scale), el nivel de somnolencia (Epworth Sleepiness Scale) y el nivel de cansancio (Jenkins Sleep Scale), se recogieron datos con una muestra de 313 de pilotos de vuelos a corto radio y 122 de largo radio. Los resultados dentro de estos porcentajes concluyeron que para los pilotos que volaron a corto radio un 61.1% sufría somnolencia, un 34.2% tenía quejas de sueño y un 93% padecía de fatiga. Para los pilotos de vuelos a largo radio, los porcentajes fueron de un 53.3%, 36.9% y 84.4% respectivamente. De esta manera, el estudio indica que, los vuelos a corto radio provocan más fatiga que los vuelos a largo radio.

Este estudio es importante para el presente proyecto ya que, los pilotos en formación, realizan los vuelos que en su longitud, se parecen a los vuelos a corto radio (aproximadamente 3 horas). A pesar de su gran importancia, hasta la fecha, no se han explorado los niveles de fatiga aguda y crónica en alumnos pilotos y su efecto en el proceso de aprendizaje. **La novedad del presente proyecto** supone implementar una amplia gama de cuestionarios directamente relacionados con la fatiga y ver cómo la fatiga afecta al rendimiento de los alumnos en diferentes maniobras practicadas en la escuela. Además, se pretende implementar dichas medidas no solamente para vuelos realizados durante el día, sino también para vuelos nocturnos.

## 2. Metodología

**Participantes.** Veinte alumnos de Adventia (edad: 19-24 años) participaron en el estudio. Cada alumno realizó la evaluación durante una misión solo. Se ha excluido a 4 sujetos por no rellenar todas las escalas. Los alumnos habían realizado entre 40-100 horas de vuelo a la hora de su participación en el estudio.

**Materiales y procedimientos.** El rendimiento de los alumnos en cada misión se midió a través de evaluaciones por los instructores de vuelo y autoevaluaciones de los alumnos para obtener medidas de rendimiento objetivas (instructor) y subjetivas (alumno). La

idea central de este trabajo era que, una de las causas del bajo rendimiento de las personas, puede ser debido a la fatiga tanto aguda como crónica. Por ellos, se ha explorado con diferentes medidas ambos tipos de la fatiga (véase la descripción abajo). El rendimiento y el nivel de fatiga aguda se evaluaron siempre después de la misión realizada. La medida de fatiga crónica se ha realizado una semana después o antes de la misión. Los alumnos han firmado un consentimiento informado antes de comenzar el estudio.

### **MEDIDAS DE FATIGA AGUDA**

Para medir la fatiga aguda los alumnos rellenaron información sobre:

- Horas de sueño.
- Duración del vuelo.
- Nivel de cansancio (en una escala de 1-*muy descansado* -5 *muy cansado*).
- Nivel reto de la misión (en una escala de 1-*muy fácil* -5 *muy difícil*).

### **MEDIDAS DE FATIGA CRÓNICA:**

Para medir la fatiga crónica los alumnos rellenaron las siguientes escalas:

- FSS: Fatigue Severity Scale donde se indica en una escala de 1-7 la frecuencia de ocurrencia de situaciones de cansancio siendo el uno un “totalmente en desacuerdo” y el siete un “totalmente de acuerdo”. La calificación máxima en esta prueba es de 49. La puntuación de 28 es un punto de corte para indicar un nivel de fatiga significativo.
- ESS: Epworth Sleepiness Scale, en la que se responde a través de una escala del 0 al 3 la probabilidad de que la persona se quede dormida en ciertas situaciones cotidianas. La máxima calificación es de 24, siendo 10 un punto de corte que indica niveles de deprivación crónica de sueño.
- VAFS: Visual Analogue Fatigue Scale mide el nivel de fatiga crónica global percibido con una valoración del 0 a 10.
- JSS: Jenkins Sleep Scale mide la calidad del sueño y la dificultad para quedarse dormido usando una escala del 0 al 5 donde la persona indica la frecuencia con la que ocurren dichos problemas. El punto de corte en esta escala es de 3.

### **MEDIDAS DE RENDIMIENTO**

Se ha realizado un análisis estadístico para poder comparar niveles de la fatiga en grupo de personas que tienen el rendimiento bajo con el grupo de alto rendimiento. Para medir el rendimiento se desarrolló diferentes preguntas sobre varios aspectos de cada misión. Con una escala de entre 0-100, los alumnos y los instructores evaluaron diferentes aspectos de la misión usando una escala (véase la escala abajo). El alumno/instructor entendía que la calificación de menos de 75% significaría una misión suspensa, mientras que una calificación de entre 75% y 85% significaría una misión aprobada con una nota *standard minus* (ST-), entre 90-95%, significaría una misión

aprobada con nota *standard* (ST), y 100% sería una misión aprobada con nota *standard plus* (ST+).

Se han elegido varias misiones que suponen un reto para los alumnos, bien por su duración, o por la importancia a la hora de la evaluación. A continuación se describe brevemente los retos de cada misión:

**Las misiones: 29, 51 y 68** suponen un reto porque el alumno realiza diferentes maniobras volando solo, por primera vez.

**La misión 102** es de monomotor avanzado fase visual, donde el alumno está practicando una serie de maniobras necesarias para poder aprobar el examen de Piloto Privado (PPL).

**La misión 166** evalúa la capacidad del alumno de gestionar una situación muy estresante de fallo de motor (simulado) durante cualquier fase del vuelo.

A continuación exponemos un ejemplo de cómo era una hoja de evaluación de la misión 68 realizada por el alumno y el instructor.

#### **MISSION 68-INSTRUCTOR**

ID alumno:  
Iniciales Instructor:

##### **EVALUACIÓN DEL PROGRESO Y DESEMPEÑO DEL ALUMNO.**

Por favor, piensa cuidadosamente en cada aspecto de la maniobra descrito abajo (fallo de motor) a la hora de evaluar el rendimiento de tu alumno. No dudes en poner ST- o ST+ o SI, si te parece que el alumno lo merece.

1. Fallo de motor (gestión y procedimiento de recuperación).

5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%
SI														ST-			ST		ST+

2. Navegación fuera de la R71 y por los sectores (relación entre la navegación planificada y la real).

5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%
SI														ST-			ST		ST+

3. Conciencia situacional.

5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%
SI														ST-			ST		ST+

4. Replanificación en la navegación, orientación, y aplicación de las 6T's.

5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%
SI														ST-			ST		ST+

5. Capacidad y habilidad de comunicación durante toda la fase de vuelo tanto con ATC como con el resto de tráficos en coordinación.

5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%
SI														ST-			ST		ST+

La misma escala (con preguntas parafraseadas) se entregó a los alumnos para que realizasen su evaluación de la misión. Se ha calculado una nota media de la evaluación.

### 3. Resultados y discusión

A continuación se presenta los datos descriptivos relacionados con la fatiga aguda (véase *Tabla 1.*). En el grupo de rendimiento bajo ( $M = 73.52$ ,  $DT = 4.35$ ) se agrupó alumnos que obtuvieron calificaciones por debajo de 80 (misión marginalmente aprobada), mientras en el grupo de rendimiento alto ( $M = 89.95$ ,  $DT = 4.42$ ) se agrupó alumnos con calificaciones por encima de 80 (misión aprobada). En vez de examinar calificaciones de cada misión individualmente se colapsó todas las calificaciones de las diferentes misiones para aumentar la muestra y para obtener más poder estadístico. Se ha tenido en cuenta solo las valoraciones de los instructores, ya que son medidas más objetivas y determinan si el alumno aprueba o suspende cada misión. Aunque se han recogido algunos datos sobre evaluaciones de los alumnos, el número de encuestas era muy bajo como para poder realizar un análisis formal.

*Tabla 1. Media y desviación típica de medidas de fatiga aguda en grupo de rendimiento bajo y rendimiento alto.*

	Sueño	Duración de vuelo	Nivel cansancio	Nivel reto
Rendimiento bajo	7.21 (.99)	2.21 (.69)	2.43 (.97)	3.29 (1.95)
Rendimiento alto	7.17 (.79)	2.50 (1)	3.22 (.83)	3.33 (1.39)

Los resultados indican que los grupos de alto y bajo rendimiento se asemejan en cuanto al número de horas de sueño y duración de vuelo. En cuanto al nivel de cansancio, alumnos en ambos grupos indican un nivel de cansancio alrededor de 3 (regular). También, los dos grupos perciben el nivel de reto de las misiones alrededor de 3 (regular). La Prueba no-paramétrica de U de Mann-Whitney confirmó que las diferencias entre los grupos en todas las medidas de fatiga aguda no eran estadísticamente significativas (valor  $p > .001$  en todos los casos). En resumen, parece ser que la fatiga aguda no afecta al rendimiento de los pilotos alumnos.

Podemos observar en la *Tabla 2.* los resultados descriptivos de cada grupo en cuanto a niveles de fatiga crónica.

*Tabla 2. Media y desviación típica de medidas de fatiga crónica en grupo de rendimiento bajo y rendimiento alto.*

	FSS	VAFS	Jenkins	ESS
Rendimiento bajo	40.71 (8.75)	5.86 (2.12)	8.14 (5.49)	7.00 (3)
Rendimiento Alto	41.44 (7.29)	6.00 (1.73)	7.44 (2.45)	7.78 (3.03)

Aunque la prueba no-paramétrica de U de Mann-Whitney no ha indicado diferencias estadísticamente significativas (valor  $p > .001$  en todos los casos), se observa que tanto los alumnos en el grupo de rendimiento alto, como los del grupo de rendimiento bajo, experimentaban niveles altos de fatiga crónica en el momento de la evaluación. En la escala de FSS, los alumnos de ambos grupos tienen calificación aproximadamente de 11 puntos por encima del punto de corte. Sin embargo, en la escala VAFS los alumnos manifiestan niveles de fatiga crónica moderados. En cuanto a las escalas que miden la falta de sueño medida con la escala Jenkins, los alumnos obtienen calificaciones aproximadamente de 4 puntos por encima del punto de corte. En cuanto ESS, las calificaciones de ambos grupos se encuentran por debajo del punto de corte. Es posible que estas diferencias se deben a que la escala de Jenkins trata de detectar

patrones de sueño patológicos (durante la noche), mientras que ESS mide la frecuencia con la que las personas echan "una cabezada" (*doze-off*) en diferentes situaciones durante el día. Con lo cual las escalas miden diferentes conceptos.

En resumen, parece ser que ni fatiga crónica ni aguda afecta el rendimiento de los pilotos alumnos, pero todos los alumnos reportan experimentar la fatiga crónica.

#### **4. Conclusiones, limitaciones y futura investigación:**

La hipótesis central de este trabajo predice que una de las causas del bajo rendimiento de las personas puede ser debido a la fatiga, tanto aguda como crónica. Se han elegido 5 misiones (29, 50, 68, 120 y 166) que suponen un reto para los alumnos, bien por su duración o por la importancia a la hora de su evaluación. No se ha observado diferencias estadísticamente significativas entre el grupo de bajo y alto rendimiento en cuanto a las medidas de fatiga aguda y medidas de fatiga crónica. La falta de diferencias significativas puede ser debida a que las medias de rendimiento no han sido lo suficientemente sensibles como para detectar impedimentos en el comportamiento en el vuelo. Efectivamente, las evaluaciones han sido realizadas por los instructores que no están presentes durante el vuelo. Adicionalmente, se podría introducir pruebas de rendimiento de tipo *online*. Pruebas online miden rendimiento en tiempo real, durante el vuelo (por cuestiones de seguridad, normalmente se realizan en el simulador). Se podría examinar niveles de fatiga y su relación con errores tales como desviaciones de la ruta planificada, despistes, errores de cálculo de parámetros (velocidad, altitud etc.).

No ha sido posible dividir los grupos según las evaluaciones de los alumnos, por su bajo tamaño de muestra. Una futura investigación podría examinar el efecto de la fatiga en auto-evaluaciones de rendimiento en alumnos. Además, para incrementar el poder estadístico, el estudio se debería realizar con una muestra más grande.

En esta ocasión no hemos podido pasar las encuestas en vuelos nocturnos, debido a que no coincidían con el presente estudio (primer trimestre). Futura investigación podría examinar si la fatiga aguda es más pronunciada durante los vuelos nocturnos y si tiene un efecto perjudicial en el rendimiento de los alumnos.

Uno de los resultados importantes en este estudio, es el alto nivel de fatiga crónica en todos los alumnos medida con las escalas FSS y Jenkins. Los alumnos, reportan patologías de sueño y niveles altos de fatiga crónica. Una futura investigación, podría examinar si los resultados son debidos al ritmo intenso de los estudios en la escuela (en clases prácticas y teóricas) o al estilo de vida en general. Finalmente, la falta de encontrar el efecto de la fatiga en el rendimiento de los pilotos-alumno, puede ser debido a que, típicamente, la fatiga crónica perjudica más la ejecución de conocimientos menos asentados. Es decir, aunque las misiones exploradas en este estudio eran demandantes, estas misiones involucran maniobras bien practicadas por los alumnos. El rendimiento podría ser más afectado por el cansancio en situaciones de emergencia donde los alumnos tienen que acceder a los conocimientos en manera más espontánea y en tiempo limitado. Estudios con el uso de simulador de vuelo podrían ser implementados para examinar el rendimiento de pilotos en situaciones imprevistas.

### **MEJORAS ALCANZADAS:**

- A lo largo de su tiempo en la escuela, los alumnos pilotos acuden a clases de factores humanos dónde estudian la teoría sobre el efecto de la fatiga en el rendimiento durante el vuelo. El objetivo de este estudio fue explorar la fatiga y facilitar la participación activa de los alumnos en el estudio con el fin de convertir al alumno en el protagonista de su proceso de aprendizaje, a diferencia de ser un mero receptor de la información.
- Se ha podido presentar los resultados de este estudio, en una sesión explicativa (*debriefing*) teóricas de factores humanos en 3º curso. A través de esta sesión, los alumnos no solo han ido conociendo los resultados, sino que también han aprendido diferentes técnicas de cómo reconocer las señales de fatiga y cómo abordar las consecuencias de la fatiga. Esta sesión también les hizo conscientes del impacto que puede tener la fatiga en su proceso de aprendizaje durante las prácticas de vuelo.
- La sesión explicativa tomo forma de debate. De este modo los profesores pudieron recibir feedback de los alumnos sobre la experiencia.
- Adicionalmente el alumnado se familiarizó con los conceptos relacionados con la investigación empírica.