



**CAMBIOS EN LA FRECUENCIA CRITICA DE FUSIÓN**  
**(CFF) CONSECUENTES A LA REALIZACIÓN DE UNA**  
**PRUEBA DE ESFUERZO Y A UNA RELAJACIÓN**  
**INDUCIDA**

Doctorado de Psicología del Aprendizaje Humano

Universidad Autónoma de Barcelona

Facultad de Psicología

Trabajo de investigación

Curso 2002-03

Autora:

Susana Regüela Sáez

Tutor:

Josep Roca i Balasch



## SUMARIO:

1. Introducción _____	3
2. Objetivos _____	5
3. Antecedentes Teóricos y Ámbitos de Investigación _____	6
4. Estudio 1 _____	16
4.1. Objetivo _____	16
4.2. Método _____	16
4.2.1. Participantes _____	16
4.2.2. Instrumentos _____	17
4.2.3. Medidas _____	18
4.2.4. Procedimiento _____	19
4.3. Resultados _____	22
4.3.1. Análisis de datos _____	22
4.5. Conclusiones _____	26
4.6. Anexos _____	29
5. Estudio 2 _____	30
5.1. Objetivo _____	30
5.2. Método _____	30
5.2.1. Participantes _____	30
5.2.2. Instrumentos _____	31
5.2.3. Medidas _____	32
5.2.4. Procedimiento _____	33
5.3. Resultados _____	34
5.3.1. Análisis de datos _____	34
5.4. Conclusiones _____	38
6. Valoración General _____	40
7. Referencias Bibliográficas _____	48



## 1. INTRODUCCIÓN:

El entrenamiento, en el deporte, se convierte en uno de los momentos decisivos para el rendimiento futuro en competición. No es el único determinante, pero es sobre el cual podemos trabajar de una forma directa, a través de diferentes formas de intervención

La psicología del deporte tiene como uno de sus objetivos principales intentar que el deportista consiga su máximo rendimiento de la manera más eficaz, es decir, conseguir que utilice sus recursos disponibles de la manera más útil con el fin de obtener el máximo resultado en aquella actividad que realice.

Una de las preguntas clásicas que se formula la psicología es, ¿existe un estado ideal que se pueda asociar a la ejecución óptima? (Williams, 1991) Encontrar un índice predictivo de este estado ideal, supone conocer la disponibilidad global del deportista para ejecutar. La disponibilidad expresa lo que un individuo puede hacer, significa *“posibilidad de acción”* no explica las acciones. Obviamente esto sería de gran utilidad para evaluar situacionalmente la capacidad de entrenamiento.

Este ha sido uno de los objetivos principales en las investigaciones de los diferentes campos relacionados con el deporte, como puede ser la fisiología, la biomecánica, la medicina o la psicología.

Esta disponibilidad global del deportista para ejecutar de la manera más eficaz y correcta (máximo rendimiento), está relacionada con el tipo de tarea que se pretenda realizar y a la vez condicionada por el nivel de “arousal” requerido para ella.

El presente trabajo se encamina precisamente hacia el establecimiento de variables descriptivas de la disponibilidad del deportista para el rendimiento.

Paralelamente es nuestra pretensión sumarnos a la línea de investigación que busca variables predictivas no mediadas cognitivamente, en tanto que son índices psicofisiológicos. Este es caso de la frecuencia de fusión retiniana, que se relaciona con la activación y la fatiga del S.N.C.



El rendimiento deportivo está íntimamente ligado con las particularidades psicofisiológicas de la actividad nerviosa. (Ott et al, 1982) En algunos estudios se relaciona el rendimiento con esta medida psicofisiológica (CFF). (Cruz, 1991; Douchamps et al., 1989 ; Memeo et al., 1980)

Así se muestra en un estudio hecho con judocas en el que se relacionaba la activación cortical con el rendimiento. Los resultados indicaron que los atletas que poseen una adecuada activación cortical, obtienen un mayor rendimiento en la competición (Cruz, L. 1991).

La medida que se utilizó para valorar la adecuada activación fue el punto crítico de fusión retiniana (también llamado resolución temporal), definido como la frecuencia en la que el centelleo de una luz deja de ser percibido a la vista del ojo humano y es percibido como una estimulación luminosa continua en el tiempo.

Esta es una de las medidas psicofisiológicas utilizadas en la investigación para valorar el nivel de activación del SNC. (Gray, J.A. 1965, pp 314)

Diferentes estudios, como los trabajos de Simonson y sus colaboradores e el 1941, explican la relación de este umbral con el ejercicio físico, y relacionan la fatiga como una de las variables que influyen sobre su comportamiento.

El objetivo del presente trabajo es obtener dos medidas del umbral de frecuencia crítica de fusión (CFF), después de realizar una prueba de máximo esfuerzo y una relajación inducida, para analizar el comportamiento de esta medida psicofisiológica en estas dos situaciones.

El interés por conocer el comportamiento de las variaciones en la actividad del sistema nervioso al realizar una actividad física, es la razón principal con la que se inicia esta investigación. Con ella se pretende explorar el comportamiento del umbral CFF en dos situaciones diferentes, para conocer si este indicador puede ser un índice del estado de activación o fatiga del SNC.



## **2. OBJETIVOS:**

### **Objetivo general**

Analizar el comportamiento de la frecuencia crítica de fusión (CFF) como indicador de cambios en la activación del SNC, tras diferentes actividades controladas.

La consecución de este objetivo de tipo general pasa por los siguientes objetivos específicos, distribuidos en dos estudios independientes.

### **Objetivo específico del estudio 1**

Analizar la relación entre el umbral CFF y una prueba de máximo esfuerzo.

### **Objetivo específico del estudio 2**

Analizar la relación entre el umbral CFF y una relajación inducida.

**Estos objetivos son exploratorios ya que la literatura referente a este umbral es escasa y controvertida.**



## **2. MARCO TEÓRICO**

La activación está descrita por las teorías clásicas en psicología como un proceso unidimensional, este es el caso de la ley de Yerkes y Dodson (1908), o de teorías como la de Spence et.al. (1966), y la U invertida de Malmö (1959). Otros autores consideran la activación como una variable multidimensional, Broadbent (1971), Eysenck, M.W. (1982), Pribram y Mc Guinness (1975) y Hanin (1983).

La teoría de la activación, tal como han señalado Cofer y Appley (1964), surgió en relación con dos grupos principales de hechos:

En primer lugar, que “la eficiencia de la conducta varía en función de la movilización de energía y de la implicación muscular.”

En segundo lugar, que “los descubrimientos neurofisiológicos sugieren que la función cortical está relacionada con la actividad mediante un sistema de arousal del tronco cerebral”.

Las diferentes teorías se han desarrollado sobre la relación entre la activación y el rendimiento, intentan examinar los constructos explicativos.

### **Teoría de la U invertida**

En 1908 Yerkes y Dodson con esta teoría proponen una explicación de relación entre la activación y el rendimiento. Sugieren que el aumento de la activación facilita el rendimiento hasta un punto, a partir del cual el rendimiento desciende, siendo igual a niveles bajos de activación.

### **Hipótesis de la Zona Óptima del Arousal**

Hanin relaciona el nivel de ansiedad (arousal) y el rendimiento, estableciendo que, esta relación está determinada por diferencias individuales (teoría de la Zona óptima de Funcionamiento -ZOF) (Hanin, 1983). Según esta teoría cada deportista tendría un nivel óptimo de ejecución, esta explicación, se ha comparado con las teorías del nivel de arousal y el rendimiento, siendo la ZOF la que más correlaciona con el rendimiento (Roca, J., Pérez, G., Lázaro, I, 1991).



## **Teoría de la Ansiedad Multidimensional**

Esta teoría explica la ansiedad como un fenómeno multidimensional, cognitiva y somática. Esta distinción entre los dos componentes de la ansiedad es importante porque se ha encontrado relación diferencial con el rendimiento obtenido. (Libert & Morris, 1967)

## **Teoría de la Catástrofe**

*“Su cualidad innovadora se encuentra determinada por el hecho de establecer una relación tridimensional entre la ansiedad cognitiva, arousal fisiológico (unido, al menos en parte a la ansiedad somática) y rendimiento.*

*Según esta perspectiva, los efectos del arousal (asociado a la ansiedad somática) sobre el rendimiento se ven agravados por la ansiedad cognitiva”*

( Tamorri, S. 2000, pp 178)

## **Reversal Theory**

Esta teoría se pretende explicar la relación entre arousal, ansiedad y rendimiento, en *“estrecha relación con la interpretación cognitiva del estado de activación personal”* ( Tamorri, S. 2000, pp 178)

En la reversal theory se identifican los cuatro estados del organismo (ansiedad, excitación, aburrimiento y relajación) que se derivan de la relación entre dos dimensiones independientes, estrés y arousal (Kerr, 1993)

Esta teoría relaciona el estado de activación agradable con energía psíquica positiva o desagradable con energía psíquica negativa.

En el rendimiento bajo el deportista se encuentra en condiciones de baja energía psíquica positiva o de elevada energía psíquica negativa

## **2.2 Medidas de Activación**

Siguiendo la referencia que hace Eysenck en su libro fundamentos biológicos de la personalidad explica que Duffy en 1952 indicó que términos como la activación *“ no se refieren específicamente al patrón del electroencefalograma (EEG). Al contrario, se refieren a las variaciones en la excitación del individuo como un todo, tal y como indican aproximadamente una serie de medidas*



*fisiológicas (resistencia de la piel, la tensión muscular, el EEG, las medidas cardiovasculares, la frecuencia crítica de fusión (CFF) y otras). El grado de activación parece que se refleja mejor en la combinación de medidas”.* (Eysenck, H.J. 1982, pp 214)

Las medidas que reflejan estos cambios psicofisiológicos son diversas y aportan diferente información descriptiva, como el electroencefalograma (información de la actividad cerebral), Frecuencia Cardíaca, electrocardiograma (información de la actividad cardiovascular), a resistencia de la eléctrica de la piel (actividad electrodérmica).

Una de estas medidas es la Frecuencia Crítica de Fusión, un índice utilizado para la evaluación de la activación del sistema nervioso central. El umbral de doble centelleo, como se le denomina en psicofísica al CFF, *“se define como el mínimo intervalo de tiempo necesario para que dos breves destellos luminosos dejen de ser vistos como uno solo.”* (Valdes y Flores, 1985, pp 76)

La CFF es diferente para cada individuo, y a su vez la frecuencia a la que se percibe varía intrasujetos, según la fatiga del SNC. (Simonson, E., Enzer, N. y Blankstein, S.S., 1941; Costa, 1993; Oshima 1979; Bartley y Simons 1976; Cruz, L.1991)

H.J.Eysenck en Fundamentos biológicos de la personalidad, hace referencia a la relación entre la activación cortical, la formación reticular ascendente y la frecuencia crítica de fusión.

Eysenck destaca la importancia de la formación reticular para hacer llegar a la corteza cerebral las excitaciones motivadas por la actividad de los extero-receptores. La interacción de los sistemas reticulares ascendentes y descendentes, sistema reticular activador, garantiza, las complejísimas formas de autorregulación de los estados activos del cerebro.

*“Los cambios en la estimulación de la formación reticular ascendente acrecientan la movilidad de los procesos nerviosos en la corteza cerebral. Así pues, si en condiciones habituales, dos estímulos que se suceden rápidamente suscitan una sola reacción eléctrica en el cortex, “carente de tiempo” para reaccionar a los estímulos por separado, en cambio, tras la excitación de los núcleos del tronco pertenecientes a la formación reticular*





*activadora ascendente, los estímulos comienzan a suscitar una respuesta aislada, lo que habla de una elevación de la movilidad substancial con que transcurren en la corteza los procesos de excitación.” (Luria, A.R. 1979, pp 19-20 )*

Estos cambios en la percepción de los estímulos según el nivel de activación de la formación reticular ascendente se deben a las conexiones que se establecen en la segunda sinapsis del sistema visual con las células ganglionares.

Tanto los efectos facilitadores como los inhibidores de las células ganglionares retinianas y del tracto óptico han sido considerados como el resultado de una estimulación reticular.

*“Los mecanismos reticulares de filtraje sensorial están formados por conexiones de feedback, con un segmento ascendente que va desde las neuronas sensoriales de segundo orden hasta la formación reticular y un segmento descendente en la dirección opuesta y sirve para prevenir el exceso de activación de las neuronas sensoriales.” (Hernandez Peón 1961, citado por Eysenck, 1982, pp 226)*

El umbral obtenido en la frecuencia crítica de fusión (CFF) se relaciona con la activación o fatiga cortical y se refleja en sus variaciones, moduladas por la formación reticular.

*“Un índice objetivo de la activación general la proporciona la CFF una caída en los umbrales de frecuencia crítica de fusión indica una depresión o fatiga psíquica a nivel del SNC.” (Ott et al, 1982, en citado por Douchamps et al., pp 34 )*

El instrumento usualmente utilizado para el diagnóstico de la fatiga a través de la frecuencia crítica de fusión, y considerado como un indicador válido y fiable del nivel activación cortical, se llama Flicker.

“Este instrumento mide el punto crítico de fusión, definido como la frecuencia en la que el centelleo de una luz desaparece a la vista del ojo humano. Es un aparato usualmente utilizado para el diagnóstico de fatiga.” (Cruz, L, 1991, pp 14)



### **3. ANTECEDENTES TEÓRICOS Y AMBITOS DE INVESTIGACIÓN DE LA FRECUENCIA CRÍTICA DE FUSIÓN**

#### Estudio de los umbrales

Gustav Fechner (1801-1887), un físico y filósofo, fue el pionero en los estudios formales de psicofísica, esta rama de la psicología estudia la relación del fenómeno perceptivo con el estímulo físico. (Curran, S. y Wattis, J. P., 1998)

Existen numerosas técnicas para medir un umbral, las cuales están determinadas por la modalidad sensorial, las modalidades más usuales son la visual y la auditiva. Los dos métodos más comunes para establecer el umbral CFF son el método de los límites y el método de los estímulos constantes.

En los últimos cien años se conocen más factores que influyen en el CFF, pero, con la excepción de la mejora en los aparatos creados para su medición, la metodología para establecer el umbral CFF permanece similar a la del siglo XIX.

El método psicofísico que se utiliza normalmente para medir esta variable es el método de los límites, también conocido como método del cambio mínimo, de la diferencia mínima perceptible o de la exploración consecutiva.

En estos métodos el investigador presenta un estímulo en pequeños pasos, en un sentido ascendente y descendente. La luz intermitente es percibida como parpadeo por encima o por debajo de cierta frecuencia. Cuando la frecuencia del parpadeo aumenta, se vuelve más difícil de percibir y la sensación de parpadeo se funde. El punto en el cual esto sucede es el umbral ascendente. Por otra parte si el parpadeo está por encima del umbral y se decrece progresivamente, desde la luz estática a la percepción del parpadeo, ese punto es el umbral descendente.

1. La frecuencia a la que dos luces se funden en la percepción (umbral de fusión).
2. La frecuencia a la que una luz llega a percibirse como dos estímulos independientes (umbral de parpadeo). (Corr and Kamuri, 1997)



El umbral CFF es la media de los umbrales ascendentes y descendentes (Krandall, 1982).

No existe un criterio rígido sobre cuantas tomas ascendentes y descendentes hay que hacer, pero Dember y Warm (1979) sugieren que se deben realizar un número suficiente de ensayos hasta que los datos parecen estables. Cumplir este requisito puede ser largo y no siempre es posible, es por esta razón que muchos autores obtienen el umbral de la media de las medidas, usualmente entre tres y cuatro, de los umbrales ascendentes y descendentes. (Hindmarch and Waits, 1988)

*“La definición técnica del CFF es: 50% del intervalo de incertidumbre ( el cual es igual al punto de igualdad subjetiva en  $\frac{1}{2} iu = PSE.$ ” (Hindmarch, 1988, citado por Curran, S., 1990, pp 120)*

El Método de los Límites puede ser continuo o discontinuo. En el primero, la frecuencia del parpadeo aumenta o disminuye a razón constante (ej Hz/s) mientras, en el discontinuo, la razón de aumento y de descenso puede variar y no es constante.

### **La Fiabilidad del umbral CFF**

La fiabilidad se valora por el nivel de interferencia del aprendizaje sobre el umbral. Los resultados de diferentes investigaciones señalan que **no hay una curva de aprendizaje** sobre los datos de la línea base. (Parkin, C., Kerr, J.S. y Hindmarch, I., 1997)

Este resultado muestra que “el test CFF es una medida robusta, y fiable en las puntuaciones en el periodo de los cinco días. CFF es una medida sobre la capacidad de procesamiento de información.” (Parrott, 1982)

### **Que mide el CFF**

En la literatura se han realizado esfuerzos para contestar a la pregunta sobre que mide el CFF (Wesnes, K. y Warburton, D.M., 1988)

Se asume que mide una o más funciones psicológicas: sedación y activación, integración del SNC, ejecución psicomotriz, capacidad de procesamiento de información.



Kranda y Bobon (1982) señalan que *“la característica más llamativa de este tipo de literatura es que tiene una total falta de consideraciones sobre el uso del flicker.”*

Algunos estudios obtuvieron correlaciones significativas entre el CFF y la actividad alfa (una medida de activación). (Goltermeyer y Wiemann, 1982; Grunberger et al, 1982)

Parrott (1982) encontró una relación significativa entre el CFF y la autovaloración de activación, con una correlación positiva baja pero una significación de  $p < 0.002$ , en otros estudios la correlación es relativamente baja sugiriendo que el CFF no es una medida simple de activación y relajación.

En otras investigaciones encontraron altas correlaciones entre el umbral CFF y la valoración subjetiva de sedación medida con una escala análogo visual, con correlaciones altas pero no significativas. (Grundstrom et al, 1977; Grundstrom et al, 1978)

Falk y Kline 1978 encontraron una correlación alta y no significativa, entre la conductancia de la piel (una medida de activación) y el CFF, pero como indica Parrot (1982) *“el significado exacto de los cambios CFF es difícil de especificar.”*

La activación o la sedación del SNC no es un concepto simple y puede ser el resultado final de diferentes procesos. Diversos factores, unos endógenos y otros exógenos, interfieren la ejecución humana, como la introversión y la extroversión, la privación sensorial, los refuerzos, la motivación, el trabajo nocturno, la monotonía, la ansiedad o las drogas. (Eysenck, 1982; Hockey and Hamilton, 1983)

Estos factores dependiendo de su duración e intensidad influyen sobre la activación o el “arousal”, como consecuencia de esta influencia sobre la activación, la respuesta cognitiva y motora se ve alterada. Esto se refleja también en las variaciones de los umbrales obtenidos bajo estas situaciones. El tipo de tarea que desempeñan las personas según Davies, Shackleton, y Parasuraman (1983), provoca una variación en el umbral CFF. Una tarea monótona disminuye el CFF si se compara con una tarea interesante.



El CFF como índice de fatiga en función de los diferentes tipos de tarea fue objeto de una revisión hecha por Volle, Brisson, Dion, y Tanaka, en 1980, de la que destacan algunos trabajos como los de Simonson quien en 1943 observó un aumento del CFF después de una tarea estática y una disminución tras realizar una carrera extenuante. En los estudios de Simonson se señala la importancia de definir operacionalmente el concepto fatiga. Consideran importante distinguir entre la fatiga física y fatiga general como lo hizo Grandjean en 1979.

Grandjean al abordar la medida de la fatiga, se preguntó sobre el hecho de medirla a través de diferentes manifestaciones o indicadores. Este autor hace referencia básicamente al registro de la calidad y cantidad de trabajo producido, la fatiga subjetiva, el EEG, los tests psicomotores y la frecuencia crítica de fusión.

Schmidtke en 1951 encontró resultados como los obtenidos por Simonson al comparar el CFF en una tarea estática y un trabajo físico exigente.

Arnold, en 1953, observó una disminución del CFF en diferentes actividades, con niveles de exigencia física elevados, observando un aumento del CFF tras un pequeño período de reposo después de la tarea.

Baron, en 1962, comparó dos grupos de trabajadores, respectivamente con actividades física y mental. En ambos grupos se pudo observar una disminución del CFF.

En las revisiones realizadas por Grandjean (1979) y Bobon et al.(1982), se aprecia que no siempre se obtienen estos resultados.

Los estudios referidos permiten concluir que los resultados contradictorios encontrados tienen origen en los diferentes tipos de fatiga evaluados.



Según lo expuesto hasta el momento en la presente investigaciones se intenta explorar los cambios del umbral CFF, diseñando dos situaciones con el objetivo de generar fatiga, al realizar una prueba de esfuerzo máximo, y al inducir sedación a partir de realizar una relajación según el método de Jacobson.

Partimos con la hipótesis que las dos situaciones que inducen cambios a nivel fisiológico, pueden a su vez modificar la actividad del SNC y reflejarse de este modo en la medida de CFF.

A continuación describimos los dos estudios de forma independiente.

ESTUDIO 1: EVALUACIÓN DE LOS CAMBIOS DE MANERA CONTINGENTE EN PRUEBAS DE MÁXIMO ESFUERZO Y LA FRECUENCIA CRITICA DE FUSIÓN (CFF).

ESTUDIO 2: EVALUACIÓN DE CAMBIOS EN LA FRECUENCIA CRITICA DE FUSIÓN (CFF) DESPUES DE LA RELAJACIÓN.



## **4. ESTUDIO 1:**

### **EVALUACIÓN DE LOS CAMBIOS DE MANERA CONTINGENTE EN PRUEBAS DE MÁXIMO ESFUERZO PRUEBA Y LA FRECUENCIA CRÍTICA DE FUSIÓN (CFF).**

#### **4.1. OBJETIVO**

Este primer estudio tiene como objetivo analizar la relación que se puede establecer entre la medida del *flicker*, umbral CFF y una prueba de máximo esfuerzo.

Hipótesis exploratoria de observación de cambio en la medida de fusión retiniana, antes y después de la realización de una prueba de esfuerzo.

#### **4.2. MÉTODO**

##### **4.2.1. Participantes**

La muestra es de 33 deportistas pertenecientes a la selección nacional de hockey patines, la selección nacional de snowboardboard, ciclismo y en menor número golf y tenis.

La media de edad es 20.3 años con una desviación de 3.3, el rango es de 32 a 15 años.

Todos los deportistas accedieron a su participación de forma voluntaria y sin gratificaciones.

La prueba de máximo esfuerzo seguía el protocolo y los criterios de fatiga ordinarios del departamento de fisiología del Centro de Alto Rendimiento de Sant Cugat (CAR). En esta investigación no se manipularon las variables dependientes de la prueba de esfuerzo, porque no se consideró relevante para el objetivo de la investigación, ya que tan solo se quería conseguir la fatiga máxima.

El umbral CFF, se registró justo antes de empezar la prueba y al finalizar la prueba de máximo esfuerzo, con una diferencia media de tres minutos.

## 4.2.2. Instrumentos

### 1. Medida Frecuencia Crítica de Fusión

Flicker Fusion manual (Takei Kiki Kohio, Co. Limited, Modelo 501, 21 de abril de 1948)

(Ver Foto 1)

**Medias de control realizadas por el departamento de fisiología y no evaluadas para esta investigación**

### 2. Prueba para la determinación de la potencia máxima aeróbica (PMA).

Grupo hockey, tenis y golf:

Tapiz rodante (Laufergotest LE/6, JAEGER, Alemania)

Grupo snowboard y ciclistas:

Cicloergómetro de freno mecánico (MONARK modelo 814 E.)

### 3. Medición del intercambio de gases

Analizador de gases EOS SPRINT (JAEGER, Alemania)

### 4. Tasa cardiaca

Monitor HELLIGE Servocard Monitor Compacto SMS 181

### 5. Fatiga subjetiva

Escala de percepción subjetiva de Borg

(Ver Anexo 1)



Foto 1. Flicker manual, marca Takei, Modelo 501





### 4.2.3. Medidas

#### Variables psicofisiológicas:

##### **Frecuencia Crítica de Fusión (CFF)**

Evaluación del umbral binocular CFF, establecido según el método continuo de los límites.

Se valoraba antes y después de la prueba de máximo esfuerzo.

**Medias de control realizadas por el departamento de fisiología y no evaluadas para esta investigación**

#### Variables fisiológicas

##### **Parámetros respiratorios**

Consumo de oxígeno y Cociente respiratorio.

Consumo máximo de oxígeno relativo al peso (**VO<sub>2</sub>max**): Medido en (ml./min./kg), al final de la prueba.

Cociente respiratorio (**r<sup>2</sup>**): Determinado por la relación del consumo de oxígeno (**VO<sub>2</sub>**) producido y el consumo de oxígeno.

Estas mediciones se realizan en tiempo real gracias a un sistema de máscara con válvulas conectado a un aparato automatizado que mide el intercambio de gases (EOS SPRINT JAEGER, Alemania)

##### **Parámetros cardiovasculares**

**Frecuencia cardíaca** y registro monitorizado del electrocardiograma.

Al efecto del presente estudio se concretaron las siguientes variables:

Frecuencia cardíaca máxima (FCmax): Medida en (lat./min.) al final de prueba.

Estos registros se realizaron mediante la conexión de tres electrodos autoadhesivos torácicos a un monitor HELLIGE Servocard Monitor Compacto SMS 181



## Variables psicológicas:

### **Medida de esfuerzo global percibido (RPE):**

Consistente en la percepción subjetiva acerca de la intensidad del esfuerzo desarrollado.

Diez segundos antes de cada incremento de carga, se pedía al deportista:

***¡Valora la intensidad de tu esfuerzo ahora!***

El deportista respondía señalando el nivel de esfuerzo percibido en la escala de Borg (1962)

#### **4.2.4. Procedimiento**

Para el **establecimiento del umbral CFF**, se realizaron dos tomas del umbral binocular CFF con el Flicker, una pre-esfuerzo y otra post-esfuerzo.

La primera toma se realizó justo antes de subir a la cinta o a la bicicleta, y se realizaron 4 mediciones, según el método psicofísico de los límites. Dos en orden ascendente (**a**), de 30hz a 60hz (umbral de fusión), dos en orden descendente (**d**), de 60hz a 30hz (umbral de parpadeo).

El orden se alternaba de la siguiente forma ascendente-descendente (a-d-a-d), según el método continuo de los límites.

A los deportistas se les hizo la siguiente pregunta para saber cuando percibían el estímulo como una luz constante (umbral de fusión):

***Cuando creas que la luz deja de parpadear di ya (umbral de fusión)***

Para saber cuando percibían el estímulo como una luz parpadeante (umbral de parpadeo) se les hizo la siguiente pregunta:

***Cuando creas que la luz comienza a parpadear di ya (umbral de parpadeo)***

El deportista se colocaba ante el visor con la frecuencia 30hz (foto 2), se esperaba 5 segundos y se empezaba a subir la frecuencia de manera progresiva. En el momento que indicaba que el estímulo era percibido como

una luz fija (umbral de fusión), separaba la cabeza del visor del instrumento (Flicker)



Foto 2. Regulador Frecuencia de parpadeo a 30hz

Después de apuntar la frecuencia se colocaba el regulador de la frecuencia en 60hz (foto 3).



Foto 3. Regulador Frecuencia de parpadeo a 60hz

El deportista situaba de nuevo la cabeza en el visor, se esperaba 5 segundos, y se hacía descender la frecuencia progresivamente, cuando indicaba que la luz comenzaba a parpadear (umbral de parpadeo), el deportista se separaba del visor del Flicker. Se registraba la frecuencia y se repetían los registros ascendente y descendente.

Inmediatamente después se realizaba la **prueba de esfuerzo**, en cinta o cicloergómetro.



Las pruebas de esfuerzo seguían el siguiente protocolo:

Cinta rodante:

Prueba progresiva con una velocidad inicial de 6 Klm/h y una pendiente fija del 3%. La velocidad iba aumentando en 2 Klm/min, hasta que el deportista no podía responder al incremento de la velocidad, la pendiente permanecía fija en el 3%.

Cicloergómetro:

Para el grupo de **Ciclistas** el protocolo era el siguiente. Un calentamiento a 100w, la prueba empieza con un aumento a 200w, la prueba aumenta en progresión 30w cada 4 min, hasta que el deportista no puede responder al incremento de la carga.

Para el grupo de **Snowboard**, el protocolo de la prueba era progresivo se comienza con 50w y se va aumentando la resistencia en 25w cada min, hasta que el deportista no puede responder al incremento de la resistencia.

Los parámetros fisiológicos por los que se consideraba fatiga máxima eran cuatro criterios, y no era necesario cumplirlos todos:

Estabilización consumo de oxígeno a pesar de aumentar la carga de trabajo. Niveles de frecuencia cardiaca máximo teórico. Hombres 220 – la edad, mujeres 220 – (la edad/2) Cociente respiratorio $R > 1.10$ Escala Subjetiva de Borg (Borg, 1962)
--

Cuando llegaba al punto de máxima fatiga, descendía de la cinta o del cicloergómetro. El tiempo medio que transcurrió desde el momento en que finalizó la prueba hasta la segunda toma CFF fue de 3' 45". Los datos del flicker se recogen de la misma forma que en las tomas pre-esfuerzo.



### 4.3. RESULTADOS

#### 4.3.1 Análisis de datos:

Comparación de medias entre la situación pre-esfuerzo y post-esfuerzo, mediante el análisis estadístico de los datos con la prueba de la t- de student.

Los resultados pueden hallarse en las tablas 1 a la 3 cuyo índice se encuentra a continuación:

TABLA	CONTENIDOS
1	Descriptivos y Comparación de medias del umbral CFF pre y post esfuerzo.
2	Diferencias en el umbral CFF pre y post-esfuerzo, todo el grupo, y promedio de todas las tomas excepto la primera.
3	Descriptivos y Diferencias umbral CFF pre y post-esfuerzo por deportes



### Comportamiento de la variable CFF en los momentos pre y post

El resumen de los resultados se encuentra en la tabla 1 en ella están los datos descriptivos, media y desviación estándar, y los valores antes de la actividad (pre-esfuerzo) y después de la actividad (post-esfuerzo) el resultado del análisis estadístico de la comparación de medias entre las dos medidas repetidas, mediante el análisis de la t-student, grados de libertad y el nivel de significación, de las diferentes tomas.

#### **Descriptivos y Comparación de medias del umbral CFF pre y post esfuerzo.**

FRECUENCIA CRÍTICA DE FUSIÓN			MEDIA	Desviación Estándar	Valor de t	Grados de libertad	Significación
PRE-ESFUERZO	ASCENDENTE	1	41.87	3.69	.77	31	Ns
POST-ESFUERZO			41.53	2.56			
PRE-ESFUERZO	DESCENDENTE	2	43.41	2.51	1.05	31	Ns
POST-ESFUERZO			43.00	2.54			
PRE-ESFUERZO	ASCENDENTE	3	41.50	3.18	-2.12	31	*
POST-ESFUERZO			42.22	2.62			
PRE-ESFUERZO	DESCENDENTE	4	43.16	2.90	.54	31	Ns
POST-ESFUERZO			42.97	2.28			
PRE-ESFUERZO	PROMEDIO TODAS		42.33	2.34	.17	31	Ns
POST-ESFUERZO			42.28	1.86			
PRE-ESFUERZO	PROMEDIO MENOS LA 1ª TOMA		42.52	2.24	-.23	31	Ns
POST-ESFUERZO			42.58	1.91			
PRE-ESFUERZO	PROMEDIO ASCENDENTES		41.52	3.35	-.55	31	Ns
POST-ESFUERZO			41.70	2.67			
PRE-ESFUERZO	PROMEDIO DESCENDENTES		43.12	2.58	-.84	31	Ns
POST-ESFUERZO			42.85	2.31			

**Tabla 1**

<.05\*; <.01\*\*; <.001\*\*\*

En la tabla 1 se observa que al analizar los resultados obtenidos en el umbral CFF por el grupo de deportistas que han realizado la prueba de esfuerzo no se han encontrado diferencias significativas en la frecuencia crítica de fusión antes y después de la realización de la prueba máxima de esfuerzo (promedio todas). La única toma en la que se obtiene una diferencia significativa es en la toma tres, segunda del umbral ascendente, pero este resultado se podría considerar la significación como no relevante, por el resto de los resultados no significativos.



**Diferencias en el umbral CFF pre y post-esfuerzo, todo el grupo, y promedio de todas excepto la primera.**

FRECUENCIA CRÍTICA DE FUSIÓN	MEDIA	Desviación Estándar	Valor de t	Grados de libertad	Significación
PROMEDIO CFF pre y post esfuerzo	42.33	2.34	.17	31	Ns
	42.28	1.86			
PROMEDIO CFF pre y post esfuerzo ( menos la 1º toma)	42.52	2.24	-.23	31	Ns
	42.58	1.91			

**Tabla 2**

<.05\*; <.01\*\*; <.001\*\*\*

La tabla 2 muestra las diferencias en el umbral CFF pre y post esfuerzo. No existen diferencias significativas entre las tomas antes y después de la prueba de esfuerzo máximo.

Para controlar la reactividad al aparato se promediaron todas las tomas excepto la primera, los resultados indican que no existen diferencias significativas entre las medidas recogidas antes de la prueba de esfuerzo y después de realizarla.



### Descriptivos y Diferencias umbral CFF pre y post-esfuerzo por deportes

Deporte	FRECUENCIA CRÍTICA DE FUSIÓN	MEDIA	Desviación Estándar	N
Ciclismo	PRE-ESFUERZO	42.29	3	14
	POST-ESFUERZO	42.68	2.7	
Hockey	PRE-ESFUERZO	41.56	0.6	6
	POST-ESFUERZO	42.38	1.9	
Snowboard y Otros	PRE-ESFUERZO	43.32	1.9	12
	POST-ESFUERZO	42.35	1.4	

**Tabla 3**

<.05\*; <.01\*\*; <.001\*\*\*

La tabla 3 muestra el análisis diferenciando grupos por deportes, en esta tabla se puede observar el comportamiento de la media del umbral es diferente según el grupo de deporte.

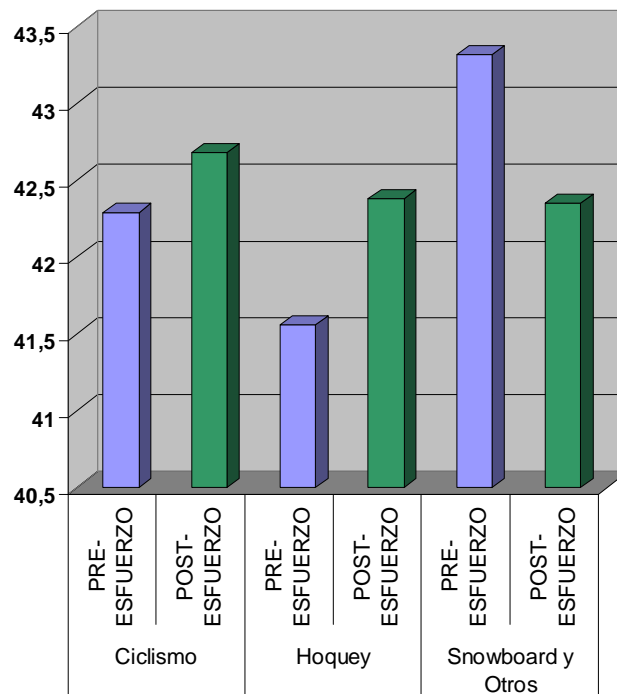


#### 4.4. CONCLUSIONES

Después de estos resultados se puede decir que la situación de fatiga inducida mediante la prueba de esfuerzo máximo, no ha modificado los valores de frecuencia crítica de fusión tras su realización.

Esto sucede cuando analizamos los datos de forma global. Cuando realizamos una análisis por grupos de deportes, no sucede lo mismo.

En la tabla 3 vemos que al comparar el comportamiento del umbral según los deportes el umbral cambia de forma diferente. (gráfica 1)



para la muestra de deportistas que practican snowboard y otros deportes el umbral desciende tras la realización de la prueba de esfuerzo. En los otros dos grupos asciende.

La bibliografía indica que la amplitud y el descenso del umbral están en relación con la severidad del ejercicio, un ejercicio fatigante genera una deuda de oxígeno y una inhibición de los centros motores (Bobon et al, 1982)



Para el grupo de snowboard y otros deportes, la deuda de oxígeno podría ser superior a los otros dos grupos y la recuperación del umbral CFF podría tardar más tiempo en regresar a su nivel basal.

Esta es una lectura fisiológica del comportamiento del umbral CFF y da una orientación del significado de esta tarea en función de las necesidades específicas según las características fisiológicas del deportista.

Deportes con un componente más aeróbico, retrasarían la aparición de deuda de oxígeno y su recuperación sería más rápida, puede que esto se refleje en el umbral CFF.

La interpretación que se puede dar desde la psicología, y con la perspectiva de la reversal theory, esta en la dirección del tipo de tarea y el significado de esta para quien la realiza, el significado de la tarea que para los deportistas puede tener la prueba de esfuerzo.

Por un lado tenemos la prueba de cicloergómetro, que la realizaron el grupo de ciclistas y el grupo de snowboard y otros deportes. El cicloergómetro es un instrumento de laboratorio en el cual el deportista está pendiente de superar la carga que va aumentando de manera continua a intervalos regulares de tiempo y con un aviso previo. Para un ciclista este tipo de tarea no supone ninguna dificultad atencional, son un grupo acostumbrado a realizar pruebas de esfuerzo, y la tarea a desempeñar en esta prueba tiene una relación directa con su modalidad deportiva. Puede que en este grupo el CFF no se altere por estas razones.

En el grupo de snowboard y otros deportes, la prueba en el cicloergómetro, podría resultar monótona y carente de significado, para su preparación. Es un deporte que no tiene ninguna vinculación con el tipo de tarea a desarrollar y de la que no obtiene ninguna recompensa. Es una prueba cíclica que puede resultar monótona. Puede que por esta razón el umbral CFF descienda de forma significativa.

En la prueba de esfuerzo realizada sobre el tapiz rodante, el deportista ha de ir pendiente de su ritmo respecto a una superficie que se mueve y que va aumentando su velocidad de forma continua a intervalos regulares y con un



aviso previo. La diferencia clave entre esta prueba, tapiz rodante, y el cicloergómetro, está en lo que puede suceder si te distraes. En el cicloergómetro una distracción puede tener como consecuencia no poder mover la resistencia que te solicitan, en el tapiz rodante una distracción respecto al ritmo que has de llevar puede tener como consecuencia una caída. En el grupo de hockey el umbral CFF aumenta, no de forma significativa, pero es el grupo en el que existe un claro aumento del umbral.

Estudios como los de Grandjean, Baschera, Martin, y Weber en 1977, resaltan el comportamiento diferente del CFF antes dos tareas, una monotonía y otra de un cierto interés, disminuyendo el umbral y aumentándolo respectivamente.

Para valorar si el comportamiento del umbral se puede interpretar en la dirección que se indica desde la explicación de la psicología, se podría realizar una investigación con el objetivo de analizar si el comportamiento se puede explicar solo a nivel fisiológico o la explicación de su comportamiento ha de ser psicológica.

Los resultados de esta investigación muestran un comportamiento diferente, en un grupo aumenta, en otro prácticamente no varía y en el último descende. Algunas investigaciones apoyan los argumentos explicativos expuestos en los párrafos anteriores, como las realizadas por Holand, Knox, así como Landis y Hamwi, que pensaban que ciertas variaciones en el umbral son atribuidas no tanto a la sensibilidad sensorial, sino más a la actitud específica adoptada por las personas en esta situación. (Bobon et al 1982)

Pero hay que señalar que se tendría que diseñar una nueva investigación con el objetivo de controlar las variables situacionales y del significado de la tarea para analizar la dependencia en los cambios del umbral CFF.

Respecto a los resultados que se obtienen en la tabla 4 con el objetivo de valorar el método de obtención de datos, se puede decir que no hay relación entre las tomas ascendentes y descendentes, ni en la situación pre esfuerzo, ni en la situación post esfuerzo, así que se puede considerar necesario registrar los dos umbrales para determinar el umbral CFF.



El Flicker también tiene una fiabilidad en la detreminación del umbral CFF por la correlación que se puede ver entre las tomas antes y después de la prueba de esfuerzo.

Estos resultados ponen de manifiesto que es importante valorar el umbral CFF en sus dos variantes, ascendente y descendente, como medida para controlar las dificultades con las que los deportistas se encuentra en el momento de tomar un criterio de decisión y para disminuir la anticipación que se da en el establecimiento del umbral ascendente. (Curran y Wattis, 1998)

Estos errores quedan equilibrados con la evaluación del umbral CFF descendente, estableciendo como valor del umbral el promedio de las tomas ascendentes y descendentes. (Hindmarch, 1988)



## 4.5. ANEXOS

### Anexo 1

Escala de Borg:

6	
7	Muy Muy Ligero
8	
9	Muy Ligero
10	
11	Bastante Ligero
12	
13	Algo Duro
14	
15	Duro
16	
17	Muy Duro
18	
19	Muy Muy Duro
20	



## **5. ESTUDIO 2:**

### **EVALUACIÓN DE CAMBIOS EN LA FRECUENCIA CRITICA DE FUSIÓN (CFF) DESPUES DE LA RELAJACIÓN**

#### **5.1. OBJETIVO**

Este segundo estudio tiene como objetivo observar la relación que se puede establecer entre la medida del *flicker* y la relajación.

Analizar los factores que influyen en la medición del umbral, para poder establecer una metodología de obtención de datos.

Esta investigación empieza con la hipótesis exploratoria de observación de cambio en la medida de frecuencia crítica de fusión (CFF), antes y después de la realización de una relajación corta, 8 minutos, dirigida a través de una cinta, versión adaptada del método de Jacobsón (relajación cuerpo - mente).

#### **5.2. MÉTODO**

##### **5.2.1 Participantes**

El número de deportistas que realizaron este estudio es de 30. La muestra se nutre básicamente de deportistas que practican Atletismo, diferentes pruebas, lanzamientos saltos, fondo, velocidad.

La edad media de la muestra es de 21.1 años y una desviación de 3,3, el rango va de 17 a 29 años.

Todos los deportistas accedieron a su participación de forma voluntaria y sin gratificaciones.



## 5.2.2. Instrumentos:

### 1. Medida Frecuencia Crítica de Fusión

Flicker Fusión (Tackei Kiki Kohio, Co. Limited, Modelo 501, 21 de abril de 1948)

### Mediadas de control tomadas para valorar el nivel de relajación

### 2. Medida Respuesta electrodermal

GSR (LSI Letica, modelo LE 538 Derm, serie clínica)

### 3. Relajación Inducida

Método estandar del departamento de psicología del CAR, adaptación método de Jacobson.

### 4. Percepción subjetiva de Tensión

ESCALA SUBJETIVA: Con anclajes cuantitativos y cualitativos, donde 0 es ausencia de tensión y 10 máxima tensión.

Totalmente relajado		Muy relajado		Bastante relajado		Bastante tenso		Muy tenso		Totalmente tenso	
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	



### 5.2.3. Medidas

#### **Variables psicofisiológicas:**

##### **Frecuencia Crítica de Fusión (CFF)**

Evaluación del umbral binocular CFF, establecido según el método continuo de los límites.

Se valoraba antes y después de la relajación.

##### **Mediadas de control tomadas para valorar el nivel de relajación**

#### **Variables fisiológicas**

Parámetro electrodermal

Registro de la resistencia eléctrica de la piel como medida de despolarización relacionada con el nivel de relajación y activación.

GSR (LSI Letica, modelo LE 538 Derm, serie clínica)

#### **Variables psicológicas**

##### **Percepción Subjetiva de relajación**

Consiste en la estimación subjetiva del nivel de relajación /tensión antes y después de la relajación.





#### 5.2.4. Procedimiento

El deportista se sienta en un sofá, y se le conecta al GSR, este aparato se utilizó para cuantificar el nivel de relajación según el incremento de la resistencia eléctrica de la piel (Edelberg, 1967). Se realizaron dos pasiones de Flicker, una pre-relajación y otra post relajación.

La primera toma se realizó justo antes de preguntar sobre su percepción subjetiva de tensión, se registraron 4 mediciones, dos en orden ascendente (a), de 30hz a 60hz (umbral de fusión), y dos en orden descendente (d), de 60hz a 30hz (umbral de parpadeo), alternando el orden ascendente-descendente (a-d-a-d).

El método que se siguió fue el mismo que en el estudio 1, método continuo de los límites con visión binocular.

Después de recoger los datos del flicker le presentamos la escala de percepción subjetiva de relajación/tensión:

El deportista valoraba su percepción de relajación/tensión en la escala, con la siguiente pregunta:

***“Cómo te sientes en este momento según esta escala, donde 10 es máxima tensión, y 0 es totalmente relajado”***

A continuación se le indicaba que comenzaba la relajación dirigida.

Se indicó que siguieran las instrucciones de la cinta, no se indicó la duración de ésta.

Se registraron los datos del GSR en un programa de ordenador diseñado por el departamento de informática del CAR.

Al acabar y sin levantarse del sofá, de forma inmediata, en la posición de relajación, el deportista valoraba de forma subjetiva su nivel de tensión, y después se procedió a la medición del umbral CFF post relajación, de la misma forma que en la pre-relajación.



## 5.4. RESULTADOS:

### 5.4.1. Análisis de datos

Comparación de medias entre la situación pre-relajación y post relajación, mediante el análisis estadístico de los datos con la prueba de la t- de student. las tomas ascendentes y las descendentes.

Los resultados pueden hallarse de la tabla 5 a la tabla 8, cuyo índice se encuentra a continuación:

TABLA	CONTENIDOS
5	Descriptivos y Comparación de medias del umbral CFF pre y post relajación.
6	Diferencias en el umbral CFF pre y post relajación.
7	Diferencias entre la percepción subjetiva de relajación, antes y después de la relajación inducida.



Comportamiento de la variable CFF en los momentos pre y post relajación:

En la siguiente tabla, estan resumidos los datos obtenidos en este segundo estudio, las medias de cada variable, desviación estándar. Los datos obtenidos de la comparación de medias observadas en dos medidas repetidas, pre y post relajación, con el valor de la t de Student, los grados de libertad y la significación.

**Descriptivos y Comparación de medias del umbral CFF pre y post relajación.**

FRECUENCIA CRÍTICA DE FUSIÓN			MEDIA	Desviación Estándar	Valor de t	Grados de libertad	Significación
PRE-RELAJACIÓN	ASCENDENTE	1	41.30	2.75	2.4	29	Ns
POST-RELAJACIÓN			40.89	2.18			
PRE-RELAJACIÓN	DESCENDENTE	2	41.65	1.58	5.67	29	***
POST-RELAJACIÓN			39.92	1.72			
PRE-RELAJACIÓN	ASCENDENTE	3	40.83	2.11	.79	29	Ns
POST-RELAJACIÓN			40.65	1.64			
PRE-RELAJACIÓN	DESCENDENTE	4	41.17	1.48	4.02	29	***
POST-RELAJACIÓN			40.17	1.83			
PRE-RELAJACIÓN	PROMEDIO		41.24	1.32	4.86	29	***
POST-RELAJACIÓN	TODAS		40.41	1.26			
PRE-RELAJACIÓN	PROMEDIO MENOS LA		41.22	1.14	5.68	29	***
POST-RELAJACIÓN	1º TOMA		40.25	1.21			
PRE-RELAJACIÓN	PROMEDIO		41.06	2.23	1.93	29	Ns
POST-RELAJACIÓN	ASCENDENTES		40.77	1.76			
PRE-RELAJACIÓN	PROMEDIO		41.41	1.26	7.01	29	***
POST-RELAJACIÓN	DESCENDENTES		40.05	1.63			

**Tabla 5**  
<.05\*; <.01\*\*; <.001\*\*\*

En la tabla 5 se muestran todos los datos obtenidos, en ella destaca la significación de las tomas descendentes, que son las que contribuyen a describir el descenso significativo en el umbral CFF, del promedio de todas las tomas, después de la relajación.

Las tomas descendentes son diferentes en las situaciones pre y post relajación, descienden tras realizar una relajación, con un nivel de confianza del 95% se



puede decir que el umbral descendente del CFF después de la relajación inducida desciende entre un 1.08 y un 1.98 hertzios/segundo.

**Diferencias en el umbral CFF pre y post relajación**

FRECUENCIA CRÍTICA DE FUSIÓN	MEDIA	Desviación Estándar	Valor de t	Grados de libertad	Significación
PROMEDIO CFF pre y post relajación	41.24	1.32	4.86	29	***
	40.41	1.26			
PROMEDIO CFF pre y post relajación ( menos la 1º toma)	41.22	1.14	5.68	29	***
	40.25	1.21			

**Tabla 6**

<.05\*; <.01\*\*; <.001\*\*\*

En la tabla 6 se puede ver que al comparar las medias pre y post relajación se obtiene una diferencia significativa con un nivel de confianza del 95%, se puede decir que después de realizar una relajación inducida el umbral CFF desciende entre un 0.60 hertzios/segundo y un 1.49 hertzios/segundo. Esta significación también se obtiene con un nivel de confianza del 95% al desestimar la primera toma, y el umbral CFF disminuye entre 0.71 y 1.51 hertzios/segundo. El promedio de todas las tomas menos la primera se realiza para controlar la reactancia del deportista al aparato, Flicker.

La percepción subjetiva de relajación antes y después de la relajación inducida es significativa, los deportista perciben que han conseguido relajarse, como se puede ver en los datos de la tabla 7.

**Diferencias entre la percepción subjetiva de relajación antes y después de la relajación inducida.**

Autopercepción	Media	Desviación Estandar	Valor de T	Grados de Libertad	Significación
Pre-relajación	3.97	1.35	13.67	29	***
Post-relajación	1	.08			

**Tabla 7**

<.05\*; <.01\*\*; <.001\*\*\*

Los deportistas creen haberse relajado, y su diferencia es significativa <.001, con un nivel de confianza del 95%, descendiendo su nivel de tensión percibido entre 2.52 y 3.41 en la valoración subjetiva de relajación. Además se realizó un



control con los datos registrados al evaluar la resistencia eléctrica de la piel, la muestra se filtró a partir de los datos obtenidos con el GSR. Las personas que no consiguieron una diferencia de incremento de la resistencia eléctrica de la piel superior al percentil 25 (un valor inferior a 28.750  $K_w$ ) se eliminaron. Después de este filtro quedaron 23 deportistas y los resultados fueron iguales que con una n=30.

### Metodología de obtención de datos

Las siguientes tablas describen las correlaciones de las diferentes tomas de flicker, ascendentes y descendentes, pre y post relajación. Estos son los resultados obtenidos con una muestra de 23 deportistas, después del filtro que se realizó respecto al criterio de relajación indicado en el apartado anterior. Es más descriptivo que con una muestra de n=30, pero los resultados obtenidos son los mismos.

**Relación tomas ascendentes y descendentes, pre y post relajación**

	Pre 2 descendente	Pre 3 ascendente	Pre 4 descendente	Post 1 Ascendente	Post 2 descendente	Post 3 ascendente	Post 4 descendente
Pre 1 ascendente	0.12	<b>0.68</b> ***	-0.04	<b>0.64</b> ***	0.01	<b>0.66</b> **	-0.20
Pre 2 descendente		0.07	0.35	-0.01	0.25	0.09	<b>0.61</b> ***
Pre 3 ascendente			0.03	<b>0.70</b> ***	0.11	<b>0.60</b> **	-0.22
Pre 4 descendente				0.22	<b>0.66</b> **	0.15	<b>0.69</b> ***
Post 1 ascendente					0.34	<b>0.69</b> ***	-0.05
Post 2 descendente						0.13	<b>0.69</b> ***
Post 3 ascendente							-0.14

**Tabla 8**

n=23

<.05\*; <.01\*\*; <.001\*\*\*

La tabla 8, refleja las correlaciones que se establecen entre las tomas antes de la prueba, se puede observar un índice de correlación positiva y significativa entre las tomas ascendentes. En las tomas descendentes para una n 23 los resultados obtenidos son diferentes a los que se obtiene con una n=30. En el



primer caso la correlación entre las tomas descendentes es baja y no significativa, con  $n=30$  se obtiene una correlación significativa de .05.

La tabla 8 muestra la correlación positiva y significativa entre las tomas ascendentes post relajación y las descendentes post relajación, pero no entre ellas. Esto describe consistencia en la obtención de datos al diferenciar entre los umbrales tomas ascendentes y descendentes.

Estas correlaciones indican que establecer los umbrales ascendentes y descendentes es necesario para obtener un umbral CFF.



## 5.5. CONCLUSIONES

Según los resultados presentados en el apartado anterior se puede decir que la relajación inducida provoca un descenso significativo en el umbral CFF. Esto también sucede con la evaluación subjetiva de relajación. Estos resultados están en la misma dirección que los encontrados por Grundstom et al, en 1977 y 1978.

El descenso del umbral CFF se relaciona con una actividad baja del SNC.

En los resultados no se hace referencia a los datos obtenidos con el GSR, se puede decir que estos datos reflejan un aumento en la resistencia de la piel, este comportamiento se relaciona con la relajación.

Todos los indicadores muestran que el deportista se relaja, y esto se refleja de forma significativa al comparar el umbral antes de la relajación y después en el umbral CFF.

Este tipo de tarea podría ser aburrida si el deportista no consiguiera su objetivo, obtener sensaciones de relajación y podría ser que en ese caso el umbral CFF se comportara de otra manera. En esta investigación, los deportistas podrían obtener un refuerzo positivo durante la relajación, ya que percibían que se estaban relajando, esta actividad deja de ser monótona, para convertirse en placentera, y el descenso del CFF se podría relacionar con la relajación general del deportista.

Los resultados obtenidos muestran una diferencia entre las tomas ascendentes y las descendentes. Los umbrales ascendentes correlacionan antes y después de la relajación de forma significativa, pero no varían de forma significativa después de la relajación. Esto no sucede así con los umbrales descendentes que correlacionan significativamente después de la relajación y varían de forma significativa tras realizar la relajación. Como indica Ghozlan en su investigación sobre las diferencias entre el umbral ascendente y descendente, el juicio interno subjetivo podría ser una posible explicación para las diferencias que se dan entre estas dos formas de obtener el umbral. Esto es un factor a tener en cuenta en el momento de establecer el umbral CFF, a pesar que las diferencias



entre ascendente y descendente no son estadísticamente significativas, Ghozlan indica la necesidad de evaluar los dos umbrales (ascendente y descendente) para determinar el CFF.

Es importante indicar que la diferencia en el umbral ascendente en el momento pre y post relajación es  $P < .06$ , casi significativo. Landis en 1954 indicó que los umbrales ascendente y descendente pueden variar un poco pero esta diferencia no hace variar la media. Estos resultados apoyan la idea de la necesidad de obtener el umbral CFF por el método de los límites, ya que si tan solo lo determinamos por el umbral ascendente podemos tener datos no representativos del comportamiento del CFF debidos a la elección metodológica.





## 6. VALORACIÓN GENERAL

La Frecuencia física de fusión, CFF, es según lo expuesto en la introducción una medida del nivel de activación o fatiga del SNC. Los valores obtenidos en el umbral de esta variable reflejan el nivel de activación del SNC, obteniendo así un índice de disponibilidad tras realizar una tarea.

Hay que resaltar, como se ha señalado en las conclusiones del estudio 1 que la tarea a realizar puede estar mediando el nivel de activación del SNC y estos se reflejaría en el comportamiento del umbral CFF.

Esta interpretación de los resultados remarca la importancia que tiene definir operativamente la situación seleccionada cuando se quiera evaluar el comportamiento del CFF, porque como se ha indicado, el umbral de frecuencia crítica de fusión puede estar modulado por el interés que despierte la actividad en los participantes, su actitud y las recompensas que obtengan.

En un estudio realizado por Ali y Amir (1989) se observó como el ayuno hacia disminuir el CFF, pero si el ayuno era por motivos religiosos esto no sucedía así para el grupo de mujeres. La percepción del umbral CFF en las mujeres que ayunaban por motivos religiosos estaba menos afectada que para los hombres.

Este tipo de resultados indican que para plantearse la utilización de la CFF se tendría que tener en cuenta el tipo de demanda y el significado que ésta tiene para los participantes, que intervienen en las investigaciones, para poder interpretar las variaciones en el CFF desde un nivel psicológico, ya que este parece ser el que modula este umbral. Claro que para que realmente este umbral pueda tener una relevancia científica, pueda ser replicado y todo los investigadores puedan comparar datos, es necesario que se tomen las debidas precauciones metodológicas.

En el plano metodológico, los resultados de los dos estudios reflejan que existen diferencias al obtener el umbral CFF con tomas solo ascendentes o descendentes. La explicación de estas diferencias, puede deberse a los factores que se señalaron en el marco teórico, y que estan influyendo en el



valor obtenido como CFF. Uno de estos motivos puede ser la anticipación al evaluar el umbral ascendente. El deportista no avisa cuando el estímulo deja de parpadear, sino que lo hace cuando cree que dejará de parpadear.

Este es uno de los errores que se dan en la obtención de datos con el método de los límites. Es decir puesto que el deportista percibe el incremento en la velocidad del parpadeo, tiene indicios perceptivos que le permiten anticipar la fusión de estímulos, fenómeno conocido como *configuración temporal*. (Roca, J., 1992)

Los estudios se realizaron con un Ficker manual, este tipo de instrumentos tiene más fuentes que pueden dar al deportista indicios para anticiparse en su percepción de fusión. Este instrumento tiene un motor que provoca un ruido al ir aumentando la frecuencia a la que parpadea la luz, esta información podría participar en la configuración temporal y provocar un descenso en el umbral ascendente. Otra fuente de error proviene del investigador, el ritmo en el que aumenta la frecuencia de parpadeo no es siempre la misma. Estas fuentes de error pueden quedar reducidas al utilizar un instrumento más moderno con un dispositivo automático en el cual tu puedes programar el incremento de frecuencia y en lugar de un motor funciona con un chip.

Otro aspecto relevante que hay que señalar es que un umbral no es tan solo una reacción ante un estímulo, la determinación de un umbral tiene fuentes psicológicas que hay que tener en cuenta.

*“Nos referimos a la necesaria delimitación y separación de la condicionalidad meramente posicional de determinados fenómenos, de la condicionalidad asociativa propiamente psicológica” ( Roca, J., 1999, pp 82)*

La “adaptación psicofísica” significa que como la adaptación psicobiológica, el comportamiento psíquico puede organizar las consistencias de ocurrencia de las reacciones, en este caso sensoriales, como adaptación singular a los cambios físicos y químicos que le ocurren a cada sujeto particular. (Roca, J. 1999)

Podríamos decir que los factores que influyen sobre el umbral CFF a nivel fisiológico y psicológico, determinan el promedio del umbral, pero una vez



estandarizado el procedimiento metodológico para establecer el umbral se puede hablar de comportamiento a partir de su aumento o disminución inducido por las diferentes situaciones que se quieran evaluar y así es que parece interesante seguir investigando en este campo, por ser la frecuencia crítica de fusión una medida de interés en su relación con la disponibilidad tras realizar tareas concretas.



## 4.5. ANEXOS

### Anexo 1

Escala de Borg:

6	
7	Muy Muy Ligero
8	
9	Muy Ligero
10	
11	Bastante Ligero
12	
13	Algo Duro
14	
15	Duro
16	
17	Muy Duro
18	
19	Muy Muy Duro
20	



## **7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Ali, M. R. y Amir, T. (1989) Effects of fasting on visual flicker fusion. *Perceptual and Motor Skills* (69) (2), 617-631.

Ali, M.R. y Amir, T. (1991). Critical flicker frequency under monocular and binocular conditions. *Perceptual and Motor Skills* (69) (2), 617-631.

Aufdembrinke, B. (1982) The measurement of CFF: some methodological considerations. *Pharmacopsychiatria* (15) (special issue 1), 5-8. (citado por Bobon et al., 1982)

Bobon, D. P., Lecoq, A. Von Frenckell, R. & Lavergne, G. (1982). La fréquence critique de fusion visuelle en psychopathologie et en psychopharmacologie – Essai de synthèse de la littérature. *Acta Psychiatrica Belgica* (82), 7-112

Bartley y Simons (1976). *Use of visual methods*. (citado por Cruz, L. et al., 1991)

Broadbent, D.E. (1971). *Decision and stress*, Londres: Academic Press.

Cofer, C. N. Y Appley, M. H. (1964) *Motivation Theory and Research*. London, Wiley. (citado por Eysenck, H. J., 1982)

Costa, G. (1993). Evaluation of workload in air traffic controllers, *Ergonomics* (36), 1111-1120.

Corr, Philip and Kamuri, Veena (1997). Sociability/ impulsivity and attenuated dopaminergic arousal: Critical flicker/fusion frequency and procedural learning. *Personality and individual differences* (22) (6), p 805-815.



Cruz Carides, L.; Garcia Saustres, M. (1991). Fatiga psíquica en judocas mediante el flicker y el tolouse Pieron. *Boletín oficial Científico Técnico (La Habana)* (29) (3), sept., p 11-26.

Curran, S. y Wattis, J. P. (1998) Critical flicker fusion threshold: A useful research tool in patients with Alzheimer's disease. *Human Psychopharmacology clinical and experimental* (13), 337-355

Davies, D. R., Shackleton, V.I. & Parasuraman, R. (1983) Monotony and Boredom. In: *Stress and fatigue in human performance*. Hockey, R. (Ed.). Wiley, Chichester.

Dember, W. N. y Warm, J. S. (1979) Psychology of Perception. *2nd edith. Holt, Rinehart and Winston, New York*, 20-54. (citado por Curran et al., 1998)

Douchamps Riboux, F.; Heinz, J. K.; Douchamps, J.(1989). Arousal as a tridimensional variable: an exploratory study of behavioural changes in rowers following a maraton race. *International journal of sport psychology (Rome)*; (20) (1), 31-41.

Duffy, G. (1962) *Activation and Behavior*. London, Wiley. (citado por Eysenck, H. J., 1982)

Eisner, A. (1995) Supresion of flicker response with increasing Test illuminance: roles of temporal waveform, modulation depth, and frequency. *Journal of the Optical Society of America A-Optics & Image Science* (12), 214-224. (citado por Curran et al., 1998)

Eysenck, H.J. (1982). *Fundamentos Biológicos de la personalidad*. Barcelona: Fontanella, pp 214-244.

Eysenck, M. W. (1982). *Attention and Arousal*, New York: Springer Verlag (citado por Ponciano, 1998)



Falk, J. L. And Kline, D. W. (1978). Stimulus persistence in CFF: overarousal and underactivation. *Experimental Aging Research* (4), 109-123. (citado por Curran et al., 1998)

Ghozlan, A. (1990) Ascending descending threshold differences and internal subjective judgment in CFF measurements. *Perceptual and Motor Skills* (70), 1107-1110

Gortelmeyer, R. & Wiemann, H. (1982). Retest reliability and construct validity of cortical flicker fusion frequency. *Pharmacopsychiatry* (15) (special issue 1), 24-28. (citado por Ponciano, 1998)

Grandjean, E., Baschera, P., Martin, E., y Weber, A. (1977) The effects of various conditions on subjective states and critical flicker frequency. *En R.R. Mackie (ed.), Vigilance: Theory, Operational Performance and Physiological Correlates*. New York: Plenum.

Gray, J.A. (1965). *Pavlov's Typology*. New York: Pergamon

Grunberger, J., Saletu, B., Berner, P. & Stoh, H. (1982) CFF and assessment of pharmacodynamics: Role and relationship to psychometric, EEG and pharmacokinetic variables. *Pharmacopsychiatria* (15), (special issue 1), 29-35. (citado por Ponciano, 1998)

Grundström, R., Hølemberg, G., Ledermann, H. y Livstedt, B. (1977) Sedative properties of doxepin in comparison with diazepam. *Psychopharmacology* (54), 165-169. (citado por Hølemberg, 1981)

Grundström, R., Hølemberg, G. Comparative effects of nomifensine and imipramine on cerebral arousal. *British Journal Clinical Pharmacology*, in press. (citado por Hølemberg, 1981)



Hanin, Y. L. & Spielberg, C. D. (1983). The development and validation of the Russian Form of the State-Trait Anxiety Inventory. *En C. D. Spielberg & R. Diaz-Guerrero (Eds.), Cross-cultural anxiety (2)*, pp15-26. Washington: Hemisphere.

Hanin, Y. L. & Spielberg, C. D. (1983). The development and validation of the Russian Form of the State-Trait Anxiety Inventory. In C. D. Spielberg & R. Diaz-Guerrero (Eds.), *Cross-cultural anxiety (Vol.2, pp15-26)*. Washington: Hemisphere.

Hernández-Peón, R. (1961). Reticular mechanisms of sensory control. *En Sensory communication*. W. Rosenblith, New York. citado por Eysenck, H. J., 1982)

Holembreg, G. (1981) Critical Flicker Fusion (CFF) test of sedative effect of antidepressants: Recent advances in the treatment of depression. *Acta Psychiatrica Scandinava (63) (suppl.290)*, 289-301.

Kantor, J. (1967/1978). "Un ejemplo de construcción científica sistemática.", *Psicología Interconductual*, Trillas, México.

Khan, M. C., Mahapatra, S.N., Stonier, P. D. & Thomas, E. M. (1984) Nomifensine and mianserin: non-tricyclic antidepressants with distinct clinical profiles: a randomized double-blind study. *The Royal Society of Medicine International Congress Series (70)*, 71-76. (citado por Ponciano 1998)

Libert, R. M., & Morris, L. W. (1967). Cognitive and emotional components of test anxiety: A distinction and some initial data. *Psychological Reports*, 20, 975-987.

Luria, A.R. (1979) *Atención y Memoria*. Barcelona, Fontanella

Malmo, R. B. (1959) Activation: A neurophysiological dimension. *Psychological Review (66)*, 367-386. (citado por Eysenck, H. J., 1982)

Memeo, S. A., Data, P. G., Modugno, G. C., Guerra, L. y Mazzufferi, G. (1980) *Attività farmacologica della eunamonina spermentata durante una*





sepedizione científica sulle Ande Peruviane (24 marzo-20 aprile, 1978). *Medicina dello Sport* (33), (6), 331-338.

Oshima, M. (1979). *Study of fatigue.*, (Dobun-shoin, Tokyo). (citado por Cruz,L. et al. 1991)

Ott, H.; McDonald, R.J., Fichte, K. y Herremann, W.M.(1982). Interpretations of the correlations between EEG-power-spectra and psychological performance variables within the concepts of "subvigilance", "attention" and "psychomotric impulsion. *En W.M. Herrmann (ed.): Electroencephalography in Drug Research.* Stuttgart: Gustav Fisher Verlag. (citado por Douchamps, R., F., 1989)

Parrott, A. C. Critical flicker fusion thresholds and their relationship to other mesaures of alertness. *Pharmacopsychiatria* (15), (special issue 1), 39-43. (citado por Bobon, 1982)

Ponciano, E.: Avaliação da "performance" humana: I -Estudo da Frequência Crítica de Fusão [en línea], 29/09/1998, <http://ponciano.ibili.uc.pt/uip.web/psifarmac/cffrevis/cff91.html>. [consulta: 24/02/2003]

Pribram, K. H. y Mc Guinness, D. (1975), Arousal activation and effort in the control a attention. *Psychological Rewiew* (82), 116-149. (citado por Bobon et al., 1982)

Roca, J. (1992) *Curs de psicologia.* Barcelona: Publicacions Universitat de Barcelona.

Roca, J. (1999) *Psicología: Una introducción teórica (I).* Barcelona: Edimac.

Roca, J., Pérez, G., Lázaro, I. (1991). "Determinación del nivel óptimo de ansiedad en la alta competición.", *Revista de Investigación y*



Documentación sobre las Ciencias de la Educación Física y del Deporte, nº19, año VII, 72-79.

Simonson, E. Y Brozek, J. (1952) Flicker Fusion Frequency: Background and applications. *Physiological Review* (32), 349-374. (citado por Bobon, 1982)

Simonson, E., Enzer, N. Y Blankstein, S. S. (1941) Influence of flicker. *Journal of Journal of Experimental Psychology* (29), 252-255. (citado por Bobon, 1982)

Simonson, E., Enzer, N., Benton, R. W. (1943) The influence of muscular work and fatigue on state of central nervous system. *Journal laboratory clinical Medicine* (28), 1555-1567. (citado por Bobon, 1982)

Spence, K. W. Y Taylor, J. T. (1966) Sex and Anxiety differences en eyelid conditioning. *Psychological Bulletin* (65), 137-142. (citado por Eysenck, H. J. 1982)

Swets, J., Tanner, W., Birdsall, T. (1961) Decision processes in perception. *Psychology Review* (68), 301-340. (citado por Bobon, 1982)

Valdés, M. y de Flores, T. (1985) *Psicobiología del Estrés*. Barcelona: Matinez y Roca

Volle, M.A., Brisson, G.R., Dion, M. Y Tanaka, M. (1980). Frequence de fusion critique visuelle et mesure de fatigue: Etat de la question. *Le travail Humain* (43) (1), 65-86. (citado por Ponciano, 1998)

Wesnes, K. y Warburton, D.M. (1983) Stress and drug. *In Stress and fatigue in human performance*. Hockey, R. (Ed.). Wiley, Chichester

Williams, Jean M. (1991) Relación entre arousal y ejecución. En *Psicología aplicada al deporte*, (pag 258-267). Madrid: Biblioteca Nueva.

Yerkes, R. M. y Dodson (1908). The relationships of strenger of stimulus rapidity of habit formation. *Comparative Neurology and Psychology* (18), 459-482.