



Facultad de educación y trabajo social de Valladolid

# LAS ONDAS BETA-FRONTAL Y SU COMPORTAMIENTO FRENTE A LA GLOSOFOBIA

---

TRABAJO DE FIN DE GRADO EN EDUCACIÓN PRIMARIA  
MENCIÓN DE EDUCACIÓN FÍSICA

**AUTOR: Raúl Huercio García**

**TUTOR: Alfonso García Monge**

**Valladolid, Junio 2022**

“Una emoción es algo que nos decimos a nosotros mismos, que sólo nosotros sentimos y que tiene lugar ante una situación que únicamente nosotros mismos significamos. Pero, atención, también de manera ineludible, quien genera una emoción está automáticamente informando a los otros tanto de su estado personal como de las características que seguramente tiene la situación que le envuelve”

De Domènec Luengo, en *Los secretos de la ansiedad*

## RESUMEN

**Título:** Las ondas beta-frontal y su comportamiento ante la glosofobia

**Autor:** Raúl Huercio García

**Tutor académico:** Alfonso García Monge

**Palabras clave:** EEG, ondas beta-frontal, ansiedad, habla en público, pulsioximetría.

**Resumen del contenido:** En este documento se realiza un estudio sobre el comportamiento de las ondas beta-frontal durante una situación de habla en público y cómo estas están relacionadas con la ansiedad. El uso de distintos medidores fisiológicos de la ansiedad como la saturación de oxígeno en sangre o la frecuencia cardíaca han servido para correlacionarlos con los datos obtenidos a través del electroencefalograma (EEG) y los estudios que existen hasta la fecha sobre las ondas beta-frontal. Además, se ha puesto en práctica un programa de reconducción de ansiedad para comprobar los cambios que produce en las ondas beta-frontal.

## ABSTRACT

**Keywords:** EEG, beta-frontal waves, anxiety, public speaking, pulse oximetry.

**Abstract:** This document studies the behavior of beta-frontal waves during a public speaking situation and how they are related to anxiety. The use of different physiological measures of anxiety such as blood oxygen saturation or heart rate have been used to correlate them with the data obtained through the electroencephalogram (EEG) and the studies that exist to date on beta-frontal waves. In addition, a program of anxiety redirection has been implemented to check the changes it produces in the beta-frontal waves.

## Índice

<b>1. Introducción</b> .....	4
<b>2. Fundamentación teórica</b> .....	5
<b>3. Metodología</b> .....	10
<b>3.1. Participantes</b> .....	10
<b>3.2. Procedimiento</b> .....	10
<b>3.3. Preprocesado de la señal</b> .....	11
<b>3.4. Análisis</b> .....	11
<b>4. Resultados</b> .....	13
<b>4.1. Autopercepción de ansiedad</b> .....	13
<b>4.2. Valores de pulsioximetría y oxígeno en sangre</b> .....	14
<b>4.2.1. Datos individuales</b> .....	14
<b>4.2.2. Media de las pulsaciones en exposición</b> .....	20
<b>4.2.3. Media de la SpO<sub>2</sub> en exposición</b> .....	20
<b>4.3. Análisis de los datos obtenidos mediante encefalogramas</b> .....	21
<b>4.3.1. El comportamiento de las ondas beta-frontal</b> .....	21
<b>4.3.2. Efectividad del PRA</b> .....	24
<b>4.3.3. Comparativa de todas las variantes</b> .....	27
<b>5. Conclusiones</b> .....	29
<b>6. Bibliografía</b> .....	30

## **1. Introducción**

La docencia es una profesión que puede conllevar una gran carga emocional por las distintas situaciones a las que se enfrentan a diario, así como la responsabilidad que se les otorga. Esto, en algunos casos, se traduce en un aumento del estrés y la ansiedad que puede provocar distintas afecciones en las personas que ejercen esta profesión. El habla en público es una parte fundamental de este trabajo y por lo tanto es uno de los factores que genera ansiedad en muchos docentes.

En este trabajo, mediante el uso de distintos registros fisiológicos (electroencefalografía, frecuencia cardíaca y pulsioximetría) se analizarán los datos de diferentes sujetos para comprender los procesos personales que se viven en estas situaciones de hablar en público y, por otro lado, se llevará a cabo un Programa de Recondición de la Ansiedad (PRA). Este estudio constará de dos tomas principales; la primera previa PRA y la segunda tras haberlo realizado. En cada una de estas se realizarán cuatro sub-tomas para obtener información cerebral en situaciones que requieren distintos estímulos; una en reposo con ojos cerrados, la segunda en reposo con ojos abiertos, la tercera mientras se plantea un tema de exposición, y por último la exposición de dicho tema.

Con esto se pretenderá comprobar si dicho programa puede ser efectivo para reducir los niveles de ansiedad y ayudar a los sujetos con su futuro académico y/o laboral.

## 2. Fundamentación teórica

Desde que nacemos los estímulos del mundo exterior llegan a nuestro cuerpo sin poder detener el constante bombardeo de información. Según vamos creciendo, los estímulos se van haciendo cada vez más grandes, más exigentes, generando en la sociedad un continuo estado de alerta que nos prepara para reaccionar. El nombre que se le dio a este estado de alarma que naturalmente provoca el ser humano es estrés y han sido muchas las definiciones que se le han dado a este término, (Sánchez, 2010):

El Dr. Julián Melgosa (1997), define el estrés como “La reacción que tiene el organismo ante cualquier demanda, es un estado de fuerte tensión psicológica, es la preparación para el ataque o huida, además tiene dos componentes: los agentes estresantes o estresores, que son las circunstancias del entorno que lo producen y las respuestas al estrés, que son las reacciones del individuo ante los mencionados agentes“, mientras que Guerrero Barona (1999), expone que “el estrés se origina a partir de estímulos físicos y sociales que someten a las personas a demandas que no pueden satisfacer de forma adecuada al tiempo que perciben las necesidades de satisfacerla. Se produce entonces un desajuste entre demandas ambientales y recursos disponibles”.

Un término bastante ligado al estrés es la ansiedad pues es una reacción emocional característica de las situaciones de evaluación, resultado de una interpretación situacional (García Gonzalez y Gutiérrez Calvo, 1999). Uno de los puntos clave a la hora de definir la ansiedad tiene que ver con el hecho de si ésta es un fenómeno circunstancial (es decir, agudo, transitorio) o permanente (de carácter crónico). Por ejemplo, uno de los instrumentos psicométricos más utilizados para la evaluación de la ansiedad, el Inventario de Ansiedad Rasgo-Estado que da cuenta de esta distinción, señalando que la ansiedad-estado supone un estado emocional transitorio, mientras que la ansiedad-rasgo se explica a partir de lo que sería una “tendencia ansiosa”, propia de un rasgo de personalidad (Sarudiansky, 2013).

Este concepto tiene un gran peso a la hora de hablar en público ya que se trata de una situación social considerada de gran dificultad (Harris y Brown, 1982) a la que se tienen que enfrentar con relativa frecuencia numerosas personas como parte integrante de su trabajo. En concreto, en la docencia, es un pilar fundamental que hay que controlar, sin embargo, existe una gran cantidad de personas que sufren miedo o un aumento de ansiedad al hablar en público. En este trabajo se tratará de observar la ansiedad-estado,

pues con los distintos medidores comprobaremos la variación producida en diferentes situaciones.

Fremourw y Breitenstein (1990) definen el aumento de la ansiedad al hablar en público como una reacción no adaptativa ante sucesos ambientales cuyo resultado es un comportamiento ineficaz, ya que cuando una persona habla en público se expone a la evaluación que otros hacen sobre su imagen personal. El miedo a actuar de forma inapropiada, a ser evaluado negativamente y no ser aceptado por ello, interfiere con la habilidad para realizar la tarea (Peri y Torres, 1999).

De acuerdo con el modelo cognitivo de la valoración y el afrontamiento de Lazarus y Folkman (citado por Cano Vindel, Tobal, Gonzalez y Iruarrizaga, 1994), cuando una persona se encuentra ante una situación amenazante y percibe que sus recursos o estrategias de afrontamiento no son suficientes para paliar la situación aparece la ansiedad; al comienzo, la intensidad de respuesta de ansiedad está relacionada con la valoración que el individuo hace de la situación, pero se espera que a mayor destreza para afrontar estas situaciones las respuestas de ansiedad disminuyan.

Este estado como ya hemos hablado se puede disparar en momentos de exposición a un público y por lo tanto se han realizado estudios para tratar de cuantificar el grado de ansiedad atendiendo a diferentes técnicas de medición. Esta ha sido abordada tradicionalmente desde la perspectiva clínica, existiendo en el presente programas de tratamiento tanto individuales como grupales suficientemente efectivos (Bados López, 1991; Olivares y García López, 2002)

Sin embargo, para especular sobre los distintos grados de ansiedad se tienen que analizar cómo responde el organismo en estas situaciones de estrés. Las respuestas a la ansiedad en los seres humanos están reguladas por dos componentes diferentes: el eje hipotálamo-hipófisis-adreno-cortical (HPA) y el sistema nervioso simpático (SNS). El eje HPA es un complejo sistema neuroendocrino de estrés en el que el cortisol es la hormona que regula la respuesta al estrés. En cambio, la respuesta al estrés del SNS está medida por las catecolaminas (epinefrina y norepinefrina) liberadas por las células colinérgicas inervadas de la médula suprarrenal. Por lo tanto, ambos sistemas son independientes y el mecanismo de activación es diferente para cada uno (Tecles, y otros, 2014).

Los biomarcadores de la activación de estos sistemas de estrés se pueden medir en fluidos biológicos como la sangre y la saliva. Este último es muy usado en los estudios donde se

mide el estrés debido a su fácil y rápida recogida no invasiva. El cortisol y la alfa-amilasa salival son dos de los biomarcadores de estrés más estudiados (Tecles, y otros, 2014). El cortisol, relacionado con el estrés psicológico, responde lentamente y alcanza su punto máximo unos 20-30 minutos después del inicio del estímulo estresante.

Por otra parte, la ansiedad se puede medir evaluando los bioseñales que el cuerpo genera cuando está ante una situación de estrés. Los más utilizados son la electrocardiografía (ECG) y la conductancia de la piel (SC). Algunas características extraídas de estos bioseñales, como la frecuencia cardíaca y principalmente sus variaciones, son impulsadas por el sistema nervioso autónomo y, más concretamente, por sus componentes simpáticos y parasimpáticos; por tanto, constituyen buenos marcadores de estrés (Arza-Valdés, y otros, 2018). También se han utilizado otros bioseñales como el electroencefalograma, la temperatura de la piel, la fotopleletismografía del pulso, la respiración, el diámetro de la pupila, la electromiografía y la presión arterial.

En este estudio se va a trabajar sobre todo con la frecuencia cardíaca, pulsioximetría y electroencefalografía ya que se ha comprobado que la activación de las ondas está ligada con ciertos procesos del organismo, pues al medir la actividad eléctrica de los conjuntos neuronales con una resolución temporal de milisegundos, el EEG ofrece la posibilidad de estudiar la función cerebral en tiempo real (Nayak y Anilkumar, 2022).

Según la fundación española del corazón la frecuencia cardíaca es el número de veces que se contrae el corazón durante un minuto (latidos por minuto). En reposo oscila entre 50 y 100 latidos por minuto en las personas adultas pero el ejercicio físico o las situaciones de estrés provocan un aumento de la FC (taquicardia sinusal), que se considera normal. En cuanto a la relación de la frecuencia cardíaca con la ansiedad se puede ver en varios estudios clínicos, en el artículo Trastorno de pánico y fibrilación auricular de Olazabal Eizaguirre, Chavez, González Torres y Gavia (2013) se especifican los trastornos que puede llegar a ocasionar la ansiedad en el corazón por el aumento continuado de las pulsaciones.

Por otro lado, la pulsioximetría es una prueba en la que se usa un dispositivo pequeño similar a un broche, llamado oxímetro de pulso, el que mide los niveles de oxígeno en la sangre. Cuando respiramos, los pulmones inhalan oxígeno y lo envían al torrente sanguíneo. Esta sangre rica en oxígeno es transportada al corazón, que la bombea al resto del cuerpo. Un nivel demasiado bajo de oxígeno en la sangre (saturación de oxígeno) hace



más difícil el buen funcionamiento del cuerpo, provocando que los órganos vitales se vean exigidos de forma peligrosa (Medline Plus, 2021). Los valores normales varían entre el 95 y el 100% en reposo, pero pueden variar dependiendo de la actividad física o en situaciones de ansiedad ya que se altera el sistema respiratorio.

Por último, hablaremos sobre el electroencefalograma. En concreto en este estudio se trabajará con las ondas de una frecuencia comprendida entre 12 y 30 Hz, a las que se las ha denominado ondas Beta, en la zona frontal. La actividad beta aumenta normalmente durante la somnolencia, el sueño ligero y con la activación mental (Tatum, Husain, Benbadis, y Kaplan, 2006). Las regiones frontales y centrales del cerebro son lugares en los que se puede observar un aumento de las ondas beta durante la actividad, el pensamiento ansioso, la resolución de problemas y la concentración profunda (Malik y Amin, 2017 citado en Nayak y Anilkumar, 2022).

En cuanto a beta-frontal según se muestra en un estudio realizado por Alezzi, Kamel, Faye y Gunaseli (2020) las oscilaciones cerebrales beta revelan la activación cortical neuronal que puede estar asociada al control de la atención, el procesamiento cognitivo y la regulación de las emociones. Las variaciones de las oscilaciones frontales del EEG pueden servir como indicador de la gravedad de diversos trastornos relacionados con las emociones, como la depresión y la ansiedad social. En general, el ritmo FMT y la relación entre la actividad de acoplamiento de frecuencias de la banda theta y la banda beta pueden ser biomarcadores plausibles para el trastorno de ansiedad social.

Ya que este trabajo está enfocado a la reconducción de la ansiedad analizaremos cómo se comportan estas ondas ante un estímulo estresante. Dzedzickis, Kaklauskas, y Bucinskas (2020) en su revisión sobre el reconocimiento de emociones a través del EEG, muestran que las ondas Beta aparecen asociadas a un estado de alerta o ansiedad. También las emociones negativas están relacionadas con el aumento de las respuestas beta en los seres humanos (Güntekin y Basar, 2010).

Las ondas beta son ondas cerebrales de baja amplitud y alta frecuencia que se observan comúnmente en un estado de vigilia. Están involucrados en el pensamiento consciente y el pensamiento lógico, y tienden a tener un efecto estimulante. Tener la cantidad adecuada de ondas beta nos permite concentrarnos. La prominencia de esta ola causa ansiedad, gran excitación, incapacidad para relajarse y estrés, mientras que su supresión puede provocar TDAH, soñar despierto, depresión y mala cognición. En condiciones óptimas, las ondas

beta ayudan con el enfoque consciente, la memoria y la resolución de problemas (Abhang Priyanka, 2016).

Además, este mismo autor hace una distinción dentro de beta para lograr comprender mejor estas ondas dividiéndola en ondas beta bajas (12-18 Hz), asociadas principalmente con una concentración tranquila, enfocada e introvertida y ondas beta altas (18 – 30 Hz), asociadas con estrés significativo, ansiedad, paranoia, alta energía y excitación.

También cabe mencionar que los ritmos beta que se manifiestan en distintos picos en los espectrogramas se pueden encontrar en varios lugares de la corteza en sujetos normales. En la frecuencia entre 13 y 30 Los ritmos beta de Hz se encuentran con mayor frecuencia en las áreas frontal o central en comparación con las regiones posteriores de la corteza (Kropotov, 2009). Así mismo, y teniendo en cuenta que el estudio de las ondas está todavía en pleno descubrimiento, se observarán las tomas realizadas en reposo y en situaciones de exposición para compararlas con las tomas de pulsioximetría.

### **3. Metodología**

#### **3.1. Participantes**

Este trabajo va a contar con la colaboración de seis participantes de 4º del Grado de Educación Primaria que se someterán a las tomas de datos en distintas situaciones con el fin de realizar un estudio de la ansiedad al hablar en público. Este grupo está compuesto por tres hombres y tres mujeres, de entre 22 y 25 años, todos ellos habiendo pasado dos periodos de prácticas en colegios de unos cuatro meses cada uno.

De estos seis participantes, dos aseguraban que su nivel de ansiedad durante una situación de habla en público aumentaba considerablemente. De los cuatro restantes la mitad confirmó que sus niveles de ansiedad eran medios a la hora de exponer y la otra mitad que no les generaba apenas ansiedad.

#### **3.2. Procedimiento**

- **Conocimiento Básico:** Previo a la toma de datos es importante la parte teórica que comprendía tanto el uso de los aparatos de EEG y pulsioximetría como las ondas que se iban a analizar posteriormente, en este caso las ondas Beta.
- **Familiarización con los instrumentos de medida:** En esta etapa de manera práctica se aprende a usar el casco de EEG, la manipulación de jeringuillas y los programas en los que se registran todos los datos.
- **Primera toma:** Se colocan los aparatos (casco EEG y pulsera con pulsioxímetro), resting space de toma con ojos cerrados, después toma con ojos abiertos, preparación del tema y exposición del tema. Estas tomas se hacen en una sala diáfana, sin ruidos, con 4 o 5 personas de público más o menos conocido y a una distancia aproximada de dos metros.
- **Programa de reconducción de la ansiedad:** Este consiste en varias sesiones en las que se realizarán corporeización de los mensajes, trabajar la actitud corporal y visualización del mensaje.
- **Segunda toma:** Se sigue el procedimiento de la primera toma para que existan las menos variables posibles y se haga una comparativa justa.

### 3.3. Preprocesado de la señal

El preprocesamiento de datos y los análisis se llevaron a cabo utilizando la caja de herramientas EEGLAB (v.2019.1) (Swartz Center for Computational Neuroscience, La Jolla, EE. UU.) para Matlab (MathWorks, Natick, EE. UU.). Se eliminó la línea de base de la señal del EEG para cada canal. Se aplicó un filtro espacial de referencia media común (CAR). Para el filtrado frecuencial, los datos se filtraron en paso alto a 0,5 Hz para eliminar las derivas lentas. Los artefactos se identificaron visualmente y se rechazaron de los datos de los canales.

El preprocesamiento de datos y los análisis se llevaron a cabo utilizando la caja de herramientas EEGLAB (v.2019.1) (Swartz Center for Computational Neuroscience, La Jolla, EE. UU.) para Matlab (MathWorks, Natick, EE. UU.). Se eliminó la línea de base de la señal del EEG para cada canal. Se aplicó un filtro espacial de referencia media común (CAR). Para el filtrado frecuencial, los datos se filtraron en paso alto a 0,5 Hz para eliminar las derivas lentas. Los artefactos se identificaron visualmente y se rechazaron de los datos de los canales.

Los datos se descompusieron mediante el análisis de componentes independientes (ICA). Se identificaron visualmente los componentes que no recogían al menos un 25% como actividad cerebral y se eliminaron. Para ello, se utilizó la herramienta ICALabel (un clasificador de componentes independientes de la electroencefalografía). Se trata de un plugin que, entre otras cosas, nos muestra la probabilidad de que el componente capte la actividad cerebral u otros artefactos (músculos, parpadeo, corazón, etc.).

### 3.4. Análisis

El análisis en el dominio de la frecuencia se realizó mediante el algoritmo de la transformación rápida de Fourier (FFT) (con la resolución de 0,125 Hz) para calcular la densidad espectral de potencia absoluta ( $\mu\text{V}^2/\text{Hz}$ ) densidad espectral de potencia dentro de theta (4-7 Hz), alfa (7- 13 Hz) y beta baja (13-20 Hz) (se trata de una transformación logarítmica basada en la medición de microvoltios ( $\mu\text{V}$ ) y el tiempo, calculado para cada banda de frecuencia). Los canales y los componentes se calcularon previamente. Las métricas de densidad espectral de potencia para cada canal y condición fueron calculadas.

EEGLAB permite a los usuarios utilizar estadísticas paramétricas o no paramétricas para calcular y estimar la fiabilidad de estas diferencias entre condiciones ("ojos cerrados", "ojos abiertos", "preparación de un tema" y "exposición del tema"). Las funciones de EEGLAB también permiten la obtención de diferentes parámetros del espectro como el máximo y el mínimo, la media, la moda desviación estándar y rango. EEGLAB permite realizar análisis de varianza sobre los espectros de potencia. Para los espectros de potencia media, los valores  $p$  se calculan en cada frecuencia. En este caso, se desarrolló una prueba de análisis de la varianza (ANOVA) de varianza (ANOVA) con el fin de detectar diferencias entre las tres condiciones para los diferentes neuro-marcadores utilizando la estadística de permutación. El punto específico de punto de frecuencia temporal se consideró significativo a  $p < 0.001$ . Los diseñadores de EEGLab recomiendan que, aunque estadísticas paramétricas pueden ser adecuadas para explorar datos, es mejor utilizar estadísticas basadas en la permutación para trazar los resultados finales.

Además, EEGLAB se trata de un programa que permite disociar la información que pretendes comparar facilitando así el proceso de análisis. En este documento se ponen de manifiesto tres estudios, el primero tratar de ver si el estado de ansiedad que nos muestran los datos de pulsioximetría y de saturación de oxígeno concuerdan con los datos obtenidos en el encefalograma, por otro lado comprobar si el PRA (programa de reconducción de ansiedad) ha tenido algún efecto en las ondas beta-frontal, y por último una comparativa de todas las tomas que se hicieron antes del PRA (ya que tendría que haber mayor diferencia al existir mayor estado de ansiedad).

## 4. Resultados

### 4.1. Autopercepción de ansiedad

Al final cada una de las tomas se completó una tabla basándonos en la percepción que habíamos tenido a la hora de exponer. Esto, junto con los datos obtenidos a través de la pulsioximetría y la frecuencia cardiaca, nos sirvió para clasificar a los sujetos en cuanto a su nivel de ansiedad.

<b>PARTICIPANTES</b>		<b>PRETEST</b>	<b>POSTEST</b>
<b>Participante 1</b>	4	5	4
<b>Participante 2</b>	5	8	6
<b>Participante 3</b>	7	8	6
<b>Participante 4</b>	2	4	3
<b>Participante 5</b>	7	1	1
<b>Participante 6</b>	2	8	5

Así mismo, basándonos también en los datos fisiológicos que se tomaron del pulso y saturación en sangre, se clasificó a los participantes 2 y 6 como las dos personas que habían experimentado un mayor grado de ansiedad durante la exposición y a los participantes 1 y 5 como las personas que menos ansiedad habían experimentado. Estos cuatro individuos se utilizarán en los estudios para realizar comparaciones sobre estas dos características ya que las ondas beta-frontal están relacionadas con la ansiedad.

## 4.2. Valores de pulsioximetría y oxígeno en sangre

### 4.2.1. Datos individuales

<b>PARTICIPANTE 1</b>			
<b>PRETEST</b>			
	<b>TIEMPO</b>	<b>PULSO</b>	<b>SpO<sub>2</sub></b>
<b>OJOS CERRADOS</b>	-	70	97%
<b>OJOS ABIERTOS</b>	-	71	97%
<b>PREPARACIÓN TEMA</b>	-	84	98%
<b>EXPOSICIÓN TEMA</b>	00:00	88	98%
	0:30	93	98%
	1:00	84	97%
	1:30	85	96%
	2:00	82	96%
	2:30	84	96%
	3:00	80	98%
<b>POST TEST</b>			
	<b>TIEMPO</b>	<b>PULSO</b>	<b>SpO<sub>2</sub></b>
<b>OJOS CERRADOS</b>	-	73	98%
<b>OJOS ABIERTOS</b>	-	78	99%
<b>PREPARACIÓN TEMA</b>	-	85	98%
<b>EXPOSICIÓN TEMA</b>	00:00	84	97%
	0:30	84	97%
	1:00	71	97%
	1:30	71	96%
	2:00	71	96%
	2:30	71	96%
	3:00	79	99%
<b>COMENTARIO</b>			
<p>El participante numero 1 muestra unos niveles de la frecuencia cardiaca bastante estándar en ambas tomas. Sin embargo, en el post test se puede ver como ha habido una reducción de pulsaciones por minuto, que se acercan más a los valores en reposo, y unos niveles de SpO<sub>2</sub> altos al igual que en el pretest.</p>			

<b>PARTICIPANTE 2</b>			
<b>PRETEST</b>			
	<b>TIEMPO</b>	<b>PULSO</b>	<b>SpO<sub>2</sub></b>
<b>OJOS CERRADOS</b>	-	85	96%
<b>OJOS ABIERTOS</b>	-	89	97%
<b>PREPARACIÓN TEMA</b>	-	99	98%
<b>EXPOSICIÓN TEMA</b>	00:00	101	97%
	0:30	101	97%
	1:00	82	89%
	1:30	79	86%
	2:00	79	86%
	2:30	92	97%
	3:00	106	99%
<b>POST TEST</b>			
	<b>TIEMPO</b>	<b>PULSO</b>	<b>SpO<sub>2</sub></b>
<b>OJOS CERRADOS</b>	-	88	97%
<b>OJOS ABIERTOS</b>	-	88	96%
<b>PREPARACIÓN TEMA</b>	-	90	98%
<b>EXPOSICIÓN TEMA</b>	00:00	93	98%
	0:30	93	98%
	1:00	93	98%
	1:30	93	98%
	2:00	95	98%
	2:30	103	98%
	3:00	103	98%
<b>COMENTARIO</b>			
<p>El participante 2 parte de una base de frecuencia cardiaca un poco elevada, aún así, sus pulsaciones durante el post test tienen unos valores más altos que el pretest. En cuanto a la saturación de oxígeno en sangre se ve una clara mejora, pues son más altos en la segunda toma.</p>			



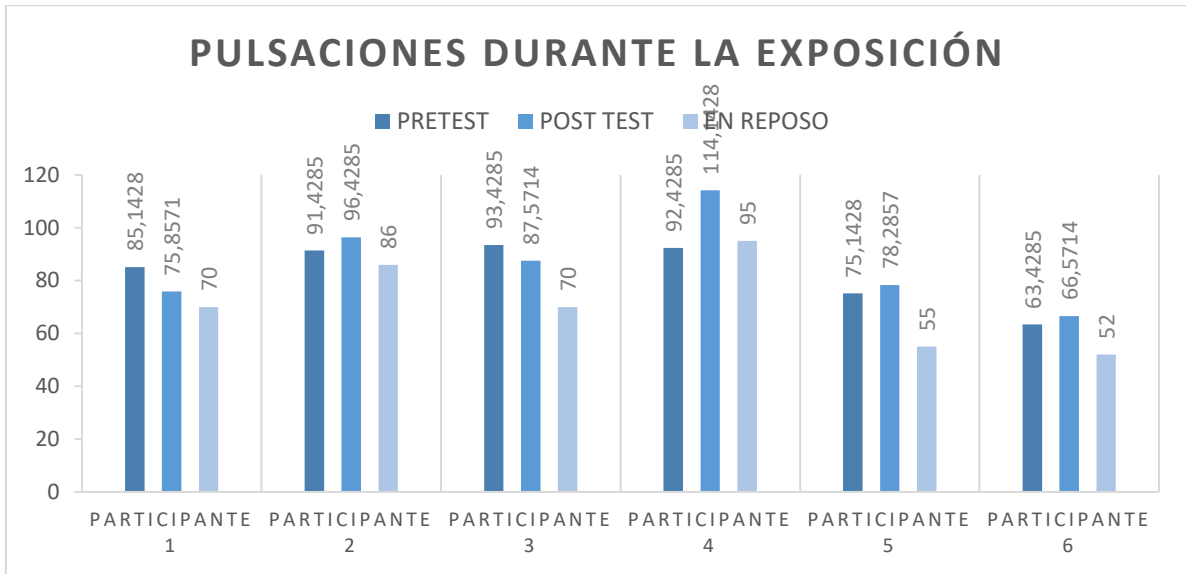
<b>PARTICIPANTE 3</b>			
<b>PRETEST</b>			
	<b>TIEMPO</b>	<b>PULSO</b>	<b>SpO<sub>2</sub></b>
<b>OJOS CERRADOS</b>	-	70	98%
<b>OJOS ABIERTOS</b>	-	73	97%
<b>PREPARACIÓN TEMA</b>	-	85	97%
<b>EXPOSICIÓN TEMA</b>	00:00	82	99%
	0:30	82	100%
	1:00	95	96%
	1:30	99	95%
	2:00	101	95%
	2:30	96	95%
	3:00	99	80%
<b>POST TEST</b>			
	<b>TIEMPO</b>	<b>PULSO</b>	<b>SpO<sub>2</sub></b>
<b>OJOS CERRADOS</b>	-	71	98%
<b>OJOS ABIERTOS</b>	-	77	98%
<b>PREPARACIÓN TEMA</b>	-	97	91%
<b>EXPOSICIÓN TEMA</b>	00:00	80	98%
	0:30	90	97%
	1:00	91	99%
	1:30	93	99%
	2:00	78	99%
	2:30	99	98%
	3:00	82	99%
<b>COMENTARIO</b>			
<p>El tercer participante tiene unos valores estándar tanto de SpO<sub>2</sub> como de frecuencia cardiaca. Este, muestra una reducción de pulsaciones durante la exposición de la segunda toma (post test) al igual que un aumento en la SpO<sub>2</sub>.</p>			

<b>PARTICIPANTE 4</b>			
<b>PRETEST</b>			
	<b>TIEMPO</b>	<b>PULSO</b>	<b>SpO<sub>2</sub></b>
<b>OJOS CERRADOS</b>	-	92	99%
<b>OJOS ABIERTOS</b>	-	94	98%
<b>PREPARACIÓN TEMA</b>	-	96	96%
<b>EXPOSICIÓN TEMA</b>	00:00	95	91%
	0:30	95	91%
	1:00	87	90%
	1:30	89	89%
	2:00	91	87%
	2:30	95	88%
	3:00	95	88%
<b>POST TEST</b>			
	<b>TIEMPO</b>	<b>PULSO</b>	<b>SpO<sub>2</sub></b>
<b>OJOS CERRADOS</b>	-	98	98%
<b>OJOS ABIERTOS</b>	-	95	97%
<b>PREPARACIÓN TEMA</b>	-	110	99%
<b>EXPOSICIÓN TEMA</b>	00:00	121	92%
	0:30	120	91%
	1:00	118	90%
	1:30	118	90%
	2:00	108	89%
	2:30	104	88%
	3:00	110	90%
<b>COMENTARIO</b>			
<p>En los valores del cuarto participante se pueden ver unos valores en reposo de la frecuencia cardiaca anormalmente altos, llegando casi a las 100 pulsaciones por minuto, lo que hace que los demás valores tengan también unos valores más altos que el resto de los participantes. Sin embargo, aquí también se aprecia que en la toma del post test tiene valores más altos que en el pretest. Por otro lado, la SpO<sub>2</sub> es bastante baja tanto en el pretest como en el post test, aunque si que se produce unos valores más altos en este último.</p>			

<b>PARTICIPANTE 5</b>			
<b>PRETEST</b>			
	<b>TIEMPO</b>	<b>PULSO</b>	<b>SpO<sub>2</sub></b>
<b>OJOS CERRADOS</b>	-	53	99%
<b>OJOS ABIERTOS</b>	-	50	100%
<b>PREPARACIÓN TEMA</b>	-	58	100%
<b>EXPOSICIÓN TEMA</b>	00:00	77	100%
	0:30	73	99%
	1:00	70	97%
	1:30	81	98%
	2:00	77	97%
	2:30	81	95%
	3:00	64	96%
<b>POST TEST</b>			
	<b>TIEMPO</b>	<b>PULSO</b>	<b>SpO<sub>2</sub></b>
<b>OJOS CERRADOS</b>	-	55	98%
<b>OJOS ABIERTOS</b>	-	55	97%
<b>PREPARACIÓN TEMA</b>	-	65	98%
<b>EXPOSICIÓN TEMA</b>	00:00	71	96%
	0:30	82	97%
	1:00	85	97%
	1:30	74	98%
	2:00	82	98%
	2:30	85	97%
	3:00	69	97%
<b>COMENTARIO</b>			
<p>El participante 5 muestra unos niveles de pulsaciones en reposo bastante bajas. Esto se continúa con los valores en exposición siendo bastante similares en el pretest y en el post test. En cuanto a la saturación de oxígeno en sangre es el que tiene los valores más altos tanto en reposo como en las tomas de exposición.</p>			

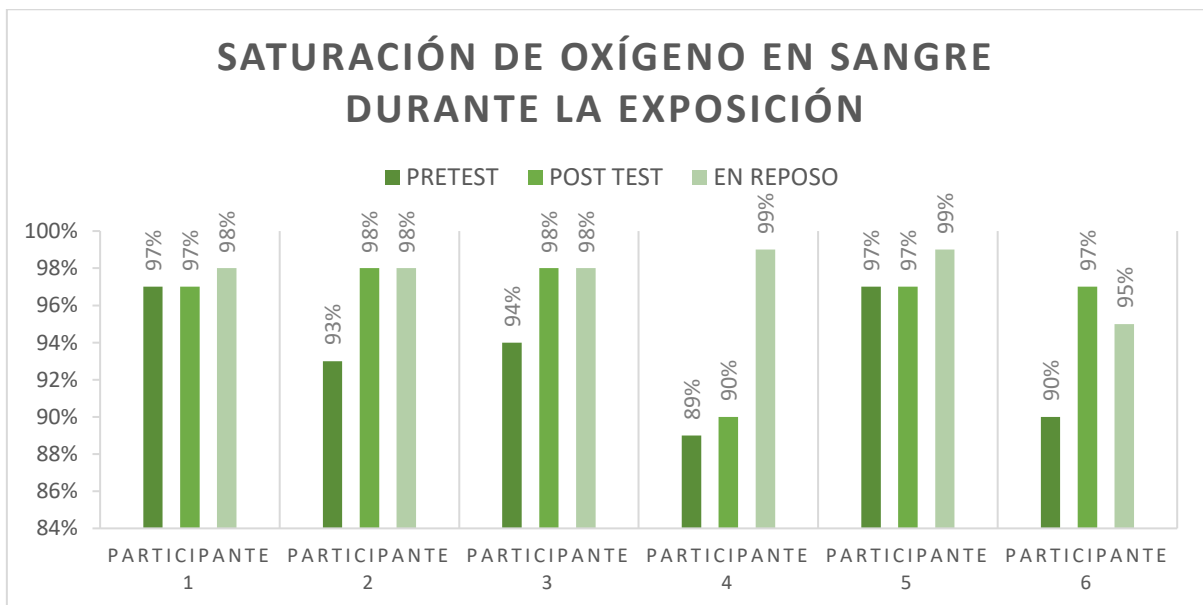
<b>PARTICIPANTE 6</b>			
<b>PRETEST</b>			
	<b>TIEMPO</b>	<b>PULSO</b>	<b>SpO<sub>2</sub></b>
<b>OJOS CERRADOS</b>	-	52	93%
<b>OJOS ABIERTOS</b>	-	51	97%
<b>PREPARACIÓN TEMA</b>	-	70	95%
<b>EXPOSICIÓN TEMA</b>	00:00	61	96%
	0:30	61	96%
	1:00	76	85%
	1:30	66	80%
	2:00	67	82%
	2:30	57	98%
	3:00	56	98%
<b>POST TEST</b>			
	<b>TIEMPO</b>	<b>PULSO</b>	<b>SpO<sub>2</sub></b>
<b>OJOS CERRADOS</b>	-	53	94%
<b>OJOS ABIERTOS</b>	-	58	96%
<b>PREPARACIÓN TEMA</b>	-	65	97%
<b>EXPOSICIÓN TEMA</b>	00:00	67	95%
	0:30	69	96%
	1:00	70	96%
	1:30	68	98%
	2:00	69	98%
	2:30	68	97%
	3:00	55	97%
<b>COMENTARIO</b>			
<p>En cuanto a los valores de la frecuencia cardiaca de el participante 5 son extremadamente bajos por lo que las pulsaciones en exposición no alcanzan valores muy altos. Sin embargo, en cuanto a los valores de SpO<sub>2</sub> se puede observar que son unos valores bastante bajos aun que se aprecia un claro aumento en la toma del post test.</p>			

### 4.2.2. Media de las pulsaciones en exposición



Tras haber visto los datos individuales en el apartado anterior me parecía preciso exponer una gráfica con las medias de las diferentes tomas de exposición y de reposo para tener de manera más visual la frecuencia cardiaca y que nos ayuden a realizar los análisis de los datos obtenidos mediante el encefalograma.

### 4.2.3. Media de la SpO<sub>2</sub> en exposición



Por otro lado, tenemos la gráfica de la saturación de oxígeno en sangre donde se muestran las tomas en exposición y en reposo para ver de manera visual la comparativa. En esta se puede ver como en los estados de exposición la SpO<sub>2</sub> se reduce sobre todo en el pretest.

### 4.3. Análisis de los datos obtenidos mediante encefalogramas

Durante este apartado se realizarán análisis de las distintas tomas para contrastar los datos obtenidos a través del electroencefalograma sobre las ondas beta-frontal con los que se obtuvieron de pulsioximetría y saturación de oxígeno en sangre.

#### 4.3.1. El comportamiento de las ondas beta-frontal

Durante este documento, y basándonos en una larga bibliografía de estudios sobre las ondas beta-frontal, se han expuesto distintas hipótesis sobre el comportamiento que tienen estas ondas cuando una persona se encuentra ante una situación de ansiedad. Las tomas que se van a analizar durante este subapartado son una media de los seis participantes en distintas situaciones antes de realizar el PRA (programa de reconducción de ansiedad) con la finalidad de observar las tomas en las que hubiera mayor grado de ansiedad.

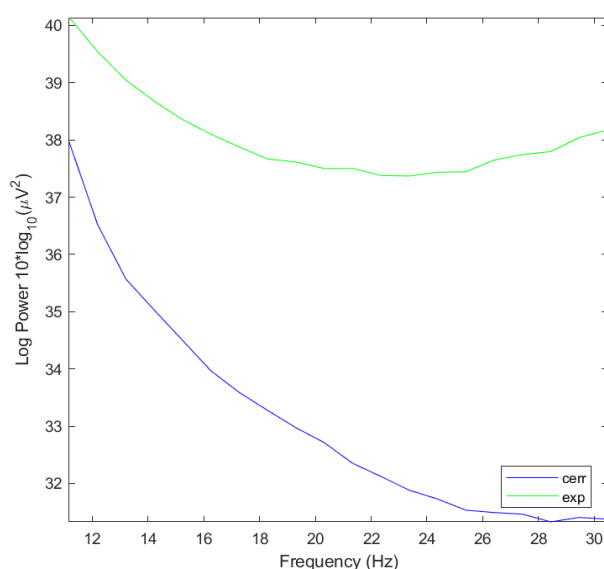


Fig. 1 "Ojos cerrados vs exposición"

En la Fig. 1 se muestra la diferencia en la banda de frecuencia beta de los seis participantes cuando se encontraban con los ojos cerrados (cerr) en un estado de reposo (M=33.11; sd=1.917) frente a los mismos sujetos realizando una exposición (exp) delante de sus compañeros (M=38.06; 0.761). En esta grafica se aprecia una clara diferencia entre el comportamiento de las ondas beta-frontal durante estas situaciones; durante la exposición del tema la banda

verde nos indica que la media de los valores es bastante alta, esto, según varios autores ya citados (Abhang Priyanka, 2016; Nayak y Anilkumar, 2022) está ligado a la ansiedad, sin embargo, la banda azul se encuentra a unos niveles más bajos, sobretodo beta alto (18 – 30 Hz) que según los estudios de Abhang Priyanka (2016) es el que se relaciona con los estados de ansiedad. Por lo tanto, basándonos en los datos de frecuencia cardiaca y pulsioximetría que se muestran en el apartado anterior podemos decir que los participantes de media tuvieron mayor ansiedad al hablar en público y que en este caso se relaciona con una mayor activación de las ondas beta-frontal.

Pasando a la fig. 2 se puede observar la comparativa entre los participantes durante la exposición ( $M=38.06$ ;  $sd=0.761$ ) y los mismos en la planificación del tema ( $M=33.61$ ;  $sd=1.218$ ). Aquí vemos que la banda azul pertenece a la exposición y por lo tanto los datos y las conclusiones concuerdan con lo ya mencionado. Por otro lado, tenemos la banda verde que en este caso pertenece a los datos obtenidos durante la preparación del tema.

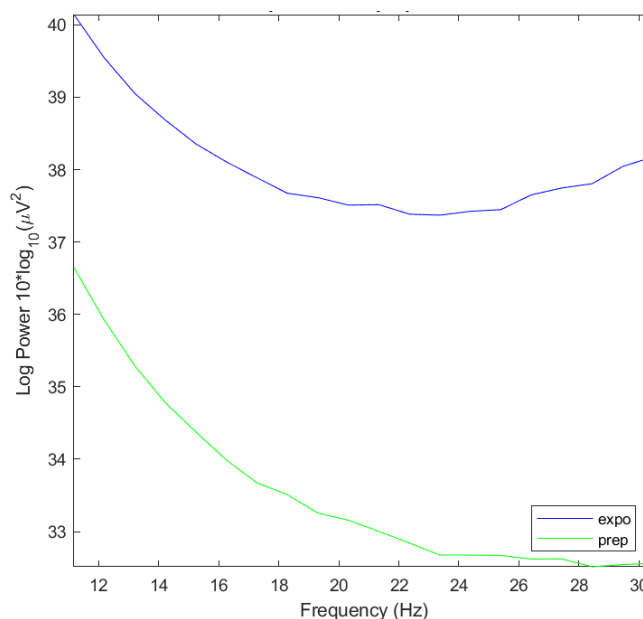


Fig. 2 "exposición vs preparación tema"

Como vemos en esta última, se encuentra bastante más abajo que la banda de exposición, sobre todo en beta alto, indicándonos por lo tanto que se da un menor estado de ansiedad durante la preparación del tema. Por el contrario, los valores de beta bajo son algo más altos y si nos basamos en los estudios de Abhang Priyanka (2016) podríamos suponer un estado de concentración, pues esta autora relaciona este segmento de las ondas beta con una concentración tranquila y enfocada. En este caso, las hipótesis basadas en las ondas beta-frontal también concuerdan con los datos de pulsioximetría y saturación de oxígeno dándonos a entender que durante el estado de exposición se llegó a un nivel de ansiedad mayor que en preparación.

Según estas gráficas, las interpretaciones que han sugerido varios autores y los otros datos obtenidos se pueden ver que durante la exposición se da un aumento de la ansiedad en los participantes del estudio. Sin embargo, no es la única situación en la que aumenta nuestros niveles de ansiedad y por lo tanto a continuación se va a hacer una comparativa entre la preparación del tema y el estado en reposo con ojos cerrados para observar si también existe alguna diferencia significativa entre estas dos situaciones.

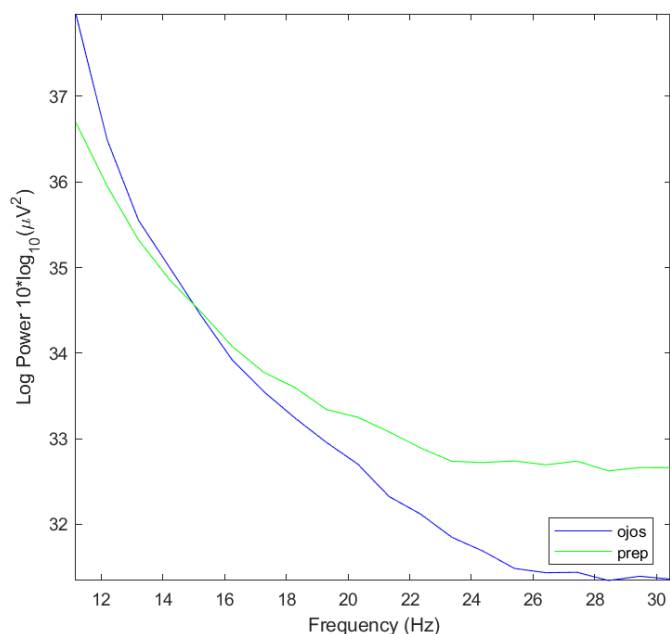


Fig. 3 "ojos cerrados vs preparación del tema"

La Fig. 3 representa la comparativa entre la preparación del tema ( $M=33.61$ ;  $sd=1.218$ ) y en situación de reposo con ojos cerrados ( $M=33.11$ ;  $sd=1.917$ ).

Durante estas tomas los datos de la frecuencia cardiaca nos muestran un aumento de unas 10-15 pulsaciones por minuto por lo que si existe un aumento de la frecuencia cardiaca. Sin embargo, en cuanto a la saturación de oxígeno en sangre los valores son

prácticamente iguales en ambas tomas. Así mismo, pasando a la gráfica (Fig. 3) y sus valores de la media y la desviación típica vemos que existe una diferencia mínima en cuanto a la potencia espectral, teniendo en beta bajo (12-18 Hz) unas bandas bastante cercanas. Por el contrario, en beta alto (18-30 Hz) podemos ver algo mas de distanciamiento que como ya se ha mencionado, este es el segmento más relacionado con la ansiedad. Con esto, y los datos objetivos del apartado anterior (pulso y oxígeno en sangre), se puede ver que durante la toma de preparación del tema existe también un aumento de ansiedad.



### 4.3.2. Efectividad del PRA

Tras haber puesto en relación la ansiedad con los datos del electroencefalograma me gustaría centrarme en el programa de reconducción de ansiedad (PRA) y si se muestra un cambio significativo en los valores de beta-frontal. Para ello vamos a analizar tres gráficas distintas, en las dos primeras se compararán los sujetos que mencionamos como ansiosos durante la exposición (participantes 2 y 6) y los no ansiosos (participantes 1 y 5) con el fin de observar unos cambios más específicos basándonos en los dos extremos. Una de las gráficas será del pretest y la otra sobre el post test para que, tomando su media y su desviación típica, se pueda ver si existe una clara diferencia. Como se ha mencionado las únicas tomas que se han seleccionado durante este subapartado son las de exposición ya que el programa está enfocado a reconducir la ansiedad que se genera al hablar en público.

En la última, a modo de comparativa general se pondrá en contraste los datos de la exposición de los seis participantes en pretest y post test.

También cabe mencionar que la efectividad de este programa no se puede basar exclusivamente en los datos de beta-frontal obtenidos mediante el electroencefalograma, pues además de que es un campo que todavía se encuentra en estudio, este estudio que abarca una parte muy específica del cerebro.

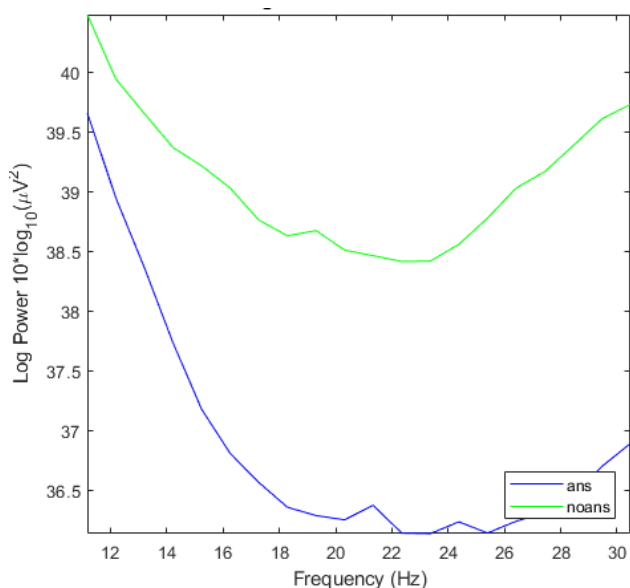


Fig. 4 "Sujetos con ansiedad vs no ansiedad pretest"

Comenzamos primero con la Fig. 4 referida la comparación entre los participantes con ansiedad (M= 36.89; ds= 1.009) y los participantes con unos niveles de ansiedad mínimos (M= 39.09; ds= 0.5781) durante las tomas de exposición en el pretest.

Aquí se puede apreciar que, en contra de lo previsto, los niveles de las personas sin ansiedad al exponer se encuentran muy por encima de las

personas que sufrieron mayor ansiedad. Los valores de frecuencia cardiaca y saturación de oxígeno en sangre en este caso indican que las personas categorizadas como ansiosas tienen un aumento significativo de su frecuencia cardiaca en reposo y a su vez los

nombrados como no ansiosos tienen una variación muy pequeña en cuanto a sus pulsaciones en reposo. Por lo tanto, la Fig. 4 en la que se muestran las ondas beta-frontal podrían estar indicando en este caso otros procesos mentales no relacionados con la ansiedad.

Con la finalidad de comprobar la efectividad del programa tenemos también en la Fig. 5 la comparativa de los participantes ansiosos ( $M= 38.01$ ;  $ds= 0.8715$ ) y los no ansiosos ( $M= 38.41$ ;  $ds= 0.7878$ ) en la misma situación (exposición) pero este caso las tomas del post test.

En esta gráfica se puede observar que, aunque sigue produciéndose una “contradicción” en los valores

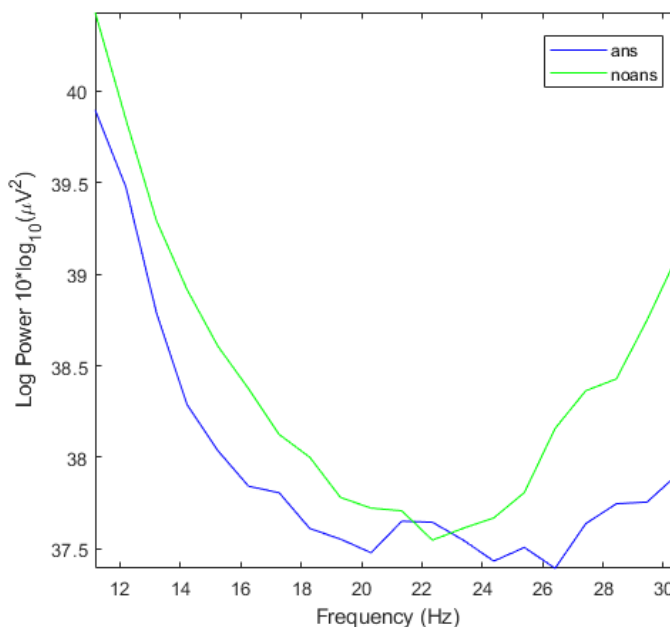


Fig. 5 “Sujetos con ansiedad vs no ansiedad post test”

de ondas Beta, se aprecia un cambio significativo en estos valores. Los de los participantes menos ansiosos han dado, en esta segunda toma, unos valores significativamente más bajos que en la anterior, mientras que los participantes ansiosos se han mantenido prácticamente.

Si nos centramos en los valores objetivos mostrados en el apartado vemos que en ambos grupos las pulsaciones por minuto se han mantenido prácticamente igual (incluso en algunos casos han aumentado un poco) pero, lo que si ha sido una diferencia significativa en los sujetos con ansiedad es que los valores de saturación de oxígeno en sangre han aumentado en la toma del post test sugiriendo esto que el discurso se expuso de una manera mas relajada.

Para concluir con este subapartado, a modo de comparativa general me gustaría exponer la media de los datos de los seis participantes durante la exposición para comprobar si existe una diferencia en cuanto a las ondas beta-frontal. Por lo tanto, en la Fig. 6 se muestra esta comparativa entre los datos del pretest ( $M= 36.53$ ;  $ds= 0.8042$ ) y el post test ( $M= 36$ ;  $sd= 0.903$ ).

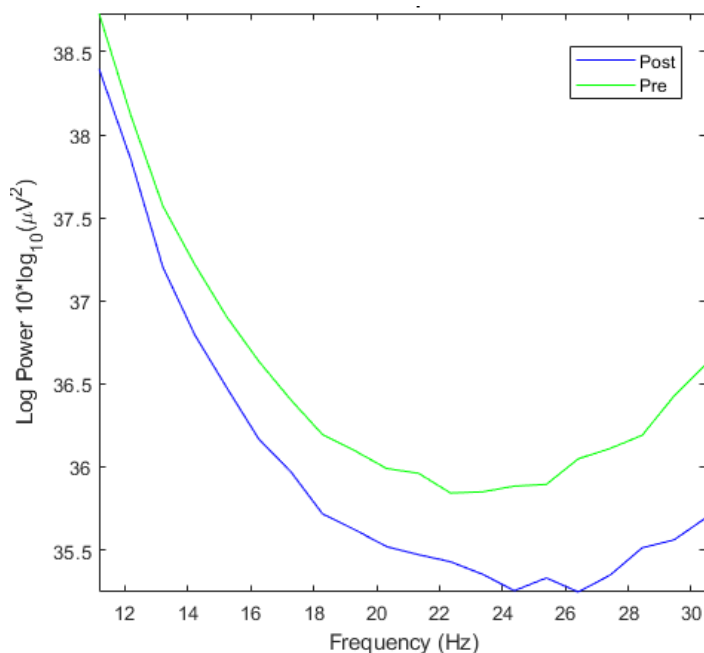


Fig. 6 "Tomas de exposición pretest vs post test"

En esta gráfica se aprecia que los valores de ondas beta-frontal del post test se encuentran por debajo de los datos obtenidos en el pretest. Según las afirmaciones de Güntekin & Basar (2010) expuestas en la fundamentación de este estudio podríamos suponer que, según se encuentran estas dos bandas, durante las tomas generadas en el pretest los participantes se

encontraban en un estado mayor de ansiedad. Esto, basado en el resto de los datos fisiológicos donde se indica una diferencia significativa sobretodo en los valores de oxígeno en sangre, podría significar que la corporeización, la integración del mensaje y las demás técnicas que se usaron en el PRA (programa de reconducción de ansiedad) han sido efectivos para reducir los nervios de los participantes durante las exposiciones ante el público.

Sin embargo, la ansiedad que se genera al hablar en público depende de una gran cantidad de factores externos que podrían haber generado este cambio en las respuestas fisiológicas de los individuos por lo que, aun que no se puede afirmar al 100% la efectividad de este programa, basandonos en los testimonios de los participantes, se puede decir que ayuda a transmitir un mensaje de manera más segura.

### 4.3.3. Comparativa de todas las variantes

Para concluir este estudio me gustaría hacer un análisis de todas las tomas (ojos cerrados, ojos abiertos, preparación y exposición) que se hicieron previo al PRA (pretest) ya que es donde se aprecia una mayor diferencia en las ondas beta de la zona frontal, pues, como hemos visto, estas se relacionan con los niveles de ansiedad y por lo tanto se verá mayor diferencia antes de haber realizado el programa. Por lo tanto, en las siguientes gráficas aparecerán las medias de los seis participantes para realizar una comparativa general de los datos y relacionarlos con las demás tomas fisiológicas.

En la Fig. 7 se puede apreciar como la línea azul oscura sobresale ante el resto. Esta pertenece a la toma en exposición pretest ( $M= 38.05$ ;  $sd= 0.7619$ ) y, basándonos en los distintos estudios mencionados y los datos de frecuencia cardiaca y saturación de oxígeno en sangre, vemos que esta posición se debe al aumento de los valores de ansiedad durante el periodo de exposición.

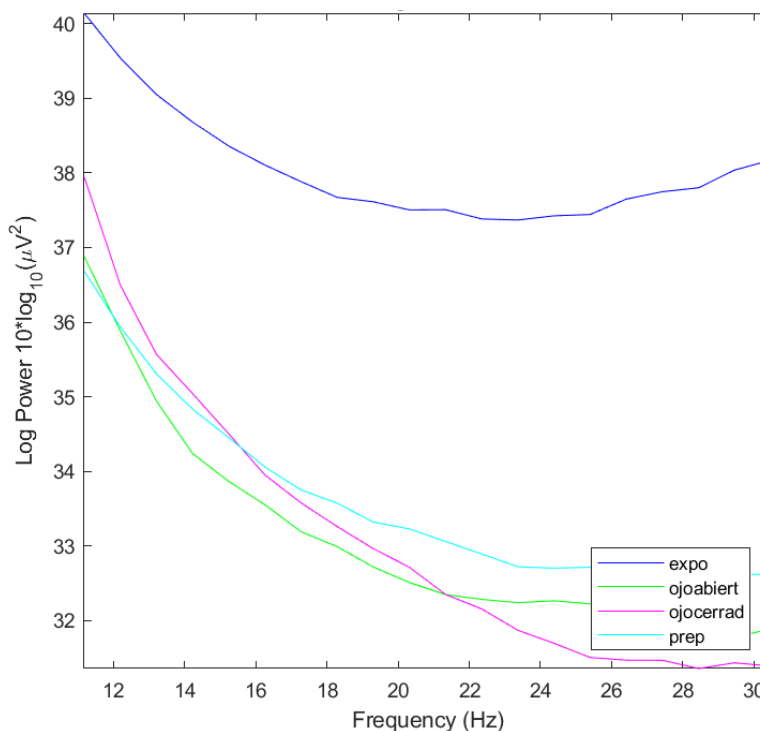


Fig. 7 "Comparativa general de las tomas pretest"

Vemos que sin duda es la toma en la que mayor actividad de ondas beta-frontal se dio.

Consecutiva a ella tendríamos la línea azul clarita que se corresponde a la toma de datos mientras se estaba realizando la preparación del tema pretest ( $M= 33.62$ ;  $ds= 1.22$ ). Aquí vemos que los valores en beta alto (20-30 Hz) se encuentran bastante por debajo de los de exposición, pero, por encima de las otras dos tomas. Esto nos indica, al igual que aparecen en los demás registros fisiológicos, que la toma en preparación tiene unos niveles de ansiedad por debajo de la exposición, pero por encima de las tomas de ojos cerrados y abiertos en reposo.

Por otro lado, tenemos la línea verde correspondiente a los valores de ondas beta-frontal en reposo con ojos abiertos ( $M= 33.09$ ;  $ds= 1.421$ ) donde vemos que en beta alto (18-30 Hz) se encuentra por encima de la toma con ojos cerrados. Tomando como referencia los demás registros fisiológicos vemos que tanto la frecuencia cardiaca como la saturación de oxígeno en sangre tienen valores bastantes similares en estas dos tomas. Por lo tanto, donde se ve la diferencia en estas dos tomas es en la actividad de beta-frontal, pues al tratarse de tomas en reposo los parámetros de pulso y de oxígeno en sangre no generan una diferencia significativa, sin embargo, el echo de abrir los ojos genera una mayor actividad cerebral y en nuestro caso, las ondas beta-frontal se refleja de esta manera.

Por último, tenemos la banda fucsia que representa los datos en reposo con ojos cerrados pretest ( $M= 33.14$ ;  $ds= 1.912$ ). En este caso podemos ver que en beta bajo (12-18 Hz) los valores están por encima tanto de ojos abiertos como de la preparación del tema. Según Abhang Priyanka (2016) este tramo de beta se relaciona con la concentración tranquila, enfocada e introvertida por lo que podría ser una explicación a este comportamiento. Al contrario, en beta alto (18-30 Hz) se puede ver que se encuentra por debajo de todas las tomas, y basándonos en la anterior autora, esto se explica porque este fragmento se relacionaría con los valores de ansiedad. Esto a su vez se confirmaría con el resto de tomas fisiológicas, pues es la toma con menores pulsaciones por minuto y a su vez con la mayor cantidad de oxígeno en sangre.

## 5. Conclusiones

A lo largo de este trabajo se han hecho diferentes estudios sobre el comportamiento de las ondas beta-frontal durante estados de ansiedad. Estos, poniéndolos en contraste con las diferentes tomas fisiológicas y los diferentes estudios de autores, nos han servido para conocer la actuación de estas ondas durante situación de reposo y de actividad cerebral.

Una vez finalizado el estudio podemos ver que en nuestro caso si que se puede apreciar una correlación entre el estado de ansiedad y la activación de las ondas beta-frontal. Cabe aclarar que estas ondas todavía tienen un gran campo de desarrollo y hay una gran cantidad de estímulos que pueden generar esta activación, por lo que se trata de hipótesis basadas en nuestro grupo de control y los datos obtenidos de estos.

En cuanto al PRA (programa de reconducción de ansiedad) hemos visto que es una buena herramienta para trabajar la ansiedad que se sufre a la hora de exponer. Durante este programa se ha tratado de redirigir las emociones que genera la situación de habla en público para algunas personas con la finalidad de darle fuerza y cuerpo al mensaje, y se ha visto reflejado tanto en los datos de pulsioximetría y frecuencia cardíaca como en las gráficas de ondas beta-frontal. Este, no solo ha servido para generar una confianza en los más nerviosos a la hora de hablar en público, sino que la corporeización del mensaje y las visualizaciones nos han permitido ganar seguridad y solidez corporal.

Por último, me gustaría comentar que me ha aportado este TFG a nivel personal. Escogí este contenido basándome en mis gustos, ya que siempre me había gustado todo lo relacionado con la biología y ciencia, y en salirme un poco de los contenidos del grado. Este me ha permitido explorar un terreno ajeno a lo que se suele esperar de una carrera de educación, pero que te aporta un conocimiento útil y enriquecedor incluso para tu futura vida profesional, pues el aprender a transmitir un mensaje de manera más clara y potente es un aspecto esencial de todo docente.

Además, este trabajo me ha permitido desarrollar competencias tanto de aprendizaje teórico como práctico, pues el uso de los programas en los que analizamos la información o el uso de todos los aparatos de medición han sido también un gran descubrimiento para mí.

En definitiva, creo que este trabajo me ha ayudado a ENSEÑAR, y eso como última experiencia ante de convertirme en docente, es de agradecer.

## 6. Bibliografía

- Abhang Priyanka, A. (2016). Technical Aspects of Brain Rhythms and Speech Parameters. Abhang, P. A., Gawali, S.C. (Eds). *Introduction to EEG-and speech-based emotion recognition*, 51-79. doi:10.1016/B978-0-12-804490-2.00003-8
- Alezzi, A., Kamel, N., Faye, I., & Gunaseli, E. (2020). *EEG Frontal Theta-Beta Ratio and Frontal Midline Theta for the Assessment of Social Anxiety Disorder*. doi:10.1109/ICCSC50387.2020.9204923
- Arza-Valdés, A., Gil, E., Aguiló, J., Bailón, R., Garzón-Rey, J. M., Lázaro, J., . . . Laguna, P. (09 de August de 2018). Measuring acute stress response through physiological signals: towards a quantitative assessment of stress. *Medical & Biological Engineering & Computing*. doi:10.1007/s11517-018-1879-z
- Bados López, A. (1991). *Hablar en público: Guía práctica para lograr habilidad y confianza*. Madrid: Madrid: Pirámide.
- Cano Vindel, A., Tobal, M., Gonzalez, H. y Iruarrizaga, I. (1994). El afrontamiento de la ansiedad en las drogodependencias. *Anales de psicología/annals of psychology*, 10(2), 145-156. Obtenido de <https://revistas.um.es/analesps/article/view/29591>
- Dzedzickis, A., Kaklauskas, A., & Bucinskas, V. (2020). Human Emotion Recognition: Review of Sensors and Methods. 20(3). doi:<https://doi.org/10.3390/s20030592>
- Fremourw, W. J., & Breitenstein, J. L. (1990). Handbook of social and evaluation anxiety. En H. Leitenberg (Ed.), *Speech anxiety*. New York, Plenum Press.
- Fundación española del corazón. (2022). Obtenido de <https://fundaciondelcorazon.com/prevencion/riesgo-cardiovascular/frecuencia-cardiaca.html>
- García Gonzalez, M. D., & Gutiérrez Calvo, M. (1999). Procesos cognitivos y ansiedad en situaciones de evaluación. *Ansiedad y estrés*, 5(2-3), 229-245.
- Güntekin, B., & Basar, E. (October de 2010). Event-related beta oscillations are affected by emotional eliciting stimuli. *Neuroscience Letters*, 8-173. doi:10.1016/j.neulet.2010.08.002
- Harris, K. R., & Brown, R. D. (1982). Cognitive behavior modification and informed teacher treatments for shy children. *Journal of Experimental Education*, 50(3), 127-143.
- Kropotov, J. D. (2009). Beta waves in the linked ears reference montage seldom – approximately at 2 per cent of normal population – exceed 20µV. *Quantitative EEG, Event-Related Potentials and Neurotherapy*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/topics/medicine-and-dentistry/beta-wave>
- Medline Plus. (27 de julio de 2021). Obtenido de <https://medlineplus.gov/spanish/pruebas-de-laboratorio/pulsioximetria/>
- Nayak, C. S., & Anilkumar, A. C. (08 de mayo de 2022). Formas de ondas normales de EEG. En *StatPearls*. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK539805/>

- Olazabal Eizaguirre, N., Chavez, R., González Torres, M. A., & Gaviria, M. (Octubre de 2013). Trastorno de pánico y fibrilación auricular. *Medicina de familia. SEMERGEN*, 39(7), 370-375. doi:10.1016/j.semerg.2013.01.009
- Olivares, J., & García López, L. J. (2002). Resultado a largo plazo de un tratamiento en grupo para el miedo a hablar en público. *Psicothema*, 405-409.
- Peri, J. M., & Torres, X. (1999). Modelos cognitivos y trastornos de ansiedad. *Ansiedad y Estrés*, 5(2-3), 285-298.
- Sánchez, J. M. (2010). Estrés laboral. *Hidrogénesis. Revista del instituto costarricense de acueductos y alcantarillados*, 8(2), 55-63.
- Sarudiansky, M. (2013). Ansiedad, angustia y neurosis. Antecedentes conceptuales e históricos. *Psicología Iberoamericana*, 21(2), 19-28.
- Tatum, W. O., Husain, A. M., Benbadis, S. R., & Kaplan, P. W. (23 de Jun de 2006). Normal adult EEG and patterns of uncertain significance. *J Clin Neurophysiol*, 194-207. doi:10.1097/01.wnp.0000220110.92126.a6.
- Tecles, F., Fuentes-Rubio, M., Tvarijonaviciute, A., Martínez-Subiela, S., Fatjó, J., & Cerón, J. J. (2014). Assessment of Stress Associated with an Oral Public Speech in Veterinary Students by Salivary Biomarkers. *Professional skills*, 37-43. doi:10.3138/jvme.0513-073R1