



# Funcionamiento de Ondas Alfa Temporoparietal de Docentes en Formación al Hablar en Público

Alejandro Toribio García

Facultad de Educación y Trabajo Social (Valladolid)

Grado en Educación Primaria

Alfonso García Monge

Valladolid, España

29 de junio de 2022





## Resumen

Este estudio se centra en el estudio de la onda alfa en la zona temporal y parietal del cerebro de los participantes, observando sus diferentes procesos en las distintas condiciones que se ponen en práctica (ojos cerrados, ojos abiertos, preparación del tema y exposición del tema). Se han utilizado los parámetros de la saturación de oxígeno (SpO<sub>2</sub>), la frecuencia cardíaca (FC) y la tensión arterial para clasificar, de una manera objetiva, al grupo experimental con ansiedad, sin ansiedad y con ansiedad moderada en diferentes condiciones, en una primera toma, antes de utilizar un programa de reconducción de la ansiedad, y en una segunda toma, después de poner en práctica ese programa.

*Palabras clave:* Ansiedad, Electroencefalografía (EEG), SpO<sub>2</sub>, Frecuencia Cardíaca (FC), Alfa temporoparietal, Programa de Reconducción de la Ansiedad, Biomarcadores.

## Abstract

This study focuses on the study of the alpha wave in the temporal and parietal area of the brain of the participants, observing their different processes in the different conditions that are put into practice (eyes closed, eyes open, preparation of the subject and exposure of the subject). The parameters of oxygen saturation (SpO<sub>2</sub>), heart rate (HR) and blood pressure have been used to classify, in an objective way, the experimental group with anxiety, without anxiety and with moderate anxiety in different conditions, in a first intake, before using an anxiety reduction programme, and in a second intake, after implementing this programme.

*Keywords:* Anxiety, Electroencephalography (EEG), SpO<sub>2</sub>, Heart Rate (HR), Alpha temporoparietal, Anxiety Redirection Programme, Biomarkers.



# Índice

<b>Introducción</b> .....	1
<b>Fundamentación Teórica</b> .....	2
Qué es la Ansiedad al Hablar en Público .....	2
¿Qué Biomarcadores Registran Dicha ansiedad?.....	3
Programa Para la Reconducción de la Ansiedad.....	7
<b>Metodología</b> .....	9
Participantes .....	9
Procedimiento.....	9
Procesado de la Señal.....	10
Análisis.....	11
<b>Resultados y Discusión de los Resultados</b> .....	12
<b>Conclusiones</b> .....	31
<b>Bibliografía</b> .....	33



## Introducción

La función docente es una profesión en la que continuamente el/la profesor/a se tiene que enfrentar a continuas oratorias y puestas en escenas frente a diversos públicos, desde niños hasta adultos pasando por padres y compañeros de profesión. Hablar en público es, para mucha gente, una situación incómoda que trata de evitar o que intenta que pase muy rápido porque pese a que la profesión les guste, este tipo de situaciones les genera pánico y ansiedad.

En este trabajo se habla de la glosofobia (ese pánico escénico comentado), de un programa de reconducción de esa ansiedad que se experimenta para ver cómo aprovechar esa activación corporal a favor, y no en contra, y estudiar los cambios fisiológicos que se producen en diferentes estados de los participantes a través de encefalografías (EEG), saturación de oxígeno (SpO2), frecuencia cardíaca (FC) y tensión arterial de cómo funcionan las ondas cerebrales en diferentes condiciones aunque, principalmente, se estudiará de cómo actúa la onda alfa en la parte parietal y temporal del cerebro en participantes que son estudiantes de la carrera de Educación Primaria y serán futuros docentes quienes algunos de ellos se definen como personas con ansiedad, mientras que otros se muestran tranquilos y otros con una ansiedad media, haciendo comparaciones entre los resultados antes del programa de reconducción de la ansiedad y los resultados de después del programa.



# Fundamentación Teórica

## Qué es la Ansiedad al Hablar en Público

La ansiedad es un sentimiento de miedo, temor e inquietud ante situaciones en las que sentimos cierto nerviosismo. Esta reacción nos provoca sudor, nos eleva el ritmo cardíaco y la tensión e incluso cambios en el comportamiento, ya que es una reacción normal al estrés. Si bien la ansiedad puede ayudar a enfrentar cualquier situación gracias a ese impulso de energía, normalmente se relaciona con aspectos negativos como el bloqueo en las diversas situaciones donde crece la ansiedad o las apariciones de enfermedades.

Hablar en público es un tipo de situación de evaluación social muy común y una parte importante de la población se siente muy incómoda con ella. Es de suma importancia detectar el estrés al hablar en público para poder tomar las medidas adecuadas para minimizar sus impactos en la salud humana. (Arsalan y Majid, 2021)

La glosofobia o más conocida como “pánico escénico” se experimenta, según Medina Gamero et al. (2018) “cuando la persona tiene que expresarse ante un grupo de personas, ya sea ante una exposición, discurso o relato. Es donde empieza a experimentar una serie de sintomatologías clínicas con diferentes intensidades”.

Este miedo al hablar en público es una reacción derivada del estrés como bien se ha comentado anteriormente y según Arza (2019), “el estrés se define como una alteración del equilibrio homeostático del individuo que provoca una respuesta de estrés, que es el intento del organismo (o del individuo) de hacer frente al factor estresante”. En este caso, la alteración del equilibrio viene dado por la ansiedad que sufre el individuo al someterse a la situación de estrés que es hablar en público y esa alteración es la que se va a analizar en el presente trabajo, aunque también se estudiará en otras condiciones como “ojos cerrados”, “ojos abiertos” y “preparación del tema” que posteriormente se explicará.



## ¿Qué Biomarcadores Registran Dicha ansiedad?

Existen diversos estudios que evalúan el estrés utilizando principalmente marcadores extraídos de bioseñales y que, por tanto, miden las reacciones fisiológicas de la respuesta al estrés en el organismo (...). Las bioseñales más utilizadas son la electrocardiografía (ECG), y la conductancia de la piel (SC) (...). Algunas características extraídas de estas bioseñales, como la frecuencia cardíaca (FC) y principalmente sus variaciones (VFC), son impulsadas por el sistema nervioso autónomo (SNA) y, más concretamente, por sus componentes simpáticos y parasimpáticos; por tanto, constituyen buenos marcadores de estrés. También se utilizan otras bioseñales, como el electroencefalograma, la temperatura de la piel, la fotopletimografía de pulso (PPG), la respiración, el diámetro de la pupila, la electromiografía y la presión sanguínea. (Arza et al. 2019)

Los biomarcadores que se han utilizado para llevar a cabo este trabajo son el EEG, la tensión arterial y la SpO<sub>2</sub>. También se contempló la idea de estudiar la frecuencia cardíaca y la conductancia galvánica de la piel “La mayor reactividad de las personas ansiosas está bien establecida utilizando la frecuencia cardíaca y la conductancia de la piel como indicadores de activación” (e. g. Garralda et al. 1991), Mezzacappa, (1997), donde los resultados de la conductancia de la piel fueron eliminados, aunque los datos de la frecuencia cardíaca sí que fueron recogidos junto a los ya mencionados EEG, tensión arterial y SpO<sub>2</sub>:

### **Electroencefalografía (EEG)**

Es un estudio de la función cerebral que recoge la actividad eléctrica del cerebro la amplifica y representa en forma de líneas, interpretándose la actividad de las distintas áreas cerebrales (...). Para recoger la señal eléctrica cerebral se utilizan electrodos colocados en el cuero cabelludo, a los que se añade una pasta conductora para posibilitar



que la señal eléctrica cerebral, que es de una magnitud de microvoltios, se pueda registrar y analizar en el electroencefalógrafo. (Molina Culqui, 2016)

Los datos de EEG preprocesados se transforman en diferentes bandas de frecuencia (delta (0-4 Hz), theta (4-7 Hz), alfa (8-12 Hz), beta (12-30 Hz) y gamma (30-50 Hz). Sin embargo, este trabajo se enfocará en las ondas alfa localizadas en la zona temporoparietal del cerebro, en un rango espectral entre 7,5 Hz y 14 Hz.

Las ondas alfa tienen un rango de frecuencia entre beta y theta. Nos ayudan a calmarnos cuando es necesario y favorecen sentimientos de relajación profunda. Las ondas alfa se encuentran de manera prominente en soñar despierto, la incapacidad para concentrarse y estar muy relajado. Si se suprimen, pueden causar ansiedad, mucho estrés e insomnio.

Cuando son óptimos conduce a un estado relajado. Abhang, (2016)

Además de estudiar alfa en su condición más dominante “ojos cerrados” ya que se considera un estado de reposo donde se pone en práctica la anterior definición, las ondas alfa, asimismo, tienen que ver con la inhibición y en todos procesos de atención aparece la inhibición de pensamientos que no son los que se utilizan en ese momento aparte de intervenir en la sincronización del procesamiento cortical mientras que una desincronización relacionada con eventos (ERD) inhibe la aparición de complejos procesos de activación de propagación según Klimesch, Sauseng y Hanslmayr, (2006).

### **Pulsioxímetro (SpO<sub>2</sub>)**

Mide la frecuencia cardíaca y la saturación de oxígeno. “Es un sensor capaz de medir la cantidad de oxígeno disuelto en la sangre (saturación de oxígeno). Este sensor también puede medir la frecuencia cardíaca y proporciona valores de latidos por minuto (lpm)” (Rodríguez-



Arce, et al. 2020). Este sensor se colocó en el pulgar de la mano izquierda de los seis participantes del grupo experimental.

Ligada a esta medición se encuentra la fotopletismografía (PPG).

Esta técnica, según Charlton et al. (2018) está influenciada por los sistemas nervioso, cardíaco, vascular y autónomo, que se ven afectados por el estrés. Los cambios en parámetros como la frecuencia cardíaca, la presión arterial y la variabilidad de la frecuencia cardíaca influyen en la señal de PPG.

Identifica las características de la onda de pulso PPG que son indicativas del estrés mental. También compara diferentes lugares de medición de la PPG para evaluar el estrés y analizar los determinantes fisiológicos de las características que cambian con el estrés, aunque, debido a la limitación de tiempo y recursos solo se utilizó el pulsioxímetro para obtener la SpO<sub>2</sub>.

Otros biomarcadores que pueden servir para el registro de la ansiedad pueden ser los siguientes:

#### **Temperatura de la piel**

“Las variaciones de la temperatura de la cara y los dedos se asocian a la respuesta al estrés debido a la activación del sistema vasorregulador (...). Se excluyen los valores fuera del rango 20-40°C” (Arza et al. 2019).

#### **Variables bioquímicas**

“El cortisol, la prolactina, al alfa-amilasa, las interleucina-6, la copeptina y otros (...) son adecuados para aplicaciones específicas y estudios de investigación. Las limitaciones de estos





marcadores bioquímicos incluyen la invasión y la imposibilidad de ser medidos constantemente” (Arza et al. 2019).

El medidor de la saliva hubiera sido un recurso útil ya que lo tenemos al alcance, pero no ha sido planteado debido por falta de tiempo y disposición.

La saliva es un fluido biológico importante que contiene una gran variedad de proteínas, y la mayoría de ellas podrían ser adecuadas como biomarcadores del estado de salud ya que alrededor del 30% de las proteínas de la sangre también están presentes en la saliva. En los estudios sobre el estrés, la saliva es especialmente útil porque su recogida es rápida, fácil, no invasiva y no estresante. (Tecles et al. 2014)

### **Respuesta Galvánica de la Piel (GSR)**

“Sensor que mide la conductividad eléctrica de la piel que se ve afectada por el sudor, controlado por el sistema nervioso simpático. En consecuencia, en episodios de estrés, la resistencia eléctrica de la piel cambia” (Rodríguez-Arce et al. 2020).

En los inicios de este trabajo, se llevó a cabo a través del programa *Mindfield Esense Skin Response*, que es un sensor útil para medir la conductancia de la piel a través de la entrada del micrófono de un teléfono inteligente o tableta (Android y Apple iOS). Finalmente, los resultados fueron desechados debido a que nuestro sistema no era fiable y había cierta incertidumbre sobre su funcionamiento.

### **Cuestionarios**

Los métodos tradicionales para determinar el estrés y la ansiedad en entornos académicos consisten en la aplicación de cuestionarios, pero el principal inconveniente



es que los resultados dependen de la autopercepción de los estudiantes. Poder detectar los niveles de estrés relacionados con la ansiedad de forma sencilla y objetiva contribuye en gran medida a hacer frente al bajo rendimiento y al abandono escolar de los estudiantes. (Rodríguez-Arce et al. 2020)

Este marcador, al igual que la saliva, es un recurso fácil y a nuestro alcance, pero debido a la subjetividad con la que se registran los datos y a la falta de tiempo y disposición, este método también fue descartado. Sin embargo, es cierto que a los participantes se les hizo una escala que indica el grado de ansiedad en la vida diaria (rasgo), en la primera toma (estado pretest) y segunda toma (estado postest).

### **Programa Para la Reconducción de la Ansiedad**

“La postura corporal también puede ser importante para el inicio y la modulación de las emociones” Nair, (2015). Este TFG pone a prueba un programa llevado a cabo por el grupo experimental que tiene el objetivo de dar cuerpo al mensaje para reconducir la ansiedad al hablar en público, ya que en un futuro estos participantes serán docentes y se enfrentarán en numerosas ocasiones a numerosas oratorias.

Según Nair, (2015) adoptar una postura sentada erguida ante el estrés puede mantener la autoestima, reducir el estado de ánimo negativo y aumentar el positivo en comparación con una postura desplomada (...) aumentando el ritmo del habla y reduciendo la auto-concentración, por lo que resulta ser de una estrategia conductual sencilla para ayudar a combatir el estrés.



Sin embargo, hay estudios, como el de Riskind y Gotay (1982) que dictaminaron que sentarse de forma erguida no daba ninguna diferencia en el estado de ánimo auto-declarado en comparación con sentarse encorvado, pero sí que dio lugar a una mayor insistencia en el intento de resolver una tarea compleja. De igual manera, otro estudio como es el de Briñol, Petty y Wagner (2009) comentaba que sentarse en una postura erguida no afectaba al estado de ánimo de los sujetos ni a los pensamientos en comparación con una posición desplomada, aunque sí que generó más confianza en los pensamientos.

De esta manera, este estudio se sustenta en varios análisis para desarrollar un entrenamiento de corporeidad del mensaje para reconducir la ansiedad y aprovechar los efectos y emociones que se siente para transmitir el mensaje. “El cuerpo desempeña un papel crucial en los procesos emotivos” (Price, Peterson y Harmon-Jones, 2012). Para conseguir esa corporeización del mensaje, lo que se realizó fue un cambio de actitud corporal a través de una visualización del mensaje dado por el tutor. Ese mensaje guiaba a los participantes a crear imágenes, visualizar una postura para después poder efectuarla en la misma sesión. Carney, Cuddy, y Yap, (2010) comentan que, con un simple cambio de postura física, un individuo preparará sus sistemas mentales y fisiológicos para soportar situaciones difíciles y estresantes, además de, con el tiempo y en conjunto estos cambios posturales mínimos y sus resultados podrían mejorar la salud y el bienestar general de una persona.

También, hay otros entrenamientos y técnicas para reconducir la ansiedad es el aprovechar el poder de las Imágenes Mentales Emocionales (IME), que, según Pile et al. (2021) podría mejorar los tratamientos e implica la capacidad de simular y manipular experiencias multisensoriales dentro del llamado ojo de la mente mediante el uso de representaciones internas. La IME se ha implicado en el desarrollo y mantenimiento de la ansiedad y la depresión. Los jóvenes con ansiedad o depresión, o ambos, pueden experimentar imágenes de acontecimientos negativos y tienen imágenes positivas empobrecidas. Dada su capacidad para



representar, procesar y genera eventos emocionales, las imágenes mentales podrían tener un papel importante en la terapia. También la Terapia de Movimiento de Danza (DMT) que “se define como una forma de psicoterapia creativa orientada al cuerpo que utiliza el movimiento, la danza y la intervención verbal para promover la integración emocional, cognitiva y social del individuo” Bräuninger, (2012).

## Metodología

### Participantes

Grupo experimental: 6 estudiantes de 4º de Educación Primaria donde tenemos 3 hombres y 3 mujeres (de entre 22 y 25 años). La toma inicial se hizo previa al periodo de prácticas y la segunda toma se hizo post prácticas. Dos de los participantes decían tener más temor a la hora de hablar en público (se ponían más nerviosos), mientras que otros dos mostraban un carácter más tranquilo. El resto de participantes se encontraba en una escala intermedia de ansiedad.

### Procedimiento

1. Conocimiento básico sobre el EEG, las ondas cerebrales con las que vamos a trabajar (Theta, alfa, beta y gamma), como utilizar el casco del EEG de manera teórica.



2. Familiarización con los instrumentos de medida: aprender a usar el casco del EEG, manipulación de las jeringuillas, prueba de ojos cerrados y ojos abiertos para familiarizarnos con la parte técnica del procedimiento.

3. Primera toma (grupo experimental): colocación de los aparatos (casco EEG, pulsera con pulsioxímetro, toma de tensión), resting space de toma con ojos cerrados, después toma con ojos abiertos, preparación del tema, (segunda toma de tensión), presentación del tema. Las tomas se hicieron en una sala diáfana, sin ruidos. Público (4 personas) más o menos conocido (compañeros de edad similar), a una distancia aproximada de dos metros.

4. Programa de reconducción de la ansiedad, corporeización del mensaje + cambio de actitud corporal, visualización del mensaje y cambio de actitud corporal.

5. Segunda toma (grupo experimental): colocación de los aparatos (casco EEG, pulsera con pulsioxímetro, toma de tensión), resting space de toma con ojos cerrados, después toma con ojos abiertos, preparación del tema (hacer una sesión de EF), (segunda toma de tensión), presentación del tema.

## **Procesado 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.



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.).

## 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 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 para los canales Cz – FC1 – C3 – FC5 – FT9 – T7 – TP9 – CP5 – CP1 – P3 – P7 – Pz – P8 – P4 – CP2 – CP6 – TP10 – T8 – FT10 – FC6 – C4 – FC2. EEGLAB permite a los usuarios utilizar estadísticas paramétricas o no paramétricas para calcular y estimar la fiabilidad de estas diferencias entre condiciones ("ojos abiertos", "ojos cerrados" "preparación del 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.

En el próximo apartado, resultados y discusión de los resultados, se analiza de manera más específica la actividad alfa del EEG que es la actividad oscilatoria dominante del cerebro humano Niedermeyer y Lopes da Silva (1999) en sujetos con ansiedad, sin ansiedad y ansiedad moderada, observando las diferencias que hay entre ambos. Se ha asociado con funciones cognitivas básicas como la atención o la memoria Klimesch (2012) y, como ya se ha dicho anteriormente, favorecen sentimientos de relajación profunda Abhang (2016). Otra teoría que también se va a analizar es que si alfa juega un papel de control inhibitorio y la sincronización del procesamiento cortical mientras que una desincronización relacionada con eventos (ERD) inhibe la aparición de complejos procesos de activación de propagación como comentan Klimesch, Sauseng y Hanslmayr (2006).

## Resultados y Discusión de los Resultados

En la siguiente tabla, se recoge, de una manera subjetiva y propia, una escala que indica el grado de ansiedad en la vida diaria (rasgo), en la primera toma (estado pretest) y segunda toma (estado postest) del grupo experimental teniendo en cuenta una escala del 1 al 10, siendo 1 bajo nivel de ansiedad y 10 un elevado nivel de ansiedad:



GRUPO EXPERIMENTAL			
PARTICIPANTES	RASGO	ESTADO PRETEST	ESTADO POSTEST
Participante 1 (sin ansiedad)	7	1	1
Participante 2 (sin ansiedad)	4	5	4
Participante 3 (ansiedad moderada)	2	4	3
Participante 4 (ansiedad moderada)	7	8	6
Participante 5 (con ansiedad)	2	8	5
Participante 6 (con ansiedad)	5	8	6

Tabla 1: Recogida de rasgo, estado pretest y postest del grupo experimental

En las siguientes tablas, se recogen, de una manera objetiva, los resultados obtenidos por el pulsioxímetro para la SpO<sub>2</sub>, la Frecuencia Cardíaca (FC) y la tensión arterial de cada participante perteneciente al grupo experimental, tanto de la primera toma (estado pretest) como de la segunda toma (estado postest):

	TENSIÓN MÁX.	TENSIÓN MÍN.	PULSO
1ª TOMA (inicial)	118	70	56
2ª TOMA (inicial)	112	67	51
3ª TOMA (preparación)	121	80	62

	PULSO	SpO <sub>2</sub>
OJOS CERRADOS	53	99%
OJOS ABIERTOS	50	100%
PREPARACIÓN TEMA	58	100%

EXPOSICIÓN TEMA	0:00	0:30	1:00	1:30	2:00	2:30	3:00
PULSO (pecho)	70	73	75	71	72	71	76
PULSO (muñeca)	77	73	70	81	77	81	64
SpO <sub>2</sub> (muñeca)	100%	99%	97%	98%	97%	95%	96%

Tabla 2: 1ª Toma de datos (Estado Pretest) del participante 1 definido sin ansiedad.





	TENSIÓN MÁX.	TENSIÓN MÍN.	PULSO
<b>1ª TOMA</b> (inicial)	113	58	57
<b>2ª TOMA</b> (presentación)	124	71	68

	PULSO	SpO <sub>2</sub>
<b>OJOS CERRADOS</b>	55	98%
<b>OJOS ABIERTOS</b>	55	97%
<b>PREPARACIÓN TEMA</b>	65	98%

EXPOSICIÓN TEMA	0:00	0:30	1:00	1:30	2:00	2:30	3:00
<b>PULSO</b> (muñeca)	71	82	85	74	82	85	69
<b>SpO<sub>2</sub></b> (muñeca)	96%	97%	97%	98%	98%	97%	97%

*Tabla 3: 2ª Toma de datos (Estado Postest) del participante 1 definido sin ansiedad.*

	TENSIÓN MÁX.	TENSIÓN MÍN.	PULSO
<b>1ª TOMA</b> (inicial)	125	78	76
<b>2ª TOMA</b> (inicial)	117	75	74
<b>3ª TOMA</b> (preparación)	113	75	74

	PULSO	SpO <sub>2</sub>
<b>OJOS CERRADOS</b>	70	97%
<b>OJOS ABIERTOS</b>	71	97%
<b>PREPARACIÓN TEMA</b>	84	98%

EXPOSICIÓN TEMA	0:00	0:30	1:00	1:30	2:00	2:30	3:00
<b>PULSO</b> (pecho)	94	105	101	97	84	90	-
<b>PULSO</b> (muñeca)	88	93	84	85	82	84	-
<b>SpO<sub>2</sub></b> (muñeca)	98%	98%	97%	96%	96%	96%	-

*Tabla 4: 1ª Toma de datos (Estado Pretest) del participante 2 definido sin ansiedad.*



	TENSIÓN MÁX.	TENSIÓN MÍN.	PULSO
<b>1ª TOMA</b> (inicial)	108	74	80
<b>2ª TOMA</b> (preparación)	119	81	78

	PULSO	SpO <sub>2</sub>
<b>OJOS CERRADOS</b>	73	98%
<b>OJOS ABIERTOS</b>	78	99%
<b>PREPARACIÓN TEMA</b>	85	98%

EXPOSICIÓN TEMA	0:00	0:30	1:00	1:30	2:00	2:30	3:00
<b>PULSO</b> (muñeca)	84	84	71	71	71	71	79
<b>SpO<sub>2</sub></b> (muñeca)	97%	97%	97%	96%	96%	96%	99%

*Tabla 5: 2ª Toma de datos (Estado Postest) del participante 2 definido sin ansiedad.*

Las cuatro tablas anteriores (*Tabla 2, Tabla 3, Tabla 4 y Tabla 5*) muestran a los participantes clasificados sin ansiedad. Debido a su ritmo cardíaco en estado de reposo, “ojos cerrados”, y observando su línea en la “exposición del tema” se pudo ver que ambas personas no sufrieron alteraciones notorias en su ritmo cardíaco ni en la saturación de oxígeno. Ambos parámetros fueron constantes aproximadamente en ambas tomas, aunque, por parte del participante 2, se comprueba cierta mejora después del programa (estado pretest) disminuyendo, sobre todo, su frecuencia cardíaca en la toma de “exposición del tema” (*Figura 1*).

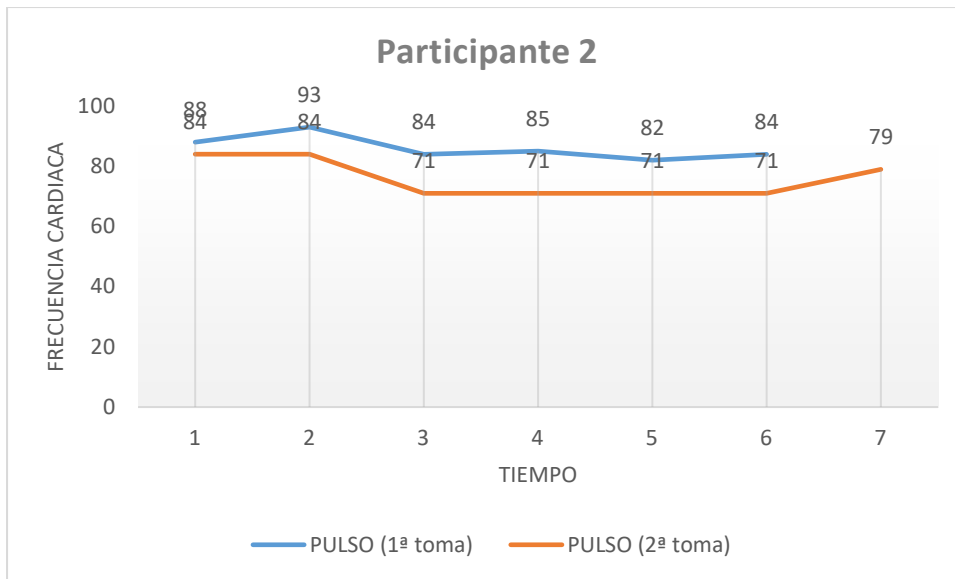


Figura 1. FC en condición “exposición del tema” del participante 2 clasificado “no ansiedad”

Teniendo en cuenta estos datos, parece que el programa de reconducción de ansiedad ha tenido éxito con el participante 2, ya que ha sido capaz de disminuir su frecuencia cardíaca durante su oratoria. Además, el propio participante se mostró, de manera subjetiva, con menos ansiedad en la segunda toma (4/10) que en la primera (5/10).

A continuación, analizamos las siguientes cuatro tablas:

	TENSIÓN MÁX.	TENSIÓN MÍN.	PULSO
1ª TOMA (inicial)	116	86	93
2ª TOMA (inicial)	111	75	84
3ª TOMA (preparación)	144	101	108

	PULSO	SpO <sub>2</sub>
OJOS CERRADOS	92	99%
OJOS ABIERTOS	94	98%
PREPARACIÓN TEMA	96	96%

EXPOSICIÓN TEMA	0:00	0:30	1:00	1:30	2:00	2:30	3:00
PULSO (pecho)	160	160	145	145	144	130	113
PULSO (muñeca)	95	95	87	89	91	95	95
SpO <sub>2</sub> (muñeca)	91%	91%	90%	89%	87%	88%	88%

Tabla 6: 1ª Toma de datos (Estado Pretest) del participante 3 definido con ansiedad moderada.



	TENSIÓN MÁX.	TENSIÓN MÍN.	PULSO
<b>1ª TOMA</b> (inicial)	120	75	107
<b>2ª TOMA</b> (preparación)	113	77	115

	PULSO	SpO <sub>2</sub>
<b>OJOS CERRADOS</b>	100	98%
<b>OJOS ABIERTOS</b>	95	97%
<b>PREPARACIÓN TEMA</b>	110	99%

EXPOSICIÓN TEMA	0:00	0:30	1:00	1:30	2:00	2:30	3:00
<b>PULSO</b> (muñeca)	121	120	118	118	108	104	110
<b>SpO<sub>2</sub></b> (muñeca)	92%	91%	90%	90%	89%	88%	90%

Tabla 7: 2ª Toma de datos (Estado Postest) del participante 3 definido con ansiedad moderada.

	TENSIÓN MÁX.	TENSIÓN MÍN.	PULSO
<b>1ª TOMA</b> (inicial)	106	70	69
<b>2ª TOMA</b> (inicial)	103	66	69
<b>3ª TOMA</b> (preparación)	123	67	86

	PULSO	SpO <sub>2</sub>
<b>OJOS CERRADOS</b>	70	98%
<b>OJOS ABIERTOS</b>	73	97%
<b>PREPARACIÓN TEMA</b>	85	97%

EXPOSICIÓN TEMA	0:00	0:30	1:00	1:30	2:00	2:30	3:00
<b>PULSO</b> (pecho)	110	110	100	96	90	98	80
<b>PULSO</b> (muñeca)	82	82	95	99	101	96	99
<b>SpO<sub>2</sub></b> (muñeca)	99%	100%	96%	95%	95%	95%	80%

Tabla 8: 1ª Toma de datos (Estado Pretest) del participante 4 definido con ansiedad moderada.



	TENSIÓN MÁX.	TENSIÓN MÍN.	PULSO
1ª TOMA (inicial)	99	64	78
2ª TOMA (preparación)	106	70	85

	PULSO	SpO <sub>2</sub>
OJOS CERRADOS	71	98%
OJOS ABIERTOS	77	98%
PREPARACIÓN TEMA	97	91%

EXPOSICIÓN TEMA	0:00	0:30	1:00	1:30	2:00	2:30	3:00
PULSO (muñeca)	80	90	91	93	78	99	82
SpO <sub>2</sub> (muñeca)	98%	97%	99%	99%	99%	98%	99%

Tabla 9: 2ª Toma de datos (Estado Postest) del participante 4 definido con ansiedad moderada.

Estas tablas (*Tabla 6, Tabla 7, Tabla 8 y Tabla 9*) muestra a los participantes categorizados como ansiedad moderada. En el caso del participante 3, la autopercepción de ansiedad nos ha servido para observar que, pese a un elevado ritmo cardíaco tanto en condición de “ojos cerrados” como “exposición del tema” el participante no ha sentido ansiedad. Sin embargo, es cierto que la saturación de oxígeno está considerada baja (su máxima es de 91% en la 1ª toma y de 92% en la 2ª toma). Esto puede ser debido a una descoordinación entre la oratoria y la respiración independientemente de la ansiedad.

Respecto al participante 4, pese a que subjetivamente se define como una persona de ansiedad tanto en percepción de rasgo, estado pretest y postest, los datos le clasifican en este grupo debido a que la saturación de oxígeno se mantiene en sus máximas en todo momento en ambas tomas y la frecuencia cardíaca no es elevada respecto a su estado de reposo “ojos cerrados”. Además, parece que el programa de reconducción de la ansiedad ha funcionado porque se puede observar una mejora tanto de SpO<sub>2</sub> y FC respecto de la 1ª toma a la 2ª toma (*Figura 2*):

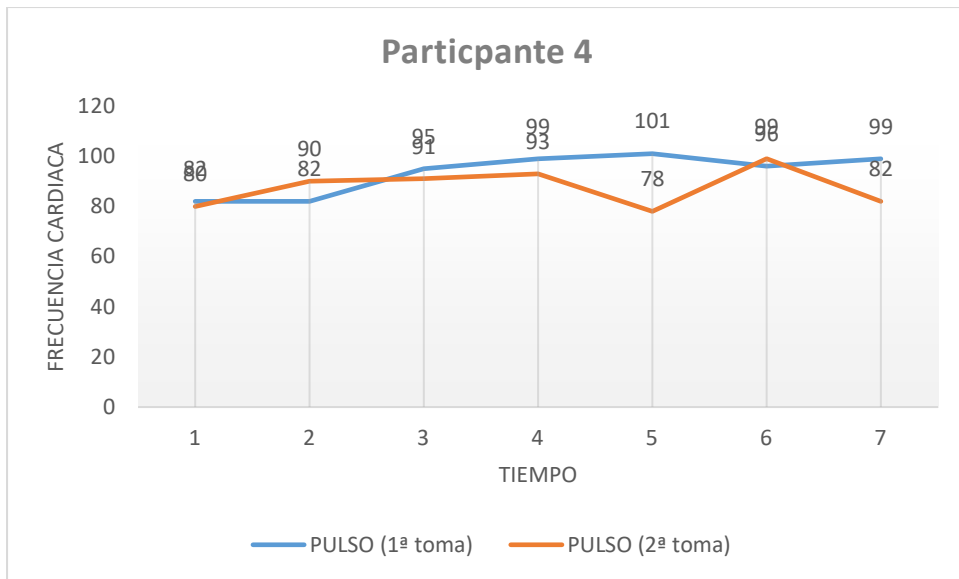


Figura 2. FC en condición “exposición del tema” del participante 4 clasificado “ansiedad moderada”

Además de la obtención de estos datos, su percepción (pese a no contabilizar en este caso) se tiene en cuenta en el sentido de que experimentó menos ansiedad en la 2ª toma (6/10) respecto a la 1ª toma (8/10).

Seguido, se analiza el último grupo de los participantes:

	TENSIÓN MÁX.	TENSIÓN MÍN.	PULSO
1ª TOMA (inicial)	126	70	49
2ª TOMA (inicial)	-	-	-
3ª TOMA (preparación)	137	85	65

	PULSO	SpO <sub>2</sub>
OJOS CERRADOS	52	93%
OJOS ABIERTOS	51	97%
PREPARACIÓN TEMA	70	95%

EXPOSICIÓN TEMA	0:00	0:30	1:00	1:30	2:00	2:30	3:00
PULSO (pecho)	81	81	83	62	63	53	-
PULSO (muñeca)	61	61	76	66	67	57	-
SpO <sub>2</sub> (muñeca)	96%	96%	85%	80%	82%	98%	-

Tabla 10: 1ª Toma de datos (Estado Pretest) del participante 5 definido con ansiedad.



	TENSIÓN MÁX.	TENSIÓN MÍN.	PULSO
<b>1ª TOMA</b> (inicial)	126	66	61
<b>2ª TOMA</b> (preparación)	132	66	65

	PULSO	SpO <sub>2</sub>
<b>OJOS CERRADOS</b>	53	94%
<b>OJOS ABIERTOS</b>	58	96%
<b>PREPARACIÓN TEMA</b>	65	97%

EXPOSICIÓN TEMA	0:00	0:30	1:00	1:30	2:00	2:30	3:00
<b>PULSO</b> (muñeca)	67	69	70	68	69	68	55
<b>SpO<sub>2</sub></b> (muñeca)	95%	96%	96%	98%	98%	97%	97%

Tabla 11: 2ª Toma de datos (Estado Postest) del participante 5 definido con ansiedad.

	TENSIÓN MÁX.	TENSIÓN MÍN.	PULSO
<b>1ª TOMA</b> (inicial)	117	81	89
<b>2ª TOMA</b> (inicial)	117	75	86
<b>3ª TOMA</b> (preparación)	101	86	111

	PULSO	SpO <sub>2</sub>
<b>OJOS CERRADOS</b>	85	96%
<b>OJOS ABIERTOS</b>	89	97%
<b>PREPARACIÓN TEMA</b>	99	98%

EXPOSICIÓN TEMA	0:00	0:30	1:00	1:30	2:00	2:30	3:00
<b>PULSO</b> (pecho)	135	135	130	133	133	120	110
<b>PULSO</b> (muñeca)	101	101	82	79	79	92	106
<b>SpO<sub>2</sub></b> (muñeca)	97%	97%	89%	86%	86%	97%	99%

Tabla 12: 1ª Toma de datos (Estado Pretest) del participante 6 definido con ansiedad.



	TENSIÓN MÁX.	TENSIÓN MÍN.	PULSO
1ª TOMA (inicial)	136	80	85
2ª TOMA (preparación)	117	99	100

	PULSO	SpO <sub>2</sub>
OJOS CERRADOS	88	97%
OJOS ABIERTOS	88	96%
PREPARACIÓN TEMA	90	98%

EXPOSICIÓN TEMA	0:00	0:30	1:00	1:30	2:00	2:30	3:00
PULSO (muñeca)	93	93	93	93	95	103	105
SpO <sub>2</sub> (muñeca)	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%

*Tabla 13: 2ª Toma de datos (Estado Postest) del participante 6 definido con ansiedad.*

Las últimas cuatro tablas (Tabla 10, Tabla 11, Tabla 12 y Tabla 13) etiquetan a las personas con ansiedad. Teniendo en cuenta al participante 5, sorprende su baja frecuencia cardíaca, aunque, de manera subjetiva, comentó que se encontró muy nervioso (8/10) en la 1ª toma. Se puede observar como la saturación de oxígeno es bastante baja (80% de mínimo) en pretest, por lo que posiblemente se haya dado por la ansiedad experimentada. Sin embargo, en el postest, parece ser que este participante “mejoró” las pulsaciones elevando su FC reconduciéndose hacia parámetros más fiables y también mejoró con eficiencia la SpO<sub>2</sub>, marcando un 96% como mínima:

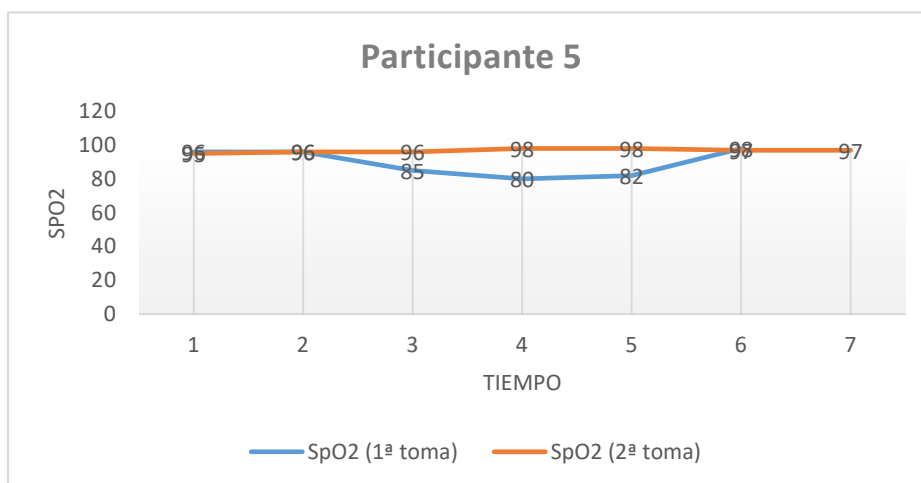


Figura 3. SpO<sub>2</sub> en condición “exposición del tema” del participante 5 clasificado “con ansiedad”





Respecto a los datos obtenidos por parte del participante 6, se puede comprobar que su FC es muy irregular en la condición “ojos cerrados” respecto a “exposición del tema” en la 1ª toma y su SpO<sub>2</sub>, al igual que el anterior participante, se considera baja (86% de mínima). En la 2ª toma ambos parámetros mejoran:

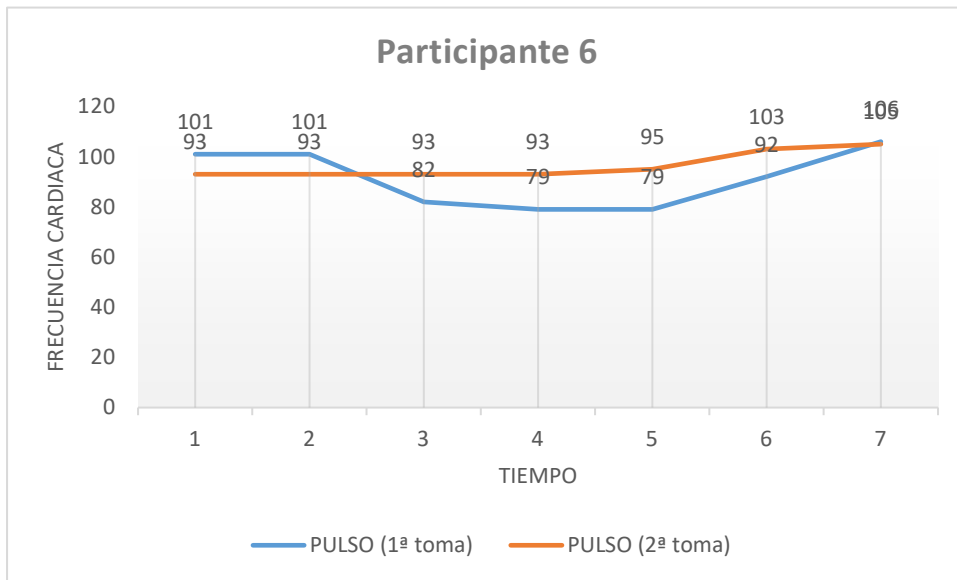


Figura 4. FC en condición “exposición del tema” del participante 4 clasificado “ansiedad moderada”

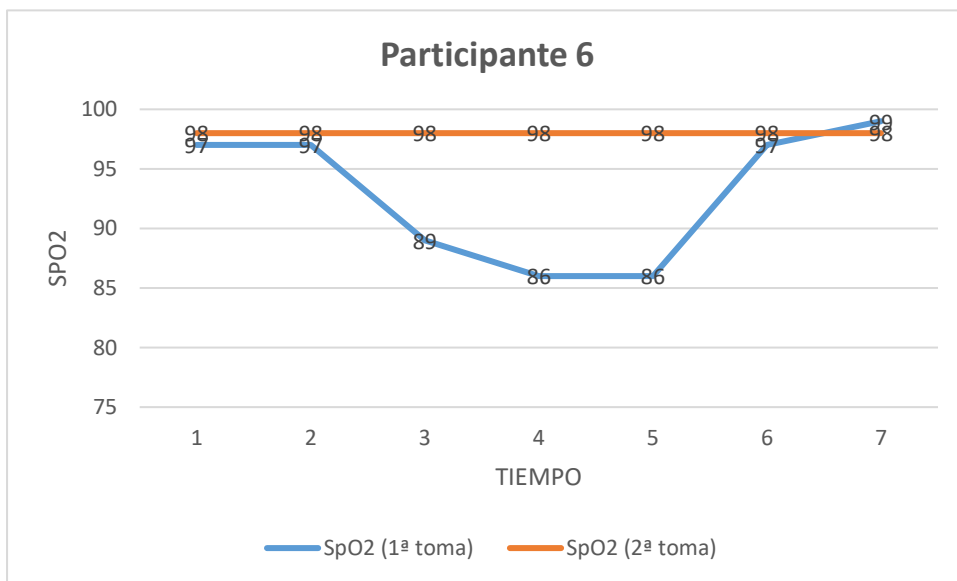


Figura 5. SpO<sub>2</sub> en condición “exposición del tema” del participante 5 clasificado “con ansiedad”



La FC del participante 6 se mantiene más constante y lineal durante la 2ª toma al igual que la SpO<sub>2</sub>, por lo que parece que también ha sido útil el programa de reconducción de la ansiedad para esta persona. Además, su percepción también ha sido mejorable ya que notó diferencia de ansiedad entre el pretest (8/10) y el postest (6/10).

Se expondrán a continuación el análisis, primero la actividad cerebral en la banda alfa temporoparietal en la condición ojos cerrados comparando el pretest y el postest para encontrar posibles diferencias entre personas con ansiedad, sin ansiedad y ansiedad moderada.

Las ondas alfas (7,5 Hz – 14 Hz) son el tipo de ondas escogidas para la consecución de este estudio basado en los análisis del EEG en las oratorias de estudiantes futuros docentes. Concretamente, hablamos de la onda alfatemporoparietal, localizada en el lóbulo parietal del cerebro que se encarga del procesado mental, de la planificación y del cálculo espacial y en el lóbulo parietal procesa los recuerdos y los percibe con las sensaciones del gusto, el oído, la vista y el tacto.

Dentro del rango de edad de los sujetos adultos, Köpruner (1984) han encontrado una relación lineal (frecuencia pico alfa =  $11,95 - 0,053 \times \text{edad}$ ) entre la edad y la frecuencia alfa, como una especie de “huella dactilar alfa”. De acuerdo con esta relación, un adulto joven de, por ejemplo, 20 años tiene una frecuencia máxima esperada de 10,89 Hz, mientras que un sujeto de 70 años muestra una caída de 2,65 Hz hasta una frecuencia de 8,24 Hz. Es importante señalar que incluso en una muestra de sujetos de la misma edad, las diferencias entre individuos son casi tan grandes como las diferencias relacionadas con la edad. En este caso, por ejemplo, la frecuencia pico alfa se aproxima a esa fórmula dada a uno de los sujetos (sin ansiedad) de 23 años cuya frecuencia máxima registrada en la *Figura 6* es de 10,1587.

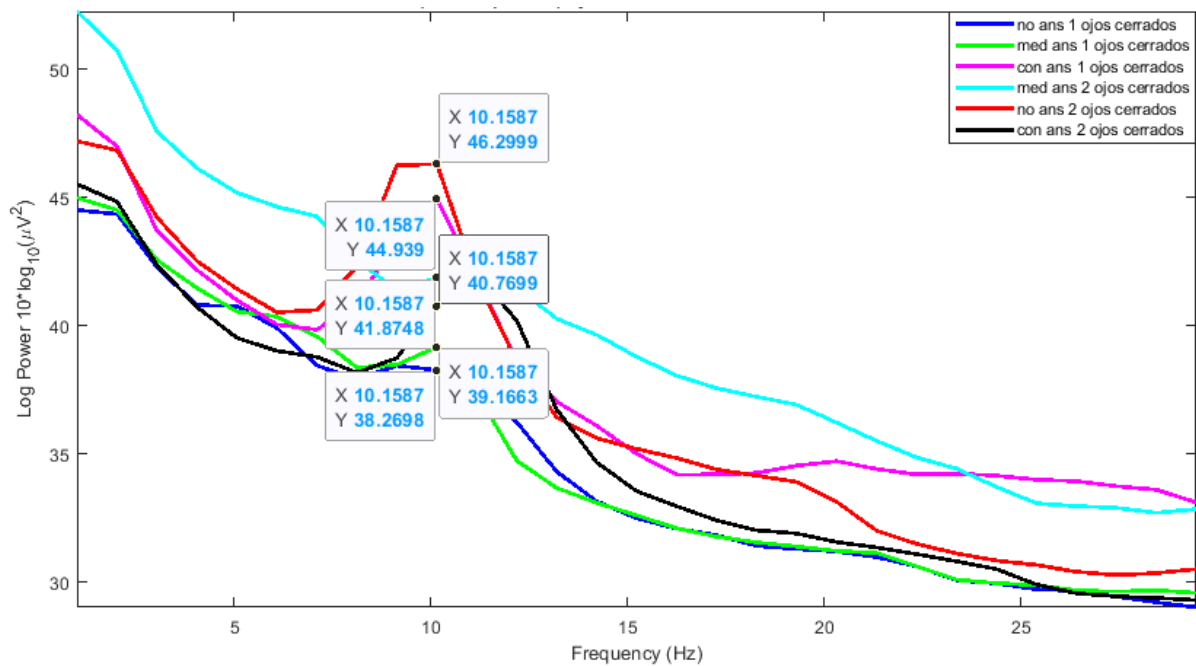


Figura 6: 1ª toma (estado pretest) ojos cerrados, frecuencia 0,5 Hz - 30 Hz. 2 participantes sin ansiedad, 2 participantes con ansiedad y 2 participantes con ansiedad moderada.

Se observa en (Figura 6) al grupo experimental en situación de ojos cerrados, en estado de reposo. Según Klimesch (1999) la frecuencia de alfa individual varía en función de la edad de los sujetos (dichos sujetos están comprendidos en edades próximas). Se puede encontrar tanto en adultos jóvenes y sanos entre 9,5 Hz a 11,5 Hz. En este estado, el de reposo, se puede observar la definición de ondas alfa según Abhang (2016) las ondas alfa nos ayudan a calmarnos cuando es necesario y favorecen sentimientos de relajación profunda. Las ondas alfa se encuentran de manera prominente en soñar despierto, la incapacidad para concentrarse y estar muy relajado. Cuando son óptimos conduce a un estado relajado. En esta figura se puede comprobar perfectamente como alfa domina en el rango espectral 0,5 Hz – 30 Hz.

Encontramos una notoria diferencia entre los dos participantes clasificados “no ansiedad” cuya máxima del primero (Y=48,9989) es mucho más grande que la del otro sujeto (Y=39,3001).

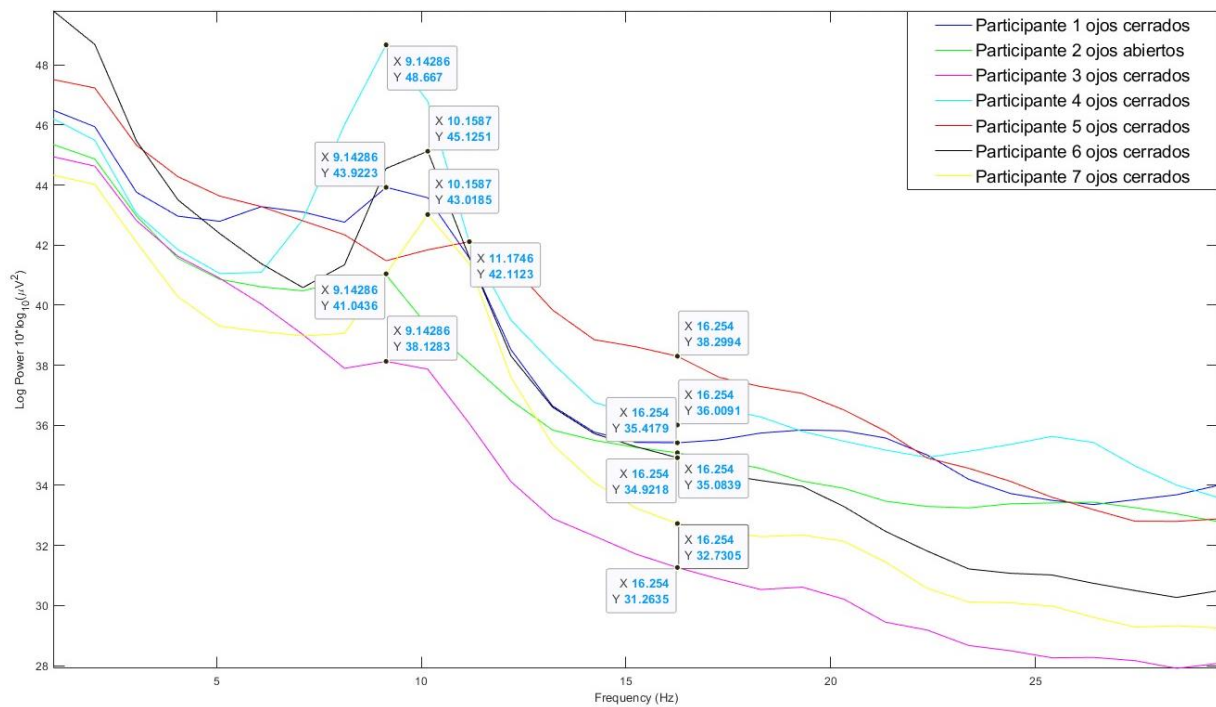


Figura 7: 2ª toma (estado postest) ojos cerrados, frecuencia 0,5 Hz - 30 Hz. 2 participantes sin ansiedad, 2 participantes con ansiedad y 2 participantes con ansiedad moderada.

En esta segunda toma (estado postest) (Figura 7) se puede observar menos diferencia entre los participantes sin ansiedad (Y= 45,1251) y (Y=41,0436), entrando dentro de unos parámetros aceptables teniendo en cuenta de que alfa en un estado de reposo impera como la onda más determinante en esta condición. Sin embargo, también se puede comprobar como uno de los sujetos con ansiedad marca la máxima potencia de alfa (Y=48,667). Así mismo, ya hemos podido comprobar que, en este caso, la ansiedad no influye en alfa temporoparietal en la condición “ojos cerrados”.

Por tanto, en el paso de la condición “ojos cerrados” a “ojos abiertos” la respuesta alfa resta energía. Moosmann et al. (2003) comenta en su investigación que la supresión alfa también se puede observar únicamente en respuesta a la apertura de los ojos sin estimulación visual en una

habitación completamente oscura. En nuestro análisis, observamos como alfa disminuye en dicha apertura de ojos.

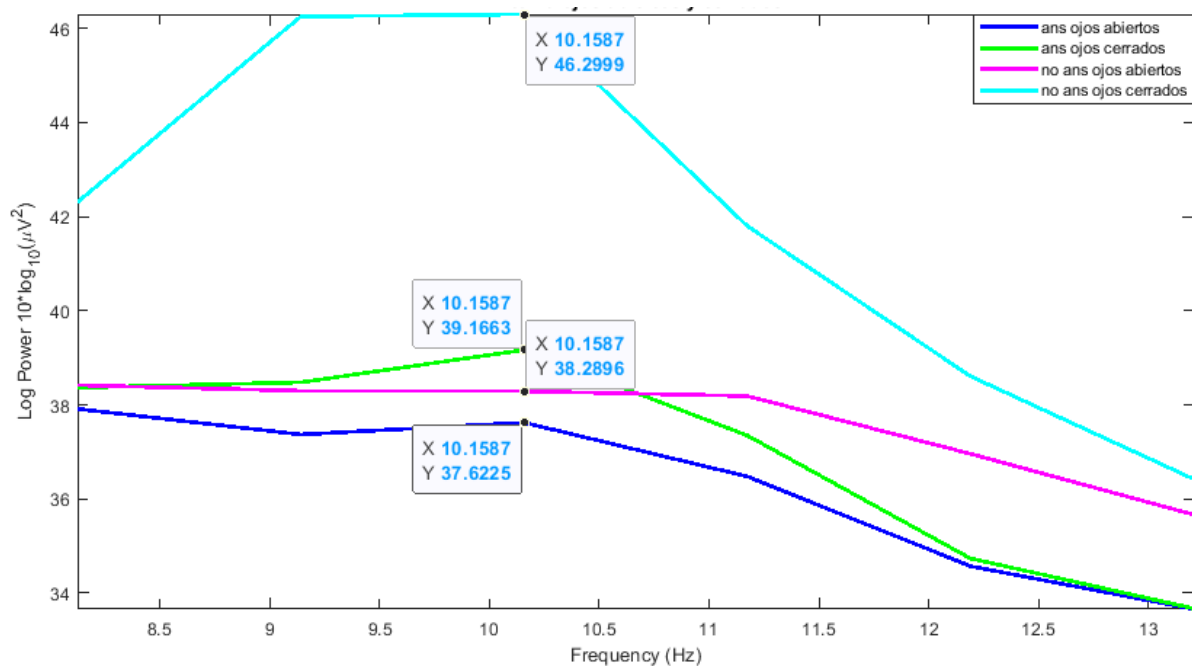


Figura 8: 1ª toma (estado pretest) ojos cerrados y ojos abiertos, frecuencia 0,5 Hz - 30 Hz. 1 participante sin ansiedad y 1 participantes con ansiedad.

Se puede observar como alfa disminuye en ambos participantes, independientemente de la ansiedad que tengan.

Por otro lado, escogiendo un rango espectral más reducido, como en la anterior figura, (0,5 Hz a 14 Hz) con el fin de localizar alfa y poder estudiarla mejor, Klimesch (1999) comenta que las sub-bandas alfa 2 (7 a 10 Hz) y alfa 3 (10 a 13,5 Hz) son funcionalmente diferentes. El primero se asocia con la atención inespecífica, mientras que el segundo se vincula con la memoria semántica. Uno puede esperar, por lo tanto, que las dos sub-bandas reaccionarían de manera diferente a diferentes condiciones experimentales (Figura 9).



Esto significa una mayor actividad del sistema específico que se ocupa de la memoria semántica y el reconocimiento de palabras. La presentación posterior de las mismas palabras da como resultado la pérdida de interés y una fuerte disminución del poder alfa 3 en sujetos de baja ansiedad. Sin embargo, los que tienen un alto estado de ansiedad no dejan de asistir Klimesch (1999), aunque, en nuestro estudio, parece haber alguna excepción.

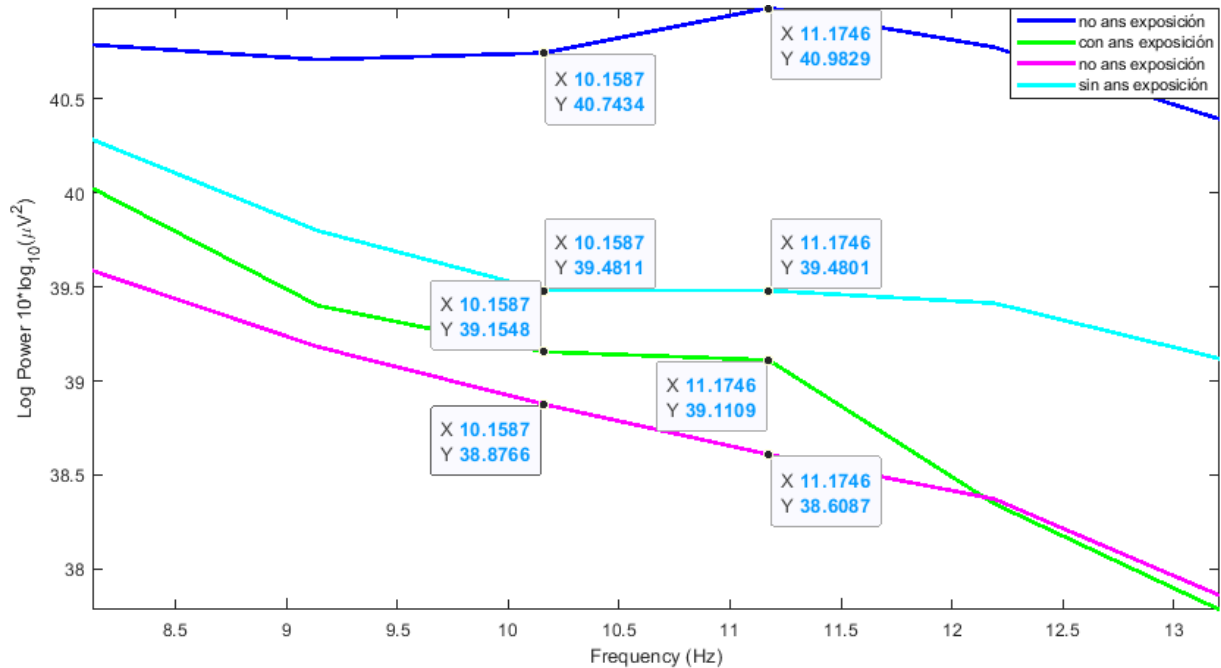


Figura 9: 1ª toma (estado pretest) exposición del tema, frecuencia 7,5 Hz - 14 Hz. 2 participantes sin ansiedad y 2 participantes con ansiedad.

Según Knyazev (2004) el comienzo de la presentación de palabras produce un aumento del poder alfa 3, mientras que el poder de alfa 2 disminuye en sujetos de baja ansiedad y no cambia en sujetos de alta ansiedad. En este caso, uno de los sujetos sin ansiedad resulta de lo contrario, contradiciendo la teoría y el otro sujeto. Se pueden entender como que las sub-bandas alfa 2 (7 a 10 Hz) del sujeto sin ansiedad son altas y su atención inespecífica domina, mientras que alfa 3 (10 a 13,5 Hz) relacionada con la memoria semántica se normaliza junto al resto de sujetos.



Hacia el final de la presentación de la palabra, tanto el poder alfa 2 como el alfa 3 disminuyen en sujetos de baja ansiedad. En sujetos de alta ansiedad, ambos no cambian sustancialmente e incluso tienden a aumentar. Cuando a los sujetos se les informó que la palabra presentación había terminado, en los sujetos de baja ansiedad, el poder alfa 2 comienza a aumentar, mientras que alfa 3 continúa disminuyendo.

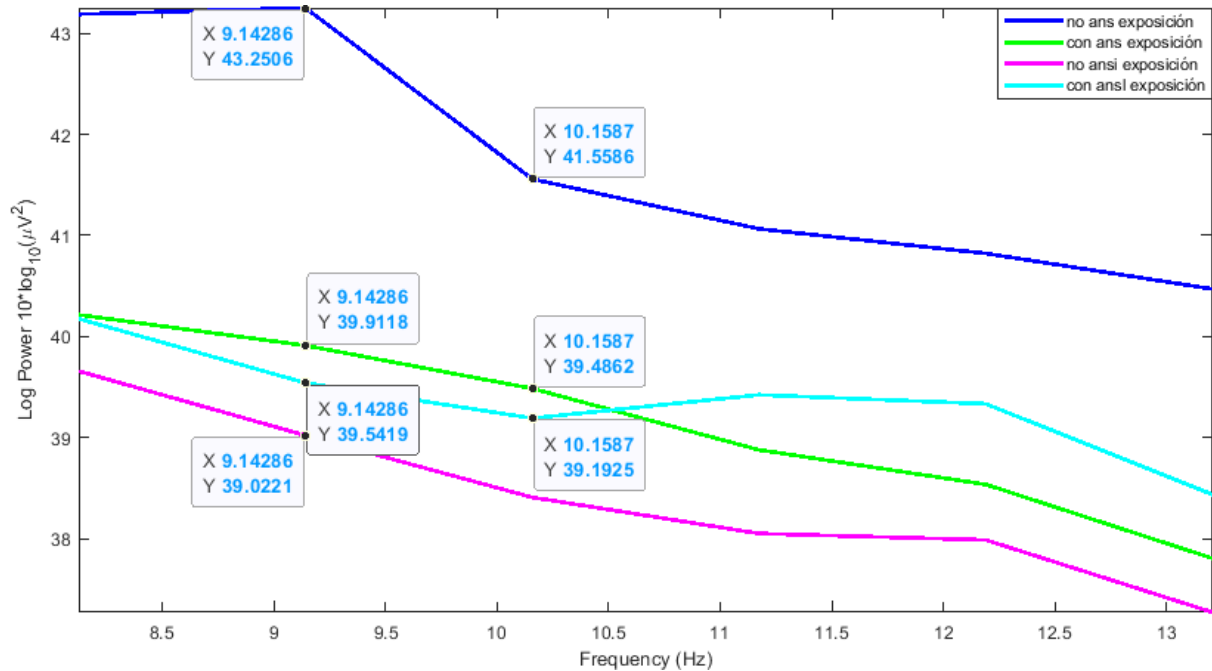


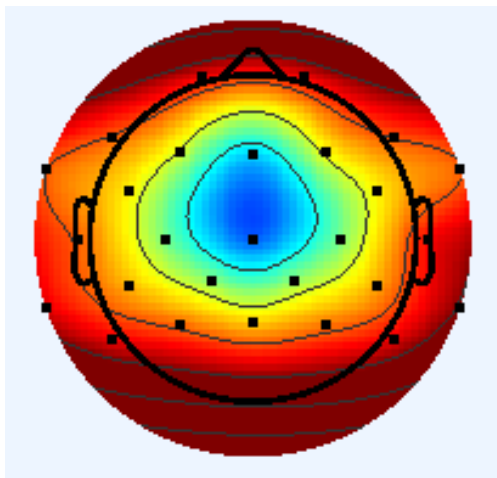
Figura 10: 2ª toma (estado postest) exposición del tema, frecuencia 7,5 Hz - 14 Hz. 2 participantes sin ansiedad y 2 participantes con ansiedad.

En esta segunda toma, estado postest, se pueden comprobar diferencias, empezando por el participante sin ansiedad, quien en la primera toma rechazaba las teorías de Knyazev (2004) y Klimesch (1999), donde la sub-banda alfa 3 aumentaba, en este segundo caso disminuye, lo que puede significar que la atención sea mayor en la segunda toma que en la primera, confirmando ambas hipótesis después de haber realizado el programa de reconducción de la ansiedad.

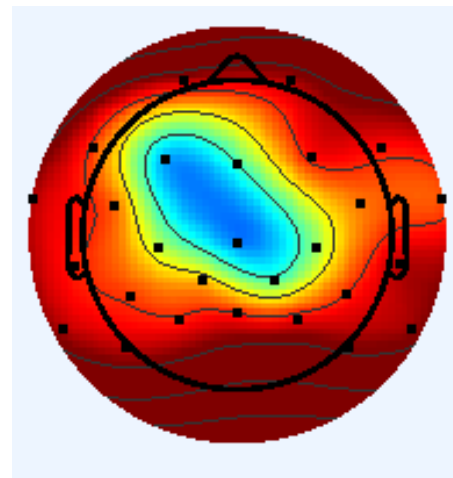
Sin embargo, salta la curiosidad que uno de los participantes con ansiedad también rompe la regla en este caso, donde la sub-banda alfa aumenta y, por tanto, la memoria semántica actúa

según Knyazev (2004). Puede ser que el programa le haya funcionado a este participante y haya influido en esta ocasión, comentado anteriormente dado que se trata del “participante 7”.

Según Klimesch, Sauseng y Hanslmayr, (2006) “El ERD alfa inferior (en el rango de aproximadamente 7 a 10 Hz) está topográficamente extendido en todo el cuero cabelludo, su significado funcional es menos claro, probablemente relacionado con las demandas generales de atención” por lo que podemos comprobar como el participante clasificado sin ansiedad experimenta esta extensión de alfa en ambas tomas (pretest y postest) (*Figura 11 y figura 12*):



*Figura 11: 1ª toma (estado pretest) exposición del tema, frecuencia 7.5 Hz – 14 Hz. Mapa cerebral topográfico participante 2 sin ansiedad.*



*Figura 12: 2ª toma (estado postest) exposición del tema, frecuencia 7.5 Hz – 14 Hz. Mapa cerebral topográfico participante 2 sin ansiedad.*

Puede darse el caso de que, en los anteriores casos, alfa viene a indicar una inhibición de áreas cerebrales. Si aparece alto, se relaciona con que se están inhibiendo las funciones de esas áreas.

También se da el caso de que la banda alfa está estrechamente relacionada funcionalmente con el procesamiento cognitivo activo según Klimesch, Sauseng y Hanslmayr, (2006) y sugieren que la desincronización relacionada con eventos (ERD) refleja el procesamiento





activo de información en el sentido de procesos cerebrales excitados, por lo que, en contraste con la desincronización relacionada con eventos (ERD), la sincronización relacionada con eventos (ERS) refleja inhibición.

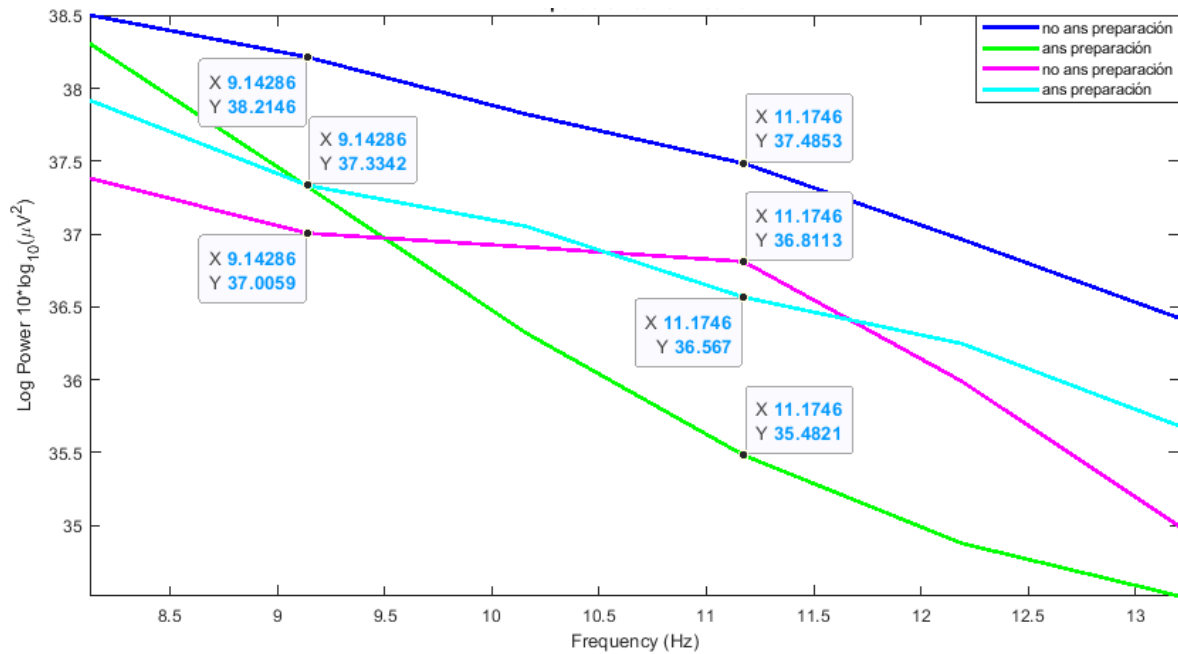


Figura 13: 1ª toma (estado pretest) preparación del tema, frecuencia 7,5 Hz - 14 Hz. 2 participantes sin ansiedad y 2 participantes con ansiedad.

En esta (Figura 13) observamos como alfa, en todos los participantes independientemente tengan ansiedad o no, disminuye. Puede significar que en alfa temporoparietal no intervenga en este proceso, dado que en ningún participante se pronuncia.

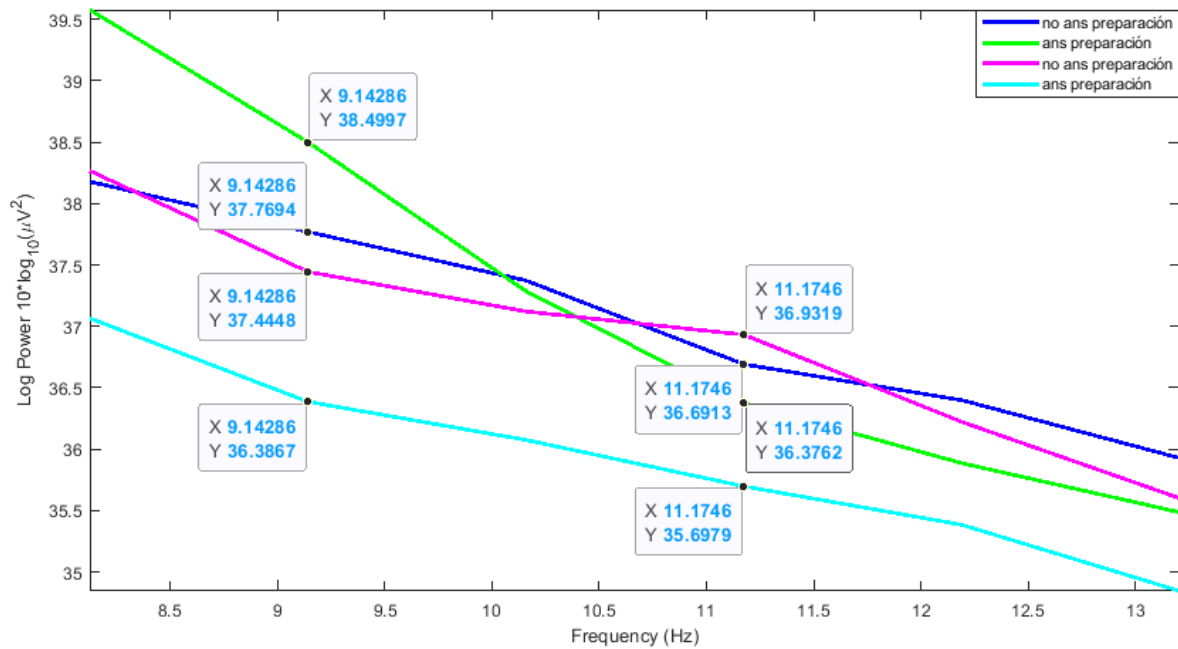


Figura 14: 2ª toma (estado postest) preparación del tema, frecuencia 7,5 Hz - 14 Hz. 2 participantes sin ansiedad y 2 participantes con ansiedad.

En esta segunda toma alfa actúa de la misma manera, es decir, se va suprimiendo. Por tanto, alfa en la parte temporal y parietal en condición “preparación del tema” donde supuestamente los procesos cognitivos abundan, no domina, tanto en personas con ansiedad como en las que no tienen ansiedad.

## Conclusiones

En este estudio se ha podido comprobar la actividad de la banda alfa temporoparietal en diferentes condiciones y formas en las que puede aparecer. Los resultados que han coincidido con respecto a otros estudios nos determina que alfa domina en estados de relajación (ojos



cerrados), tanto en personas con ansiedad como en las que no tienen o experimentan una ansiedad más moderada comparándose, a la vez, con la condición de ojos abiertos donde se ha visto una clara supresión de la banda alfa. También se ha comprobado cómo alfa se asocia con funciones cognitivas como la atención o la memoria, aunque algunos participantes no cumplían lo esperado. Esta onda, así mismo, juega un papel de control inhibitorio y la sincronización del procesamiento cortical mientras que una desincronización relacionada con eventos (ERD) inhibe la aparición de complejos procesos de activación de propagación, aunque no se ha podido aclarar del todo, comprobando como, en nuestros estudiantes, alfa no se pronuncia en las tareas cognitivas en esta zona del cerebro y, por consecuencia, esta última idea no se considerada finalizada debido a la inexactitud de las ondas de los participantes, complejas de interpretar dada su variedad y de que el programa, MATLAB, ha generado contratiempos en el análisis de varios EEG de los participantes.

Para concluir con este TFG y de manera más subjetiva, puedo comentar cómo el programa de reconducción de la ansiedad me ha servido para bajar de pulsaciones y sentir una ansiedad menor. En una primera toma mi estado pretest (5/10) no era categorizado como con ansiedad. Además, los resultados acompañaron a esa percepción, clasificándome como “participante sin ansiedad”. En una segunda toma, después de la puesta en práctica del programa, mi percepción en ese estado posttest bajó (4/10) al igual que la frecuencia cardíaca. Además, me siento más seguro al hablar delante de un público y con una postura más acertada, ya que en una primera toma mi cuerpo no ofrecía el mismo mensaje que mi oratoria. En cambio, en una segunda toma la corporeización fue mucho mejor, sobre todo porque así lo experimenté. Por tanto, el programa de reconducción de la ansiedad me ha resultado útil personalmente.



## Bibliografía

- Abhang, P. A., Gawali, B., & Mehrotra, S. (2016). *Introduction to EEG-and speech-based emotion recognition*. Academic Press.
- Arsalan, A., & Majid, M. (2021). Human stress classification during public speaking using physiological signals. *Computers in Biology and Medicine*, *133*, 104377.
- Arza, A., Garzón-Rey, J. M., Lázaro, J., Gil, E., Lopez-Anton, R., de la Camara, C., ... & Aguiló, J. (2019). Measuring acute stress response through physiological signals: towards a quantitative assessment of stress. *Medical & biological engineering & computing*, *57* (1), 271-287.
- Berger, H. (1929). Über das elektroencephalogramm des menschen. *Archiv für psychiatrie und nervenkrankheiten*, *87* (1), 527-570.
- Bräuninger, I. (2012). Dance movement therapy group intervention in stress treatment: A randomized controlled trial (RCT). *The Arts in Psychotherapy*, *39* (5), 443-450.
- Briñol, P., Petty, R. E., & Wagner, B. (2009). Body posture effects on self-evaluation: A self-validation approach. *European Journal of Social Psychology*, *39* (6), 1053-1064.
- Carney, D. R., Cuddy, A. J., & Yap, A. J. (2010). Power posing: Brief nonverbal displays affect neuroendocrine levels and risk tolerance. *Psychological science*, *21* (10), 1363-1368.
- Charlton, P. H., Celka, P., Farukh, B., Chowienczyk, P., & Alastruey, J. (2018). Assessing mental stress from the photoplethysmogram: a numerical study. *Physiological measurement*, *39* (5), 054001.
- Cho, H. M., Park, H., Dong, S. Y., & Youn, I. (2019). Ambulatory and laboratory stress detection based on raw electrocardiogram signals using a convolutional neural network. *Sensors*, *19* (20), 4408.
- Garralda, M. E., Connell, J., & Taylor, D. C. (1991). Psychophysiological anomalies in children with emotional and conduct disorders. *Psychological Medicine*, *21*(4), 947-957.
- Klimesch, W. (2012). Alpha-band oscillations, attention, and controlled access to stored information. *Trends in cognitive sciences*, *16* (12), 606-617.



- Köpruner, V., Pfurtscheller, G. y Auer, LM (1984). EEG cuantitativo en normales y en pacientes con isquemia cerebral. *Avances en la investigación del cerebro*, 62, 29-50.
- Knyazev, G. G., Savostyanov, A. N., & Levin, E. A. (2004). Alpha oscillations as a correlate of trait anxiety. *International journal of psychophysiology*, 53 (2), 147-160.
- Mezzacappa, E., Tremblay, R. E., Kindlon, D., Saul, J. P., Arseneault, L., Seguin, J., ... & Earls, F. (1997). Anxiety, antisocial behavior, and heart rate regulation in adolescent males. *Journal of child Psychology and Psychiatry*, 38 (4), 457-469.
- Medina Gamero, A., Malca Vasallo, M., Gómez Sánchez, G., Winder Cuevas, P., & Ccarhuarupay Leguia, V. (2018). *Glossophobia in university students: an academic challenge*.
- Molina Culqui, N. M. (2016). *Sistema de monitoreo de las ondas cerebrales (electroencefalograma o EEG) presentes en el sueño: Análisis de frecuencia y coherencia del EEG en ambos hemisferios* (Bachelor's thesis, Quito, 2016.).
- Nair, S., Sagar, M., Sollers III, J., Consedine, N., & Broadbent, E. (2015). Do slumped and upright postures affect stress responses? A randomized trial. *Health Psychology*, 34 (6), 632.
- Niedermeyer, E., & da Silva, F. L. (Eds.). (2005). *Electroencephalography: basic principles, clinical applications, and related fields*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Pile, V., Williamson, G., Saunders, A., Holmes, E. A., & Lau, J. Y. (2021). Harnessing emotional mental imagery to reduce anxiety and depression in young people: an integrative review of progress and promise. *The Lancet Psychiatry*, 8 (9), 836-852.
- Price, T. F., Peterson, C. K., & Harmon-Jones, E. (2012). *The emotive neuroscience of embodiment. Motivation and Emotion*, 36 (1), 27-37.
- Ranehill, E., Dreber, A., Johannesson, M., Leiberg, S., Sul, S., & Weber, R. A. (2015). Assessing the robustness of power posing: No effect on hormones and risk tolerance in a large sample of men and women. *Psychological science*, 26 (5), 653-656.
- Riskind, J. H., & Gotay, C. C. (1982). Physical posture: Could it have regulatory or feedback effects on motivation and emotion?. *Motivation and emotion*, 6 (3), 273-298.



- Rodríguez-Arce, J., Lara-Flores, L., Portillo-Rodríguez, O., & Martínez-Méndez, R. (2020). Towards an anxiety and stress recognition system for academic environments based on physiological features. *Computer methods and programs in biomedicine*, 190, 105408.
- Surwillo, W. W. (1961). Frequency of the 'alpha' rhythm, reaction time and age. *Nature*, 191 (4790), 823-824.
- 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. *Journal of veterinary medical education*, 41 (1), 37-43.