



INAOE

**ANÁLISIS CON
ELECTROENCEFALOGRAFÍA (EEG) DE
LA ESCUCHA DE MÚSICA PARA EL
ESTUDIO DE ESTRÉS ACADÉMICO**

Por:

ROGELIO SOTERO REYES GALAVIZ

Tesis sometida como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN EL ÁREA
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS BIOMÉDICAS**

En el:

**INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA,
ÓPTICA Y ELECNTRÓNICA**

Marzo 2021.

Tonantzintla, Puebla.

Supervisada por:

LUIS VILLASEÑOR PINEDA, INAOE

© INAOE, 2021

Derechos Reservados

El autor otorga al INAOE el permiso de reproducir y
distribuir copias de esta tesis en su totalidad o en partes



"Las circunstancias en las que uno nace no tienen importancia, es lo que uno hace con el Don de la vida lo que nos dice quiénes somos."

-Mewtwo



Agradecimientos

A mis padres, Adriana Galaviz Diaz y Carlos Alberto Reyes García que han servido como el mayor soporte en mi vida y significan todo para mí.

A mis hermanos, Orion Fausto, Rigel Morgana y Adrian Salvador Reyes Galaviz que han sido una gran fuente de motivación y apoyo.

A mi asesor Luis Villaseñor Pineda por ser un excelente guía y mentor durante mi estancia en el INAOE.

A mi compañero Marco Antonio Juárez Zenteno por el apoyo constante en el laboratorio.

A la Dra. Alina Santillán Guzmán por su gran aporte de conocimientos.

A Erika Altair Castro Verzas por su gran amor y apoyo emocional durante los momentos más difíciles de esta maravillosa experiencia académica.

A los 15 estudiantes que participaron en la obtención de datos, así como a los investigadores involucrados en el posgrado en Ciencias y Tecnologías Biomédicas que me han asesorado.

Al INAOE por ser una gran casa de estudios y otorgarme todas las facilidades con la finalidad de culminar en tiempo y forma este trabajo de investigación.

Contenido

Capítulo 1	10
1.1. Introducción	10
1.2. Problemática	11
1.3. Motivación	12
1.4. Alcances y limitaciones	12
1.5. Objetivos	13
1.5.1. Objetivo general	13
1.5.2. Objetivos específicos	13
Capítulo 2	14
Fundamento Teórico	14
2.1. Cerebro.....	14
2.1.1. Regiones cerebrales	15
2.2. Bioseñales.....	15
2.3. Electroencefalografía (EEG).....	16
2.3.1. Artefactos	17
2.4. Música	18
2.4.1. Musicoterapia	18
2.5. Estrés.....	19
Capítulo 3	20
Estado del arte	20
Capítulo 4	25
4.1. Metodología.....	25
4.1.1. Reclutamiento de participantes.....	25
4.1.2. Obtención de datos.....	26
4.1.3. Preprocesamiento de datos.....	30
4.1.4. Extracción de características, procesamiento y análisis de los datos.....	36
4.1.5. Clasificación de datos.....	37
Capítulo 5	39
5.1. Resultados.....	39

5.1.1. Potencia Relativa.....	41
5.1.2. Clasificación.....	43
5.1.3. Discusión	49
Capítulo 6	50
6.1. Conclusiones y trabajo futuro	50
6.1.1. Conclusiones	50
6.1.2. Trabajo futuro	51
Bibliografía	52
Anexo 1.....	55
Resultados de todos los participantes	55
Participante 1	55
Participante 2	58
Participante 3	61
Participante 4	64
Participante 5	67
Participante 6	70
Participante 7	73
Participante 8	76
Participante 9	79
Participante 10	82
Participante 11	85
Participante 12	88
Anexo 2.....	91
Cuestionario de Preferencias Musicales	91

Resumen

Esta investigación tiene como propósito hallar una relación entre la escucha de música y el estrés académico generado por una actividad cognitiva, al observar cambios significativos en las ondas cerebrales de estudiantes del Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE). Las señales se obtuvieron con una diadema electroencefalográfica (Epoc+ de Emotiv). Los estudiantes estuvieron bajo distintos estímulos sonoros realizando multiplicaciones básicas durante 5 minutos. El estudio se realizó en el laboratorio de bioseñales y computación médica del INAOE con la participación de 12 alumnos de posgrado, todos varones, en buen estado de salud y con edades de entre 20 y 30 años, quienes asistieron a tres sesiones en donde el estímulo sonoro cambiaba por sesión, pero la tarea cognitiva era la misma. Una sesión fue en silencio total (Sesión en silencio), otra escuchando música del agrado del participante (sesión placentera) y otra escuchando una canción predefinida para todos los participantes; Canon en Re Mayor de Johann Pachelbel (sesión relajante). Se hace un análisis extrayendo las bandas de frecuencias de todos los participantes para ver cuales aumentaron o disminuyeron dependiendo la sesión y también se calcularon las bandas de poder para usarlas con clasificadores y ver si se puede encontrar una similitud entre los participantes. Con los resultados obtenidos, se puede observar que la sesión en silencio y la sesión relajante tuvieron mayor efectividad al reducir la aparición de ondas beta alta (20-32 Hz), las cuales están relacionadas con el estrés. Por otro lado, el comportamiento de las ondas cerebrales depende mucho de los gustos musicales de los participantes y su interacción diaria con la música.

Abstract

This research aims to find a relationship between listening to music and the academic stress generated by cognitive activity, by observing significant changes in the brain waves of students from the National Institute of Astrophysics, Optics and Electronics (INAOE). The signals were obtained with an electroencephalographic headset (Epoc+ by Emotiv). The students were under different sound stimuli performing basic multiplications for 5 minutes. The study was carried out at the laboratory of biosignals and medical computing of the INAOE with the participation of 12 graduate students, all males, in good health and aged between 20 and 30 years, who attended three sessions where the sound stimulus changed per session, but the cognitive task was the same. One session was in total silence (Silent Session), another one listening to music that the participant liked (Pleasant Session) and another one listening to a predefined song for all the participants; Canon in D Major by Johann Pachelbel (Relaxing Session). An analysis is made by extracting the frequency bands of all the participants to discover which ones increased or decreased depending on the session and the power bands were calculated to be used with classifiers to see if a similarity can be found among the participants.

With the results obtained, it can be observed that the silent session and the relaxing session were more effective in reducing the appearance of high beta waves (20-32 Hz), which are related to stress. On the other hand, the behavior of the brain waves depends a lot on the musical tastes of the participants and their daily interaction with the music.

Palabras Clave: Electroencefalografía, Estrés Académico, Musicoterapia, Ondas Cerebrales, Bandas De Frecuencias, Bandas De Potencia.

Capítulo 1

1.1. Introducción

Actualmente, el estrés afecta de distintas maneras a una gran parte de la población mundial en su vida cotidiana. Por lo cual, en los últimos años se ha convertido en un tema de creciente interés para la investigación. El estrés, manifestado ocasionalmente y en pequeñas proporciones, puede ser positivo, ya que permite enfrentar situaciones que el individuo percibe como estresantes. También permite adaptarse a estas situaciones teniendo efectos benéficos para la salud del individuo, tanto de manera personal como laboral. Pero, el estrés crónico o presentado de manera continua, puede generar problemas graves a la salud.

Un ejemplo de esto se menciona en la página web de estrés laboral del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS, 2019)¹, en donde dice que actualmente el 75% de trabajadores mexicanos padece estrés laboral, posicionándose por encima de países más industrializados como China con 73% y Estados Unidos con un 59% (ver Ilustración 1). Este tipo de estrés puede ser causado por el tipo de trabajo que realiza la persona, horas de trabajo, salario, violencia, tráfico vehicular y problemas personales, lo cual a largo plazo puede generar una reducción en la productividad, problemas de salud, mala alimentación, depresión, ansiedad, problemas familiares y riesgo a alcoholismo u otras adicciones.

El estrés académico es otro tipo de problema muy similar al laboral, pero generado por situaciones escolares que el alumno percibe como estresantes. Algunos factores que lo generan son; las tareas, exámenes, trabajos contra reloj, trabajos con aprendizaje intensivo, deficiencias docentes, entregas de calificaciones, entre otras (Barraza Macías et al., 2011). Con ayuda de una buena alimentación, actividad física, actividades recreativas y terapias como la meditación, aromaterapia, musicoterapia, entre otras, puede frenarse el incremento del estrés y darle un manejo correcto para hacerlo una herramienta útil y no un enemigo silencioso.

Incurсионando en este tipo de terapias, esta investigación tiene como propósito hallar una relación entre la escucha de música y el estrés académico, generado por una actividad cognitiva, al observar cambios significativos en las ondas cerebrales de estudiantes del Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE). Estos participantes estuvieron bajo distintos estímulos sonoros y condiciones de estrés realizando multiplicaciones básicas durante 5 minutos.

El estrés generado por los estudiantes que participaron es considerado académico, ya que constantemente están bajo presión por exámenes, presentaciones orales, tareas, proyectos y estudio. El aplicar una tarea cognitiva, en este caso multiplicaciones en contra reloj, sirve para incrementar este tipo de estrés en un cierto periodo de tiempo y poder observar esos cambios con sensores EEG.

El estudio se realizó en el Laboratorio de Procesamiento de Bioseñales y Computación Médica del INAOE, en Cholula, Puebla. Con la participación de 12 alumnos de maestría y doctorado, todos en

¹ <http://www.imss.gob.mx/salud-en-linea/estres-laboral>

buen estado de salud, diestros y con edades de entre 20 y 30 años, quienes asistieron a tres sesiones en donde el estímulo musical cambiaba por sesión, pero la tarea cognitiva era la misma.

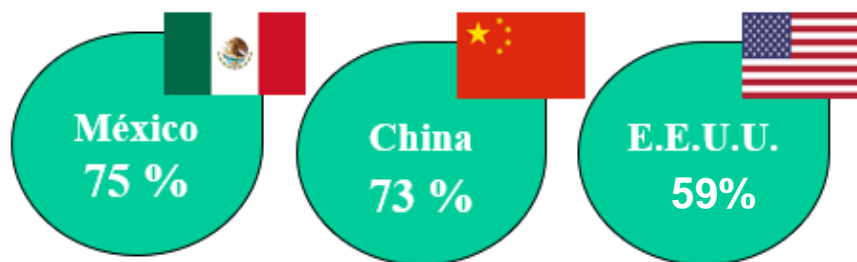


Ilustración 1: Porcentajes de estrés laboral por países según la Organización Mundial de la Salud.

El estrés puede medirse y evaluarse en términos perceptuales y conductuales usando pruebas psicológicas, y en términos físicos, usando distintos tipos de bioseñales, entre las que se encuentran las bioseñales neurológicas, como las medidas a través de la electroencefalografía (Subhani et al., 2011).

La electroencefalografía (EEG) es una técnica de neuroimagen que captura la actividad eléctrica proveniente del cerebro, esta refleja la interacción que realizan las neuronas al comunicarse entre ellas. Debido a su alta resolución temporal, esta técnica es usada frecuentemente en la evaluación del funcionamiento dinámico del cerebro, por lo cual se utiliza bastante en estudios clínicos al tratar casos de epilepsia, convulsiones, cirugías bajo anestesia profunda y espasmos involuntarios (St. Louis et al., 2016). Por otro lado, en el caso de la investigación se encuentra una gran cantidad de trabajos relacionados al estudio del sueño, Alzheimer, atención y aprendizaje, habla imaginada, interfaces cerebro computadora (BCI's), estrés, ansiedad y envejecimiento de neuronas.

Con la tecnología actual se han podido diseñar sensores EEG mucho más prácticos, económicos, portátiles y no invasivos. Enfatizando en este último aspecto, ya que abre un gran campo en el mundo de la investigación al permitir usar este tipo de bioseñal en estudios especializados sin tener que ser agresivas para el sujeto a muestrear. Varios estudios sugieren una relación importante entre el estrés y algunas variaciones en las señales cerebrales (Asif et al., 2019; Seo & Lee, 2010; Subhani et al., 2011).

1.2. Problemática

La palabra estrés es utilizada de una forma cotidiana e indiferente en la sociedad actual, al grado de que a veces se ignora la importancia y complejidad del término. Sin embargo, esto no quita el hecho de que han ido en auge las investigaciones enfocadas a este. El estrés académico no goza de los mismos privilegios ya que carece de modelos teóricos que le otorguen unidad y coherencia, a diferencia de campos como el del estrés laboral en donde se pueden encontrar una amplia variedad de modelos (Barraza Macías, 2006). Este fenómeno se define como un conjunto de demandas académicas que superan la respuesta de adaptación del estudiante (Wilks, 2008), los factores de estrés más frecuentes en el entorno académico están relacionados con las presentaciones orales, la sobrecarga académica, la falta de tiempo para cumplir con los compromisos y la realización de

exámenes (Alsulami et al., 2018), los cuales son factores que todos los participantes reclutados en esta investigación sufren en su día a día por ser estudiantes de posgrado.

Este tipo de estrés puede repercutir en el desempeño académico de los estudiantes, dando como resultado la obtención de calificaciones bajas, materias reprobadas o hasta deserción de la carrera. Así mismo, la salud de los estudiantes también resulta afectada, estudios han demostrado una debilitación notable en el sistema inmunológico (Dorian et al., 1982; Jemmott et al., 1983), incremento de ACTH y hormona cortisol, así como cambios neuro hormonales en el eje hipotalámico pituitario adrenal (Al-Ayadhi, 2005), los cuales pueden dar origen a enfermedades mentales como la depresión.

Existen distintas estrategias para afrontar este tipo de estrés como lo son; elaborar un plan y ejecutar las tareas, tomar la situación con humor, elogios a sí mismo, religiosidad, actividades recreativas, buena alimentación, aromaterapia, meditación, musicoterapia, entre otras. Las investigaciones de la musicoterapia relacionadas con hacer que una persona estresada escuche música han demostrado cambios significativos en el estrés de las personas, siempre teniendo en cuenta los gustos musicales de los sujetos bajo estudio.

1.3. Motivación

Los problemas anteriormente descritos han motivado a la presente investigación para hacer uso de un sensor electroencefalográfico Epoc+ de Emotiv, con el cual se puedan muestrear señales cerebrales de personas bajo un estímulo musical, mientras se encuentran realizando una actividad estresante. Esto con la finalidad de encontrar una relación entre el estrés académico y la escucha de música en estudiantes de posgrado.

Por otro lado, el estudio de este tipo de terapias alternativas puede servir como un aporte importante, esto al sugerir su uso en lugares donde las personas no tienen otra opción para enfrentar el estrés con actividades como; meditar, ejercitarse, leer, etc. La escucha de música puede practicarse y ser de mayor accesibilidad para todo tipo de personas.

1.4. Alcances y limitaciones

En esta investigación se hace uso de un sensor EEG de bajo costo el cual no es de grado clínico, Epoc+ de Emotiv, para la obtención de señales cerebrales. No obstante, las limitaciones del dispositivo, este estudio es un primer paso en la búsqueda de respuestas a nuestro problema.

El presente trabajo se limita al análisis de señales electroencefalográficas para estudiar el estrés en los participantes observando el comportamiento de sus frecuencias cerebrales, omitiendo análisis clínicos o pruebas psicológicas predefinidas para evaluar estrés.

Los resultados que se dan en la información no pretenden dar una explicación médica de lo que sucede en el cerebro, sino, dar a conocer el comportamiento de las frecuencias cerebrales de sujetos al ser sometidos a estrés académicos mientras se encuentran bajo estímulos musicales.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Hacer un análisis de señales electroencefalográficas para estudiar el comportamiento de las frecuencias cerebrales en sujetos que se encuentran bajo estrés académico generado por una tarea cognitiva, mientras escuchan música o se encuentran en silencio.

1.5.2. Objetivos específicos

- Creación de un corpus de más de 10 sujetos bajo distintos estímulos sonoros.
- Caracterización de señales cerebrales para la identificación de estrés académico.
- Diseño de protocolo y recolección de señales cerebrales para observar la relación entre la escucha de música y el estrés académico.
- Uso de clasificadores de señales de EEG para identificar diferencias entre las diferentes sesiones.
- Análisis de las frecuencias cerebrales obtenidas en las sesiones para cada participante.

Capítulo 2

Fundamento Teórico

En este capítulo se encuentran los conceptos más relevantes los cuales servirán como soporte teórico al trabajo desarrollado.

2.1. Cerebro

El cerebro es considerado el órgano más complejo del universo, siendo hoy en día un misterio que genera bastantes intrigas en el mundo de la investigación. Hipócrates había expresado "... del cerebro surgen nuestros placeres, alegrías, risas y bromas, además de nuestras tristezas, dolores penas y lágrimas..." siendo este el responsable principal del porque podemos leer, escribir, razonar, escuchar, hacer cálculos, sentir e imaginar. Por el lado de la anatomía, el cerebro es una de las porciones principales que forman parte del encéfalo, junto con el tronco encefálico (tallo cerebral), el diencefalo y el cerebelo. En algunos textos el diencefalo es considerado parte del tronco encefálico (ver Ilustración 2). Según (Saladin, 2013) el cerebro ocupa un 83% de la parte del encéfalo, siendo la estructura con mayor tamaño de todas, esto genera que mucha gente piense que el encéfalo es el cerebro.

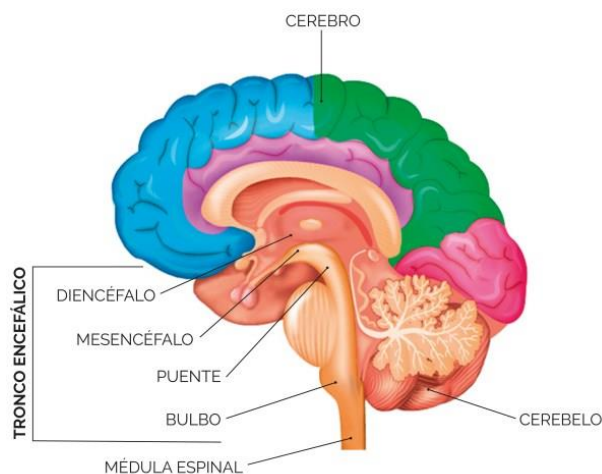


Ilustración 2: Encéfalo y sus estructuras principales (Universidad De Guanajuato, 2018).

El cerebro está conformado por materia gris y sustancia blanca. La corteza cerebral hace alusión a la materia gris, que con apenas un grosor de entre 2 a 4 mm contiene un gran número de neuronas. (Tortora & Derrickson, 2012) hace mención que solo la materia gris contiene miles de millones de cuerpos neuronales. Esta es la que le da una apariencia arrugada al cerebro ya que está repleta de pliegues los cuales son llamados giros o circunvoluciones, entre los cuales hay cisuras las cuales son llamadas surcos, si son superficiales, o fisuras, si son profundas. La depresión más profunda, llamada fisura longitudinal, es la que divide el cerebro en dos hemisferios.

En el centro del cerebro se encuentra el cuerpo caloso, también conocido como sustancia blanca, que en su totalidad está repleta de axones de neuronas, gran parte de estas conexiones están cubiertas de mielina, una sustancia responsable de aumentar la velocidad de transmisión entre axones. La principal función del cuerpo caloso es unir ambos hemisferios y también, el encéfalo con la médula espinal. En la profundidad del cuerpo caloso también pueden encontrarse núcleos de sustancia gris.

2.1.1. Regiones cerebrales

El cerebro se compone de dos hemisferios. Cada hemisferio se subdivide en lóbulos, occipital, parietal, frontal, temporal y la ínsula. Los cuales son nombrados según el hueso que los cubre. En su mayoría son visibles, excepto por uno, la ínsula o lóbulo insular, el cual no ha sido tan estudiado ya que sólo se observa al cortar parte del cerebro, pero se creó que aporta gran información para la comprensión del lenguaje, el sentido del gusto y en la información sensitiva integradora de los receptores viscerales (Saladin, 2013).

- **Lóbulo occipital**
Localizado en la parte posterior de la cabeza, se encarga de procesar gran parte de la información visual del encéfalo. Lesionarse esta zona puede repercutir en ceguera parcial o total dependiendo la magnitud del daño
- **Lóbulo parietal**
Se encuentra en la superficie del encéfalo y es el encargado de procesar gran parte de la información sensorial, información de los sentidos generales y apoyar al lóbulo occipital con información visual. Un trauma en los lóbulos parietales genera a menudo anomalías en imagen del cuerpo y relaciones espaciales (Kandel et al., 2000).
- **Lóbulo frontal**
Ubicado en la parte frontal de la cabeza, en la zona superior a los ojos, este lóbulo ocupa una tercera parte de la superficie cerebral (Ullán Serrano, 2012) y se le relaciona en gran parte con funciones motoras, emociones, estrés, estados de ánimo, imaginación y cognición. Daños en esta zona pueden generar una notable disminución en las capacidades relacionadas con la personalidad y las conductas de las personas.
- **Lóbulo temporal**
Este lóbulo se halla de forma lateral, horizontal y se encarga de procesar información relacionada a la audición, el olfato, aprendizaje, memoria y un poco de información visual y emocional. Dentro de este se encuentra el área de Wernicke, la cual está encargada de la comprensión del lenguaje. Afectaciones en esta zona pueden generar sordera total o parcial, trastornos del lenguaje, pérdida de memoria y de reconocimiento.

2.2. Bioseñales

Las señales son manifestaciones que tienen el propósito de otorgar información sobre algún suceso, estado, objeto, lugar. Una señal puede ser un letrero, una señal, un sonido, un voltaje, etc. Las bioseñales son un tipo de señal obtenidas y monitoreadas continuamente en seres biológicos. Estas pueden dividirse entre bioseñales eléctricas y no eléctricas.

- **Bioseñales eléctricas**

Estas se presentan como cambios en la corriente eléctrica producidos por diferencias de potencial eléctrico a través de un tejido, órgano o sistema celular. Las bioseñales eléctricas más conocidas son. **Electroencefalogramas, magneto encefalogramas, electromiogramas, electrocardiogramas.**

- **Bioseñales no eléctricas**

En esta categoría entran todo tipo de bioseñales restantes, entre ellas encuentran señales químicas (**pH, oxigenación, cortisol, glucosa**), señales mecánicas (**mecanomiograma o vibromiograma**), señales visuales (**movimientos, expresiones faciales, lenguaje corporal**), y señales acústicas (**habla, llanto, toz, estornudo**).

2.3. Electroencefalografía (EEG)

La electroencefalografía es una técnica de neuroimagen que se encarga de obtener información electrofisiológica del cerebro. Esta información es obtenida con ayuda de sensores denominados electrodos que son colocados en el cuero cabelludo o la frente y reflejan la actividad cerebral en forma de señales eléctricas resultantes del sinnúmero de interacciones entre neuronas. Este tipo de bioseñal es útil para el estudio del sueño, aprendizaje y la conciencia, así como para diagnosticar trastornos encefálicos, hematomas, lesiones, enfermedades encefálicas degenerativas, tumores, etc.

Es común interpretar estas señales eléctricas en forma de ondas cerebrales las cuales son catalogadas por su rango de frecuencias. La unidad de medida de estas ondas está en Hertz (Hz). Un Hertz equivale a un ciclo por segundo.

- **Ondas Delta (< 4 Hz)**

Tienen una frecuencia menor a los 4 Hertz y amplitud elevada. Es común observarlas durante el sueño profundo en adultos y en lactantes durante vigilia. En personas adultas en estado de vigilia, el predominio de estas ondas puede ser indicativo de lesión encefálica.

- **Ondas Theta (4-8 Hz)**

(Saladin, 2013) Menciona que son normales en adultos y niños adormecidos. Estas ondas están relacionadas con la memorización y el aprendizaje (BrainWorks, 2007). Otros investigadores sugieren que pueden estar relacionadas con la somnolencia y la meditación (Neurofeedback Alliance, 2019).

- **Ondas Alpha (8-12 Hz)**

Este tipo de onda es la más común y llega a predominar en casi todos los encefalogramas de personas normales al estar despiertas o en reposo con ojos cerrados. Llegan a suprimirse cuando el sujeto se somete a una tarea mental como cálculos matemáticos. En sueño profundo desaparecen totalmente.

- **Ondas Beta (12-32 Hz)**

Se llegan a presentar en la zona frontal o parietal (Saladin, 2013) y denotan actividad mental o estimulación sensitiva. Debido a que este tipo de ondas tienen mayor ancho de banda, algunos investigadores llegan a dividirla en Beta Baja (12-15 Hz), Beta Media (15-20 Hz) y Beta Alta (20-32 Hz), la cual está relacionada con estrés, ansiedad, mucha energía o actividad mental (Abhang et al., 2016).

- **Ondas Gamma (> 32 Hz)**

Las ondas de gamma son los agujeros negros de la investigación del EEG, ya que aún no está claro dónde se generan exactamente y qué reflejan estas oscilaciones (Farnsworth, 2019).

2.3.1. Artefactos

Los sensores EEG, al trabajar de manera superficial sobre el cuero cabelludo, presentan una gran cantidad de señales que no son de origen cerebral y se les considera ruido. Con técnicas de preprocesamiento digital es posible eliminarlas. Entre las más comunes se encuentran las oculares, musculares, de línea y cardiacos.

- **Artefactos oculares:**

Los componentes oculares son generados por la moción del ojo. Cada retina, al estar capturando luz, crea un campo eléctrico que puede ser observado con el EEG. Este tipo de componentes se divide en 2, horizontales y verticales. Por lo general cualquier componente ocular puede ser observado en el intervalo de frecuencias menores a 5 Hz (SCCN, 2020).

- **Artefactos musculares:**

Los componentes musculares son generados por campos eléctricos derivados de la actividad muscular, a esto se le conoce como electromiografía. Este tipo de componentes se propaga hacia frecuencias altas (>20 Hz) (SCCN, 2020).

- **Artefactos cardiacos:**

Estos componentes son generados por la actividad cardíaca, por lo cual están relacionados con los electrocardiogramas (SCCN, 2020). Tienen un patrón muy típico que se le conoce como complejo QRS que llega a ser fácilmente reconocible en la señal de tiempo. Estos artefactos ocurren a frecuencias de 1 Hz aproximadamente.

- **Artefactos de línea:**

Generados por la cercanía de los sensores EEG a fuentes generadoras de electricidad, este tipo de artefacto se caracteriza por tener frecuencias de entre 50 y 60 Hz, dependiendo la región (SCCN, 2020). Es relativamente sencillo remover este tipo de artefacto aplicando filtros con un rango de frecuencias menores.

2.4. Música

La música ha acompañado al ser humano desde su etapa más primitiva. En el momento en que el humano intenta reproducir sonidos de la naturaleza con ayuda de palos y piedras, aludiendo a percusiones y generando un ritmo, al crear flautas primitivas hechas con huesos de animales intentando copiar el canto de las aves y generando melodías, o con el simple hecho de usar la voz, la cual se creó que es la forma de expresión más antigua del ser humano (Wildridge, 2018), se estaba haciendo música. Esta sigue en evolución constante a través de las épocas.

Según Léxico, la música es el arte de organizar de forma sensible y lógica una combinación de sonidos y silencios atendiendo los principios fundamentales los cuales son: armonía, melodía y ritmo.

- **Melodía**

Sonidos que se crean de forma sucesiva y que se perciben como una sola entidad o pieza.

- **Armonía**

Relación y orden de notas musicales que hace referencia a la combinación de diferentes sonidos o notas que se emiten al mismo tiempo.

- **Ritmo**

El paso, la velocidad y el tiempo en que estos sonidos son emitidos.

2.4.1. Musicoterapia

La musicoterapia es el uso profesional de la música y sus elementos como una intervención en entornos médicos, educativos y cotidianos con individuos, grupos, familias o comunidades que buscan optimizar su calidad de vida y mejorar su salud y bienestar físico, social, comunicativo, emocional, intelectual y espiritual (World Federation of Music Therapy, 2011). Esta se divide en dos tipos:

- **Musicoterapia pasiva o receptiva**

Se refiere a la escucha de piezas musicales por parte de grabaciones o instrumentos tocados por musicoterapeutas con la finalidad de hacer que el paciente logre cambiar su estado de ánimo al escuchar, imaginar o sentir la música. Este tipo de terapia es usada con personas que no pueden participar con la actividad musical de forma activa.

Cabe recalcar que el tipo de música que se hace escuchar depende completamente del propósito con el que se va a utilizar la pieza y al estado de ánimo que se quiere llegar. También se toman en cuenta los gustos musicales del individuo.

- **Musicoterapia activa**

En este tipo de musicoterapia se pide la participación del paciente. Hay cuatro tipos de actividades musicales que pertenecen a los métodos de musicoterapia activos: tocar un instrumento, componer, cantar y bailar (Farré, 2018). Se le pide al individuo tocar un instrumento, si desconoce de música se le da la opción de usar algún instrumento como

percusión, cantar o bailar de manera improvisada, haciendo que la persona se sienta libre emocionalmente, desarrolle su creatividad, mejore su relación social, su conocimiento sobre sí mismo y el respeto a las preferencias musicales de otros.

En la presente investigación se trabaja totalmente con el tipo de musicoterapia pasiva al hacer que los sujetos a muestrear escuchen piezas musicales de su preferencia, así como una pieza con propósitos relajantes (Canon en Re mayor de Johann Pachelbel)

2.5. Estrés

El estrés es considerado un proceso fisiológico procedente de una tensión emocional. En 1920 Hans Selye acuña el término estrés para referirse a las respuestas fisiológicas generadas por una sobrecarga de demandas que superan las capacidades del individuo, en sus investigaciones el propone 3 etapas relacionadas a la respuesta del estrés.

1. Alarma

En esta etapa se identifica la amenaza, a la cual el cuerpo responde a través del sistema nervioso aumentando el ritmo cardiaco, liberando hormonas como el cortisol y recibiendo un incremento de adrenalina, todo esto para que el cuerpo pueda entrar en la etapa de lucha o huida (fight-or-flight).

2. Resistencia

En la segunda etapa el cuerpo comienza a recuperarse sin dejar de estar en alerta, disminuyendo la presión sanguínea y segregando menores cantidades de adrenalina y cortisol (Wilson, 2014). Si la etapa de estrés persiste por largo tiempo, las cantidades de hormonas estresantes, así como el pulso cardiaco seguirán elevadas, haciendo que el cuerpo aprenda a vivir con grandes cantidades de estrés de manera continua. Síntomas de esta etapa son la irritabilidad, frustración y falta de concentración (Legg & Higuera, 2018).

3. Agotamiento

Esta etapa, desencadenada por el estrés crónico, termina agotando física y emocionalmente al organismo. Produciendo cefaleas, dolores musculares, alta presión sanguínea, mareos, depresión, ansiedad, cansancio y debilitación del sistema inmunológico. Si esta fase se mantiene por largo plazo, la cantidad de cortisol en el cuerpo siempre estará elevada (Flores Hernández et al., 2014). Grandes cantidades de cortisol pueden predisponer a una persona a enfermedades infecciosas, cardiovasculares, endocrinas, reproductivas, entre otras.

Estas tres etapas se generan en el cerebro cuando hay algún factor que nosotros consideramos como amenaza. Por lo que una serie de reacciones bioquímicas comienzan a suceder instantáneamente. El hipotálamo y la amígdala son las dos estructuras cerebrales responsables de la respuesta al estrés. El hipotálamo intercambia señales con distintas regiones cerebrales para indicar si deben de seguir segregando hormonas o parar. En el caso de la amígdala, esta sirve como un tipo de memoria al almacenar información del medio ambiente y el tipo de amenazas a las que ya se han enfrentado, esto con la finalidad de reaccionar correctamente en algún futuro (Miriam Maltos, 2013). La electroencefalografía permite, de manera no invasiva, observar el comportamiento de la señales eléctricas cerebrales para saber si una persona se encuentra estresada, gracias a la compleja red de reacciones químicas antes mencionada.

Capítulo 3

Estado del arte

La música está conformada por ondas sonoras, como todo tipo de sonido, las cuales son captadas por el oído haciendo al tímpano vibrar. Estas vibraciones se van transmitiendo en forma de ondas a través de una cadena de huesos diminutos hasta llegar a la cóclea, una estructura llena por miles de células ciliadas. Las ondas generan movimiento en las células capilares las cuales liberan neurotransmisores químicos activando el nervio auditivo, de esta forma mini corrientes eléctricas son enviadas al lóbulo temporal del cerebro, el principal decodificador de sonidos en el cerebro.

El cerebro humano y el sistema nervioso han ido evolucionando al grado de que hoy en día podemos distinguir la música del ruido. Por otro lado, la gran cantidad de procesos químico y electrofisiológicos que ocurren al escuchar música sugieren que esta actividad puede mejorar el rendimiento y la salud humana.

Nuestros antepasados usaban la música como un método de curación. La cultura china tenía la creencia de que la música funcionaba como un tipo de terapia, al grado de que la palabra medicina anteriormente se escribía de manera muy similar a la palabra música (ver Ilustración 3). En la antigua Grecia la música era usada para reducir estrés, inducir al sueño y aliviar dolores. Nativos americanos y africanos usaban el canto como parte de rituales de curación (Gaab et al., 2015).

Si Ma Qian, un importante historiador de la Antigua China menciona que en la naturaleza hay cinco tipos de música; GONG, SHANG, JIAO, ZHI y YU. Los cuales corresponden a los cinco tipos de órganos que tenemos, según la concepción china; bazo, pulmón, hígado, corazón y riñón. Entonces se creía que la música podía interactuar con los órganos para hacerlos sanar (Yuan, 2018).

Por años se dejó de practicar este tipo de creencias cuando las ciencias médicas hicieron a un lado la medicina y terapias alternativas, acusándolas de ser inútiles y engañosas. Actualmente ha ido en aumento el uso de medicinas alternativa como la musicoterapia gracias a que investigadores y musicoterapeutas han ido demostrando la eficacia y valor de este “arte médico”.

En varios países pueden encontrarse carreras orientadas a la musicoterapia, así como asociaciones y congresos dedicados a la difusión de investigaciones relacionadas (Tabla 1). Sin embargo, en México no se le da la misma importancia. Como ejemplo está la enseñanza de la música, la cual desde que termina la educación elemental se deja de fomentar.

Tabla 1: Asociaciones dedicadas a la musicoterapia.

Nombre de la asociación	Página web
British Association for Music Therapy	www.bamt.org
World Federation of Music Therapy	wfmt.info
American Music Therapy Association	www.musictherapy.org
Canadian Association of Music Therapists	www.musictherapy.ca
Australian Music Therapy Association	www.austmta.org.au



Ilustración 3: Similitud entre las palabras "música" y "medicina" en lenguaje chino antiguo (Par Guan Yin, 2016).

Hoy en día se pueden encontrar un gran número de estudios relacionados a la musicoterapia que evidencian la eficacia de la música para reducir la ansiedad y el estrés durante enfermedades críticas, ayudar a tratar a personas con trastornos mentales, ser de compañía en pacientes con cuidados paliativos, tratar casos de Alzheimer, entre otros.

(Good, 1995), demostró que el uso de la música redujo la sensación de dolor y angustia postoperatorias, 2 días después del procedimiento, en el 89% de los pacientes que se habían sometido a una cirugía abdominal.

En otro estudio (Bradt et al., 2013) utilizó la musicoterapia pasiva en pacientes con infarto de miocardio demostrado constantemente que la música induce efectos reductores de la ansiedad.

(Ramirez et al., 2018), realizó una investigación con 40 pacientes en cuidados paliativos que sufrían de cáncer terminal en donde la mitad estaba bajo estímulos musicales (Grupo Experimental) y la otra mitad solo con compañía verbal (Grupo Control), dando como resultado que el GE redujo su sentimiento de cansancio, ansiedad y dificultades respiratorias a comparación del GC. Los datos tomados con EEG también evidenciaron un efecto emocional positivo en el GE.

Al estudiar un grupo de personas con estrés inducido debido a tareas cognitivas, las cuales consistían en preparar una presentación oral, (W.E. & N.S., 2001) reportó que hubo aumentos significativos en la ansiedad subjetiva, la frecuencia cardíaca y la presión arterial sistólica en el grupo control los cuales no estaban escuchando música. Estos aumentos inducidos por el estrés fueron prevenidos por la exposición a la música (Canon en Re mayor de Johann Pachelbel), y este efecto fue independiente del género. La música también mejoró los niveles basales de IgA salival en ausencia de efectos inducidos por el estrés.

Con ayuda de la electroencefalografía también se han observado resultados que asocian la escucha de música a la disminución de estrés o ansiedad en sujetos. Las ondas alfa reflejan un estado psicológico tranquilo, abierto y equilibrado, por lo que la actividad alfa disminuye en situaciones de estrés. La actividad beta refleja procesos cognitivos y emocionales, por lo que aumenta con la carga de trabajo mental y, por lo tanto, con el estrés.

(Seo & Lee, 2010), analizó a 33 personas, 9 mujeres y 24 hombres, encontrando una correlación positiva significativa entre los niveles de cortisol y la alta actividad Beta en los sitios temporales anteriores cuando las personas mantenían los ojos cerrados, afirmando la relación antes

mencionada entre la banda beta y el estrés. Este, aunque no usó música como estimulante, se tomó como trabajo clave ya que encontró una relación entre las bandas de frecuencia Beta y el aumento de cortisol.

(Asif et al., 2019), hizo un experimento muy similar al propuesto en esta investigación, pero con canciones en inglés y en urdu para tratar de reducir el estrés. Veintisiete sujetos, 14 hombres y 13 mujeres, de entre 20 y 35 años participaron voluntariamente. En este caso se usó una diadema EEG de 4 electrodos y entre cada intervención musical se aplicaba la prueba de ansiedad subjetiva. Como características deseadas se extrajeron las bandas de poder, coherencia, asimetría frontal y retraso de fase. Como resultado se pudo observar que la música en inglés tuvo mayor influencia para la reducción de estrés. Otra observación importante fue que los cambios en el estrés eran más notorios en las mujeres que en los hombres.

En la Tabla 2 se puede observar una comparación entre los trabajos antes mencionados, centrándose en el tamaño de la muestra, las medidas que se tomaron, los estímulos y resultados más importantes de cada uno.

Tabla 2: Comparación de investigaciones con música como terapia.

Año y Método	Número de participantes	Medidas	Estímulo	Resultados importantes
Good, 1995	84	Escala de dolor STAI (84)	Relajación de mandíbula (RM) (21) Música (21) Música y RM (21) Cuidado rutinario (21)	Los pacientes que estuvieron en el grupo de música y relajación de mandíbula reportaron una moderada o muy importante ayuda para reducir el dolor y la angustia después de una operación abdominal.
Bradt, 2013	1081	STAI (243) BPM (828)	Música	El estado de ansiedad promedio en los participantes con intervención musical fue menor que los pacientes sin música. Hubo disminución en la frecuencia cardíaca media de los pacientes de los grupos con intervención musical.
Ramírez, 2018	40	EEG Cuestionarios (40)	Música (20) Sin estímulo (20)	Los resultados EEG mostraron un efecto emocional positivo en el grupo con música.

				<p>En el cuestionario mencionaron una disminución de cansancio, ansiedad y dificultades al respirar.</p> <p>No hubo cambios significativos en el grupo en silencio.</p>
Asif, 2019	27	<p>EEG</p> <p>STAI</p>	Música en diferentes idiomas (27)	<p>La música en idioma inglés logró reducir más el estrés en comparación a la música en lenguaje urdu.</p> <p>Pareciera que las mujeres son más sensibles a la música que los hombres.</p>
Knight, 2001	87	<p>Ansiedad Subjetiva</p> <p>Frecuencia cardíaca</p> <p>Presión arterial sistólica</p> <p>Cortisol</p> <p>IgA Salival</p>	<p>Música (45)</p> <p>Silencio (42)</p>	<p>El factor estresante causó aumentos significativos de la ansiedad subjetiva, la frecuencia cardíaca y la presión arterial sistólica.</p> <p>Estos aumentos inducidos por el estrés fueron prevenidos por la exposición a la música, y este efecto fue independiente del género.</p> <p>La música también mejoró los niveles salivales básicos de IgA en ausencia de cualquier efecto inducido por el estrés.</p>
Seo, 2010	33	<p>EEG</p> <p>Inventario de respuesta al estrés</p> <p>ECG</p> <p>Cortisol Salival</p>	Visual (Imágenes) (33)	<p>Correlación significativa entre la variabilidad del ritmo cardíaco (VRC) y el cortisol salival.</p> <p>Existen correlaciones significativas entre el alto poder relativo EEG beta en los sitios temporales anteriores y cada uno de los VRC y el cortisol salival durante una condición de reposo con los ojos cerrados.</p> <p>Diferencia en la potencia beta relativamente alta y cortisol. En ambos casos, los participantes del grupo de estrés tenían el nivel más alto de actividad beta.</p>

Como se puede observar en la columna de estímulos, la mayoría de estos trabajos acudieron a la musicoterapia pasiva para atacar problemas en específico. Los resultados favorables de cada trabajo sirvieron como motivación para realizar una investigación en donde la música fuera el estimulante para atacar el problema del estrés académico. (Seo & Lee, 2010), utilizaron material visual para generar estrés en los participantes, sus resultados son alentadores para la presente investigación ya que encontraron una correlación importante entre el aumento de bandas de frecuencia beta y el incremento de estrés. (Asif et al., 2019; Ramirez et al., 2018) utilizaron métodos similares al usar música como estímulo para identificar, con señales EEG, el comportamiento del estrés y la respuesta emocional respectivamente. Ellos aplicaron cuestionarios de ansiedad para comparar con los resultados obtenidos en las bioseñales.

A comparación de los estudios anteriores, en esta investigación se hizo uso de una actividad cognitiva para generar estrés en los participantes y se hizo uso de un gran número de piezas musicales como estimulante sonoro para observar cambios en la respuesta del estrés generado. También, cabe recalcar que solamente se utilizó como método de medición un sensor EEG comercial, con 14 canales superficiales, evitando escalas o cuestionarios que llegan a ser subjetivos y fácilmente falsables.

Capítulo 4

4.1. Metodología

En la sección de la problemática se menciona que el estrés académico ha sido poco estudiado en México. Esta investigación pretende encontrar una relación entre la escucha de música y el comportamiento de las ondas cerebrales de estudiantes de posgrado bajo estrés académico, el cual era inducido al aplicarles una tarea cognitiva que consistía en responder el mayor número de multiplicaciones básicas en un lapso de 5 minutos.

Se diseñó una metodología para la investigación la cual consta de cinco etapas (ver Ilustración 4).

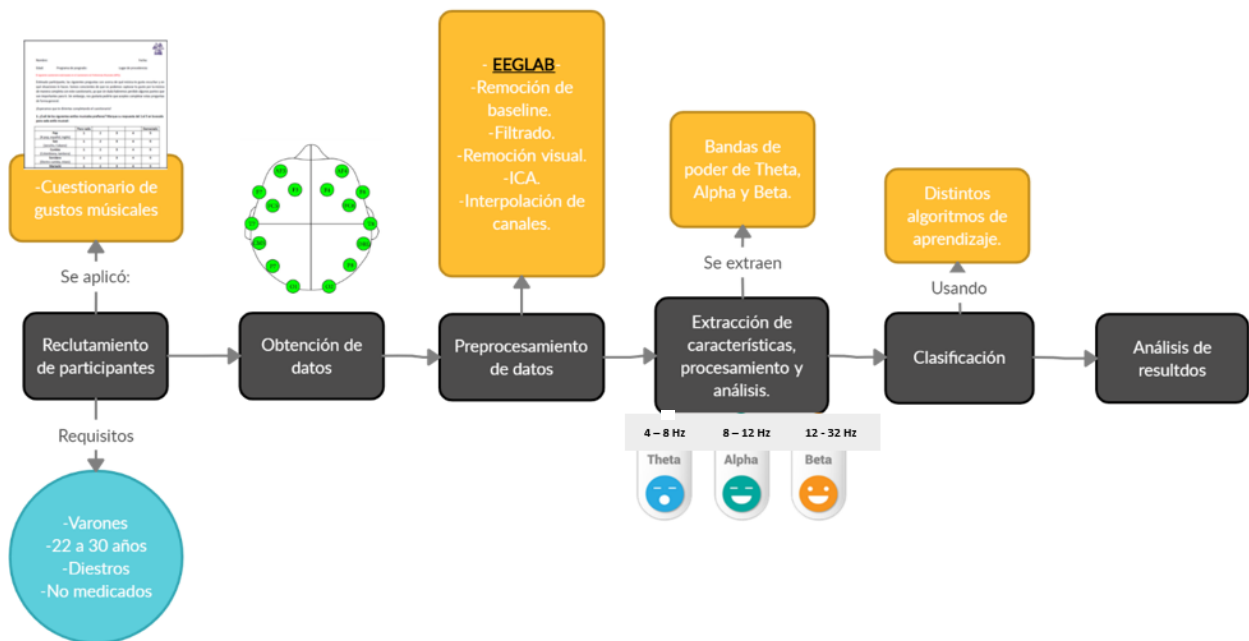


Ilustración 4: Metodología del experimento.

4.1.1. Reclutamiento de participantes.

Se reclutaron 15 participantes que cumplieron con los siguientes requisitos.

- Estudiantes de posgrado del instituto.
- Varones
- De 22 a 30 años.
- Diestros.
- Sin estar bajo los estímulos de medicamentos.

Por la mala calidad en la grabación de algunas señales cerebrales, se tuvo que descartar a 3 participantes, quedando con un total de 12 sujetos.

Firma de carta de consentimiento informado y aplicación de entrevista MPQ.

A cada participante se le pidió leer y firmar un acta de consentimiento informado, la cual hace mención del número de sesiones, riesgos y consideraciones, beneficios del estudio, así como la duración total del experimento. Al mismo tiempo, se les pidió contestar un cuestionario sobre gustos musicales para saber qué tan apegados son a la música, que géneros son los que más disfrutaban, canciones favoritas y en qué momentos tienen mayor interacción con la música. El documento original fue hecho por Urs Nater y se puede encontrar en varios idiomas en su página².

Para esta investigación, el documento se adaptó a las necesidades del experimento, por lo cual se tuvo que traducir al español, se hicieron adaptaciones en algunos reactivos y se añadieron más géneros musicales. Entre ellos se puede encontrar la Cumbia, Sonideros, Corridos, Sones, Banda, Trova. El cuestionario adaptado fue enviado al autor el cual lo aprobó como válido para su uso. En la sección Cuestionario de Preferencias Musicales se encuentra el documento completo.

4.1.2. Obtención de datos.

Esta etapa se realizó en el laboratorio de bioseñales del INAOE, aquí se obtuvieron las señales cerebrales de los participantes con el sensor EEG "EPOC+" de la empresa EMOTIV. Este sensor tiene la apariencia de una diadema, es inalámbrico (tecnología bluetooth), cuenta con 14 electrodos (canales) húmedos que tienen una frecuencia de muestreos de 128 Hz y dos electrodos de referencia. Los nombres de los canales están basados en el sistema internacional 10-20; AF3, F7, F3, FC5, T7, P7, O1, O2, P8, T8, FC6, F4, F8 Y AF4. (Ver Ilustración 5). El sensor viene con un programa para poder ver el estatus de conexión de la diadema, así como grabar las señales cerebrales en tiempo real. En la página de EMOTIV se pueden encontrar otros programas enfocados a un uso más didáctico. Todas las señales grabadas por este sensor son guardadas en formato EDF (European Data Format) el cual está orientado a series de tiempo médicas y puede guardar una gran cantidad de datos con encabezados que dan información sobre la grabación (canales, paciente, tiempo, etc.).

² <https://www.musicandhealthlab.com/publications/>

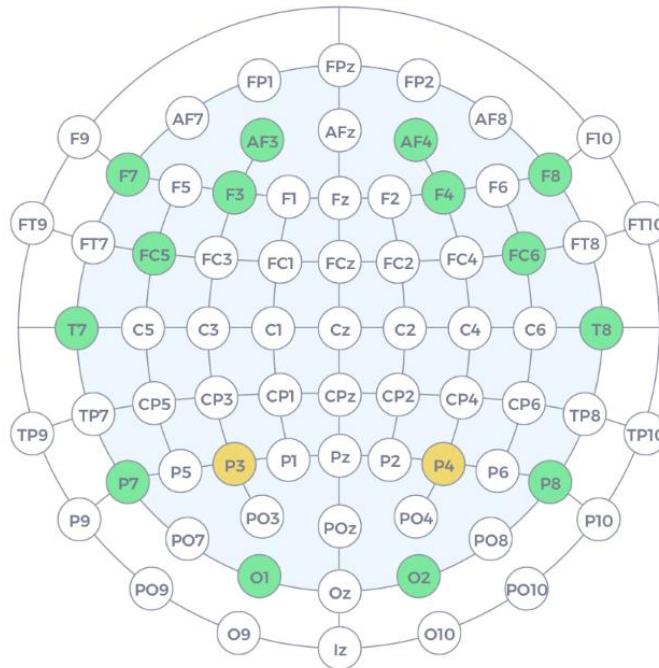


Ilustración 5: Ubicación de electrodos (verde) y referencias (amarillo) basadas en el sistema internacional 10-20 del sensor EEG EPOC+ (EMOTIV, 2018).

El experimento consistió en tres sesiones por participante (ver Ilustración 6), las cuales tenían una duración aproximada de 20 a 30 minutos donde el mayor tiempo transcurrido era por la colocación correcta de los electrodos en el cuero cabelludo. Cabe recalcar que antes de las sesiones se preguntaba a los participantes si no venían en estado etílico, con desgaste físico o algún malestar, si era así se les citaba otro día. También se les pedía llegar sin gel en el cabello, no haber tomado café o alguna bebida con cafeína ese día y llegar 2 horas después de alguna ingesta de alimentos.

En cada sesión se pedía a los participantes mantener los ojos cerrados durante 40 segundos, transcurridos estos, se les solicitaba abrirlos para realizar una prueba matemática con duración de 5 minutos. Esta consistía en multiplicaciones básicas (la tabla del 2 al 10), las cuales tenían que responder en un tiempo menor a 5 segundos cada una, de no ser así se marcaba como errónea esa multiplicación. Al terminar esto, se les pedía que cerraran los ojos por otros 30 segundos más para finalizar la prueba.

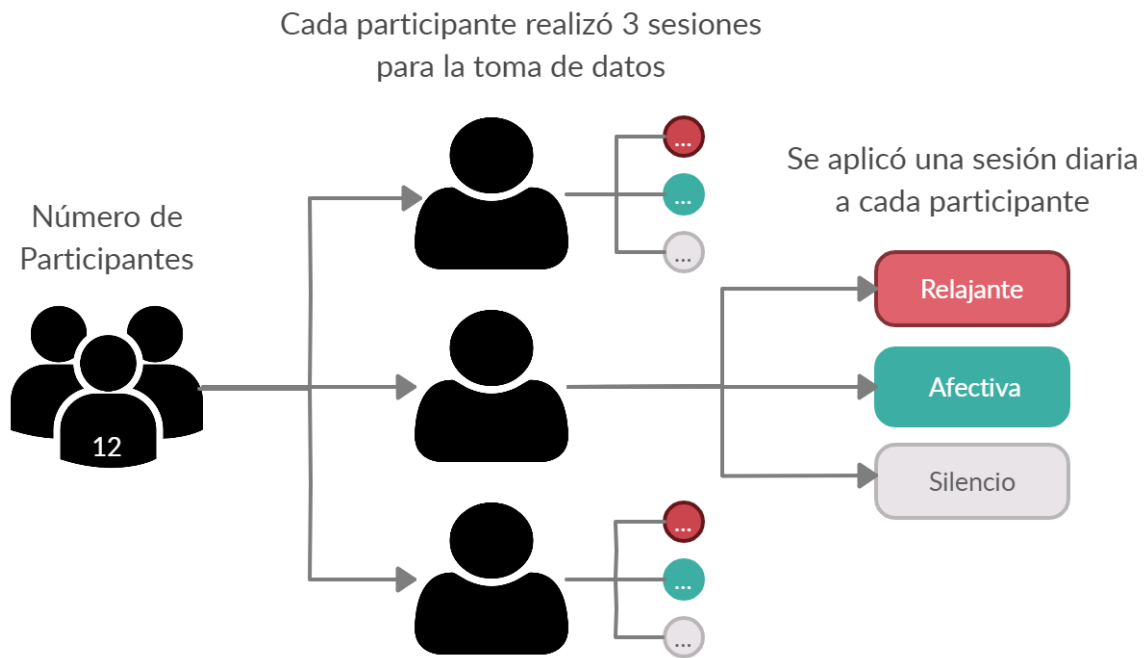


Ilustración 6: Protocolo del experimento.

En dos de las tres sesiones se ponía un estímulo musical mientras realizaban la prueba. Las piezas musicales eran reproducidas en una bocina bluetooth donde el volumen se ajustaba según el participante.

Estas sesiones eran llamadas:

- Sesión Relajante: Se reproducía una canción catalogada como relajante (W.E. & N.S., 2001), la cual era arbitraria para todos los participantes. Esta pieza era el Canon en Re Mayor de Johann Pachelbel.
- Sesión Afectiva: Se reproducía una canción escogida por el participante, la cual anotaban en el cuestionario de gustos musicales. En la mayoría de los casos, el número de canciones escogidas por participante oscilaba entre 2 a 3 canciones. Las canciones podían ser de géneros distintos, pero se pedía que escogieran piezas musicales que regularmente escuchan cuando se encuentran realizando actividades académicas.
- Sesión en Silencio: Esta última sesión era sin música, solo escuchando los sonidos comunes del entorno.

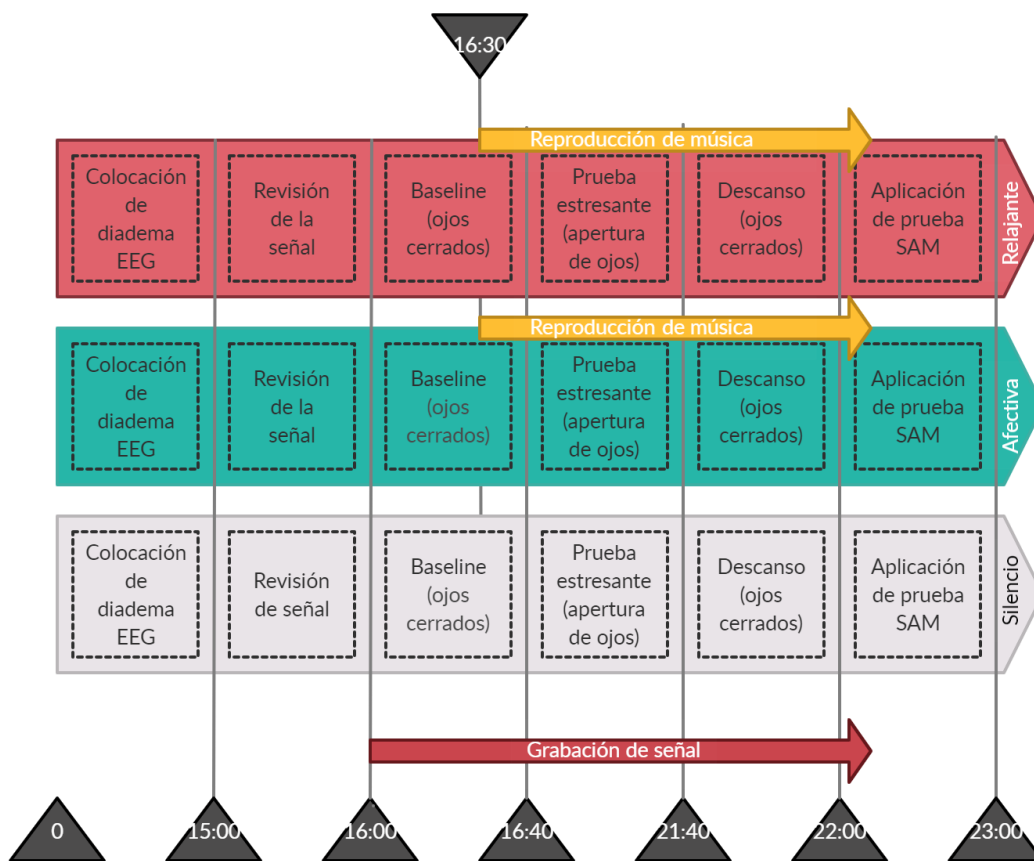


Ilustración 7: Cronograma del protocolo.

Las pruebas estresantes se realizaron en la página [mathisfun](http://mathisfun.com)³ ya que cumplía con todos los requisitos para el experimento (ver Ilustración 8). Estos eran; operaciones en orden aleatorio, cronometro o indicador de tiempo para cada operación, opciones para ajustar el tiempo del experimento, indicadores para informar al usuario si estuvo correcta o errónea la respuesta. Al culminar se mostraba el rendimiento de la persona mostrando el número de intentos al responder y el número de opciones correctas que tuvo.

La prueba trataba sobre responder la mayor cantidad de multiplicaciones básicas en menos de 5 segundos. Para tener una respuesta correcta se tenía que contestar una multiplicación en un tiempo máximo de 4 segundos, de no ser así, se tomaba como errónea la respuesta. La siguiente multiplicación aparecía hasta que el participante contestara de manera correcta la operación que falló.

³ mathisfun.com/mathtest.html

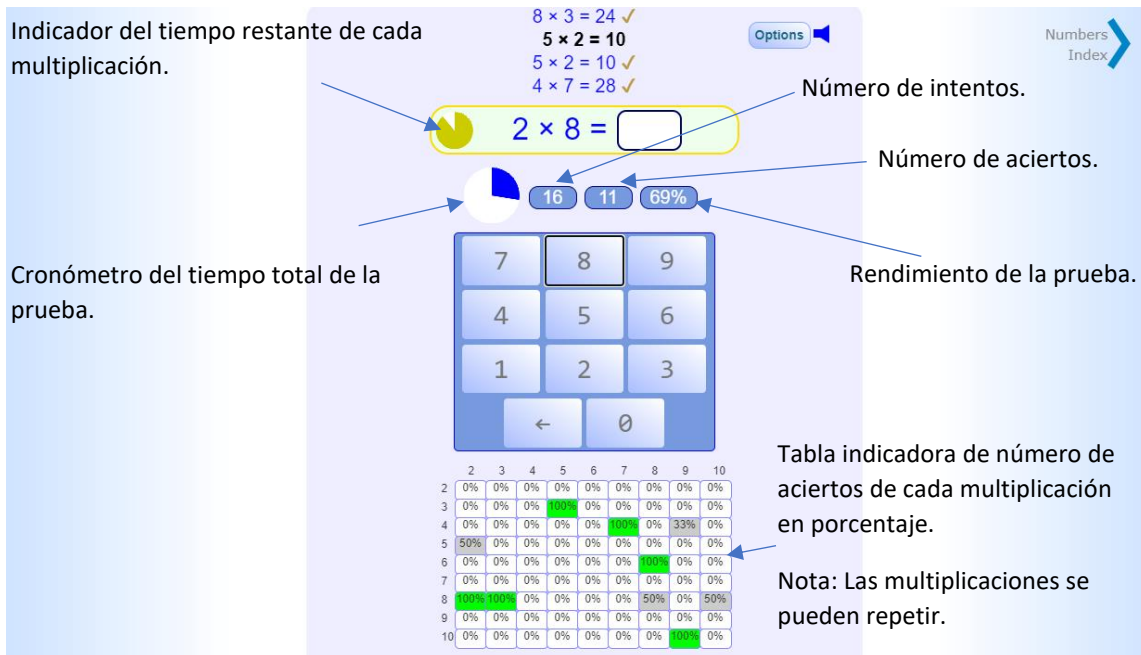


Ilustración 8: Interfaz de la prueba cognitiva tomada de Mathisfun.

4.1.3. Preprocesamiento de datos.

Para el preprocesamiento se está utilizando MATLAB R2018b y la caja de herramientas EEGLAB (Delorme & Makeig, 2004) en su versión 14.1.2. Esta etapa ha sido el que más ha llevado tiempo ya que varias veces se tuvo que cambiar el protocolo para limpiar las señales. Los pasos con los que se hizo el ultimo preprocesamiento son los siguientes.

- **Carga de señales en EEGLAB, selección de información y ubicación de canales.**

La interfaz de EEGLAB cuenta con una ventana para poder cargar las señales en distintos formatos, escoger la información necesaria del conjunto de datos y darle un nombre para identificarlo. Para esta investigación se seleccionó la opción para cargar formatos EDF/EDF+/GDF.

Una vez que se escoge la señal con la que se quiere trabajar, se seleccionan los 14 canales que contienen la información obtenida por los sensores y el rango de tiempo a analizar (ver Ilustración 9). EEGLAB cuenta con una opción en donde es posible observar el nombre de todos los canales e identificarlos, ya que están etiquetados con su nombre según el sistema 10-20 antes mencionado. Los intervalos de tiempo que se seleccionaron son dos. El primero es de 40 segundos, que comienza del segundo 0 hasta el 40 y se selecciona para poder tener una referencia del estado basal del participante el cual mantiene los ojos cerrados en este lapso. El otro va del segundo 240 al 300. Se seleccionó este segmento de tiempo ya que se observó que era donde la persona está más enfocada en la tarea cognitiva, además de que, en este minuto, la mayoría de las grabaciones no tenían tanto ruido causado por artefactos o desconexión de electrodos.



Ilustración 9: Interfaz de selección de datos de EEGLAB.

Para definir la ubicación de los canales, se hizo uso de las plantillas que contiene EEGLAB. Antes de seleccionar el archivo se visualizaron las coordenadas por electrodos para verificar si eran los correctos (ver Ilustración 10).

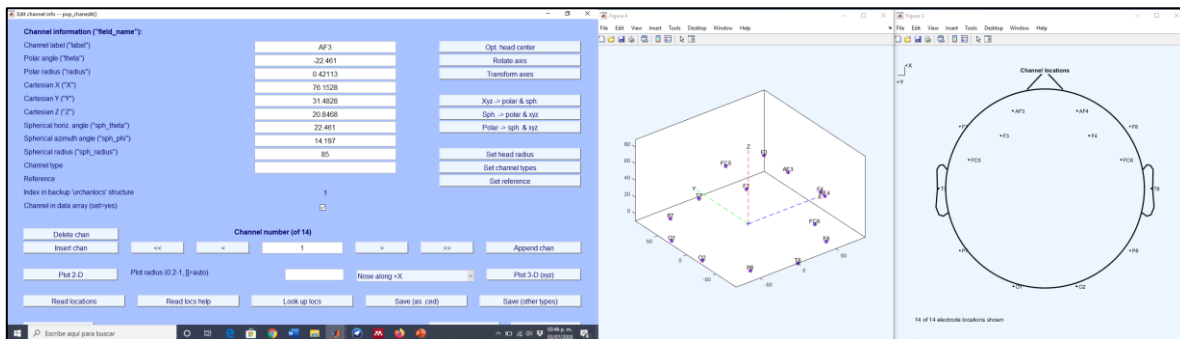


Ilustración 10: Interfaz de ubicación de canales y visualización de las coordenadas en mapas 2D y 3D.

- **Remoción de baseline (para eliminación de cierto tipo de ruidos)**

EEGLAB se refiere a la remoción de baseline como la eliminación del promedio de la señal por canal. Se usa esta opción para eliminar todo tipo de ruido generado por el movimiento o desconexión de los electrodos.

- **Filtrado**

Se filtran todos los canales con la intención de obtener solamente los datos que estén dentro de un rango de 4-32 Hz, ya que en este intervalo se encuentran las 3 bandas de frecuencia que interesan. Esto se hizo con un filtro pasa-banda desde EEGLAB utiliza el filtrado de respuesta de impulso finito lineal (FIR) (ver Ilustración 11). Si la caja de herramientas, procesamiento de señales, de Matlab está presente, utiliza la rutina de Matlab `filtfilt()`. Esto aplica el filtro hacia adelante y hacia atrás, para asegurar que los retardos de fase introducidos por el filtro se anulen. Si la caja de herramientas de procesamiento de señales Matlab no está presente, EEGLAB utiliza un método de filtrado simple

que involucra la transformación de cuatro portadoras inversas (SCCN, 2020). Para este estudio se descargó el toolbox de procesamiento de señales de MATLAB, por lo cual se usó el comando `filtfilt()`.

El resultado tiene las siguientes características:

- Distorsión de fase cero.
- Una función de transferencia de filtro igual a la magnitud cuadrada de la función de transferencia de filtro original.
- Un orden de filtro que es el doble del orden del filtro especificado.
- Minimiza los transitorios de inicio y finalización al hacer coincidir las condiciones iniciales.

El filtrado de fase cero ayuda a conservar las entidades (curvas, picos) en una forma de onda de tiempo filtrada exactamente donde se producen en la señal sin filtrar (MathWorks, 2006).

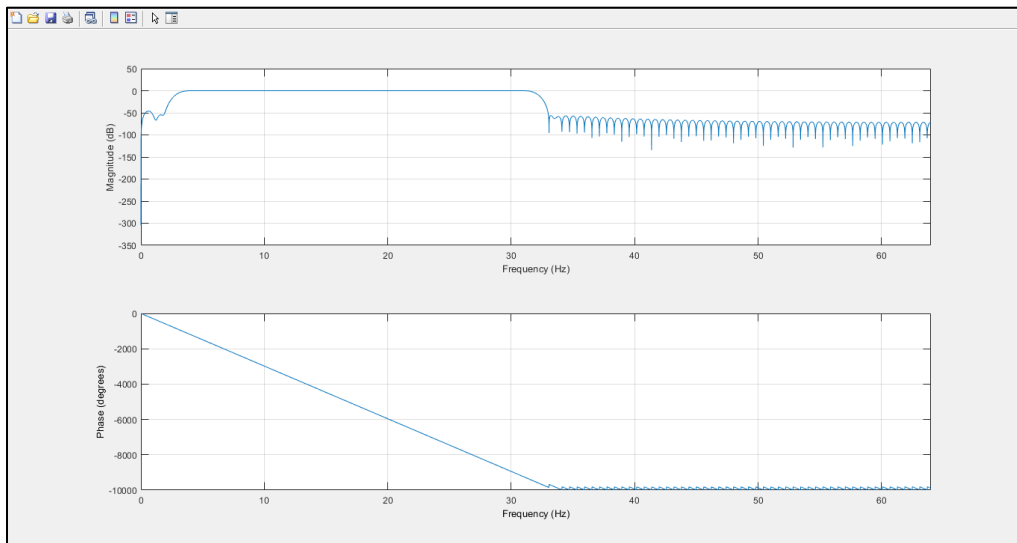


Ilustración 11: Comportamiento del filtro pasa banda con una frecuencia de corte de -6 dB de los 3 a 32 Hz.

- **Análisis y remoción visual de cierto tipo de ruido eliminando fragmentos de la señal.**

EEGLAB cuenta con la función de poder hacer un análisis visual de las señales y los canales para identificar ruido en la señal no ligado a artefactos y poder eliminarlos fácilmente solo seleccionando el rango de tiempo en donde aparecen. Con varias señales se tuvo que hacer este procedimiento ya que presentaban picos en la señal por desconexión de la diadema con su receptor bluetooth o por la desconexión a algún electrodo.

- **Análisis de Componentes Independientes usando las herramientas ADJUST e ICLabel para remoción de artefactos.**

El objetivo del Análisis De Componentes independientes (ICA por sus siglas en inglés) es el poder identificar que los componentes de datos no gaussianos sean lo más estadísticamente independientes. Lo cual puede ser aplicado para separar señales o extraer características (Cruces & Nuñez, 2005). En el caso de señales EEG se usa para identificar artefactos y separarlos de la señal útil.

Para el estudio, se hizo uso del algoritmo de ICA incluido en EEGLAB y se usaron las opciones de ADJUST e ICLabel para la visualización y etiquetado automático de artefactos o componentes (ver Ilustración 12). Cada una usa distintos tipos de algoritmos para detectar un artefacto por lo cual al usarlas en conjunto da más seguridad en que artefactos eliminar o no.

ICLabel es un clasificador automático que etiqueta los componentes de las señales con un porcentaje, comparando las señales a analizar con las de una base datos con más de 6000 grabaciones EEG. Para esta investigación se ha decidido remover cualquier artefacto que tenga un porcentaje mayor a 75%, ya sea visual, muscular, cardiaco, de línea u otro.

ADJUST marca con rojo que componentes son los que tienen mayor probabilidad de ser artefactos. Para esto calcula la discontinuidad espacial general (**GDSF**), la diferencia espacial ocular (**SED**), la diferencia espacial promedio (**SAD**), curtosis temporal, y la máxima variación por época. Esta herramienta en su mayoría detecta discontinuidades genéricas (picos en la señal) pero es muy bueno para detectar componentes del tipo de parpadeos que a veces ICLabel etiqueta como componentes cerebrales. Otra ventaja de ADJUST es que genera automáticamente archivos en donde especifica el por qué seleccionó ciertos componentes como artefactos.

- **Curtosis Temporal**

Los parpadeos de los ojos suelen generar saltos bruscos de amplitud en los electrodos frontales. Su curso temporal es bien capturado por la curtosis, una medida que es muy sensible a los valores atípicos en la distribución de la amplitud. Dado que su sensibilidad a los saltos abruptos se vería obstaculizada por las lentas derivaciones de amplitud en todo el curso del tiempo del CI, aquí la curtosis se calcula dentro de cada época después de eliminar la media de la época, y luego se promedia sobre las épocas:

$$Curtosis\ Temporal = trim_and_mean \left(\frac{\langle S_i(t)^4 \rangle_{ep}}{\langle S_i(t)^2 \rangle_{ep}} - 3 \right)_i,$$

donde $S_i(t)$ indica el curso de tiempo del componente independiente (CI) dentro de la época i , $\langle \dots \rangle_{ep}$ indica el promedio dentro de una época, y $trim_and_mean (\dots)_i$ denota el promedio a través de las épocas calculadas después de que el 1% superior de los valores haya sido eliminado (Mognon et al., 2011).

- **Diferencia Espacial Promedio (SAD)**

Para capturar la topografía espacial de los CI de parpadeo, utilizamos una medida sensible específicamente a una mayor amplitud en las áreas frontales en comparación con las áreas posteriores:

$$Diferencia\ Espacial\ Promedio = |\langle a \rangle_{FA}| - |\langle a \rangle_{PA}|,$$

donde a es el vector de pesos de topografía CI normalizados, $\langle \dots \rangle_{FA}$ denota el promedio sobre todos los canales en el área frontal (FA) y $\langle \dots \rangle_{PA}$ denota el promedio de todos los canales del área posterior (PA) (Mognon et al., 2011).

- **Variación Máxima por Época**

Los movimientos verticales del ojo generan grandes fluctuaciones de amplitud en los canales frontales que son típicamente más lentas que las generadas por los parpadeos, por lo tanto, no son eficientemente identificables por la curtosis. Son bien captados por una característica temporal basada en la varianza de la señal dentro de cada época:

$$\text{Varianza Máxima de Época} = \frac{\text{trim_and_max}(\langle S_i(t)^2 \rangle_{ep} - \langle S_i(t) \rangle_{ep}^2)_i}{\text{trim_and_mean}(\langle S_i(t)^2 \rangle_{ep} - \langle S_i(t) \rangle_{ep}^2)_i},$$

donde $\text{trim_and_max}(\dots)_i$ indica el máximo del vector recortado de valores de varianza a lo largo de las épocas (como en el caso de la curtosis, esta medida fue preferida al máximo simple porque este último sería demasiado sensible a los valores atípicos falsos); esta medida se normaliza con respecto a la media de valores de varianza recortados $\text{trim_and_mean}(\dots)_i$ (Mognon et al., 2011).

- **Discontinuidad Espacial General (GDSF)**

Los artefactos generados por las fluctuaciones de impedancia o la interferencia de dispositivos electrónicos suelen implicar fluctuaciones repentinas de amplitud en un canal, sin preferencia espacial. El curso temporal de este artefacto es capturado por la Variación Máxima por Época. Su distribución espacial es capturada por un rasgo sensible a las discontinuidades espaciales locales:

$$\text{Discontinuidad Espacial General} = \max(|a_n - \langle k_{mn} a_m \rangle_m|)_n,$$

donde a_n es el n ésimo peso topográfico, $k_{mn} = \exp(-|y_m - y_n|)$ decae exponencialmente con la distancia $|y_m - y_n|$ entre el canal m y el canal n , $\langle \dots \rangle_m$ denota el promedio sobre todos los canales $m \neq n$, y $\max(\dots)_n$ indica el máximo sobre todos los canales n del cuero cabelludo (Mognon et al., 2011).

- **Diferencia Espacial Ocular (SED):**

La distribución espacial se caracteriza por grandes amplitudes en los canales frontales cerca de los ojos, típicamente en desfase (uno negativo y uno positivo). Una característica espacial sensible a este patrón es:

$$\text{Diferencia Espacial Ocular} = |\langle a \rangle_{LE} - \langle a \rangle_{RE}|,$$

donde $\langle \dots \rangle_{LE}$ $\langle \dots \rangle_{RE}$ denota el promedio de los canales generales en la zona LE (ojo izquierdo) y la zona RE (ojo derecho) (Mognon et al., 2011).

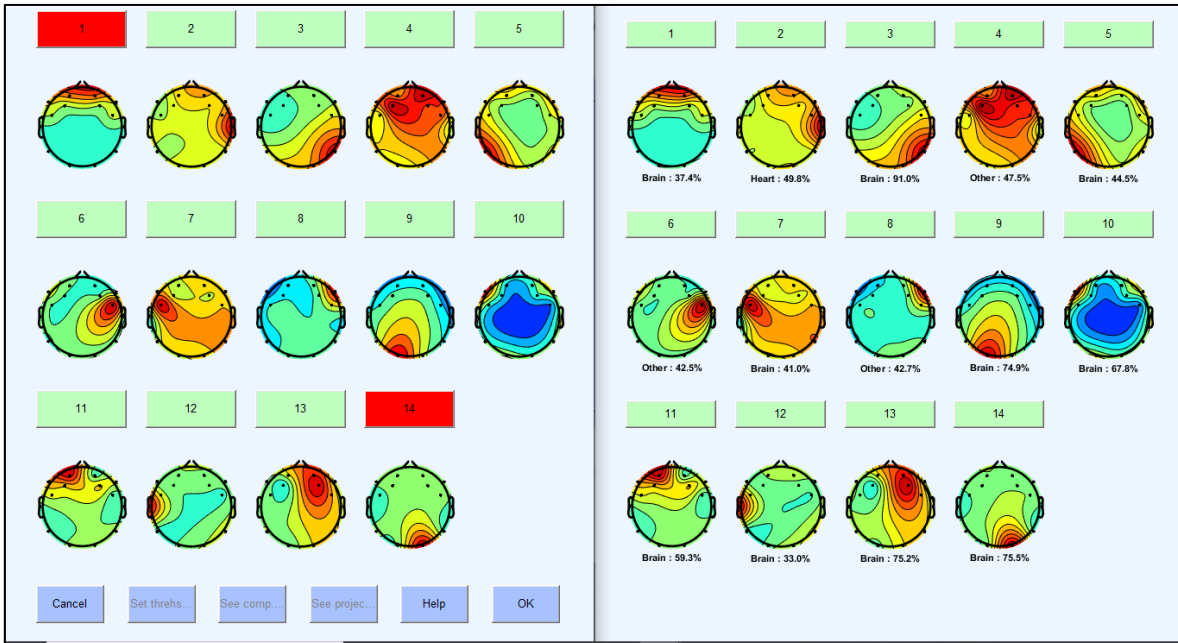


Ilustración 12: Herramienta ADJUST (izquierda) e IClabel (derecha) etiquetando los componentes en la señal.

- **Interpolación de canales**

Este paso se recomienda usar después del análisis de componentes independientes ya que, al eliminar ciertos componentes, también puede eliminar la información de algunos canales que contenían bastantes artefactos. La interpolación de canales toma información de electrodos cercanos y hace un promediado con estos datos para generar una nueva señal.



Ilustración 13: Preprocesamiento de los datos.

4.1.4. Extracción de características, procesamiento y análisis de los datos.

Potencia absoluta (bandas de potencia)

La banda de potencia resume la contribución o aparición de una banda de frecuencias específica en la banda de frecuencias global. Esto se hace a partir de calcular la densidad espectral de potencia, un número en específico el cual puede ser bastante útil para aplicaciones de aprendizaje máquina en donde se desea extraer características clave que resuma un aspecto particular de los datos (Vallat, 2018). Se usa un filtro pasa-banda en la señal, para obtener una banda de frecuencia de interés, luego se eleva al cuadrado la señal resultante filtrada para obtener un estimado de la potencia espectral (PSD) de la señal y finalmente promediarlo sobre el tiempo, en ventanas de 1 segundo o 10 segundos dependiendo del estudio (Lotte, 2014).

El comando de Matlab *bandpower* descompone el área bajo la curva del periodograma (PSD) en múltiples rectángulos para después sumarlos. Esta función permite saber el poder absoluto de cada una de las bandas de frecuencia que queremos obtener. En la Ilustración 14 se puede observar que en un 78.7% de la señal predominó la banda de frecuencias Delta (0.5 – 4 Hz), esta imagen fue tomada de un experimento relacionado con el estudio del sueño realizado como tutorial por (Vallat, 2018).

Con este tipo de análisis podremos saber si la persona se encontraba en un estado de relajación (incremento de bandas de frecuencia Alpha) o de estrés (incremento de bandas de frecuencia beta alta).

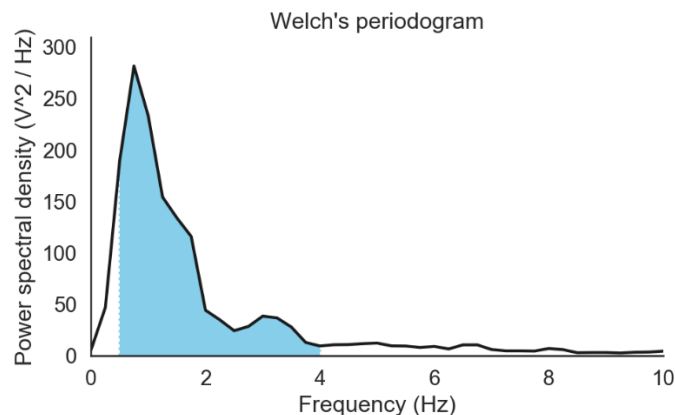


Ilustración 14: La potencia absoluta de la banda de frecuencias delta está iluminado en azul, .

Para esta investigación se editó la función *bandpower* () de MATLAB y en vez de calcular la densidad espectral de potencia con un periodograma clásico, el cual viene predefinido, se cambió a un periodograma Welch, que resulta ser más preciso para señales que varían en el tiempo (Vallat, 2018). Este tipo de periodograma va promediando consecutivamente las transformadas de Fourier

calculadas de pequeñas ventanas de señal que pueden ir solapadas o no. En este caso se usó un solapamiento de ventanas del 50%.

Adicionalmente, se editó el tipo de ventana. El periodograma clásico usa un ventaneo tipo Hamming, el cual está predefinido, pero para usar el periodograma de Welch tiene que especificarse una ventana determinada, por lo que se seleccionó una ventana Kaiser con un parámetro β de 12, el cual es el único parámetro que necesita este tipo de ventana.

El parámetro β de la ventana Kaiser proporciona un conveniente control continuo sobre el equilibrio fundamental de la ventana, ver Ilustración 15. Valores β más grandes reducen la resolución de frecuencia cuando la ventana se utiliza para el análisis de espectros (DSPRelated, n.d.). El valor de este parámetro se decidió ya que (Sruthi & Mallikarjuna, 2018) menciona que la clasificación de ondas cerebrales con estos parámetros tuvo un 99.66% de precisión usando redes neuronales como clasificadores. Con esta nueva función se obtuvo el poder de las bandas de frecuencia theta (4-8 Hz), alpha (8-12 Hz), beta baja (12-15 Hz), beta media (15 – 20 Hz) y beta alta (20 -32 Hz).

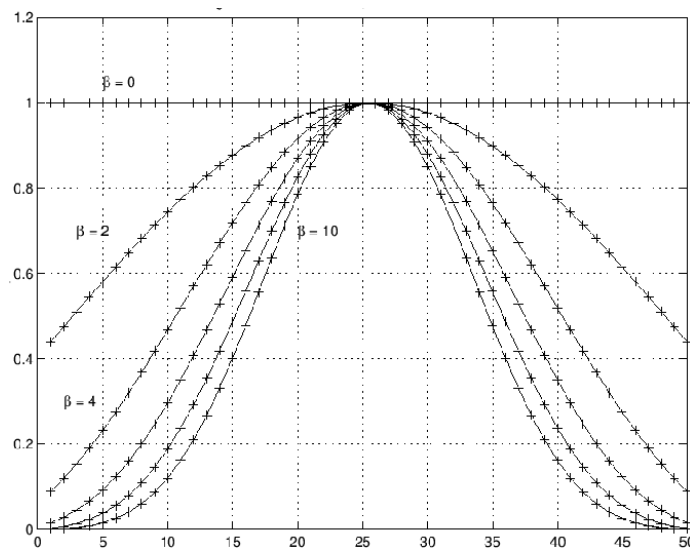


Ilustración 15: Ejemplo de 6 valores β entre 0 y 10 sobre una ventana con longitud de 50 segundos. Amplitud eje Y, Tiempo eje X (DSPRelated, n.d.).

4.1.5. Clasificación de datos.

Con los valores calculados por medio de la función *bandpower()* se hace una clasificación entre sujetos y sesiones del experimento, esto con la finalidad de poder identificar si hay alguna similitud entre los comportamientos de las frecuencias cerebrales de las personas o cambian dependiendo de sus gustos y su cercanía a la música. Para la clasificación de los datos se usa Weka 3.8.4 (ver Ilustración 16), un software que se enfoca en el aprendizaje automático y minería de datos desarrollado por la universidad de Waikato el cual cuenta con una amplia librería de algoritmos inteligentes con los cuales se pueden hacer experimentos.

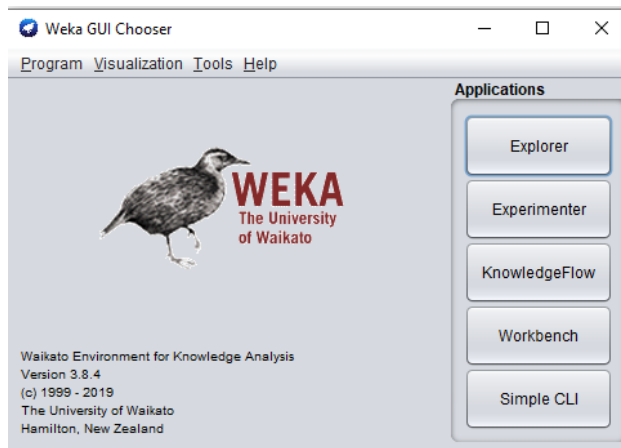


Ilustración 16: Interfaz de inicio de WEKA 3.8.4.

Capítulo 5

5.1. Resultados

Se han obtenido los mapas topográficos, gráficas de la densidad de poder espectral (PSD) y el poder relativo de las bandas de poder.

A continuación, se pueden observar las imágenes de uno de los 12 participantes en sus 3 sesiones. Se hace una comparación visual entre las gráficas de densidad espectral de potencia (PSD) del intervalo de los 40 segundos iniciales de cada sesión (en su estado basal) y durante la prueba cognitiva, en el intervalo de los 240 a los 300 segundos (a más de la mitad del experimento, donde se observó que estaban más enfocados con el experimento).

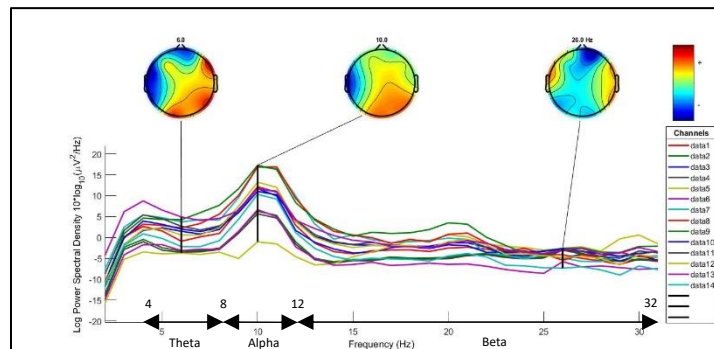


Ilustración 17: PSD de sesión placentera (estado basal, primeros 40 segundos).

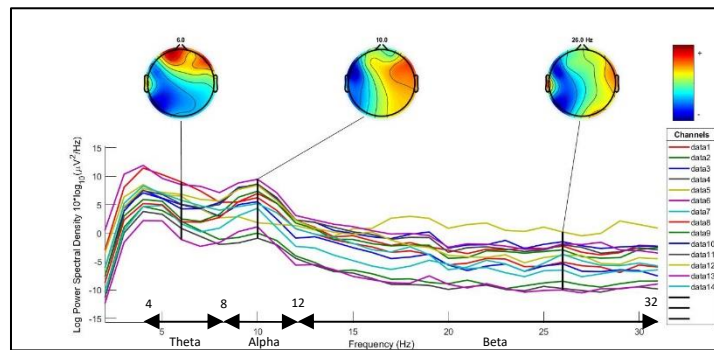


Ilustración 18: PSD de sesión placentera durante prueba cognitiva (segundo 240 al 300).

En la sesión placentera se puede observar cómo los primeros 40 segundos (Ilustración 17) muestran un incremento en la banda de frecuencias alpha (8 – 12 Hz), mientras que en el intervalo de tiempo 240 - 300 segundos (Ilustración 18) se observa más potencia en las ondas theta (4-8 Hz) y alpha (8-12 Hz). En cuanto a los mapas topográficos, las frecuencias theta (4-8) presentan mayor actividad en la zona frontal del cerebro durante la prueba cognitiva, las frecuencias alpha (8-12 Hz) y beta (12-32) pareciera que están más activas en el lóbulo temporal derecho durante el estrés inducido a comparación del estado basal.

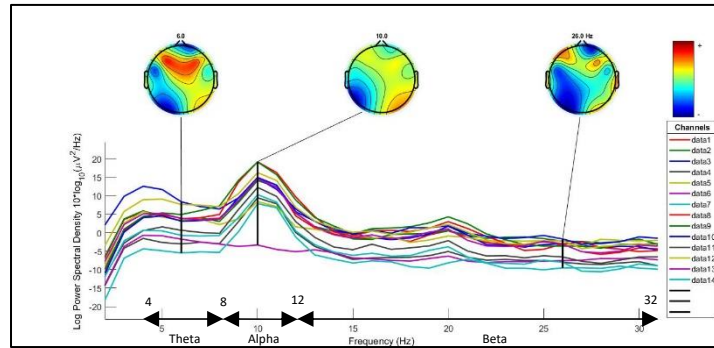


Ilustración 19: PSD de sesión relajante (estado basal).

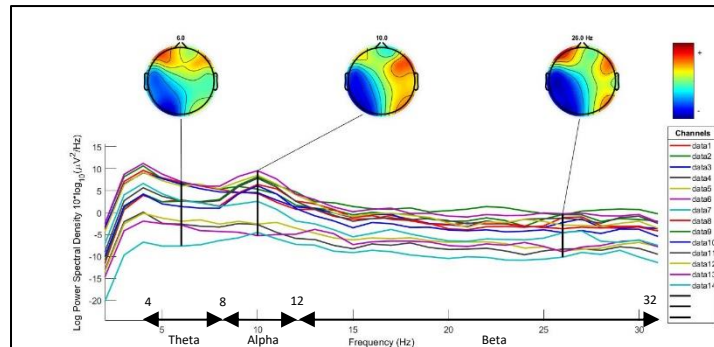


Ilustración 20: PSD de sesión relajante durante prueba cognitiva (segundo 240 al 300).

En esta sesión de música relajante, se vuelve a observar un incremento de la banda de frecuencias Alpha (8-12 Hz) en los primeros 40 segundos (Ilustración 19) donde el participante mantenía los ojos cerrados, mientras que en el intervalo de los segundos 240-300 (Ilustración 20) las ondas alpha (8 – 12 Hz) llegan a observarse más, junto con un incremento en la potencia de las bandas theta (4-8 Hz). Los mapas topográficos muestran nuevamente una tendencia de mayor actividad de frecuencias alpha (8-12 Hz) y beta (12-32 Hz) en el lóbulo temporal derecho durante la prueba cognitiva.

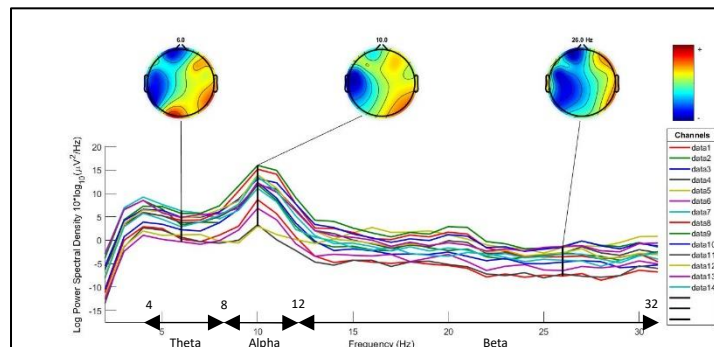


Ilustración 21: PSD de sesión en silencio (estado basal).

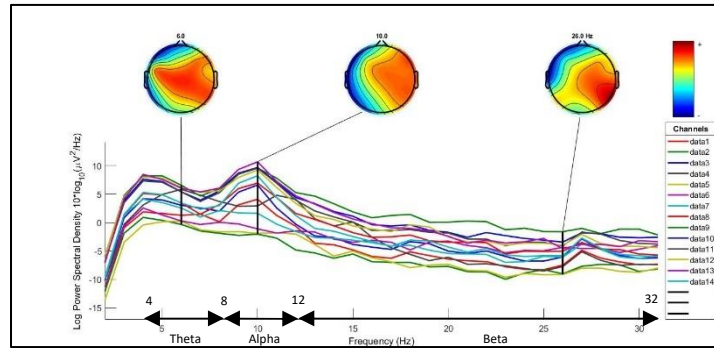


Ilustración 22: PSD de sesión en silencio durante prueba cognitiva (segundo 240 al 300).

Esta última sesión en silencio, se observa un incremento en la banda de frecuencias Alpha (8-12 Hz) en los primeros 40 segundos (Ilustración 21), mientras que en el minuto 4 al 5 (Ilustración 22) se puede observar mayor actividad en la banda de frecuencias alpha. Los mapas topográficos de esta sesión muestran mayor actividad theta (4-8 Hz) y alpha (8-12 Hz) en la zona fronto central y temporal, mientras que la actividad beta (8-12 Hz) pareciera ser mayor en la zona parietal derecha del cerebro.

En la sección de Resultados de todos los participantes se pueden observar todas las gráficas de densidad espectral de potencia, los valores de densidad espectral de potencia por cada banda de frecuencias y los valores de poder relativo.

5.1.1. Potencia Relativa

Para extraer la potencia relativa, primero se tiene que obtener la potencia absoluta promedio. Esto se obtiene con la función *bandpower()* editada, mencionada anteriormente. Con estos valores calculados por bandas (theta, alpha y beta alta), ahora se calcula la potencia absoluta global, de 4 a 32 Hz. Cada banda será dividida entre este valor para conocer que tanto contribuye cierta banda de frecuencias en el total de frecuencias analizadas de la señal. Al final se puede multiplicar el resultado por 100 para tener el valor en porcentaje.

$$Potencia\ Relativa = \frac{Potencia\ absoluta\ banda}{Potencia\ absoluta\ global} \times 100$$

La comparación en las tablas solamente se hizo entre la columna de bandas de frecuencia alpha y beta alta. Las bandas de frecuencia Theta fueron las que tuvieron mayor presencia durante la prueba cognitiva, esto se podría deber al tipo de actividad estresante al que se sometieron los participantes (responder multiplicaciones básicas), ya que estas ondas cerebrales llegan a aparecer al momento de estar bajo actividades que incluyen memorización o aprendizaje.

Los resultados se muestran a continuación:

Tabla 3: Promedio de la potencia relativa de los 14 canales en estado basal con ojos cerrados (40 segundo iniciales). Comparación entre las bandas alpha y beta alta.

Sesión Relajante			Sesión Placentera			Sesión en Silencio		
Theta	Alpha	Beta Alta	Theta	Alpha	Beta Alta	Theta	Alpha	Beta Alta
22.56%	49.15%	13.88%	13.53%	37.24%	28.75%	17.89%	55.12%	12.04%
21.15%	56.26%	9.01%	20.92%	55.05%	9.99%	22.99%	53.89%	9.18%
25.47%	36.36%	19.83%	25.31%	41.88%	15.42%	31.42%	28.21%	19.00%
17.64%	40.27%	22.35%	14.76%	23.73%	33.48%	23.82%	20.19%	30.70%
23.82%	55.51%	8.62%	22.01%	57.20%	9.60%	24.87%	50.11%	11.72%
23.40%	50.73%	13.16%	17.95%	56.89%	10.76%	24.39%	38.16%	17.38%
33.46%	37.73%	11.91%	44.29%	30.66%	11.30%	26.06%	46.52%	11.93%
18.89%	47.12%	18.98%	21.51%	44.55%	18.85%	14.52%	62.81%	10.92%
32.84%	23.17%	18.45%	23.89%	34.09%	19.35%	23.07%	38.38%	17.09%
15.44%	65.77%	8.64%	13.65%	57.61%	15.34%	18.61%	55.52%	11.47%
36.46%	33.18%	13.54%	22.01%	50.98%	10.48%	22.62%	46.42%	13.31%
59.00%	17.75%	11.74%	27.87%	34.38%	17.08%	42.24%	24.72%	15.05%

Tabla 4: Promedio de la potencia relativa de 14 canales durante prueba cognitiva (4 - 5 min). Comparación entre las bandas alpha y beta alta.

Sesión Relajante			Sesión Placentera			Sesión en Silencio		
Theta	Alpha	Beta Alta	Theta	Alpha	Beta Alta	Theta	Alpha	Beta Alta
36.14%	21.27%	23.02%	28.06%	17.03%	31.34%	34.47%	19.18%	26.27%
33.29%	26.22%	19.30%	27.15%	20.51%	26.87%	27.46%	24.83%	23.55%
41.81%	17.29%	20.71%	38.07%	17.59%	22.71%	48.11%	16.41%	17.39%
33.59%	18.58%	25.29%	31.67%	20.33%	25.40%	31.28%	20.88%	25.09%
25.46%	20.18%	28.16%	37.48%	21.12%	22.04%	29.16%	20.20%	29.30%
33.98%	24.73%	20.87%	27.20%	23.57%	25.59%	36.05%	17.00%	25.83%
30.43%	29.67%	19.72%	36.53%	21.34%	23.07%	28.67%	31.00%	19.96%
27.28%	16.08%	30.01%	34.35%	20.12%	20.96%	37.03%	18.38%	21.64%
41.97%	17.56%	17.74%	36.06%	17.20%	23.20%	40.61%	20.92%	18.38%
30.96%	30.54%	19.31%	39.66%	30.80%	13.04%	34.12%	33.74%	14.21%
41.87%	19.65%	18.57%	34.83%	20.40%	20.07%	31.91%	22.36%	20.97%
35.99%	15.56%	27.08%	24.40%	11.97%	42.53%	46.71%	14.06%	21.76%

La Tabla 3 muestra la potencia relativa durante el estado basal de todos los participantes en todas sus sesiones. Cada fila es un promedio de los 14 canales del sujeto, acomodados por sesiones. Es evidente que mientras mantenían ojos cerrados y sin realizar actividades, la banda de frecuencias Alpha fue la predominante en casi todos los casos, en rojo se indica el porcentaje máximo de predominio de las bandas de frecuencias de cada sesión.

En la Tabla 4 se compara la potencia relativa durante la realización de la tarea cognitiva. La sesión placentera, donde el participante escogía su propia música, fue en donde hubo mayor predominio de bandas de frecuencia beta alta, las cuales están relacionadas con el aumento del estrés, alerta y

mucha actividad mental. La sesión relajante y la sesión en silencio tuvieron un comportamiento similar ya que 5 participantes de cada sesión tuvieron un predominio de bandas de frecuencia alpha.

5.1.2. Clasificación

Para la clasificación se hicieron distintas bases de datos, una con valores estadísticos calculados de la potencia absoluta y otra con los valores de potencia absoluta en bruto. Estos dos experimentos se hicieron usando el método de validación cruzada.

Experimento 1

En el primer experimento de clasificación se utilizaron las señales de la prueba cognitiva (del minuto 4 al 5) de todos los individuos en sus tres sesiones, teniendo un total de 36 señales para extraer características. Se calculó la potencia absoluta de theta, alpha y beta a cada 128 elementos de la señal. Como se mencionó anteriormente, la frecuencia de muestreo del sensor es de 128 Hz, entonces lo que se está calculando es la potencia absoluta a cada segundo de la señal. Cabe recalcar que cada señal tiene 14 canales con información, por lo cual cada canal arroja una matriz con 3 valores de potencia absoluta (theta, alpha y beta) por cada uno de los 50-60 segundos de la señal. El tiempo varía entre señales ya que en algunos casos se tuvo que remover información que contenía bastante ruido, dejando menos tiempo para analizar.

El resultado final por participante es de tres matrices, una por sesión, con una dimensión de $42 \times t$, donde el 42 se obtiene de calcular 3 valores de potencia absoluta a cada uno de los 14 canales. t representa los segundos totales de la señal.

Con las tres matrices listas, se buscó la forma de sintetizar los valores significativos de cada canal, por lo que se calculó el máximo, promedio, desviación estándar, varianza, asimetría estadística y curtosis a cada 10 segundos de la señal (Ilustración 23).

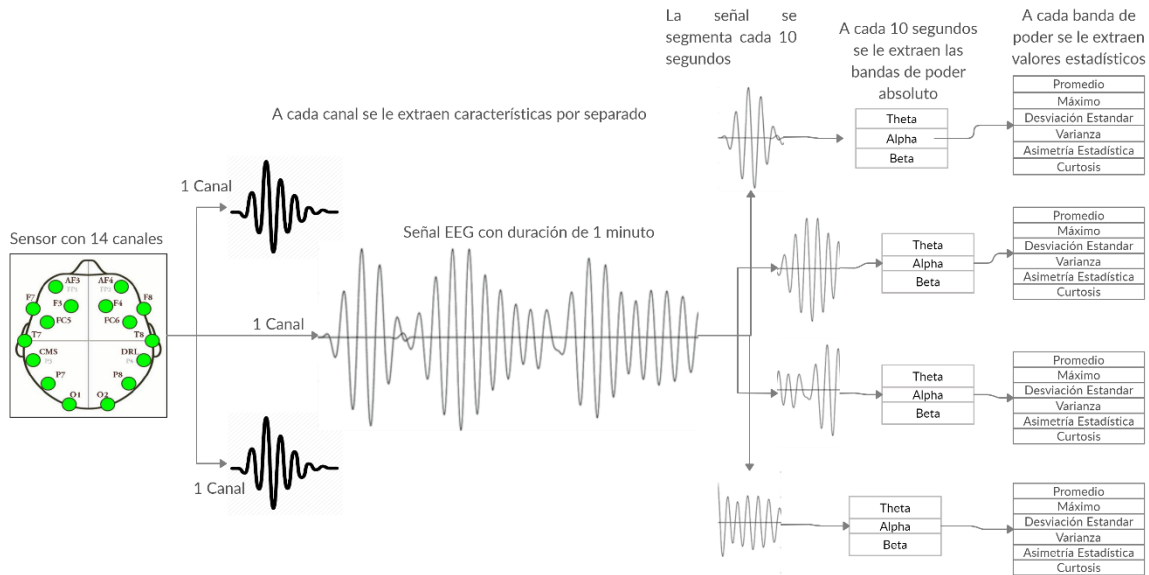


Ilustración 23: Extracción de características para clasificación del experimento 1.

La base de datos quedó ordenada como se muestra a continuación. Las etiquetas (Tag) son Rlx (sesión relajate), Pla (sesión placentera) y Sil (sesión en silencio). El total de canales son 14. En la Tabla 5 se observan algunos canales y algunas etiquetas a manera de demostración.

Tabla 5: Base de datos estadísticos introducida al experimento 1.

Segmento de tiempo (s)	Ch1	Ch1	Ch1	Ch1 Theta	Ch1	Ch1	...	Ch 14	Tag
Theta (1-10)	Max	Prom	D.E.	Varianza	A.E.	Curt	...	...	Rlx
Theta (11-20)	Max	Prom	D.E.	Varianza	A.E.	Curt	...	...	Rlx
Theta (21-30)	Max	Prom	D.E.	Varianza	A.E.	Curt	...	...	Rlx
Theta (31-40)	Max	Prom	D.E.	Varianza	A.E.	Curt	...	...	Rlx
Theta (41-50)	Max	Prom	D.E.	Varianza	A.E.	Curt	...	...	Rlx
Theta (51-60)	Max	Prom	D.E.	Varianza	A.E.	Curt	...	...	Rlx
...	Max	Prom	D.E.	Varianza	A.E.	Curt	...	...	Pla
Theta (y_1-y_2)	Max	Prom	D.E.	Varianza	A.E.	Curt	...	...	Sil
Alpha									
Alpha (1-10)	Max	Prom	D.E.	Varianza	A.E.	Curt	...	...	Rlx
Alpha (11-20)	Max	Prom	D.E.	Varianza	A.E.	Curt	...	...	Rlx
Alpha (21-30)	Max	Prom	D.E.	Varianza	A.E.	Curt	...	...	Rlx
Alpha (31-40)	Max	Prom	D.E.	Varianza	A.E.	Curt	...	...	Rlx
Alpha (41-50)	Max	Prom	D.E.	Varianza	A.E.	Curt	...	...	Rlx
Alpha (51-60)	Max	Prom	D.E.	Varianza	A.E.	Curt	...	...	Rlx
...	Max	Prom	D.E.	Varianza	A.E.	Curt	...	...	...
Alpha (y_1-y_2)	Max	Prom	D.E.	Varianza	A.E.	Curt	...	...	...
Beta									
Beta (1-10)	Max	Prom	D.E.	Varianza	A.E.	Curt	...	...	Rlx
Beta (11-20)	Max	Prom	D.E.	Varianza	A.E.	Curt	...	...	Rlx

Beta (21-30)	Max	Prom	D.E.	Varianza	A.E.	Curt	...	...	Rlx
Beta (31-40)	Max	Prom	D.E.	Varianza	A.E.	Curt	...	...	Rlx
Beta (41-50)	Max	Prom	D.E.	Varianza	A.E.	Curt	...	...	Rlx
Beta (51-60)	Max	Prom	D.E.	Varianza	A.E.	Curt	...	...	Rlx
...	Max	Prom	D.E.	Varianza	A.E.	Curt	...	...	...
Beta (γ_1-γ_2)	Max	Prom	D.E.	Varianza	A.E.	Curt	...	...	...

Se hicieron distintas pruebas con estos valores, las primeras fueron utilizando por separado los valores estadísticos de la potencia absoluta, por lo cual se hicieron tres bases de datos con todos los individuos en todas las sesiones. Una de ellas era sólo con los valores estadísticos la potencia absoluta de Alpha, otra con los de Beta y la última con los valores de Theta. Esto se hizo con la finalidad de saber que banda de frecuencias aporta más información para identificar diferencias sustantivas entre las sesiones. Después, se decidió generar una base de datos con todos los valores combinados y también se experimentó con ella.

Como resultado se tuvieron las siguientes clasificaciones.

Tabla 6: Comparaciones entre los porcentajes de clasificación correcta de los valores estadísticos de la potencia absoluta, con distintos algoritmos de aprendizaje.

	Alpha	Beta	Theta	Todos juntos
Atributos	84	84	84	252
Instancias	190	190	190	190
Clasificadores				
Naive Bayes	50.7% ± 9.9	48.8% ± 10	44.4% ± 8.8	60% ± 9.6
Random Forest 1	79.3% ± 7.87	91.1% ± 7.3	78.1% ± 7.6	92.2% ± 6
Random Forest 5	79.5 ± 7.5	92.2% ± 6.6	78.9% ± 8	93% ± 6
SMO	56.2% ± 10.9	52.11% ± 10.6	49.79 ± 10.6	69.7% ± 9.5
KNN (5)	57.2% ± 10.9	61.8% ± 10	46.47% ± 10.2	71.4% ± 10.3
MultiPerceptron BP	57.2% ± 11.1	65.6% ± 10.9	54.4% ± 11	68.8% ± 10.2

Se hicieron cuatro bases de datos, tres con las bandas theta, alpha y beta por separado. Y una con las 3 bases de datos juntas. Se puede observar en la Tabla 6 que los valores de beta obtuvieron mejores resultados por sí solos. Al combinar todos los valores, incrementa un poco el porcentaje de

clasificación correcta. En este primer experimento los valores estadísticos de Beta aportan mucha más información.

A continuación, se muestran las matrices de confusión del algoritmo de aprendizaje con mayor porcentaje de clasificación, Random Forest (5).

Tabla 7: Matriz de confusión Random Forest (5) de la base de datos Alpha, experimento 1.

a	b	c	← Clasificado como
56	5	2	a = Pla
10	48	6	b = Rlx
7	6	50	c = Sil

En la Tabla 7, se muestra la matriz de confusión de los valores Alpha al usar Random Forest como algoritmo de aprendizaje. En esta se puede observar como 56 instancias de la sesión placentera fueron clasificadas correctamente, mientras que 5 fueron confundidas con la sesión relajante y 2 con la sesión en silencio. La sesión relajante tuvo 48 instancias calificadas correctamente, 10 confundidas con la sesión placentera y 6 con la sesión en silencio. La sesión en silencio tuvo 50 instancias clasificadas correctamente, 7 confundidas con sesión placentera y 6 con sesión relajante.

Tabla 8: Matriz de confusión Random Forest (5) de la base de datos Beta, experimento 1.

a	b	c	← Clasificado como
62	1	0	a = Pla
5	57	2	b = Rlx
1	1	61	c = Sil

La matriz de confusión de los valores Beta al usar Random Forest de la Tabla 8, se observa que 62 instancias de la sesión placentera fueron clasificadas correctamente y solo 1 fue confundida con la sesión relajante. La sesión relajante obtuvo 57 instancias clasificadas correctamente, 5 confundidas con la sesión placentera y 2 con la sesión en silencio. La sesión en silencio tuvo 61 instancias clasificadas correctamente, 1 confundida con la sesión placentera y 1 con la sesión relajante. Los valores de beta fueron los que mayor porcentaje de clasificaciones correctas tuvieron.

Tabla 9: Matriz de confusión Random Forest (5) de la base de datos Theta, experimento 1.

a	b	c	← Clasificado como
51	5	7	a = Pla
10	51	3	b = Rlx
6	4	53	c = Sil

En la matriz de confusión de la Tabla 9, ahora usando los valores estadísticos de Theta, 51 instancias de la sesión placentera fueron clasificados correctamente, 5 confundidos con la sesión relajante y 7 con la sesión en silencio. La sesión relajante tuvo 51 instancias clasificadas correctamente, 10 instancias confundidas con la sesión placentera y 3 con la sesión en silencio. 53 instancias de la sesión en silencio estuvieron clasificadas correctamente, 6 confundidas con sesión placentera y 4 con la sesión relajante.

Tabla 10: Matriz de confusión Random Forest (5) de la base de datos de Alpha, Beta y Theta juntos, experimento 1.

a	b	c	← Clasificado como
61	0	2	a = Pla
7	55	2	b = Rlx
2	0	61	c = Sil

La matriz de confusión de todos los valores Alpha, Beta y Theta de la Tabla 10 tiene como resultados que, 61 instancias de la sesión placentera fueron clasificados correctamente y solo 2 fueron confundidas con la sesión en silencio. La sesión relajante tuvo 55 instancias clasificadas correctamente, 77 confundidas con la sesión relajante y 2 con la sesión en silencio. 61 instancias de la sesión en silencio estuvieron clasificadas correctamente y solo 2 se confundieron con la sesión placentera.

Es evidente que, al juntar todos los datos estadísticos de Alpha, Beta y Theta, se obtuvo un porcentaje mayor. Pero esto fue superior por muy poco a comparación de lo que se tuvo con los valores estadísticos de Beta.

Experimento 2

Para el segundo experimento, se usaron nuevamente las señales con duración aproximada a 1 minuto, durante la prueba cognitiva. Se decidió solo usar los valores de potencia absoluta de las señales, sin extraer valores estadísticos. Para tener más información, se calculó la potencia absoluta de cada 5 segundos de la señal (Ilustración 24), dando entre 10 a 12 valores por canal.

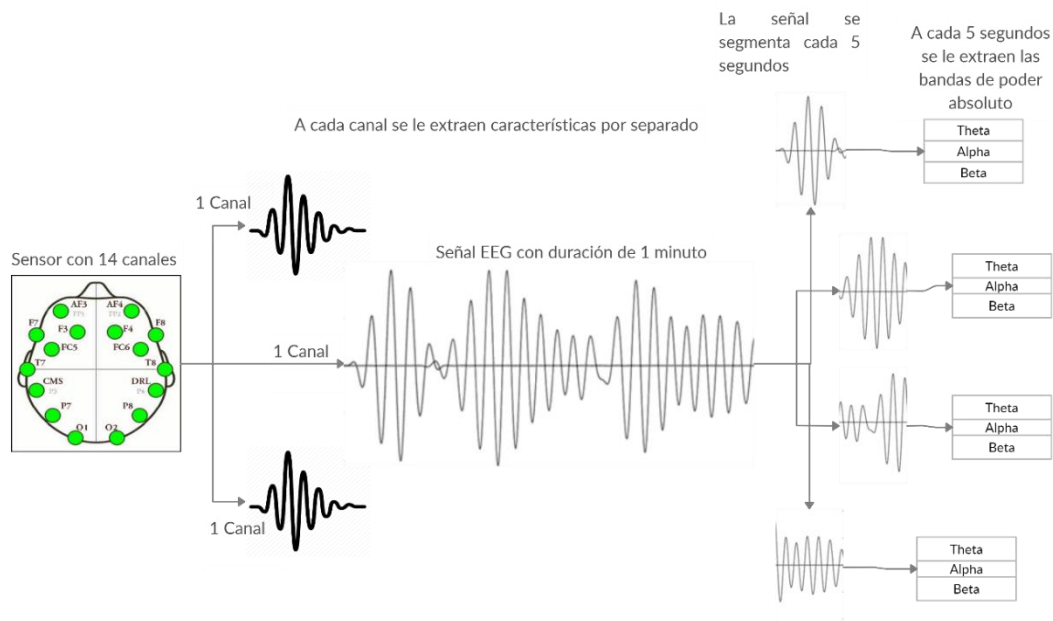


Ilustración 24: Extracción de características para clasificación del experimento 2.

La forma en la que quedó ordenada la base de datos se puede observar con mayor claridad en la Tabla 11, la cual solo está con propósito demostrativo.

Tabla 11: Acomodo de datos para experimento 2.

Segmentos de tiempo (s)	Canales									Tag
	Ch1	Ch1	Ch1	Ch2	Ch2	Ch2	...	Ch(N)		
0-5	Alpha	Beta	Theta	Alpha	Beta	Theta	Alpha	Beta	Rlx	
5-10	Alpha	Beta	Theta	Alpha	Beta	Theta	Alpha	Beta	Rlx	
10-15	Alpha	Beta	Theta	Alpha	Beta	Theta	Alpha	Beta	Rlx	
15-20	Alpha	Beta	Theta	Alpha	Beta	Theta	Alpha	Beta	Rlx	
20-25	Alpha	Beta	Theta	Alpha	Beta	Theta	Alpha	Beta	Rlx	
25-30	Alpha	Beta	Theta	Alpha	Beta	Theta	Alpha	Beta	Rlx	
30-35	Alpha	Beta	Theta	Alpha	Beta	Theta	Alpha	Beta	Rlx	
35-40	Alpha	Beta	Theta	Alpha	Beta	Theta	Alpha	Beta	Rlx	
40-45	Alpha	Beta	Theta	Alpha	Beta	Theta	Alpha	Beta	Rlx	
45-50	Alpha	Beta	Theta	Alpha	Beta	Theta	Alpha	Beta	Rlx	
50-55	Alpha	Beta	Theta	Alpha	Beta	Theta	Alpha	Beta	Rlx	
55-60	Alpha	Beta	Theta	Alpha	Beta	Theta	Alpha	Beta	Rlx	
...	Alpha	Beta	Theta	Alpha	Beta	Theta	Alpha	Beta	...	
...	Alpha	Beta	Theta	Alpha	Beta	Theta	Alpha	Beta	Pla	
...	Alpha	Beta	Theta	Alpha	Beta	Theta	Alpha	Beta	Sil	

Tabla 12: Comparaciones entre los porcentajes de clasificación correcta de los valores de potencia absoluta obtenidos cada 5 segundos, con distintos algoritmos de aprendizaje.

Atributos	43
Instancias	398
Clasificadores	
Naive Bayes	63.6 % ± 7
Random Forest 1	97.64 % ± 2.48
Random Forest 5	97.89 % ± 2.36
SMO	76.64 % ± 6.89
K-nearest neighbours (5)	98.80 % ± 1.69
MultiPerceptron BP	96.26 % ± 2.98

Este experimento es el que ha dado mejores resultados ya que algunos algoritmos de aprendizaje, como lo son K-nearest neighbours y Random Forest, llegan a dar clasificaciones mayores a 97% (Tabla 12).

A continuación, se añade la matriz de confusión del algoritmo de aprendizaje con mayor porcentaje de clasificaciones correctas, K-nearest neighbours.

Tabla 13: Matriz de confusión del algoritmo de aprendizaje K-nearest neighbours del experimento 2.

a	b	c	← Clasificado como
131	1	0	a = Pla
1	130	1	b = Rlx
3	0	131	c = Sil

En la matriz de confusión del experimento 2, usando K-nearest neighbours (Tabla 13), 131 instancias de la sesión placentera fueron clasificadas correctamente y solo 1 fue confundida con la sesión relajante. La sesión relajante obtuvo 130 instancias clasificadas correctamente, 1 confundida con la sesión placentera y 1 con la sesión en silencio. La sesión en silencio tuvo 131 instancias clasificadas correctamente y 3 confundidas la sesión placentera.

5.1.3. Discusión

Al momento de querer sintetizar información importante en las señales EEG para su análisis, se trató de buscar características importantes que pudieran facilitar esta tarea. La potencia absoluta de cada banda es muy útil para poder obtener información del comportamiento de las bandas de frecuencias que nos interesan.

La potencia relativa se usó para conocer el porcentaje de pertenencia de ciertas bandas en el total de la señal a analizar. Por lo cual se hizo énfasis en los resultados de la Tabla 3 y Tabla 4.

Con relación a la clasificación, al menos 4 de los 6 algoritmos de aprendizaje del experimento 2 lograron una clasificación correcta mayor al 90%. El usar solamente valores de potencia absoluta de las bandas de frecuencia, en lugar de sus valores estadísticos, mejoró el resultado de los clasificadores.

Por otro lado, se hizo otro experimento utilizando los datos de 9 sujetos para entrenar y 3 para hacer pruebas (75%-25%), pero los resultados no fueron nada favorables. Las clasificaciones correctas rondaban entre el 30% y 40% de clasificación correcta, dando a entender que las clasificaciones eran al azar. Esto se puede deber a que el tipo de adaptación al estrés entre es muy diferente entre sujetos, haciendo imposible encontrar una similitud entre sujetos y sesiones.

Capítulo 6

6.1. Conclusiones y trabajo futuro

En la presente investigación se desarrolló un método para la obtención, preprocesamiento, procesamiento y clasificación de señales relacionadas con la escucha de música y el estrés académico generado por una actividad cognitiva.

A comparación de otros estudios enfocados a detectar estrés, esta investigación se limitó a utilizar solamente señales EEG, evitando cuestionarios u otro tipo de bioseñal. Además, se utilizaron más canales EEG que otros estudios relacionados, así como un mayor número de piezas musicales. Las características usadas (potencia absoluta y relativa) hicieron posible el poder observar el comportamiento de las bandas de frecuencia relacionadas al relajamiento y estrés mental.

Al clasificar se usaron distintos algoritmos de aprendizaje para conocer el comportamiento individual y grupal de las bandas de potencia absoluta y los valores estadísticos de estas.

6.1.1. Conclusiones

Los resultados obtenidos en esta investigación quedan un poco distantes al supuesto que se tenía acerca de que cualquier tipo de música podría tener un efecto terapéutico, esto al disminuir el estrés académico observado en el predominio de ondas beta alta de los participantes. En los resultados se observa que la música relajante y el silencio tuvieron el mismo efecto, llegando a disminuir la presencia de frecuencias beta alta en cinco participantes de cada sesión. Mientras que la sesión placentera solo tuvo 2 casos en donde esto sucedió.

Basándose en los resultados, pareciera que el escuchar música con propósitos relajantes tiene un efecto positivo mayor sobre el estrés, a comparación de estar escuchando música que el sujeto considera placentera. Esto podría deberse a distintos factores, como el hecho de que el sujeto intente seguir la canción al mismo tiempo que hacer la tarea cognitiva, o que la propia canción distraiga al sujeto y que a este le tome un mayor esfuerzo enfocarse en la tarea.

Las ondas theta son las que más predominaron en la mayoría de los participantes durante la prueba cognitiva, esto puede deberse al tipo de tarea que se realizó, ya que estas ondas están relacionadas con la memorización y el aprendizaje. La tarea estaba enfocada completamente a esto, tratar de memorizar los resultados de las multiplicaciones para ser contestadas correctamente.

En la mayoría de los casos se observó que había más actividad cerebral en el lóbulo frontal derecho y la zona temporal derecha de los participantes al realizar la tarea cognitiva, pero no se halló algún patrón importante el cual sugiriera que zonas se activan más en los participantes al estar bajo estrés.

Por otro lado, al momento de clasificar con validación cruzada, los algoritmos de aprendizaje son capaces de identificar para un mismo sujeto cada una de las 3 sesiones de manera correcta, aunque fueron más favorables los resultados al utilizar la base de datos de potencia absoluta.

Sin embargo, al experimentar bajo un esquema Inter sujeto y separar la base de datos de forma 75%-25%, los algoritmos de aprendizaje no logran hallar una similitud entre los 9 sujetos con los que se entrenó y los 3 que se pusieron a prueba. Esto puede deberse a que cada participante tiende a tener un comportamiento diferente al momento de lidiar con distintas situaciones estresantes.

También es importante remarcar que una de las contribuciones importantes del presente trabajo fue la generación de un corpus de señales electroencefalográficas relacionadas a la escucha de música y el estrés académico de 12 estudiantes varones, diestros y en buenas condiciones de salud. Este corpus estará disponible para cualquier persona que lo pida formalmente al Dr. Carlos Alberto Reyes García o el Dr. Luis Villaseñor encargados del laboratorio de Bioseñales y Computación Médica.

Otra contribución importante fue la creación de un protocolo diseñado para aumentar el estrés académico en estudiantes, los cuales se encontraban bajo distintos estímulos musicales. También se adaptó el cuestionario de gustos musicales creado por (Nater, 2003) al español. El cual fue validado por el creador para su uso en México.

Este trabajo llevó un tiempo aproximado de 6 meses. Posteriormente se hizo el preprocesamiento, procesamiento y clasificación el cual tomó 5 meses más.

6.1.2. Trabajo futuro

(Asif et al., 2019) menciona que el comportamiento de las ondas cerebrales relacionadas al estrés llegó a ser más fácil de observar en mujeres que en hombres, obteniendo resultados más relevantes con la base de datos femenina. Como trabajo futuro se desearía obtener señales EEG de mujeres bajo esta misma metodología para corroborar este punto.

También se desearía obtener datos sobre el rendimiento de la prueba cognitiva aplicada a los participantes para hallar una relación entre el cambio en la respuesta del estrés observada en las ondas cerebrales y el número de aciertos que tuvieron en las operaciones matemáticas. Tal vez en la sesión placentera hubo mayor actividad en las ondas beta alta por que los participantes tuvieron un mayor rendimiento debido la motivación generada a partir de escuchar música de su agrado.

Se podrían explorar más posibilidades en la parte de la clasificación y análisis de las señales, al extraer otro tipo de características, hacer análisis de conectividad, poner más atención en las zonas de activación del cerebro, calcular la asimetría frontal, entre otras que ayuden a mejorar el número de datos clasificados correctamente al realizar experimentos de manera individual (entre sujetos) y la interpretación de resultados obtenidos.

Bibliografía

- Abhang, P. A., Gawali, B. W., & Mehrotra, S. C. (2016). Technical Aspects of Brain Rhythms and Speech Parameters. In *Introduction to EEG- and Speech-Based Emotion Recognition*. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-804490-2.00003-8>
- Al-Ayadhi, L. Y. (2005). Neurohormonal changes in medical students during academic stress. *Annals of Saudi Medicine*. <https://doi.org/10.5144/0256-4947.2005.36>
- Alsulami, S., Al Omar, Z., Binnwejim, M. S., Alhamdan, F., Aldrees, A., Al-Bawardi, A., Alsohim, M., & Alhabeeb, M. (2018). Perception of academic stress among health science preparatory program students in two saudi universities. *Advances in Medical Education and Practice*. <https://doi.org/10.2147/AMEP.S143151>
- Asif, A., Majid, M., & Anwar, S. M. (2019). Human stress classification using EEG signals in response to music tracks. *Computers in Biology and Medicine*. <https://doi.org/10.1016/j.combiomed.2019.02.015>
- Barraza Macías, A. (2006). Un modelo conceptual para el estudio del estrés académico. *Revista Electrónica de Psicología Iztacala*, 9(3).
- Barraza Macías, A., García, J. L. M., Salazar, J. T. S., Flores, E. C., & Contreras, R. A. (2011). Estresores académicos y género. Un estudio exploratorio de su relación en alumnos de licenciatura. *Visión Educativa IUNAES*.
- Bradt, J., Dileo, C., & Potvin, N. (2013). Music for stress and anxiety reduction in coronary heart disease patients. In *Cochrane Database of Systematic Reviews*. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006577.pub3>
- BrainWorks. (2007). *What are Brainwaves ? Types of Brain waves | EEG sensor and brain wave – UK*. <https://brainworksneurotherapy.com/what-are-brainwaves>
- Cruces, S., & Nuñez, J. (2005). *Fundamentos básicos del Análisis de Componentes Independientes*. <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11088/fichero/Proyecto+Fin+de+Carrera%252F5.pdf>
- Delorme, A., & Makeig, S. (2004). EEGLAB: An open source toolbox for analysis of single-trial EEG dynamics including independent component analysis. *Journal of Neuroscience Methods*. <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2003.10.009>
- Dorian, B., Garfinkel, P., Brown, G., Shore, A., Gladman, D., & Keystone, E. (1982). Aberrations in lymphocyte subpopulations and function during psychological stress. *Clinical and Experimental Immunology*.
- DSPRelated. (n.d.). *Kaiser Window*. Retrieved January 17, 2021, from https://www.dsprelated.com/freebooks/sasp/Kaiser_Window.html
- EMOTIV. (2018). *epoc-20-10 | EMOTIV*. EMOTIV. https://www.emotiv.com/?attachment_id=331252
- Farnsworth, B. (2019). *EEG (Electroencephalography) : The Complete Pocket Guide*. IMOTIONS. <https://imotions.com/blog/eeg/>

- Farré, A. (2018, June 5). *Tipos de musicoterapia II*. <https://owlpsicologia.com/tipos-de-musicoterapia-ii/>
- Flores Hernández, C., Huerta Franco, R., Carrillo Soto, J. G., Zarate Vera, T., & Morales Mata, I. (2014). Incidencia de estrés en odontólogos de diferentes especialidades ocasionado por ruido en el consultorio dental. *Nova Scientia*. <https://doi.org/10.21640/ns.v1i2.229>
- Gaab, N., Schlaug, G., & Wong, L. (2015). Music as Medicine: The impact of healing harmonies. *Longwood Seminars*, 1–46. https://hms.harvard.edu/sites/default/files/assets/Sites/Longwood_Seminars/Longwood_Seminar_Music_Reading_Pack.pdf
- Good, M. (1995). A comparison of the effects of jaw relaxation and music on postoperative pain. *Nursing Research*. [https://doi.org/10.1016/s0001-2092\(06\)63513-8](https://doi.org/10.1016/s0001-2092(06)63513-8)
- IMSS. (2019). *Estrés Laboral*. <http://www.imss.gob.mx/salud-en-linea/estres-laboral>
- Jemmott, J. B., Borysenko, M., Chapman, R., Borysenko, J. Z., McClelland, D. C., Meyer, D., & Benson, H. (1983). ACADEMIC STRESS, POWER MOTIVATION, AND DECREASE IN SECRETION RATE OF SALIVARY SECRETORY IMMUNOGLOBULIN A. *The Lancet*. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(83\)92354-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(83)92354-1)
- Kandel, E. R., Schwartz, J. H., & Jessell, T. M. (2000). Principles of Neural Science, fourth edition. In *McGraw-Hill Companies*. <https://doi.org/10.1036/0838577016>
- Legg, T. J., & Higuera, V. (2018). *General Adaptation Syndrome: Your Body's Response to Stress*. Healthline. <https://www.healthline.com/health/general-adaptation-syndrome>
- MathWorks. (2006). *Filtrado digital de fase cero - MATLAB filtfilt - MathWorks América Latina*. MathWorks. <https://la.mathworks.com/help/signal/ref/filtfilt.html>
- Miriam Maltos. (2013). *Estrés ¿qué pasa en el cerebro?* Ciencia UNAM. http://ciencia.unam.mx/leer/249/Estres_que_pasa_en_el_cerebro
- Mognon, A., Jovicich, J., Bruzzone, L., & Buiatti, M. (2011). ADJUST: An automatic EEG artifact detector based on the joint use of spatial and temporal features. *Psychophysiology*. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2010.01061.x>
- Nater, U. M. (2003). *Music Preference Questionnaire (MPQ-R)*.
- Neurofeedback Alliance. (2019). *Understanding brain waves*. Neurofeedback. <http://neurofeedbackalliance.org/understanding-brain-waves/>
- Par Guan Yin. (2016). *Shen Yun : Une musique droite et élégante*. Clearharmony. <http://fr.clearharmony.net/articles/a118366-Shen-Yun-Une-musique-droite-et-elegante.html#.YBsVS-hKjIU>
- Ramirez, R., Planas, J., Escude, N., Mercade, J., & Farriols, C. (2018). EEG-based analysis of the emotional effect of music therapy on palliative care cancer patients. *Frontiers in Psychology*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00254>
- Saladin, K. (2013). Anatomia y fisiologia. In *Anatomia y Fisiología. La unidad entre forma y función*.
- SCCN. (2020). *I.4: Preprocessing Tools - SCCN*. EEGLAB Wiki.

https://sccn.ucsd.edu/wiki/Chapter_04:_Preprocessing_Tools

- Seo, S.-H., & Lee, J.-T. (2010). Stress and EEG. In *Convergence and Hybrid Information Technologies*. InTech. <https://doi.org/10.5772/9651>
- Sruthi, C., & Mallikarjuna, P. (2018). Feature Extraction And Classification Of EEG Signalas using Neural Network. *Journal of Engineering Research and Application*, 8(2), 53–60. <https://doi.org/10.9790/9622-0811025360>
- St. Louis, E., Frey, L., Britton, J., Hopp, J., Korb, P., Koubeissi, M., Lievens, W., & Pestana-Knight, E. (2016). Electroencephalography (EEG): An Introductory Text and Atlas of Normal and Abnormal Findings in Adults, Children, and Infants. In *Electroencephalography (EEG): An Introductory Text and Atlas of Normal and Abnormal Findings in Adults, Children, and Infants*. <https://doi.org/10.5698/978-0-9979756-0-4>
- Subhani, A., Xia, L., & Malik, A. (2011). EEG Signals to Measure Mental Stress. *2nd International Conference on Behavioral, Cognitive and Psychological Sciences - BCPS 2011*, 10. <http://www.iedrc.org/bcps/%5Cnhttp://www.ipedr.com/vol40/002-ICPSB2012-B00034.pdf>
- Tortora, G. J., & Derrickson, B. (2012). Tortora - Principles of Anatomy & Physiology 13th Edition. In *Journal of Chemical Information and Modeling*.
- Ullán Serrano, J. (2012). *Neuroanatomía* (E. de M. Universidad Panamericana (ed.); Quinta). Universidad Panamericana, Escuela de Medicina.
- Universidad De Guanajuato. (2018). *El encéfalo y los nervios craneales*. Contenidos Didácticos Licenciatura En Enfermería y Obstreticia. <https://blogs.ugto.mx/enfermeriaenlinea/unidad-didactica-3-el-encefalo-y-los-nervios-craneales/>
- Vallat, R. (2018). *Bandpower of an EEG signal*. <https://raphaelvallat.com/bandpower.html>
- W.E., K., & N.S., R. P. (2001). Relaxing music prevents stress-induced increases in subjective anxiety, systolic blood pressure, and heart rate in healthy males and females. *Journal of Music Therapy*.
- Wildridge, J. (2018). *Brief History of Music: An Introduction*. CMUSE. <https://www.cmuse.org/history-of-music/>
- Wilks, S. E. (2008). Resilience amid Academic Stress: The Moderating Impact of Social Support among Social Work Students. *Advances in Social Work*. <https://doi.org/10.18060/51>
- Wilson, J. L. (2014). *General Adaptation Syndrome: When Stress Takes Over*. AdrenalFatigue.Org. <https://www.power2practice.com/article/general-adaptation-syndrome-when-stress-takes-over/>
- World Federation of Music Therapy. (2011). *About WFMT – World Federation of Music Therapy*. <https://www.wfmt.info/wfmt-new-home/about-wfmt/>
- Yuan, M. (2018, February 7). *Terapia musical y medicina tradicional china*. Escuela Superior De Medicina Tradicional China. <https://www.esmtc.es/blog.php?entrada=150-terapia-musical-medicina-tradicional-china->

Anexo 1

Resultados de todos los participantes

Participante 1

Edad: 23 | Gusto de pieza relajante (Música Clásica): 2/5 | Gusto de pieza escogida (Rock): 5/5

¿Qué tan seguido escucha música al hacer tareas escolares? 4/5

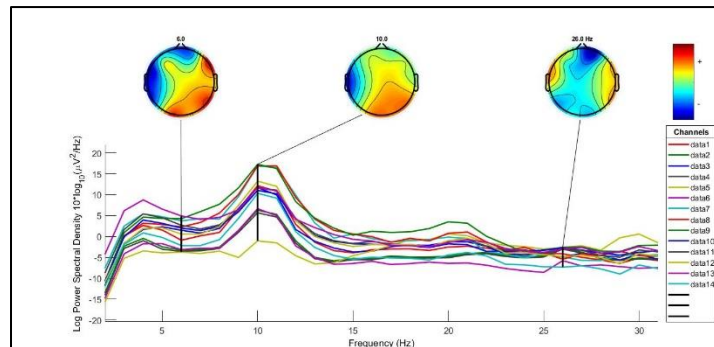


Fig 1: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante estado basal (sesión placentera).

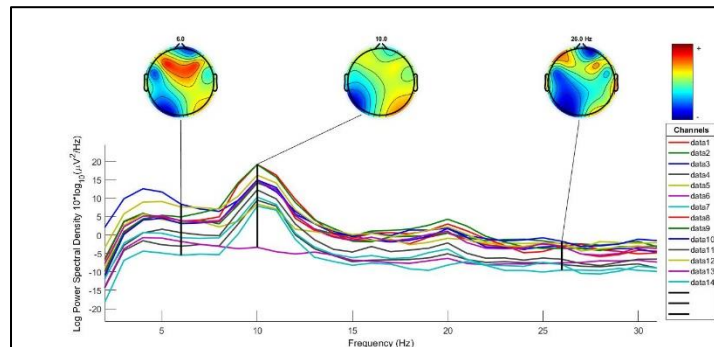


Fig 2: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante estado basal (sesión relajante).

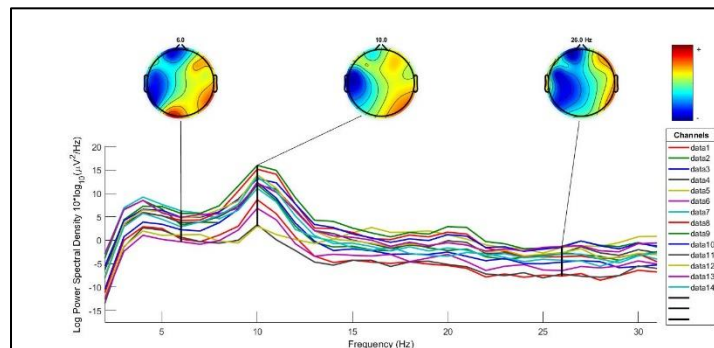


Fig 3: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante estado basal (sesión silencio).

Tab 1: Potencia absoluta de bandas de frecuencia durante estado basal ($\mu V^2/Hz$).

Adr 40	Sesión Relajante					Sesión Placentera					Sesión en Silencio				
	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H
1 - AF3	15.1473261	68.9773603	4.04831496	4.96088913	6.66127336	12.0078728	68.8156097	4.09598866	4.50597022	10.1591729	13.7954099	64.9879083	5.25184134	6.587978	9.09365346
2 - F7	15.4313973	65.0247629	3.88508182	5.68923868	9.6859771	14.4889169	46.2887147	5.18953411	9.47181246	24.1618085	22.6741614	55.7203455	4.67314421	6.47882602	10.2968293
3 - F3	38.5592275	49.3381981	3.02514721	3.48718251	5.29686478	11.2155155	67.4791281	4.8435466	5.80508761	10.3379195	12.3307422	70.29241	4.55708937	5.21555629	7.28931798
4 - FC5	9.06528532	73.4424127	3.97556662	5.33930981	7.94813305	14.3966965	44.8202138	5.39534756	9.91586717	25.0671604	18.5407111	39.8469683	8.7114039	12.3841722	19.8157384
5 - T7	27.8265372	38.2204717	8.5481627	8.31091904	16.5134497	12.7943154	10.299411	4.36144315	22.0260136	50.2917944	15.8710105	17.146277	10.7327572	22.4217048	33.4275768
6 - P7	30.3964612	22.052785	12.7527246	10.4040162	23.9010277	14.6961154	55.970372	5.49530058	6.11097634	17.4619773	21.957552	43.0746012	8.64433756	9.00308985	16.6836215
7 - O1	8.06320141	71.8000142	4.86952853	4.52709846	10.4988567	6.97640562	80.1782558	3.91606203	3.73985726	4.63058482	32.4829936	47.0465218	6.59156468	5.56366991	7.99664567
8 - O2	5.04978661	85.6579632	2.28028969	3.04609844	3.63904768	10.4498679	69.4461401	7.00242522	4.59882478	7.04440507	12.0414276	72.2557973	5.0070909	4.6171986	5.52249554
9 - P8	5.29343608	85.0357252	2.24750321	3.30008937	3.89845352	13.0178085	64.4272981	5.98200469	6.6692512	8.7899745	15.5699342	66.8008633	5.41571397	4.86129745	6.9758047
10 - T8	8.64437804	72.5503484	4.9010996	5.51157126	8.55109944	17.4083219	53.1103367	7.15354881	7.00545603	14.1131664	20.1813247	57.1186144	6.94601518	6.01395235	9.42501235
11 - FC6	8.71263205	77.6924221	3.09067419	4.55295225	5.70773449	17.0955938	56.215561	6.559933067	6.46742259	12.8043057	20.7428545	56.7590852	6.99032749	5.93582399	9.21471504
12 - F4	19.6562338	66.1916725	3.26943732	4.98058059	5.56137469	7.85236366	71.8872931	4.95088718	5.03436091	9.76686844	16.4910058	65.9171242	4.8239034	5.18800572	7.18477987
13 - F8	11.6748314	72.4224099	3.56286729	5.27980501	6.79725216	29.1119036	46.6787662	7.16225277	7.1955876	10.7064148	23.3340371	52.8147823	7.29750647	5.90194983	10.150846
14 - AF4	12.5886013	72.3922758	3.3457298	5.16946263	6.26362213	9.5983555	70.9429654	4.87596244	4.73013274	9.3888757	14.5097563	67.4336863	5.19196591	4.96836727	7.48614753

Tab 2: Potencia relativa de bandas de frecuencia durante estado basal (porcentaje).

Sesiones	Canales	1 - AF3	2 - F7	3 - F3	4 - FC5	5 - T7	6 - P7	7 - O1	8 - O2	9 - P8	10 - T8	11 - FC6	12 - F4	13 - F8	14 - AF4
Relajante	Theta	10.9946234	11.8170872	40.5534698	1.98817507	11.8457776	2.22485419	1.09948791	10.3359375	12.2882339	8.51226811	4.03525737	22.8016681	9.2500558	3.32841045
Relajante	Alpha	50.066929	49.7947969	51.8899172	16.1072012	16.2704832	1.61414288	9.79055879	175.3253	197.402758	71.441579	35.9832617	76.7838113	57.3808143	19.1404273
Relajante	Beta low	2.93845251	2.97512596	3.18160461	0.87191105	3.63895922	0.93342948	4.6673124	5.21737575	4.42148871	1.4314464	3.79261996	2.82288627	0.88460678	0.88460678
Relajante	Beta med	3.60084066	4.35671691	3.66753588	1.1710037	3.53796442	0.76151691	0.6173094	6.2347795	7.66085949	5.42733926	2.10870079	5.77758419	4.1832288	1.36679946
Relajante	Beta high	4.83505746	7.4173475	5.570813	1.74316411	7.02978783	1.7494241	1.43161077	7.44842747	9.04990784	8.42041507	2.64353843	6.45131825	5.38551267	1.65609387
Placentero	Theta	5.16370003	2.40729143	4.83285902	2.15834941	2.04713725	2.34533767	7.15350867	8.59320311	12.3506752	6.74997333	7.82396572	4.08867657	16.1000739	2.60216052
Placentero	Alpha	29.5925158	7.69073537	29.0773181	6.7194361	1.64794342	8.93225303	82.2136613	57.1074002	61.1255446	20.5932173	25.7276013	37.4312632	25.8152677	19.2329805
Placentero	Beta low	1.76138248	0.862226	2.08712456	0.80886926	0.69784685	0.87698926	4.0154752	5.75827972	5.67544046	2.77374602	3.00194183	2.57789594	3.96101884	1.32189696
Placentero	Beta med	1.93768529	1.5737141	2.50146058	1.48658452	3.52424272	0.97524431	3.83479728	3.78173542	6.32746713	2.71632393	2.9598792	2.62136019	3.16315002	1.28236183
Placentero	Beta high	4.36871061	4.01441423	4.45469558	3.75806289	8.04687103	2.78673866	4.74813586	5.79280086	8.33950816	5.47229637	5.86001575	5.08554721	5.92108548	2.54536954
Silencio	Theta	3.51525487	13.2465475	7.0253002	2.27723323	4.64967782	4.57829881	17.3655621	14.0244221	24.2041091	20.009297	15.2313584	15.1719421	18.3222836	10.9769199
Silencio	Alpha	16.5597879	32.5525689	40.0483014	4.89414023	5.02328845	8.98134709	25.1512931	84.1549554	103.844715	56.6317295	41.6778688	60.6446204	41.4710673	51.0149281
Silencio	Beta low	1.33823939	2.73011317	2.59634986	1.06996427	3.14434062	1.80240313	3.52388166	5.83156843	8.4189522	6.88680664	5.13295715	4.43805451	5.73012646	3.92782573
Silencio	Beta med	1.67870487	3.78501656	2.9715039	1.52106616	6.56881322	1.87720542	2.97436426	5.37756356	7.5570887	5.96268881	4.35864131	4.77303343	4.6343116	3.7856689
Silencio	Beta high	2.31718448	6.01554499	4.15300604	2.43383642	9.79316739	3.47864847	4.27504461	6.43194571	10.844177	9.34467258	6.76631209	6.61009189	7.97061279	5.66341986

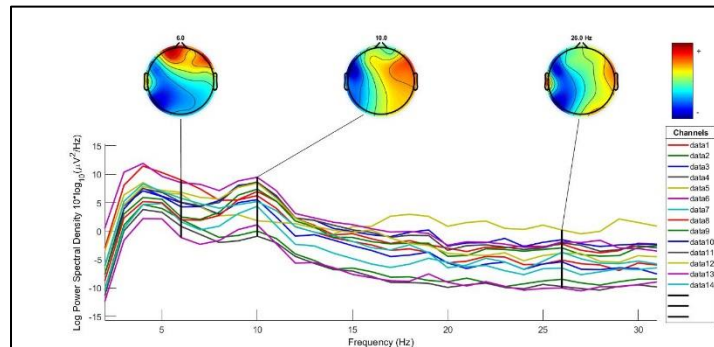


Fig 4: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante tarea cognitiva (sesión placentera).

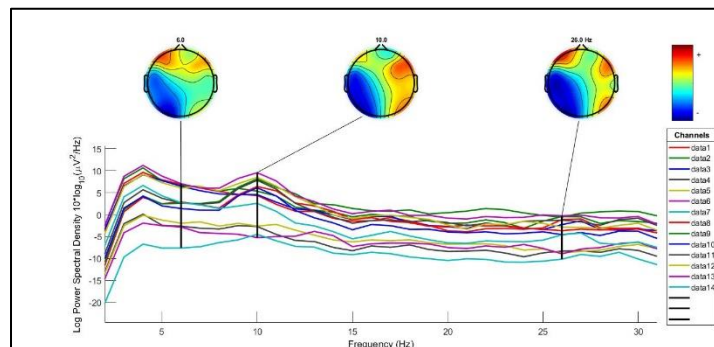


Fig 5: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante tarea cognitiva (sesión relajante).

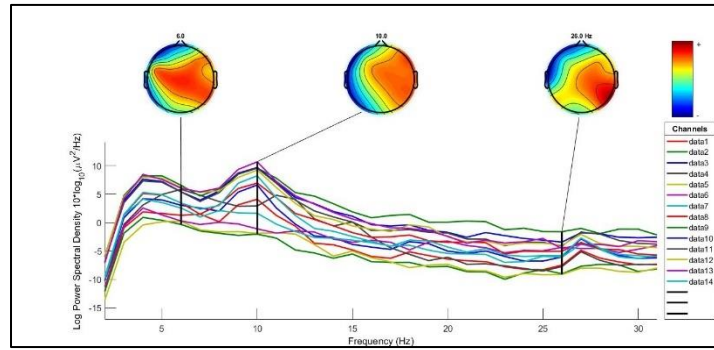


Fig 6: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante tarea cognitiva (sesión silencio).

Tab 3: Potencia absoluta de bandas de frecuencia durante tare cognitiva ($\mu V^2 / Hz$).

Adr	Sesión Relajante					Sesión Placentera					Sesión en Silencio				
	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H
1 - AF3	46.5638505	24.8059565	6.93281508	7.88759314	13.329687	59.9539307	22.5922735	5.36491104	5.23048838	6.696951	32.2365486	37.4916416	8.39372008	7.79486791	13.2929289
2 - F7	43.115387	25.8685493	7.77581023	7.54277807	15.1320879	48.4431771	24.9041288	6.59832831	6.83710897	12.5791556	34.2579643	23.4492774	10.584494	10.9049814	19.7428147
3 - F3	45.6097204	24.404151	6.99584876	8.34718644	14.3015314	48.5216963	28.165533	7.40855955	6.26619256	8.98789943	34.6411408	38.2079107	6.19482298	7.71701177	12.4228226
4 - FC5	31.3840553	23.8531468	8.82048381	11.1966904	22.881322	47.5470983	25.6466113	6.79929806	6.2042525	13.4558874	43.3441035	30.6748467	11.691615	5.77291093	6.82908413
5 - T7	27.1532057	25.1601396	8.52894223	14.7572685	23.0357532	32.4929301	12.9041245	6.95490828	16.640128	29.7391013	38.4237953	25.5939635	10.4498197	8.86647854	15.2023478
6 - P7	29.0063874	16.5961306	11.8627327	13.6652504	27.8906917	32.3246532	35.2751135	9.99727305	7.53279147	13.801353	30.7919703	20.7619381	9.8545949	12.3307618	25.0353606
7 - O1	16.992151	25.4274789	12.7662246	11.7109883	31.77277	31.8252046	35.7013638	8.87991618	7.40425656	15.273358	34.2499563	26.1117012	9.2011353	10.24962	19.8446751
8 - O2	20.7948153	40.919255	10.4996533	9.51959993	17.2354267	24.1897517	37.4979733	11.2798144	9.06643394	17.1262014	29.2486216	38.2696925	9.48380765	8.32443303	14.2324664
9 - P8	17.1055452	30.0422143	9.64464767	12.7148023	29.0258477	26.6338264	40.1185854	10.7220219	7.51660251	14.2120734	29.6617521	35.4283131	10.4697706	8.29004878	15.6034209
10 - T8	23.9866414	41.6167717	7.60361353	8.77933644	17.0424241	28.9343399	38.7669307	9.14022495	8.34890868	14.1152187	30.6123118	40.8927079	8.41264695	6.45083907	13.0842545
11 - FC6	22.129956	41.6923557	7.44757093	8.70420253	19.3454334	31.1252092	40.2962342	9.97299744	6.99647997	11.0761799	31.7181993	41.2220574	8.22020029	6.65248974	11.7123874
12 - F4	35.9151182	37.3702604	6.65781024	7.44126631	12.1654892	43.832811	32.6172981	7.73614389	7.22965549	8.14494181	39.2551471	36.3388428	6.90230054	7.43449973	8.94497793
13 - F8	33.1336253	39.0485574	6.92537359	6.72932667	13.5200593	48.9534709	31.0185926	6.72038402	5.19539309	7.87852833	37.3464882	40.6496419	7.18926946	5.45649506	8.5955788
14 - AF4	40.5786855	30.7036068	7.28307263	7.35357255	13.6590977	50.4076875	25.7025793	7.66320014	6.17605541	9.46006844	34.1158172	42.2302795	6.24842951	6.19052507	10.4578679

Tab 4: Potencia relativa de bandas de frecuencia durante tarea cognitiva (porcentaje).

Sesiones	Canales	1 - AF3	2 - F7	3 - F3	4 - FC5	5 - T7	6 - P7	7 - O1	8 - O2	9 - P8	10 - T8	11 - FC6	12 - F4	13 - F8	14 - AF4
Relajante	Theta	19.0072485	21.8291012	20.1878079	2.28779568	2.30293538	2.38066559	0.69204428	6.70596156	7.45665805	5.60998022	8.05328974	19.0847219	21.9216329	7.96840069
Relajante	Alpha	10.12573	13.097115	10.8017833	1.73881692	2.13389816	1.36210816	1.03559233	13.1957388	13.0960175	9.73330369	15.1722227	19.8579613	25.8350281	6.0292402
Relajante	Beta low	2.82995795	3.93685318	3.09650772	0.71588137	0.72336221	0.97362002	0.51993374	3.3859532	4.20429976	1.77832822	2.71023795	3.53785434	4.5819163	1.43017055
Relajante	Beta med	3.219696	3.81887018	3.69463779	0.81620236	1.25160308	1.12155957	0.47695683	3.06990326	5.54264316	2.05330554	3.16753748	3.95417042	4.45220913	1.44401456
Relajante	Beta high	5.44114522	7.66129917	6.33015433	1.66797405	1.95372332	2.28909616	1.29401885	5.55812146	12.6529624	3.98587115	7.03997697	6.46454721	8.94504522	2.68222498
Placentero	Theta	34.5987408	5.94231134	14.6578467	4.68035377	15.659831	3.02121183	5.71858297	8.0086264	9.21898466	14.3774381	15.1703153	20.2364355	39.9055252	16.939963
Placentero	Alpha	13.0377476	3.05487988	8.50848372	2.52455393	6.2190885	3.29697552	6.41507931	12.4146483	13.8865748	19.2632405	19.6402399	15.0585334	25.2855049	8.63758615
Placentero	Beta low	3.09602997	0.8093879	2.23804067	0.66929679	3.35188878	0.93491445	1.59560757	3.73446657	3.71130132	4.54176661	4.86080315	3.57157054	5.4782725	2.57528828
Placentero	Beta med	3.01845616	0.83867807	1.89294474	0.61072279	8.01963967	0.70404959	1.33045038	3.00167124	2.60178324	4.14856252	3.41005922	3.33773841	4.23514178	2.07551974
Placentero	Beta high	3.86473529	1.54302966	2.71514109	1.32454588	14.3326348	1.28993839	2.74442745	5.6700602	4.91934148	7.01383494	5.39849033	3.7603016	6.42235993	3.17914226
Silencio	Theta	5.63526143	2.86148048	8.49508543	14.4052754	3.89648155	4.87102717	5.71842128	8.42249857	18.6679411	15.7175231	14.6968106	19.882874	20.9942698	10.430596
Silencio	Alpha	6.55390266	1.95865841	9.36976839	10.1946881	2.59543353	3.2843616	4.35964667	11.0202264	22.2971879	20.9958688	19.1004781	18.4057553	22.8511324	12.9115179
Silencio	Beta low	1.4673037	0.88409582	1.51916332	3.8856712	1.05969567	1.5589129	1.5362346	2.73097849	6.58926218	4.31937235	3.8088772	3.49604019	4.04143655	1.91039962
Silencio	Beta med	1.36261853	0.91086531	1.89245137	1.91860865	0.89913216	1.95062139	1.7112911	2.39712238	5.2174309	3.3121057	3.0824695	3.765601	3.06736014	1.89269587
Silencio	Beta high	2.32373294	1.64906701	3.04646257	2.26962446	1.5416402	3.9603806	3.31329511	4.09841288	9.82017991	6.71795304	5.42700227	4.53066367	4.83199113	3.19739652

Participante 2

Edad: 29 | Gusto de pieza relajante (Música Clásica): 4/5 | Gusto de pieza escogida (Rock): 5/5

¿Qué tan seguido escucha música al hacer tareas escolares? 5/5

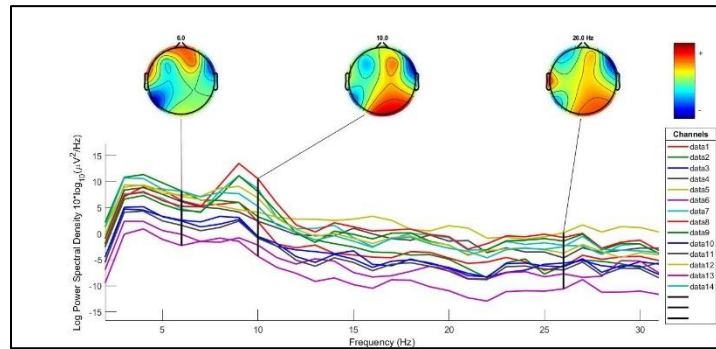


Fig 7: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante estado basal (sesión placentera).

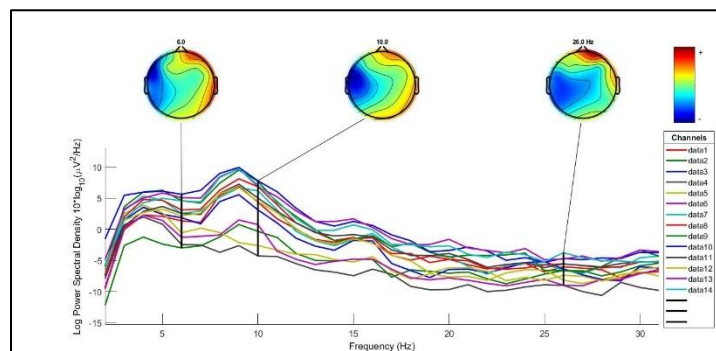


Fig 8: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante estado basal (sesión relajante).

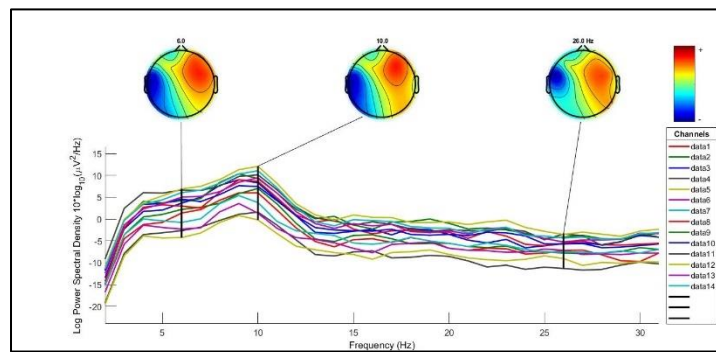


Fig 9: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante estado basal (sesión silencio).

Tab 5: Potencia absoluta de bandas de frecuencia durante estado basal ($\mu V^2/Hz$).

Fra 40	Sesión Relajante					Sesión Placentera					Sesión en Silencio				
	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H
1 - AF3	23.3910029	46.0973974	8.7895345	9.53939022	11.7703763	61.8862811	19.2903872	5.68615944	3.71136842	9.07608219	25.8363253	48.6482986	4.80160258	9.31269045	10.4058087
2 - F7	22.1282859	32.6635761	9.67974782	12.2605504	22.8678848	72.0076967	16.3232702	4.42860938	2.78628984	3.83929121	27.8154745	47.8111411	5.93892294	7.62732345	10.2100893
3 - F3	30.8144665	41.0953521	7.29635472	9.12154803	11.3009849	50.7936526	21.3839419	7.75295612	6.82425464	12.7735043	24.9272938	51.0461377	5.77096073	8.32438816	9.26364061
4 - FC5	47.6133202	17.4480393	10.5501427	10.1908157	13.9109068	52.5691282	17.1026245	8.64959893	8.67291312	12.3804563	26.528495	42.1143059	7.90885725	9.45535763	13.3200875
5 - T7	50.5401358	15.1897209	9.48274422	8.08473381	16.1554203	41.5082946	19.9646212	8.54292651	11.7607226	17.3814526	23.6811476	39.5499956	9.01916932	9.86702557	17.4732801
6 - P7	43.3319742	26.2566793	7.33407385	8.77770305	13.1271883	32.3685018	25.0412137	10.283524	8.73960261	22.5693174	25.4373175	38.168401	8.94965382	10.5265497	16.6280011
7 - O1	36.9360571	36.6971406	6.62753825	8.68213257	10.3506997	27.3426089	49.1578067	6.95909488	6.2138904	9.80117128	26.4484587	40.3698737	7.49953666	9.50465103	15.9353634
8 - O2	30.1466739	44.9003941	7.74792285	6.47751302	10.0714047	20.3139022	60.9659005	5.15540644	4.9600715	7.93971576	22.2810298	54.7240909	6.94037105	5.66648716	9.99838261
9 - P8	34.5713435	42.2289455	7.19125969	6.82722186	8.59505744	24.0386063	54.5277623	5.74822498	4.9569641	9.91285227	20.9712272	52.6811867	7.12473257	7.26571013	11.1320299
10 - T8	34.2614077	42.4213658	7.24601274	6.74903991	8.67189479	42.8070743	32.5303133	7.33901609	5.23481489	11.3020815	30.5151856	43.6128195	5.41379704	8.2256861	11.4193595
11 - FC6	28.7355405	43.9873401	6.58003791	8.97470854	11.2848163	40.9136246	34.3453552	7.27426283	5.24321036	11.4263569	32.1180901	45.3704156	6.18876453	6.42558981	9.33015452
12 - F4	32.5013274	43.7545077	7.1023506	7.13038913	8.83776959	46.4587127	31.1244199	6.61794785	5.90838922	9.14876787	25.2852521	49.88217404	5.88823722	7.59301705	10.6989484
13 - F8	28.0352548	46.5011141	6.94627702	7.61751762	10.1793053	54.2739824	22.7420393	6.8752435	5.27278376	10.2540081	27.2607017	46.0278807	5.96497134	7.93441488	12.0631138
14 - AF4	25.4905509	48.9892775	6.7768331	8.30109727	9.55821535	52.8016467	24.6723899	6.28405479	5.38993232	10.3482708	25.7975507	51.3208918	5.4445241	7.63595846	9.1998743

Tab 6: Potencia relativa de bandas de frecuencia durante estado basal (porcentaje).

Sesiones	Canales	1 - AF3	2 - F7	3 - F3	4 - FC5	5 - T7	6 - P7	7 - O1	8 - O2	9 - P8	10 - T8	11 - FC6	12 - F4	13 - F8	14 - AF4
Relajante	Theta	7.30959272	2.59506118	7.96358263	4.58035195	7.14316667	5.41878553	10.6230196	10.1775988	15.4934233	20.9448744	10.2309984	9.50537747	16.785693	14.2358808
Relajante	Alpha	14.4052481	3.83057137	10.6205386	1.67848325	2.14686222	3.28347177	10.5543059	15.1584947	18.9252386	25.9332654	15.6612474	12.796496	27.8418523	27.3593741
Relajante	Beta low	2.74669357	1.13517775	1.88564432	1.01491277	1.34025802	0.91714661	1.90611761	2.61571974	3.22282037	4.42967282	2.07716203	2.07716203	4.15898034	3.78470395
Relajante	Beta med	2.98102042	1.43783746	2.35734088	0.98034589	1.1426681	1.09767651	2.4970306	2.18682594	3.05967391	4.12586063	3.19535417	2.08536222	4.56087569	4.6359701
Relajante	Beta high	3.67819443	2.68179652	2.92058688	1.33821479	2.28335081	1.64159191	2.97691997	3.4001335	3.85194352	5.30135097	4.01784467	2.58470477	6.09470804	5.33804136
Placentero	Theta	25.9523666	51.3999123	9.76345378	22.7814422	25.4139592	2.87324371	17.7094595	21.0450393	17.126841	9.55026555	7.89294975	29.4899658	5.07151256	32.4029963
Placentero	Alpha	8.08953441	11.6517358	4.11037832	7.41162095	12.2235826	2.22282484	31.8388852	63.1601823	38.84952	7.25751842	6.62581636	19.7564251	2.1250797	15.1408035
Placentero	Beta low	2.38452354	3.16119171	1.49025764	3.74840415	5.23051087	0.91283405	4.50731712	3.34095959	4.09545105	1.63733574	1.40333182	4.20078484	0.64244196	3.85636086
Placentero	Beta med	1.56538361	1.98888535	1.31174451	3.75850763	7.20064576	0.7758531	4.02465766	5.13859416	3.53169959	1.16788809	1.01150647	3.75038795	0.49270365	3.30766118
Placentero	Beta high	3.80610708	2.7405297	2.45529732	5.36521453	10.6420062	2.00340286	6.3480938	8.22548164	7.06263262	2.5214963	2.20434297	5.80723908	0.95816316	6.35046446
Silencio	Theta	4.87838414	5.69954177	8.56667852	2.07009619	1.53014583	2.33762738	4.06891327	7.70074674	9.33264059	8.58630791	15.3554544	15.8712799	9.81277335	13.1252045
Silencio	Alpha	9.18571376	9.7967569	17.542853	3.28630267	2.55550372	3.50758288	6.21062711	18.9136844	23.4442447	12.2716965	21.6913069	31.2725689	16.5682148	26.1108974
Silencio	Beta low	0.90663288	1.21691756	1.9832865	0.6171513	0.58276924	0.82245134	1.15375208	2.39872395	3.17065701	1.52332445	2.95880893	3.69598297	2.14715353	2.7700495
Silencio	Beta med	1.75841111	1.56287999	2.86081425	0.73782926	0.63755306	0.96736422	1.46222512	1.9584455	3.23339501	2.31452872	3.07203358	4.76605487	2.85607523	3.88500124
Silencio	Beta high	1.96481239	2.09210275	3.18360395	1.03940545	1.12902749	1.52807271	2.45154595	3.45563078	4.95398924	3.21315879	4.46068748	6.71561447	4.34224338	4.68068589

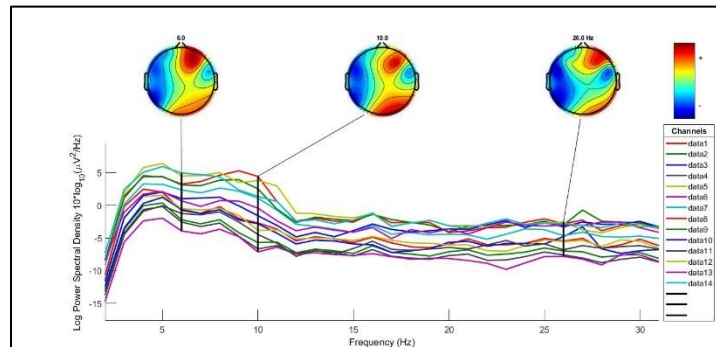


Fig 10: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante tarea cognitiva (sesión placentera).

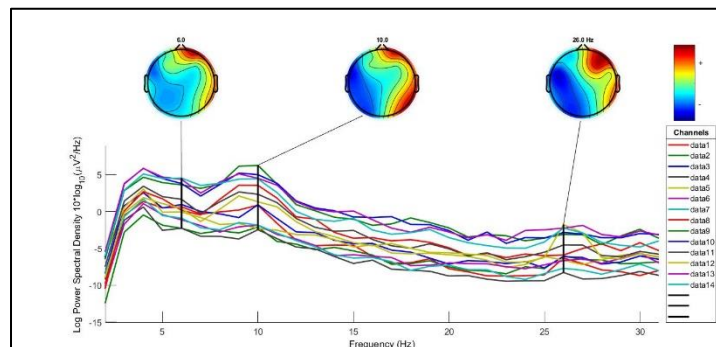


Fig 11: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante tarea cognitiva (sesión relajante).

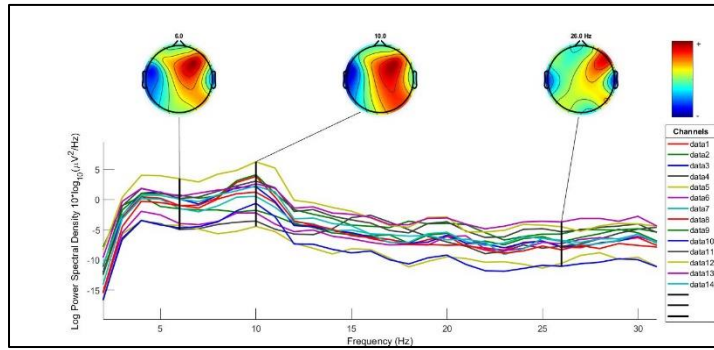


Fig 12: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante tarea cognitiva (sesión silencio).

Tab 7: Potencia absoluta de bandas de frecuencia durante tare cognitiva (μV²/Hz).

Fra	Sesión Relajante					Sesión Placentera					Sesión en Silencio				
	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H
1 - AF3	34.9919879	31.3549239	8.23824581	8.9059901	15.4973896	36.6215974	20.0476261	8.30840832	9.42355498	24.4766405	34.4180092	28.5768761	8.44701321	9.52905197	18.2635077
2 - F7	29.2718878	23.4220826	10.7197359	10.2753272	25.6648317	38.4099032	17.692361	8.45820709	10.2679788	24.1349047	33.651251	17.2811888	7.96907201	15.5856598	24.3472572
3 - F3	32.8474763	27.6286584	8.91200932	10.1787868	19.7502726	35.3687863	19.2377639	7.29401469	9.6323479	27.3402985	35.7329119	31.4069767	7.7614947	8.17062793	16.2831963
4 - FC5	33.0086975	25.2110294	9.46636892	10.0551232	21.5641204	38.3618022	18.0265519	9.04339361	10.2487532	23.1974023	20.3211641	13.6182509	7.85561357	28.6719514	28.694422
5 - T7	35.6253876	18.3780563	9.9475958	10.215072	25.090021	37.6893251	18.6500319	9.24422336	10.9004509	22.5886456	32.063178	25.440361	7.44863496	11.9324684	22.2824967
6 - P7	34.1522455	20.1609991	9.34734406	9.39644925	26.3136473	31.8028985	18.3896224	10.3598591	11.6665054	26.7966354	28.1799385	20.8008226	9.79469995	12.4983767	27.9923193
7 - O1	33.6504424	25.6458107	9.55644508	10.1653465	20.2261589	37.2940476	26.4214234	8.62206313	8.80644541	17.8031406	27.5012464	32.4328627	8.42629683	10.8326414	19.8652097
8 - O2	23.3025055	40.5562622	10.2031939	8.97213024	16.2464378	32.8592114	31.1536472	7.44655809	9.60391136	17.7866373	23.7576862	46.9435914	7.61502842	6.56824024	14.4863019
9 - P8	29.0045684	38.0565751	7.95587956	9.61713697	14.5225348	36.4752479	23.5102978	7.69114481	10.3397939	21.1399858	26.6361332	36.119775	7.74414782	11.153702	17.6723867
10 - T8	27.3500715	35.6885103	9.7589601	10.9307398	15.3718938	32.508043	18.7315813	6.60365755	12.0418912	29.1740313	23.5470175	42.1153557	7.92701105	9.58299382	16.0445449
11 - FC6	27.7050542	33.2362702	9.5471283	10.1964074	18.0969818	36.0365601	19.2825879	6.7388354	11.5091232	25.4210075	27.3673137	32.7700017	8.96858864	10.3426891	19.8058929
12 - F4	23.265236	34.0755031	9.90643378	9.81826328	21.8724118	39.1137533	29.2200968	6.28633268	8.27882277	15.5343028	30.8358432	39.6873955	8.14003401	6.91549196	13.9164354
13 - F8	28.6740747	30.378017	9.4054692	10.4953468	19.6982054	34.2805539	16.316667	7.07197321	11.0509498	30.4309822	26.6797806	30.2679444	8.64783504	10.3464829	23.2863534
14 - AF4	33.1698054	31.5971597	8.00420224	9.76156108	16.175364	44.5968756	22.0885796	6.05006195	9.0814705	17.0883564	30.6086726	34.5341786	8.74443935	8.05933139	17.4843737

Tab 8: Potencia relativa de bandas de frecuencia durante tarea cognitiva (porcentaje).

Sesiones	Canales	1 - AF3	2 - F7	3 - F3	4 - FC5	5 - T7	6 - P7	7 - O1	8 - O2	9 - P8	10 - T8	11 - FC6	12 - F4	13 - F8	14 - AF4
Relajante	Theta	4.20622675	2.76461258	4.36662708	2.47865785	4.4358069	3.6193917	3.52384143	5.04472602	10.8053422	10.0665373	5.69174966	4.44799959	10.4372247	9.82193278
Relajante	Alpha	3.76903194	2.2121219	3.67285593	1.89312273	2.28829816	2.13662533	2.68560422	8.77996707	14.1775706	13.1356044	6.82808732	6.51477697	11.0574514	9.35625563
Relajante	Beta low	0.99028183	1.01243613	1.18473093	0.71083961	1.23860025	0.99061421	1.00074159	2.20887482	2.96387797	3.59190783	1.96137007	1.89397663	3.42354535	2.37012956
Relajante	Beta med	1.07054832	0.9704635	1.35313184	0.75504978	1.2719044	0.99581828	1.06450515	1.94236361	3.58276168	4.02319607	2.09475852	1.87711962	3.82025552	2.89050224
Relajante	Beta high	1.86287029	2.42394058	2.62553124	1.6192725	3.12402182	2.78867159	2.11806358	3.51716803	5.41021525	5.65781857	3.71785918	4.18171037	7.17005162	4.78969762
Placentero	Theta	4.33530855	3.05607351	3.69340536	2.73203625	4.53565191	2.05752711	7.36767087	9.55291634	9.50370354	5.60340091	3.30624826	13.0239993	5.27669481	13.03801
Placentero	Alpha	2.37326198	1.4076879	2.00891429	1.28380812	2.2444035	1.18973894	5.21971639	9.05707021	6.12565816	3.22875664	1.76912066	9.72963443	2.51157179	6.45765244
Placentero	Beta low	0.98355932	0.67297495	0.76168158	0.64404897	1.11247891	0.67024366	1.70334215	2.16488295	2.00394416	1.13827033	0.6182683	2.09320726	1.08856597	1.768751
Placentero	Beta med	1.11557172	0.81696895	1.00586334	0.72989181	1.31179454	0.75477872	1.73976802	2.79207436	2.69405531	2.07565692	1.05592816	2.75666161	1.70103696	2.654991
Placentero	Beta high	2.89757401	1.92028714	2.85502602	1.65206378	2.71838866	1.73364085	3.51712107	5.17097796	5.50806833	5.02871838	2.33230257	5.17257311	4.68414269	4.99582446
Silencio	Theta	4.06504044	3.40021792	4.88229946	1.55667765	1.63264378	2.46297187	3.67479208	3.36685499	5.28995748	1.48141671	5.16558763	9.06496982	5.61361161	4.4649866
Silencio	Alpha	3.3751562	1.74614037	4.29123342	1.04320927	1.29541268	1.8180253	4.3337682	6.65267921	7.17341636	2.64960909	6.18534639	11.6671057	6.36858627	5.03761292
Silencio	Beta low	0.9976594	0.80521766	1.06047729	0.60176957	0.37928142	0.8560725	1.12594493	1.07917481	1.53799399	0.49871312	1.69282345	2.39296724	1.81956471	1.2755798
Silencio	Beta med	1.12545677	1.57481931	1.11637844	2.19637939	0.60759636	1.09237819	1.4474873	0.9308277	2.2151342	0.60289619	1.95218528	2.03298238	2.17697204	1.17564088
Silencio	Beta high	2.15706542	2.46011598	2.22482401	2.19810073	1.13461553	2.44657365	2.65444388	2.0529473	3.50975022	1.00941263	3.73836746	4.09108539	4.8996109	2.55050245

Participante 3

Edad: 26 | Gusto de pieza relajante (Música Clásica): 5/5 | Gusto de pieza escogida (Rock/Pop): 4/5

¿Qué tan seguido escucha música al hacer tareas escolares? 5/5

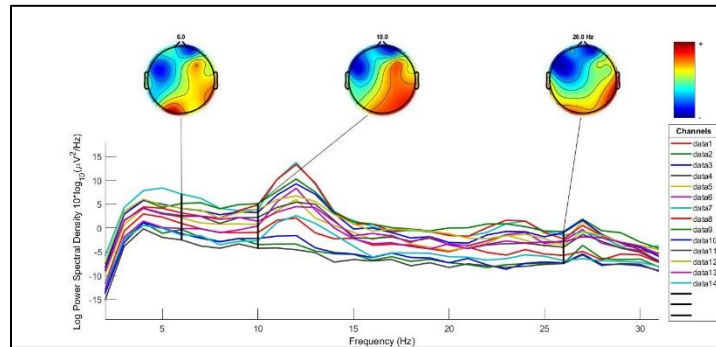


Fig 13: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante estado basal (sesión placentera).

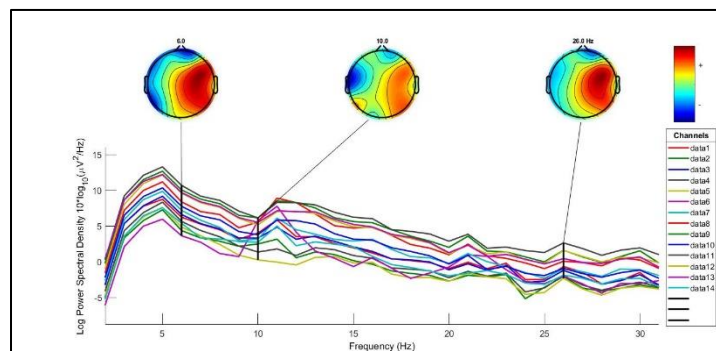


Fig 14: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante estado basal (sesión relajante).

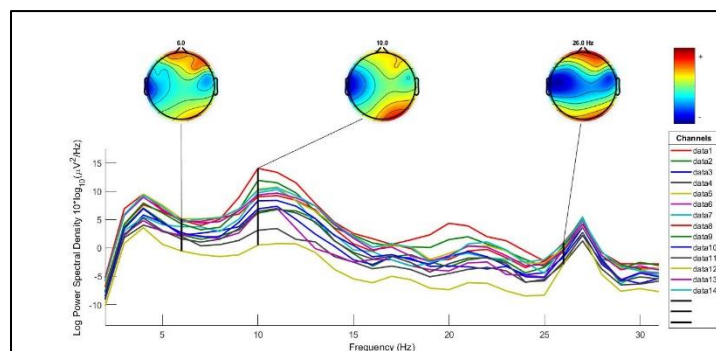


Fig 15: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante estado basal (sesión silencio).

Tab 9: Potencia absoluta de bandas de frecuencia durante estado basal ($\mu V^2/Hz$).

Clau 40	Sesi3n Relajante					Sesi3n Placentera					Sesi3n en Silencio				
	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H
1 - AF3	28.909059	25.696458	13.1896409	13.0997012	17.9237917	28.1049956	25.6742232	14.3087628	11.3317745	19.7421504	26.2322802	35.90139	15.2572765	7.89644028	13.825236
2 - F7	30.0048564	24.321589	11.8842723	13.479352	19.7385074	31.8975428	24.3087304	8.20660995	11.4769425	23.4076839	23.5419474	33.5919348	15.5266666	7.62547373	19.0867556
3 - F3	32.2164621	22.4737118	12.748528	13.7172915	17.8661081	30.3854252	26.6260022	11.3958099	10.8183895	20.0643291	27.8265173	33.9784024	12.2628199	8.82359681	16.5477899
4 - FC5	36.5903322	17.8895621	10.4581139	14.7237432	19.663506	28.8613051	24.4913242	9.0587948	11.7101511	24.9806631	23.1236963	30.0310233	12.8615022	8.32071929	25.0145365
5 - T7	39.1042897	15.4021717	7.79712861	15.6910673	21.5528638	24.0457671	29.1739633	11.2516867	10.1120479	24.8454344	29.9952504	24.3751105	11.3101296	7.59626287	26.1348996
6 - P7	18.7105402	38.1039804	11.6855234	12.0860354	18.660149	16.8288323	40.3703725	12.5698266	8.0628524	21.6566376	26.5384039	34.9354295	7.61143264	7.01872154	23.0949945
7 - O1	33.4223995	24.2680908	8.35691114	14.5410013	18.812764	15.3536176	54.7805689	10.34662	6.14942398	13.0380041	17.276681	50.2372843	12.2622949	4.34575923	14.7664488
8 - O2	30.0575239	27.6827372	11.1064807	13.4921354	17.0916503	16.2826093	51.120703	8.87343719	7.28966868	15.9456156	12.1204507	54.6545421	12.4379832	6.82753555	13.1328702
9 - P8	35.0251573	22.3865966	10.6742045	13.0306129	18.2400797	24.6110153	37.6416411	9.33064416	8.77130603	18.7064578	17.0378436	48.8713809	11.4117807	7.23443149	14.5154122
10 - T8	35.4787233	21.7735337	11.4554665	13.5821345	17.0148988	24.9141177	37.3533642	11.6106966	8.41094158	17.3670041	21.5081886	40.8290287	13.8830379	7.48118783	15.3004346
11 - FC6	36.6009032	19.9472876	10.8546833	13.4017011	18.4931127	24.2276146	32.9445351	14.6479154	10.1983524	17.3876448	22.0811372	36.0428222	16.1431783	7.88482685	17.0369498
12 - F4	36.0232468	20.2583319	10.5454164	14.2454112	18.2501206	24.9339482	29.9316559	15.4492842	11.71488	17.0846635	28.0613723	36.6814744	13.7951001	7.67872275	13.132101
13 - F8	38.6365318	19.3444919	11.0763335	14.3042563	16.1392017	23.4457477	29.7716765	15.3239029	12.2084247	18.8479424	23.2892387	39.0404604	16.1192292	6.91476522	13.530394
14 - AF4	29.0442297	24.8251112	14.4612948	12.1594967	18.7994081	20.6141924	33.0158935	18.9204731	8.94293297	17.7768497	24.3379283	38.2022481	15.9454328	6.63226637	14.1939761

Tab 10: Potencia relativa de bandas de frecuencia durante estado basal (porcentaje).

Sesiones	Canales	1 - AF3	2 - F7	3 - F3	4 - FC5	5 - T7	6 - P7	7 - O1	8 - O2	9 - P8	10 - T8	11 - FC6	12 - F4	13 - F8	14 - AF4
Relajante	Theta	13.1599203	8.29621061	14.1379105	11.1721012	9.42944781	7.77343546	18.1969687	25.5723628	36.4417796	20.9724136	42.0940882	32.0144902	34.6298262	11.3562549
Relajante	Alpha	11.6974869	6.72481221	9.86239037	5.4622078	3.71401642	15.8305868	13.2128661	23.55194	23.2920415	12.8709128	22.9410427	18.0039343	17.3384194	9.70658522
Relajante	Beta low	6.00416024	3.28594892	5.59457917	3.19316878	1.88016757	4.85483907	4.54995609	9.44917996	11.1059318	6.77162984	12.4837901	9.3718962	9.92788981	5.6543469
Relajante	Beta med	5.96321809	3.72698143	6.01971249	4.49559047	3.78367953	5.0212348	7.91691052	11.4788491	13.5576471	8.02875965	15.4130729	12.6601463	12.820869	4.75434692
Relajante	Beta high	8.15923028	5.45761033	7.84038409	6.00384486	5.19716904	7.75250005	10.24269	14.5412471	18.9778153	10.0579576	12.2686204	16.2192017	14.4655258	7.35054336
Placentero	Theta	4.42108128	2.91836971	2.99578503	2.12258793	6.13666076	4.50649114	9.67020513	10.4530052	14.3200751	10.7885446	6.97061517	10.9214546	6.54148018	2.74542222
Placentero	Alpha	4.03870647	2.22405416	2.62513288	1.80120021	7.44541502	10.8105377	34.5025746	32.8181415	21.9020272	16.1751037	9.47859208	13.1105278	8.30644578	4.39709526
Placentero	Beta low	2.25085264	0.75083909	1.12354514	0.6662238	2.87151514	3.36599778	6.51663601	5.69651238	5.42909438	5.02777262	4.21440504	6.76702522	4.2754451	2.5198507
Placentero	Beta med	1.78255485	1.05004832	1.06661562	0.86121626	2.58067075	2.15910244	3.87310618	4.67977482	5.10363995	3.64218472	2.9342051	5.13129847	3.40621121	1.19103026
Placentero	Beta high	3.10555649	2.14161561	1.97819897	1.83718836	6.34074188	5.79929991	8.2117568	10.2366642	10.8844709	7.52042284	5.00266257	7.48334662	5.25866966	2.36754161
Silencio	Theta	18.5328814	10.9659467	11.1349995	5.02451563	5.4068959	10.1651116	12.2751347	15.8998462	15.2921355	12.1619382	9.61002651	23.1523965	19.7152886	20.963526
Silencio	Alpha	25.3640246	15.6472768	13.5967246	6.52539905	4.39378922	13.3814581	35.6937443	71.6969064	43.8639888	23.0870267	15.6863514	30.2645227	33.0493389	32.9055872
Silencio	Beta low	10.7791352	7.23239228	4.90706372	2.79465783	2.03873231	2.91543766	8.71239809	16.3163917	10.2425226	7.85024964	7.02574192	11.3818249	13.6455836	13.7346323
Silencio	Beta med	5.57876745	3.55198052	3.53083158	1.80799746	1.36928109	2.68840914	3.08767524	8.9564958	6.49318713	4.23028392	3.43158934	6.33542906	5.85363022	5.71271667
Silencio	Beta high	9.76741088	8.890698	6.62172811	5.43537365	4.71100388	8.84616867	10.4916071	17.2279582	13.028154	8.65172536	7.41472405	10.834809	11.4309187	12.2260113

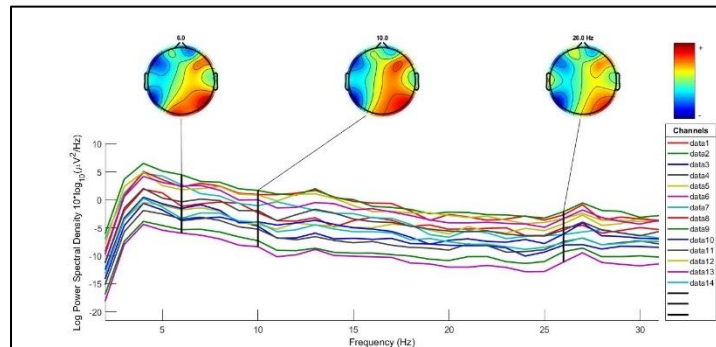


Fig 16: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante tarea cognitiva (sesión placentera).

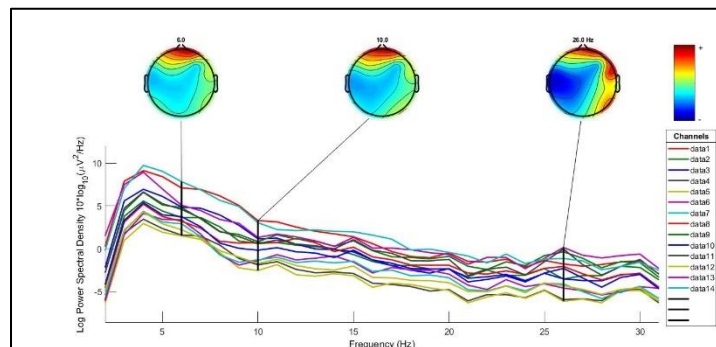


Fig 17: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante tarea cognitiva (sesión relajante).

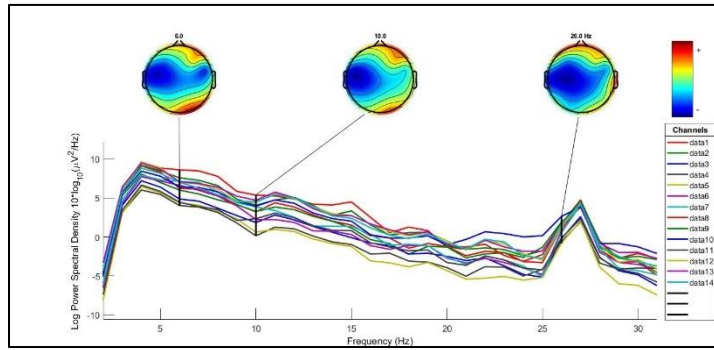


Fig 18: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante tarea cognitiva (sesión silencio).

Tab 11: Potencia absoluta de bandas de frecuencia durante tare cognitiva ($\mu V^2 / Hz$).

Clau	Sesión Relajante					Sesión Placentera					Sesión en Silencio				
	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H
1 - AF3	46.8265085	19.9552798	9.32151862	9.50503971	13.7091575	35.4979164	18.978959	7.65820352	11.9296888	24.9885711	40.8684247	21.7397905	10.1279627	8.83349824	17.2179699
2 - F7	37.8180835	19.7743273	10.3083099	11.3419078	20.044526	32.3983085	18.1194348	9.76601724	13.1808135	25.957277	37.9163064	22.6099022	10.8969956	7.92486392	19.6274167
3 - F3	45.5661002	20.1597652	9.33224206	9.89860675	14.3908973	36.4823462	17.8059261	10.0655916	11.9194562	22.9259018	41.7116722	20.1718718	9.85443226	9.44639481	17.4896826
4 - FC5	41.109584	19.7793852	9.77513466	11.288278	17.485891	32.9161346	18.2182618	9.22771781	13.3701999	25.7713537	37.2755563	23.0971346	9.14327748	7.90639449	21.6937685
5 - T7	40.0816859	17.8067601	9.9499927	12.8027138	18.8664898	29.2454926	14.7687168	8.29974706	14.0871981	32.4268746	41.5891945	21.5176056	10.0145176	7.90096475	18.233805
6 - P7	39.0029158	13.6373365	10.8275705	15.3489012	20.3887146	38.0206751	17.1917216	9.13577369	12.3154416	22.5631581	42.1630287	18.4277954	9.44197906	8.72255277	20.6252438
7 - O1	41.1864993	15.9398621	11.0043314	13.090707	17.9457044	39.3411872	18.210421	10.8352224	10.6599971	19.9503427	44.3513541	19.8815166	9.61084091	8.75208918	16.6214074
8 - O2	36.4430383	17.7003393	13.5070424	11.8117786	19.6216973	37.7387707	17.7873314	10.0721728	13.0450354	20.3205145	42.5020026	18.6846443	14.6186233	8.67477244	14.8908133
9 - P8	41.004199	16.6194976	11.4455268	11.8583651	18.3378791	41.3353238	16.5747324	9.39672429	11.5278038	20.3010127	40.5160541	19.5187832	13.7345512	8.32694082	17.2179017
10 - T8	41.2540527	17.0143376	10.7718879	12.2124141	18.0054316	39.9328906	16.2874041	8.47251683	12.1148759	22.3329352	38.3301942	20.5821494	10.660236	7.32931526	22.3390535
11 - FC6	40.8031289	17.9801824	9.39528693	11.6217195	19.4330806	34.9983309	16.0647273	13.1182488	12.8193081	21.8393805	37.7486293	22.2879735	10.2105087	9.48942667	19.4511784
12 - F4	42.6611314	16.3064979	10.9874353	11.7806682	17.5086544	32.7016838	16.4738327	15.3966383	12.3470388	21.9738033	42.4450368	20.5260011	9.94496297	9.28717401	16.7273849
13 - F8	45.1653648	16.2533529	8.94536308	10.0221279	18.689906	38.0041515	17.4542306	10.4856302	12.5163488	20.7164075	40.676522	21.8031296	10.3159501	9.13074039	17.4523584
14 - AF4	48.6255196	16.9220274	9.30894873	10.5128766	13.8796079	36.2920583	16.8597268	11.1203008	11.9433263	22.7329389	40.3958196	21.9965025	10.0526999	8.78369792	17.1747449

Tab 12: Potencia relativa de bandas de frecuencia durante tarea cognitiva (porcentaje).

Sesiones	Canales	1 - AF3	2 - F7	3 - F3	4 - FC5	5 - T7	6 - P7	7 - O1	8 - O2	9 - P8	10 - T8	11 - FC6	12 - F4	13 - F8	14 - AF4
Relajante	Theta	22.7803834	9.93276218	14.1131135	6.5933433	6.09725319	7.81045546	8.2452011	10.3309986	14.423727	10.6122613	13.8159781	8.10016647	19.8259196	26.3182598
Relajante	Alpha	9.70793979	5.19364473	6.24405099	3.17230836	2.7087764	2.73091915	3.19103034	5.01775345	5.84611091	4.37679658	6.08810681	3.09615201	7.13461898	9.15894201
Relajante	Beta low	4.53477687	2.70743467	2.89046003	1.56778085	1.51359962	2.16825474	2.20297735	3.82902314	4.0261036	2.77097842	3.18125306	2.08620943	3.92688254	5.03841055
Relajante	Beta med	4.62405709	2.97890486	3.06587923	1.81046571	1.94755748	3.0736653	2.62065272	3.34844388	4.17132451	3.14154177	3.93512524	2.23682238	4.39934236	5.69002904
Relajante	Beta high	6.66929637	5.2646113	4.45726903	2.80446726	2.86998319	4.08290364	3.59258359	5.56242667	6.45057256	4.63174725	6.58005951	3.32440821	8.20417538	7.51225139
Placentero	Theta	5.02010266	1.3426408	2.62108403	2.13243029	3.3438063	3.11262861	4.84150237	10.0797548	12.3052045	4.05698623	4.81565038	7.74772044	9.01202438	3.1128098
Placentero	Alpha	2.68399761	0.75090008	1.27927157	1.18024713	1.6885928	0.59352827	2.24105582	4.75086857	4.93416895	1.65472054	2.21045142	3.90299935	4.1389676	1.44607733
Placentero	Beta low	1.08302041	0.4047203	0.72316515	0.59780607	0.94895808	0.31540413	1.33343091	2.69020507	2.79733176	0.86076624	1.80502608	3.64778921	2.48648506	0.95380044
Placentero	Beta med	1.68709234	0.54623524	0.85635656	0.86617155	1.61067083	0.42517922	1.3118669	3.48423533	3.43173755	1.23081209	1.76389285	2.92527459	2.9680347	1.02439225
Placentero	Beta high	3.5338748	1.07571354	1.64711761	1.66956467	3.7075521	0.77897214	2.45517837	5.4274636	6.04345363	2.2689169	3.0050239	5.20605867	4.91253618	1.9498292
Silencio	Theta	19.7759312	17.4318595	15.0578005	10.8365861	11.1693633	17.4970624	21.8461211	30.8274293	24.7591557	20.6941292	12.7565697	25.0620323	24.7423409	23.0117341
Silencio	Alpha	10.5197253	10.3948057	7.28199098	6.71469756	5.77885572	7.6472753	9.79302726	13.552292	11.9278297	11.1121185	7.53187843	12.1197516	13.2622073	12.5304467
Silencio	Beta low	4.90084693	5.00984708	3.5574233	2.65809349	2.6895396	3.91828819	4.73400641	10.6031375	8.39311479	5.75536615	3.45048465	5.87208782	6.27489129	5.7265841
Silencio	Beta med	4.27446506	3.64342225	3.41012289	2.2985123	2.12191525	3.61973642	4.31101156	6.2919608	5.08855142	3.95703179	3.20680605	5.48369074	5.55396283	5.00368907
Silencio	Beta high	8.33164947	9.02362076	6.31372796	6.30671713	4.89694488	8.55918538	8.18719714	10.8005616	10.5217727	12.0606553	6.57322708	9.87682641	10.6157601	10.0913188

Participante 4

Edad: 30 | Gusto de pieza relajante (Música Clásica): 2/5 | Gusto de pieza escogida (Rock): 4/5

¿Qué tan seguido escucha música al hacer tareas escolares? 4/5

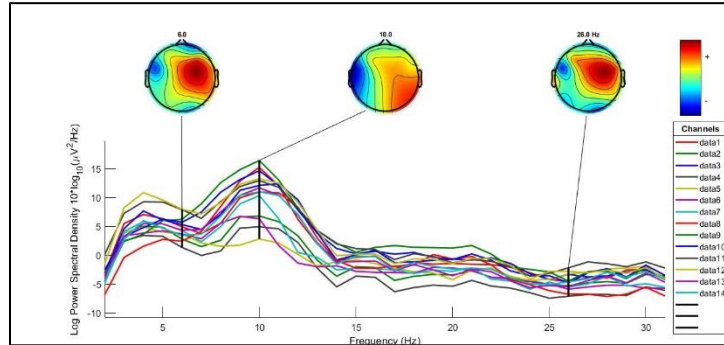


Fig 19: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante estado basal (sesión placentera).

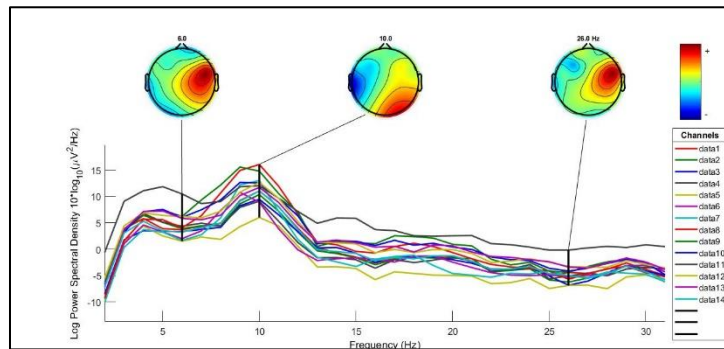


Fig 20: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante estado basal (sesión relajante).

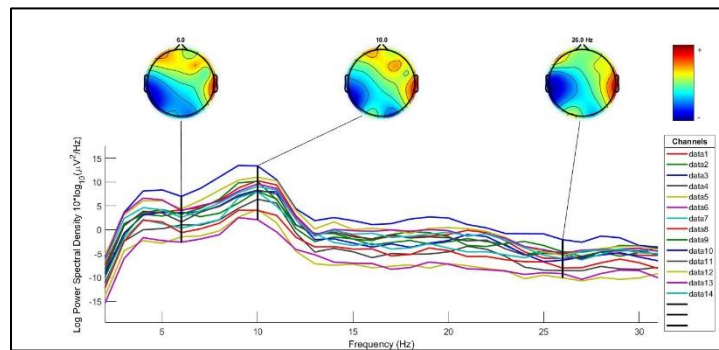


Fig 21: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante estado basal (sesión silencio).

Tab 13: Potencia absoluta de bandas de frecuencia durante estado basal ($\mu V^2 / Hz$).

Ijap 40	Sesión Relajante					Sesión Placentera					Sesión en Silencio				
	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H
1 - AF3	28.6457703	51.2575166	4.45045339	5.96149236	8.29957948	20.5075515	59.3007076	4.90513631	5.62061083	9.35264536	23.4606059	55.6070006	4.95579735	5.50438962	9.90455701
2 - F7	25.9826431	53.1441247	4.04830849	6.91687418	9.3020107	25.7859172	46.2583948	6.03737771	7.1811705	14.283379	25.8748802	46.028461	5.69521257	7.398309	14.6025553
3 - F3	23.7694803	54.6499426	4.54939008	6.39203181	9.10947074	19.3384839	62.9848986	4.73341862	4.26293264	8.34414903	25.3435968	52.3332936	5.09228273	5.39525069	11.2816349
4 - FC5	28.2698117	48.2073717	4.83406966	6.81757832	10.8952988	24.9436062	47.7070693	5.90808044	7.19706623	13.8517613	23.3821281	52.8930062	5.26541238	5.85294614	12.0889709
5 - T7	30.7663479	42.9243568	4.93837456	8.56073463	12.0493774	35.6548644	26.4295659	7.06836081	9.33179509	21.2945923	23.8647286	51.0680047	4.2524541	6.81212328	13.448973
6 - P7	20.5416643	52.9374976	5.19226395	8.99852661	11.827659	33.4637566	37.5922677	4.96152744	9.33255111	14.3404636	28.5376128	43.8649139	5.84465791	8.23518555	13.079312
7 - O1	13.4601468	68.9167561	3.4824785	6.04362308	7.51212499	23.9819418	52.5911803	5.59013406	7.89363647	9.35737352	23.9846585	47.3082373	7.19264451	8.78577096	12.3214916
8 - O2	11.3753008	75.1409352	3.42364838	4.79167385	4.55066865	9.61602148	79.2448029	3.25874809	3.75420048	3.89843191	27.2840917	43.2369774	7.11941816	8.75308901	13.3160694
9 - P8	18.7071695	65.5737375	3.34934006	5.83328262	5.97823738	12.374102	75.9691092	3.59725806	3.47756844	4.26890865	25.7097964	50.6874793	4.94963212	6.67865643	11.6679458
10 - T8	21.0753584	60.8221026	3.98102986	6.30400714	7.09687319	14.2101877	72.1035825	4.34764909	3.69882767	5.34400102	22.8871375	55.729267	4.87909392	6.30878929	9.44721772
11 - FC6	37.2051576	37.7642123	6.82590599	8.24527505	9.45067355	25.3831598	56.3863195	5.77791736	4.6830042	7.51556629	22.9914033	48.3530729	7.30642486	8.50418593	12.4002787
12 - F4	24.3586939	58.5228202	3.84383437	5.10851165	6.68559925	24.7155308	59.271052	5.07834268	4.42275339	7.70011642	23.6661268	55.3008036	4.89213927	6.02754902	9.31012897
13 - F8	25.9952121	52.7626011	4.99046825	6.82688479	8.58429215	18.0176067	65.4647179	5.19789897	4.14844758	6.87101622	25.9314875	48.7787497	5.94403923	7.80541164	10.8449292
14 - AF4	26.4400817	54.185834	4.44078195	6.14740159	7.59237439	20.1047607	60.893267	5.64060807	4.84754	7.97459101	26.3400281	49.9354591	5.42350766	7.6456927	10.2142072

Tab 14: Potencia relativa de bandas de frecuencia durante estado basal (porcentaje).

Sesiones	Canales	1 - AF3	2 - F7	3 - F3	4 - FC5	5 - T7	6 - P7	7 - O1	8 - O2	9 - P8	10 - T8	11 - FC6	12 - F4	13 - F8	14 - AF4
Relajante	Theta	17.1950535	11.485253	11.2758121	10.6294253	6.69331562	8.02518134	6.72611789	11.3307291	23.4191861	20.0922257	42.136123	20.8888101	20.0782708	15.4337317
Relajante	Alpha	30.7680935	23.4915947	25.9249455	18.125931	9.33832865	20.6815286	34.4381257	74.8465109	82.0906423	57.9848462	42.7692717	50.1862735	40.7529582	31.6296157
Relajante	Beta low	2.67145143	1.78949644	2.156037	1.8176061	1.07435889	2.02850456	1.74021586	4.19298163	3.79532102	7.73057374	3.29628208	3.85455493	2.5921946	3.58839082
Relajante	Beta med	3.57847525	3.05750458	3.03226442	2.56340368	1.86241471	3.51552857	3.02033552	4.77289866	7.30258691	6.00993502	3.93805811	4.3808067	5.27297262	3.58839082
Relajante	Beta high	4.98194713	4.11181982	4.32136836	4.09662314	2.62137989	4.62080904	3.75385493	4.53283779	7.48405329	6.76581511	10.7032135	5.73328896	6.63036492	4.4318573
Placentero	Theta	15.5181446	8.60831065	19.5430017	5.74114257	7.34827214	8.76523876	10.7245991	11.1094246	22.5322399	18.5219953	27.7090914	28.2847843	13.1976852	13.7332562
Placentero	Alpha	44.8730777	15.442795	63.651007	10.9804927	5.44698869	9.84662915	23.5185013	91.5518094	138.333609	93.9820247	61.5502121	66.2925544	47.9521368	41.5952643
Placentero	Beta low	3.71173586	2.01550414	4.78347776	1.35983273	1.45675043	1.2995843	2.49987877	3.76484354	6.55031626	5.6668594	6.30736448	5.81172333	3.80739993	3.85301356
Placentero	Beta med	4.25313823	2.39734527	4.30801607	1.65651201	1.92323182	2.44449658	3.52999302	4.3372415	6.33237113	4.82116563	5.1121213	5.06145818	3.03868912	3.31128083
Placentero	Beta high	7.07718338	4.76833005	8.43239412	3.18818923	4.38869876	3.75623062	4.18456858	4.50387258	7.7733377	6.96553511	8.20423917	8.81211629	5.03293866	5.4473218
Silencio	Theta	12.9165628	9.31231939	9.76297702	5.42011314	2.79455802	3.13189592	6.54667365	5.201357	12.7340793	23.7184447	8.27140065	16.0099284	13.1701911	12.7844811
Silencio	Alpha	30.6152075	16.5655542	20.1600723	12.2609062	5.98005972	4.81400972	12.9129039	8.24256705	25.1055422	57.7534669	17.3955297	37.4105114	24.7755106	24.2368357
Silencio	Beta low	2.72848315	2.049696	1.96167259	1.22055318	0.49796207	0.64142928	1.96325064	1.35722442	2.45155608	5.0563125	2.62856367	3.30948956	3.01907302	2.6323712
Silencio	Beta med	3.03051825	2.66263712	2.07838331	1.35674692	0.79769915	0.90378071	2.39809857	1.66866251	3.30794297	6.5379373	3.05947089	4.07758435	3.96449397	3.7109381
Silencio	Beta high	5.4530916	5.25543143	4.34596335	2.80229369	1.57487377	1.43540541	3.36318251	2.53853534	5.77914131	9.79035981	4.4611315	6.29822107	5.50831377	4.95760601

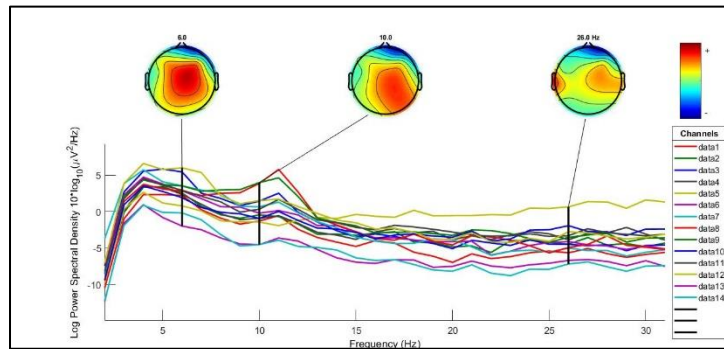


Fig 22: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante tarea cognitiva (sesión placentera).

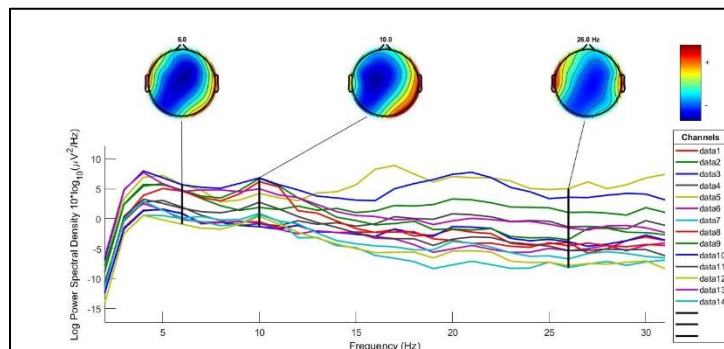


Fig 23: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante tarea cognitiva (sesión relajante).

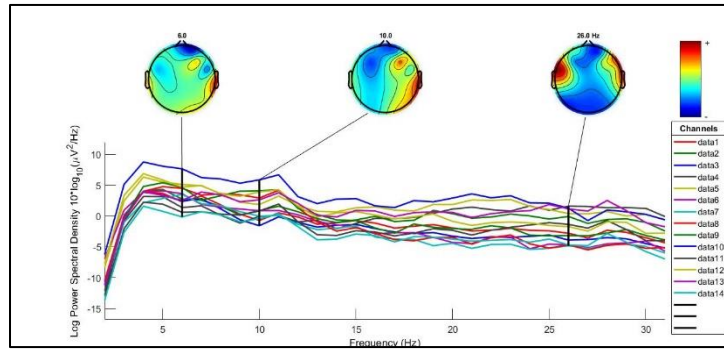


Fig 24: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante tarea cognitiva (sesión silencio).

Tab 15: Potencia absoluta de bandas de frecuencia durante tarea cognitiva ($\mu V^2 / Hz$).

Jpab	Sesión Relajante					Sesión Placentera					Sesión en Silencio				
	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H
1 - AF3	24.2606631	18.4103921	12.4539108	16.0661404	27.7748436	45.9120307	20.2509667	7.36893723	8.73983649	16.9757208	33.2518676	15.9521845	10.148109	11.7764129	28.365501
2 - F7	22.0890422	14.0560619	9.73055668	14.1571336	38.9267579	38.584692	21.3315631	8.74614488	9.28689238	21.3114611	24.5306887	14.8795122	8.49840471	12.8685334	38.6263128
3 - F3	22.9890043	17.0687424	11.4571405	14.4746219	32.7936888	52.2746869	20.2003779	5.69913626	7.01021773	13.9371053	36.1473732	15.8320725	10.3754871	11.8074333	25.4556689
4 - FC5	20.4762754	13.5752203	9.84669585	14.7931425	40.3371091	38.5687095	16.3870478	6.8133672	11.3297723	26.1851684	19.4416332	9.24504268	6.98625382	14.1414281	49.4789064
5 - T7	13.7487381	8.58956351	7.12678338	25.8114356	43.7593	17.191528	10.6857604	9.79215417	12.1194957	49.1567013	25.1934574	15.6301648	7.74773485	14.3022042	35.7295873
6 - P7	32.8523656	19.7057801	7.72496954	13.4776378	25.3148711	36.5482608	21.0602791	11.4223298	10.2251811	19.0352262	33.2988844	25.7477693	8.90976921	11.6042601	19.7391335
7 - O1	35.0262846	27.8520097	8.8941258	9.57654714	18.2686849	43.4339841	22.2833553	9.08767063	7.90443678	15.8614836	34.7656336	24.611391	8.69200523	10.5741325	20.4264151
8 - O2	32.3360854	34.1097396	9.84582691	9.33207514	14.0701906	28.7175303	39.9618357	9.06494594	7.37447596	14.4146799	33.7624092	31.6736872	9.82331699	8.3887639	15.2971514
9 - P8	30.8112232	28.994475	10.064824	11.3753989	17.9777072	30.922726	33.0069057	9.62053712	8.74880689	16.9036301	34.7588893	26.2894643	9.41126173	9.75559941	18.8839678
10 - T8	18.4977426	15.4563223	7.13727435	20.9531425	36.8100327	27.1210409	18.4719263	8.94269023	11.1235753	32.262198	29.1539232	20.686085	8.57510636	10.9885952	29.3392394
11 - FC6	28.5982172	23.6297529	12.9297343	12.2742858	21.4504209	35.002972	20.3778705	8.38487896	11.7637605	23.4653278	22.4156486	20.006555	9.23595284	10.0467111	37.6802989
12 - F4	28.0931291	24.3408994	12.0588858	13.7904771	20.7024988	50.7992199	17.2834195	7.25360373	8.53201415	15.2533898	33.5126364	23.140223	10.4804654	10.4669667	22.0105542
13 - F8	29.0224842	22.3593258	11.760562	12.4019819	22.9976403	34.404066	17.4343987	9.51964101	11.7656921	25.55374	20.5424772	17.8755151	9.56136744	11.2992529	39.9526465
14 - AF4	29.6027374	22.9568092	10.0412621	12.9821297	23.0246569	45.2368646	16.9451421	8.23961146	10.0598667	18.22233	27.4941133	21.1882903	10.5005783	10.7588445	29.2026242

Tab 16: Potencia relativa de bandas de frecuencia durante tarea cognitiva (porcentaje).

Sesiones	Canales	1 - AF3	2 - F7	3 - F3	4 - FC5	5 - T7	6 - P7	7 - O1	8 - O2	9 - P8	10 - T8	11 - FC6	12 - F4	13 - F8	14 - AF4
Relajante	Theta	4.49003836	9.94070412	4.28393476	5.31283765	14.483144	4.89362185	3.68208857	9.69086942	11.4837782	16.6640138	5.67032956	3.14733076	11.4902435	4.1401506
Relajante	Alpha	3.40730037	6.32563198	3.180711	3.52226857	9.04838573	2.9353331	2.92790308	10.2224196	10.8066505	13.9240973	4.68520416	2.72696079	8.85224351	3.21067089
Relajante	Beta low	2.30490555	4.37903028	2.13500514	2.55485411	7.50746938	1.15069582	0.93498099	2.95071657	3.75130209	6.42973798	2.56365123	1.35098166	4.65610457	1.40434098
Relajante	Beta med	2.97343836	6.37111719	2.69730412	3.83827445	27.1901856	2.00760164	1.00672096	2.79674923	4.23977189	18.8760036	2.43369176	1.54497538	4.91004804	1.81564196
Relajante	Beta high	5.14042475	17.5181603	6.11100949	10.4659909	46.0967574	3.77085194	1.92046962	4.21672502	6.70054546	33.1609594	4.25309574	2.31934333	9.10495756	3.22015987
Placentero	Theta	7.14664807	7.02200219	13.893622	7.69679589	4.62489241	6.61697189	9.36621243	7.51460558	8.265291	5.03844134	8.01138367	18.1347356	2.62703294	4.33063803
Placentero	Alpha	3.15225726	3.88211684	5.36887797	3.27020955	2.87470039	3.81291124	4.80523819	10.456938	8.82236839	3.43164252	4.66403078	6.16998141	1.33123861	1.62220077
Placentero	Beta low	1.14704578	1.59170503	1.51472251	1.35967984	2.634301	2.06798445	1.95968791	2.37205263	2.57145954	1.66133816	1.91910796	2.58945286	0.72689135	0.78879858
Placentero	Beta med	1.3604394	1.69011531	1.86318314	2.26097648	3.26040616	1.85124364	1.70453242	1.92970208	2.33845602	2.0664945	2.69245704	3.04583063	0.8983931	0.96305616
Placentero	Beta high	2.64243381	3.8784585	3.7042187	5.22552865	13.2242145	3.44628044	3.4204098	3.77193418	4.51814699	5.99354549	5.3706795	5.44528422	1.95120725	1.74446916
Silencio	Theta	7.56251054	7.0365478	7.18900355	6.14648239	11.25101	6.8545536	6.27072328	8.85224075	11.6448741	18.5564651	5.08426466	12.7083637	8.25744626	4.32411221
Silencio	Alpha	3.6280237	4.26813939	3.1486887	2.92282502	6.98019082	5.3001615	4.43918913	8.30459413	8.80745927	13.1666881	4.53783971	8.77502942	7.18540924	3.33236952
Silencio	Beta low	2.30799611	2.43773959	2.06348088	2.20870775	3.46001903	1.83407017	1.56778847	2.57559721	3.15294764	5.45805314	2.09487708	3.97430882	3.84337669	1.65146912
Silencio	Beta med	2.67832315	3.6912967	2.34826689	4.4708198	6.38714409	2.38872937	1.90727026	2.19946856	3.26830716	6.99423819	2.27877137	3.96918996	4.54195584	1.69208769
Silencio	Beta high	6.45119855	11.0798315	5.06263327	15.6427818	15.9562833	4.06328773	3.68433949	4.01079396	6.32648026	18.6744188	8.54655567	8.34664649	16.0597395	4.59281675

Participante 5

Edad: 28 | Gusto de pieza relajante (Música Clásica): 5/5 | Gusto de pieza escogida (Rock y Metal): 5/5

¿Qué tan seguido escucha música al hacer tareas escolares? 5/5

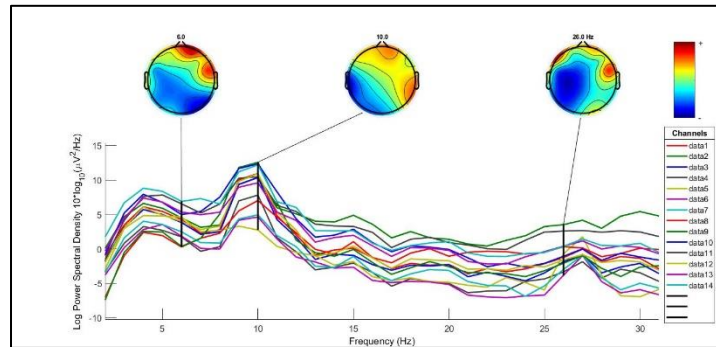


Fig 25: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante estado basal (sesión placentera).

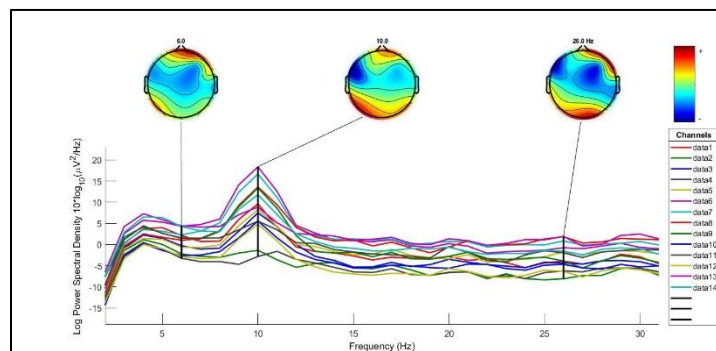


Fig 26: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante estado basal (sesión relajante).

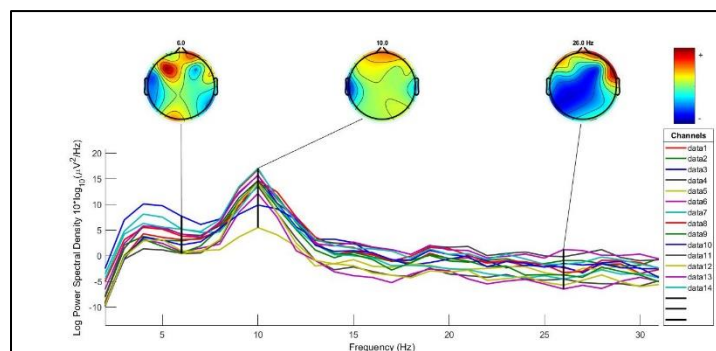


Fig 27: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante estado basal (sesión silencio).

Tab 17: Potencia absoluta de bandas de frecuencia durante estado basal ($\mu V^2/Hz$).

Jes 40	Sesión Relajante					Sesión Placentera					Sesión en Silencio				
	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H
1 - AF3	20.0955736	49.486709	6.20072903	8.36663514	15.159341	20.0547265	54.2949728	4.72524955	6.7918358	13.8864502	10.9108211	73.7787104	4.1855187	3.30528322	7.65461562
2 - F7	29.9274134	21.789745	7.92419345	12.7570869	27.3022219	14.3783141	35.4115929	9.28932106	10.6187208	30.1637498	11.9034843	62.3326945	5.6741028	6.26907606	13.6626339
3 - F3	20.3144376	47.3610285	5.47947927	7.8759834	18.5861235	21.0262574	55.1318439	4.71746573	6.75114765	12.12112	22.9197923	58.2872658	6.01761612	4.64594016	7.90812755
4 - FC5	28.6265689	18.5058087	8.27264879	13.006257	31.275821	20.8018698	50.6902252	5.50240255	7.23306085	15.5657079	10.4667556	71.9516995	4.40076543	4.21642065	8.76941884
5 - T7	16.1334318	43.4150541	6.62879165	10.8819632	22.6130763	35.9426439	24.4430877	8.00164508	9.23298839	22.1965746	22.4777796	35.5004602	8.27496923	10.6819536	22.6878296
6 - P7	9.54520822	76.221283	3.73861909	3.9201124	6.24843415	27.5046215	34.2026475	7.36116072	10.0551924	20.5394445	16.5814619	65.9971308	5.16937662	4.56656259	7.46692943
7 - O1	9.00265037	70.218868	5.14948149	4.84440559	10.5457214	26.875437	36.337918	6.57932728	10.1185434	19.7353169	18.675028	64.9882499	4.47303716	4.35896469	6.44084138
8 - O2	8.37095078	61.0798825	5.99817685	5.36916683	18.8461624	19.5650418	35.1378379	9.19332255	9.8946281	25.977619	11.0336688	66.2237819	8.10643445	4.6917946	9.56712957
9 - P8	9.19642783	72.6813221	3.98004744	4.21663752	9.29449777	7.67687068	72.6377841	4.39420625	4.98660006	10.0773346	9.19353035	71.107405	6.52228592	4.56823532	8.22677357
10 - T8	16.9239023	49.7524159	5.98474914	6.7754779	19.9166579	19.5223192	54.6379954	6.17658981	7.88503973	11.4932906	15.3280441	51.6370097	10.5095165	6.81727937	14.6144978
11 - FC6	23.7945887	28.4354633	8.74261651	9.97702727	28.4566908	24.8588529	38.3358212	6.40862666	8.79786672	21.3335678	14.0619746	56.0466073	8.2609471	4.98280672	15.7069856
12 - F4	22.3216532	40.6737198	6.58921518	8.82431985	21.0832255	21.6953389	54.3663078	4.34587751	6.34464553	13.013969	12.1278894	72.4337661	4.17451531	3.01776697	7.83647442
13 - F8	24.7175347	28.3969072	8.81767902	11.656484	25.9432227	27.121405	40.7215473	6.07795303	8.96430081	16.7206012	14.1376113	59.7759995	5.5322237	5.95434593	13.4625531
14 - AF4	23.7279887	47.8371747	6.2180658	6.90685706	14.7114839	25.9305065	48.2153933	6.52607186	7.07561671	11.7820678	13.4157958	69.2971678	4.49472306	3.61072538	8.84427925

Tab 18: Potencia relativa de bandas de frecuencia durante estado basal (porcentaje).

Sesiones	Canales	1 - AF3	2 - F7	3 - F3	4 - FC5	5 - T7	6 - P7	7 - O1	8 - O2	9 - P8	10 - T8	11 - FC6	12 - F4	13 - F8	14 - AF4
Relajante	Theta	6.7959856	3.19453816	4.7498905	2.79151671	5.1178602	14.8855977	10.3106259	6.71178429	6.29218966	3.23146145	6.56193105	2.83843637	14.7606821	13.886555
Relajante	Alpha	16.7355076	2.32590004	11.0738827	1.80459189	13.7721584	118.865857	80.4208151	48.9735284	49.7285111	9.49976022	7.84176401	5.17209745	16.9579096	27.9962017
Relajante	Beta low	2.09697411	0.84585119	1.2812034	0.80670643	2.10279062	5.83031595	5.89763849	4.80930664	2.72314575	1.14273208	2.41098711	0.83788902	5.26569331	3.63905739
Relajante	Beta med	2.82944428	1.36172814	1.84155031	1.26830372	3.45198513	6.11335184	5.54823878	4.30496971	2.88502052	1.29371437	2.75140562	1.12210642	6.96095535	4.04216521
Relajante	Beta high	5.12661423	2.91431767	4.34577878	3.04985823	7.17333826	9.74433191	12.0778864	15.1107539	6.35928905	3.80290024	7.84761801	2.68095708	15.4926317	8.60974072
Placentero	Theta	10.5359475	11.8982205	9.589363	5.7883431	8.14577826	5.23999499	5.96793958	7.13084236	4.19957187	13.1521635	18.6780961	10.5236039	15.1494057	22.4012753
Placentero	Alpha	28.5243972	29.303501	25.1437645	14.1050981	5.53960285	6.51605773	8.06917107	12.8066367	39.7359299	36.8095532	28.8042314	26.3710788	22.7461387	41.6531123
Placentero	Beta low	2.48245626	7.68702018	2.15147615	1.53110245	1.81343439	1.40239869	1.46100053	3.35067691	2.40381606	4.16116129	4.81522397	2.10802394	3.3950076	5.63785101
Placentero	Beta med	3.56815765	8.7871138	3.07896951	2.01267666	2.09249705	1.91564744	2.24691622	3.60628073	2.72788044	5.31214199	6.61041764	3.07755215	5.00725644	6.11260092
Placentero	Beta high	7.29538302	24.9608504	5.5280318	4.33132495	5.03046953	3.91303644	4.3824098	9.46802505	5.51272683	7.74301638	16.0293168	6.31259354	9.33975104	10.1784878
Silencio	Theta	11.300443	7.52862586	23.545199	4.89269523	5.89490659	7.65971575	12.9712368	9.22747341	7.19710844	9.06400294	12.8905509	6.66188259	14.2256331	15.6305814
Silencio	Alpha	76.4133244	39.4237119	59.8777361	33.6338929	9.31016767	30.4870141	45.1393156	55.3830458	55.6660701	30.5491006	51.3776809	39.7880645	60.1481691	80.7372922
Silencio	Beta low	4.33498223	3.58871369	6.18181733	2.05714214	2.17015077	2.38796529	3.1068668	6.779423	5.10593834	6.21756137	7.57277425	2.2930726	5.56666771	5.23674748
Silencio	Beta med	3.42331382	3.96501789	4.77271279	1.97096999	2.80139407	2.10949864	3.02763473	3.92375469	3.57621976	4.03318772	4.56771723	1.65766759	5.9914181	4.20681247
Silencio	Beta high	7.92795949	8.64123952	8.12391468	4.09927349	5.9499932	3.44930726	4.4736575	8.00100447	6.44028781	8.64611967	14.3985253	4.30459669	13.5463719	10.3043628

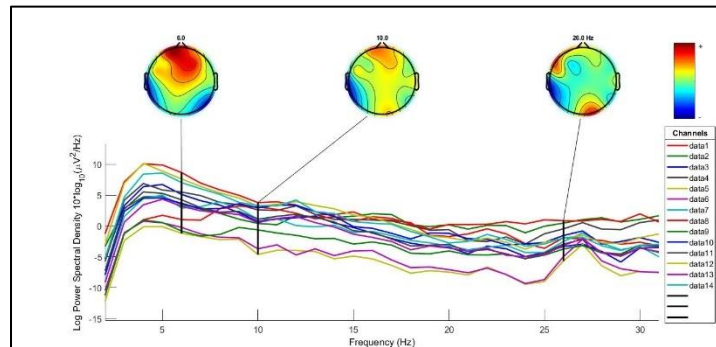


Fig 28: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante tarea cognitiva (sesión placentera).

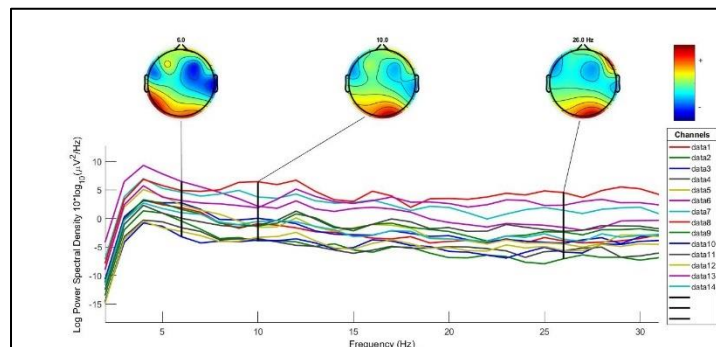


Fig 29: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante tarea cognitiva (sesión relajante).

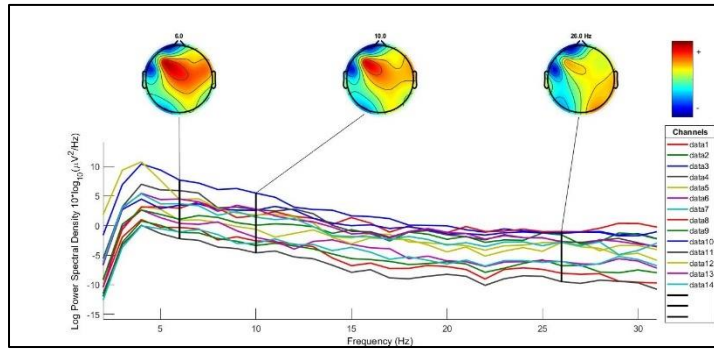


Fig 30: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante tarea cognitiva (sesión silencio).

Tab 19: Potencia absoluta de bandas de frecuencia durante tarea cognitiva (μV²/Hz).

Jes	Sesión Relajante					Sesión Placentera					Sesión en Silencio				
	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H
1 - AF3	31.7525518	14.9762156	11.0964594	13.5540937	27.5075785	53.6224479	16.9736749	7.77791697	8.14918937	12.1172404	40.5837011	18.786242	9.96326316	11.7591729	17.6753192
2 - F7	31.5936843	17.2331905	9.63630058	14.3098903	26.2122381	23.8875339	14.4434576	11.4235653	17.5293573	31.5761841	33.8262947	19.188702	10.7881287	12.9223276	22.2225451
3 - F3	32.3794467	16.8466992	9.71416583	15.6029597	24.3331293	43.4450484	18.3627318	12.9891866	8.69036944	15.1774083	49.3244246	17.7653095	8.42563908	8.97225494	14.818481
4 - FC5	25.8238784	15.877482	9.62935783	14.8714242	33.0583606	34.1202301	18.5075258	10.7605857	13.0108886	21.792831	43.4212684	16.3345033	9.98403088	10.6328838	18.367587
5 - T7	38.3630721	15.1760278	10.3913486	14.2794728	21.4174141	30.1600473	19.4880118	10.6343713	11.9508504	26.3875489	33.0344794	16.7466493	9.09498021	15.3280075	24.8704031
6 - P7	42.4789146	15.6982328	9.21087733	12.7369034	19.5418212	31.8903406	19.5328141	10.0291248	12.7150466	24.4321368	38.2313167	17.7662749	11.5712483	11.1602119	20.4430005
7 - O1	21.6999524	20.9905862	10.4743773	14.2800879	31.5311711	36.0824499	22.6386186	9.99505604	12.3205603	17.8642637	33.3239308	18.0592537	10.2526517	12.2720265	24.5797348
8 - O2	13.6415138	18.9358761	10.937457	13.810927	42.0139865	14.1174746	20.9637597	12.760054	15.6147862	34.9007435	27.6193445	18.6390389	8.96371028	12.9391979	30.475578
9 - P8	27.0122601	15.2356736	10.3684608	15.4194964	31.257644	25.4603518	20.1202887	12.9210311	14.090738	25.557005	26.3298413	16.2133327	11.1113776	14.7512116	29.8879647
10 - T8	25.1063716	16.1288045	10.2759665	15.7518501	32.0387182	28.9693748	26.5347565	12.0235438	11.5944599	18.8242472	26.4777019	21.373029	11.1704263	14.9114579	24.9107973
11 - FC6	21.3528624	13.8091913	11.5529979	19.3166553	33.3128334	35.7966639	22.7099776	11.0101266	11.1340186	17.5702336	38.9859581	19.9593462	9.01277304	10.9211919	19.9088989
12 - F4	22.5897708	15.240425	10.267984	18.1175865	33.083461	45.0348595	19.278531	9.76644654	10.489366	14.5081388	53.181545	17.831049	8.66008989	7.66737878	12.0065068
13 - F8	19.8349605	13.5669734	11.4255249	18.6531554	35.8925223	33.8496641	23.3321175	11.7786619	10.8179338	18.4991454	36.1166962	20.60581	9.1200731	11.2891182	21.5514712
14 - AF4	28.2818108	15.3744913	10.5432997	16.0812733	28.9544094	44.424001	18.8219775	10.9679951	9.65196505	14.2583625	37.9978834	18.0280824	9.34640143	12.3415613	21.2396173

Tab 20: Potencia relativa de bandas de frecuencia durante tarea cognitiva (porcentaje).

Sesiones	Canales	1 - AF3	2 - F7	3 - F3	4 - FC5	5 - T7	6 - P7	7 - O1	8 - O2	9 - P8	10 - T8	11 - FC6	12 - F4	13 - F8	14 - AF4
Relajante	Theta	5.25752086	2.73838323	5.92274382	2.39382449	7.26282359	17.9367929	10.5001023	10.1422631	5.33003161	2.18711594	4.26856917	2.16442496	9.91145748	4.86919199
Relajante	Alpha	2.479773034	1.49368713	3.08154382	1.47181243	2.87309662	6.62860511	10.1568565	14.0785429	3.00628759	1.40504434	2.76054269	1.46025193	6.77936717	2.64697867
Relajante	Beta low	1.83732845	0.83522655	1.77688384	0.89262318	1.96727029	3.88930839	5.0683076	8.13183697	2.04589411	0.89518033	2.30951568	0.98382055	5.70929313	1.81520733
Relajante	Beta med	2.24425837	1.24031003	2.85404301	1.37855279	2.70336253	5.3781788	6.90980244	10.2682192	3.0425593	1.37220635	3.86151879	1.73592538	9.32091379	2.76866315
Relajante	Beta high	4.5546471	2.27194627	4.45093743	3.06444725	4.05470396	8.25156676	15.2572004	31.2367754	6.16772644	2.79102024	6.6594413	3.16987142	17.9353626	4.98499121
Placentero	Theta	31.8886637	8.60617685	13.8559913	15.0217208	2.76625482	3.50196728	10.9361429	5.54089118	4.13724595	9.79992025	9.69174932	21.3913354	8.17130087	21.5170407
Placentero	Alpha	10.0940526	5.20367447	5.85645223	8.14809524	1.78742447	2.14495281	6.86148444	8.22795257	3.26949853	8.97632413	6.14860118	9.15720683	5.63236761	9.11654165
Placentero	Beta low	4.62543932	4.11567068	4.1426598	4.73743916	0.97537582	1.10132617	3.02937749	5.00812453	2.09963648	4.06739087	2.98093104	4.63901378	2.84336617	5.3124165
Placentero	Beta med	4.84623082	6.31545934	2.77163192	5.72815406	1.0961222	1.39627474	3.73420899	6.1285629	2.28971105	3.92223799	3.01447413	4.98239695	2.61144664	4.67498919
Placentero	Beta high	7.20598592	11.376236	4.84055247	9.59447872	2.42024436	2.68296111	5.41443671	13.6980039	4.15295186	6.36797041	4.75704385	6.89129415	4.46568929	6.90612638
Silencio	Theta	4.14569855	3.37920498	33.7947463	3.27489413	6.34981517	5.68132397	3.99836706	10.1930098	6.60677823	9.30797928	12.7814189	18.5848044	11.4735946	10.1502521
Silencio	Alpha	1.91904863	1.91692759	12.1719439	1.23197159	3.2190042	2.64013831	2.16683697	6.87879849	4.0683076	7.51348102	6.54360641	6.23123224	6.54607801	4.81578355
Silencio	Beta low	1.01776537	1.07772071	5.77284657	0.75300988	1.74821715	1.71953299	1.23016294	3.30808671	2.78810673	3.92685503	2.95480819	3.02635203	2.89727557	2.49667409
Silencio	Beta med	1.2012208	1.29092453	6.14736171	0.80194729	2.94631599	1.65845137	1.47245735	4.77525348	3.70142694	5.2419784	3.58047706	2.67943954	3.58634036	3.2967615
Silencio	Beta high	1.80556586	2.22000476	10.1529173	1.38530966	4.78053434	3.03791026	2.94919596	11.2471121	7.49959532	8.75714915	6.52706742	4.19578972	6.84649677	5.67367051

Participante 6

Edad: 26 | Gusto de pieza relajante (Música Clásica): 4/5 | Gusto de pieza escogida (Rap): 3/5

¿Qué tan seguido escucha música al hacer tareas escolares? 5/5

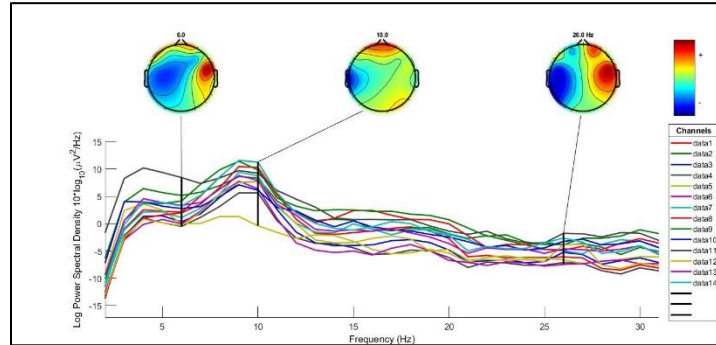


Fig 31: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante estado basal (sesión placentera).

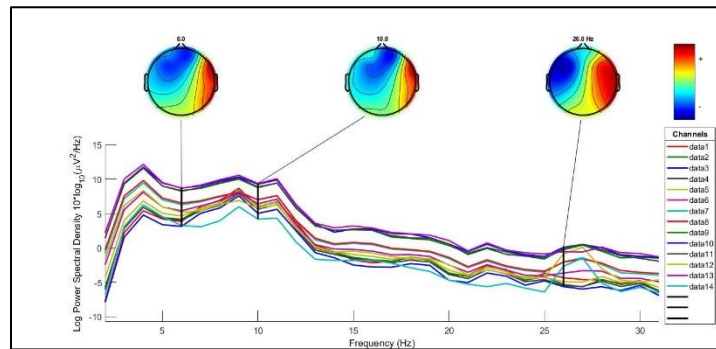


Fig 32: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante estado basal (sesión relajante).

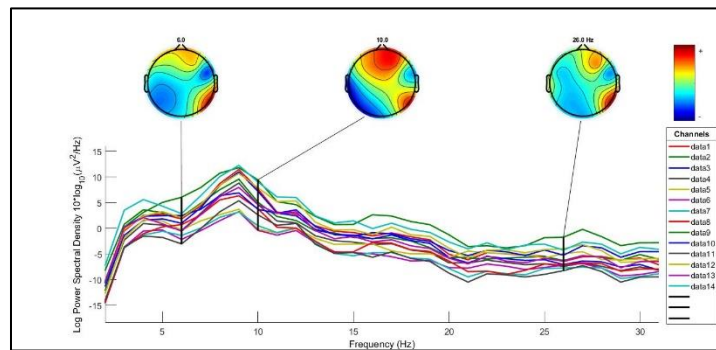


Fig 33: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante estado basal (sesión silencio).

Tab 21: Potencia absoluta de bandas de frecuencia durante estado basal ($\mu V^2 / Hz$).

CMont40	Sesión Relajante					Sesión Placentera					Sesión en Silencio				
	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H
1 - AF3	25.6984221	52.3947832	5.0181523	6.83425072	8.92001367	16.6759572	67.2053108	3.36277857	7.16154222	5.28084334	17.146482	63.7601637	5.82007676	6.3128556	6.57548272
2 - F7	28.5674697	50.2485544	4.78228696	7.06484538	8.18405579	29.9666805	42.8027642	6.32083645	9.24781122	10.3201011	23.9593363	54.7721213	5.96487819	7.02942276	7.33604738
3 - F3	27.3082343	50.5960355	4.98795957	7.18014335	8.72613969	20.6833058	56.6713377	4.87964174	7.76638389	9.56946956	16.8879952	64.9387743	5.38399371	6.40554525	5.8880752
4 - FC5	29.8661436	48.8075164	4.75061109	7.16291094	8.24783765	22.261583	52.5188721	5.44057613	8.4901468	10.1854796	19.1424949	60.3171078	5.89408156	6.78462509	7.21301327
5 - T7	31.7795698	47.059879	4.73567753	7.11896681	8.15992531	36.3461245	25.1020675	9.95405349	9.48664564	17.1476701	26.9012963	35.5613096	9.52640827	9.6371323	17.8140401
6 - P7	35.3892943	43.2530924	4.70530563	7.07585195	8.44588829	18.6074888	59.3289384	5.36953831	6.5768272	9.7499424	22.477835	45.5205021	8.97572428	8.80173036	13.9345202
7 - O1	38.6448395	39.5969677	4.7049649	6.97590425	8.96433149	14.8707725	56.7739352	5.54847797	9.7598499	12.8309759	22.528579	48.4738494	8.09232023	8.61361184	11.0449338
8 - O2	40.1087636	38.1030094	4.84461969	6.96699511	8.84816994	13.5160356	51.9267416	10.1513146	13.5054818	10.3739727	23.581046	52.8407343	5.91040631	7.69189846	7.59412756
9 - P8	40.015572	37.92161	4.5854949	6.97944605	9.37027015	20.1690702	46.4215879	10.2024551	10.7882161	11.0687128	24.2045709	52.768253	5.8545371	7.89332832	7.39884135
10 - T8	39.205705	38.5986231	4.7471161	7.20017999	9.05993227	22.1815436	41.0404818	9.91145056	12.0247984	14.4554669	21.9729644	47.8020076	7.30134834	10.1360404	11.6792912
11 - FC6	39.3812024	38.7947064	4.71328122	6.94828597	9.03486029	38.7211915	35.2998293	6.95979882	8.14348647	10.631403	15.8874089	60.8395831	5.76440636	7.92120077	8.79202829
12 - F4	39.0959889	37.5932819	4.3726173	6.65364206	11.1400499	15.7828529	57.9523498	6.13970096	9.84541675	9.9264894	16.0760632	61.6641927	5.69088696	7.72514894	8.2793798
13 - F8	39.5727459	39.6026938	4.75090261	6.6277009	8.32972093	25.6967666	48.7587486	5.67216016	9.24098655	10.1900343	16.9505564	59.3299522	6.26216257	7.87755912	8.82239577
14 - AF4	39.95699	33.713621	5.2557637	7.73943526	11.9055461	17.47002	61.4052944	4.43359249	8.2389015	8.1217311	18.0146021	61.6261413	5.60562084	7.13507005	6.95027893

Tab 22: Potencia relativa de bandas de frecuencia durante estado basal (porcentaje).

Sesiones	Canales	1 - AF3	2 - F7	3 - F3	4 - FC5	5 - T7	6 - P7	7 - O1	8 - O2	9 - P8	10 - T8	11 - FC6	12 - F4	13 - F8	14 - AF4
Relajante	Theta	12.3136712	13.4619736	10.5317892	13.1537817	15.4443225	18.9764882	23.9847976	25.4423805	38.8929809	40.1879573	38.9179555	19.021329	43.4718851	14.7115719
Relajante	Alpha	25.1055155	23.6788459	19.5130441	21.4960265	22.8702891	23.1932231	24.575733	24.1700611	36.8577626	39.5656657	38.3383585	18.2902186	43.5047837	12.4128559
Relajante	Beta low	2.40448308	2.25357798	1.92367394	2.09228556	2.30145756	2.52308441	2.92012161	3.07311038	4.45685408	4.86609547	4.6578382	2.12747501	5.21901342	1.93509435
Relajante	Beta med	3.27470364	3.32919796	2.76911921	3.15472154	3.45969502	3.79422149	4.32957295	4.41940676	6.78364566	7.38057192	6.86655226	3.23718923	7.28073438	2.84954543
Relajante	Beta high	4.27411906	3.85660837	3.36535357	3.63254986	3.96558288	4.52886396	5.56368404	5.61270123	9.10739792	9.28691809	8.9285819	5.11995635	9.15045601	4.38344575
Placentero	Theta	8.95646291	13.4948097	5.64103376	4.06405628	5.31050017	4.06030996	5.69280167	7.09111152	13.4906218	7.40731778	27.0713908	4.6420768	9.99418311	10.2936268
Placentero	Alpha	36.0951918	19.2833525	15.4561815	9.5878021	3.66764093	11.46470714	21.7340931	27.2430708	31.0503202	13.7050828	24.6793923	17.0381705	18.9636257	36.1810222
Placentero	Beta low	1.8061093	2.80141152	1.33084257	0.9932271	1.45437797	1.17167825	2.12405809	3.32582968	6.8241849	3.30983566	4.86584804	1.80509111	2.20605994	2.61234654
Placentero	Beta med	3.84638114	4.16454043	2.11815433	1.54061958	1.38608542	1.4351188	3.73626115	7.08557453	7.21598675	4.01556828	5.69340705	2.89458304	3.59407521	4.85449799
Placentero	Beta high	2.83627961	4.64742169	2.60991649	1.85945278	2.50543094	2.12751912	4.9119305	5.44264603	7.40360452	4.82726715	7.43279986	2.91841865	3.96318612	4.78545924
Silencio	Theta	8.19772708	9.56154364	7.334678	5.72143815	4.92151981	3.16380007	3.3465223	5.7130386	20.0958387	7.37303635	2.63287309	7.91766674	5.29750447	12.628911
Silencio	Alpha	30.4837121	21.8581191	28.2037621	18.0279845	6.50584596	6.40564328	7.20057924	12.801856	43.8108283	16.0399814	10.0823805	30.3704035	18.5422047	43.202234
Silencio	Beta low	2.78257668	2.38042666	2.33833915	1.7616629	1.74283077	1.26306357	1.20207893	1.43192882	4.8607279	2.44997014	0.95528166	2.80283461	1.95709412	3.92975023
Silencio	Beta med	3.01817407	2.80525852	2.78201239	2.02783456	1.76308744	1.23857915	1.27951453	1.86353535	6.55343378	3.4011521	1.31270722	3.80473465	2.46194896	5.00195143
Silencio	Beta high	3.14373601	2.92762437	2.55726835	2.15587412	3.25903072	1.96086514	1.64067681	1.83984815	6.1428861	3.91899047	1.45702139	4.07770044	2.75723581	4.87240593

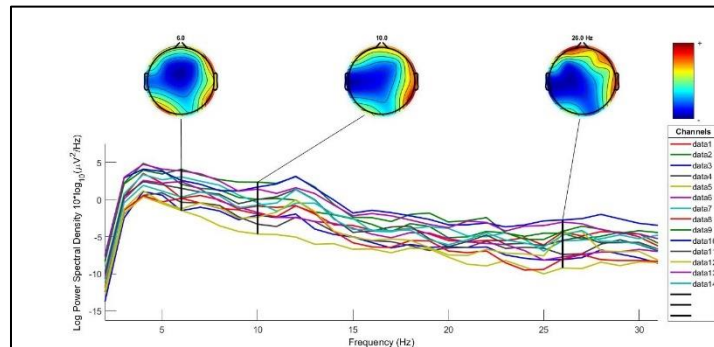


Fig 34: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante tarea cognitiva (sesión placentera).

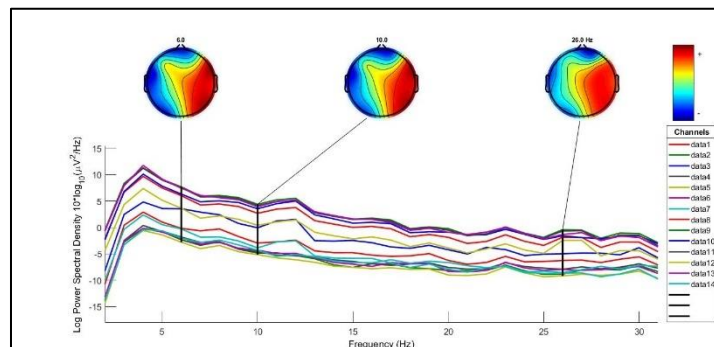


Fig 35: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante tarea cognitiva (sesión relajante).

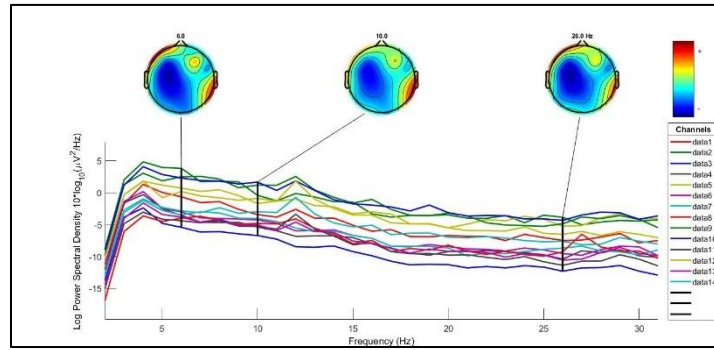


Fig 36: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante tarea cognitiva (sesión silencio).

Tab 23: Potencia absoluta de bandas de frecuencia durante tare cognitiva ($\mu V^2 / Hz$).

CMont	Sesión Relajante					Sesión Placentera					Sesión en Silencio				
	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H
1 - AF3	37.6127183	19.0636058	9.49704924	10.6211528	22.6009144	32.7748835	19.6563442	11.0926482	12.8904696	22.7006031	33.7985548	20.0072436	10.2614797	11.0987485	22.3655413
2 - F7	36.7457921	17.37829	10.5317721	11.347553	23.1927352	36.8385921	18.780525	9.71575023	13.0372147	20.6085873	35.4741898	20.7640489	10.0507001	12.0195046	20.3684735
3 - F3	41.7140945	21.3956092	8.87572444	8.9827732	18.0895109	32.7863088	21.4944137	11.5212902	12.0980336	21.4135562	36.2878909	22.0585583	10.1630079	11.1740544	18.6612686
4 - FC5	34.8750218	18.3065633	9.76322699	11.918174	24.1206121	32.85045	19.5519941	10.8659489	12.8063572	23.1835617	37.4142228	18.9086713	9.89954455	11.5547243	20.760147
5 - T7	35.6711362	19.1721727	10.273644	11.2873968	22.6995417	38.8309087	16.1338677	9.06131613	13.3747586	21.4041826	26.622569	18.0109316	11.0239894	16.2757522	26.4081795
6 - P7	34.6480691	19.0947685	10.1697326	11.3047297	24.1418579	42.6737682	17.0515768	8.69553407	11.7939827	18.5946643	33.1693734	21.9487508	10.3024181	11.2629894	21.990953
7 - O1	35.8542632	15.6205019	9.12979353	12.4545632	26.4974603	39.8375773	18.0938444	11.0434082	11.0898636	17.5805016	34.1340085	23.1755772	10.0334888	10.3743251	20.4791221
8 - O2	47.3549316	20.656316	7.61071076	9.48687659	13.541464	33.1054673	22.6147633	12.0251883	12.1700404	17.9862188	29.2864178	23.5191152	10.4534138	11.9714551	23.1616924
9 - P8	47.3261738	21.023622	7.67414946	9.33885677	13.2761822	31.3101704	25.5682132	10.7459498	12.077802	18.5826712	33.0707389	23.2443858	11.4824597	12.213427	17.3749692
10 - T8	45.0526967	22.285777	7.75794713	9.19963469	14.1323749	34.1221405	19.2034637	11.2810775	12.6961457	21.776081	33.1679853	22.1878596	10.3202367	11.7497021	20.6376779
11 - FC6	48.0304026	20.644782	7.54309136	9.3051983	13.1124386	34.4499049	22.470423	11.6807816	12.3107557	18.0821354	28.2406886	26.1297554	11.3468144	11.5763983	19.5851085
12 - F4	46.0420081	19.8838332	7.13396909	9.90851895	15.7076353	30.1225687	22.1306329	12.5338455	13.5651035	20.7757349	29.695608	26.942834	11.8208943	10.5195578	17.7064365
13 - F8	49.4588245	20.9761154	7.04447764	8.73771687	12.2465775	35.7376251	20.4141587	12.0239689	12.4586535	18.7280432	29.6312983	22.1200595	11.6056424	12.0398441	21.9924055
14 - AF4	43.273379	20.8464986	8.43326203	9.83786897	16.200361	32.156123	22.4302119	12.6521152	12.2218726	19.5809219	26.7865157	23.991604	10.2068749	13.9086338	22.1412129

Tab 24: Potencia relativa de bandas de frecuencia durante tarea cognitiva (porcentaje).

Sesiones	Canales	1 - AF3	2 - F7	3 - F3	4 - FC5	5 - T7	6 - P7	7 - O1	8 - O2	9 - P8	10 - T8	11 - FC6	12 - F4	13 - F8	14 - AF4
Relajante	Theta	4.95963732	2.78001247	10.2415934	2.61618079	2.37150023	3.06996195	2.77974627	22.545753	32.5873444	26.6159289	32.476226	13.6019367	35.4642955	4.81292314
Relajante	Alpha	2.51373937	1.31475905	5.25302378	1.37328313	1.2746107	1.69187531	1.21104237	9.83450262	14.4762181	13.1658413	13.9591711	5.87417125	15.040858	2.31857549
Relajante	Beta low	1.25228704	0.79678396	2.179157	0.73239716	0.68301578	0.90180828	0.70782404	3.62347065	5.28418275	4.58318779	5.10033491	2.10754917	5.05122066	0.93795869
Relajante	Beta med	1.40051206	0.85850208	2.20543948	0.89405243	0.75041243	1.00164572	0.96559021	4.51671597	6.43044889	5.43489827	6.29180073	2.92721914	6.26535256	1.09418096
Relajante	Beta high	2.98017117	1.75465242	4.44131458	1.80942918	1.50911841	2.13906826	2.05432241	6.44711104	9.14156984	8.34902934	8.86610349	4.64042013	8.78137012	1.80182584
Placentero	Theta	5.17956342	7.2752433	3.35261102	3.56964215	2.92570125	5.94585745	7.81669892	3.74303315	8.49938889	9.46998917	5.98790201	3.65090657	9.78331022	5.24797786
Placentero	Alpha	3.10638118	3.70896066	2.1979421	2.12458649	1.21560063	2.37584468	3.55026946	2.55691327	6.94069	5.32957753	3.90569122	2.68227035	5.58845325	3.66067935
Placentero	Beta low	1.75302148	1.91876081	1.17812605	1.18073114	0.6827217	1.21157349	2.16687367	1.35961465	2.91707151	3.13086109	2.03029228	1.51912339	3.29160703	2.06486399
Placentero	Beta med	2.03713934	2.57471589	1.23710178	1.39158253	1.00771652	1.64328915	2.17598887	1.3759922	3.27861314	3.52358791	2.13979107	1.64411362	3.41060358	1.99464709
Placentero	Beta high	3.58747922	4.06998416	2.1896739	2.51920504	1.61269066	2.59084744	3.44954431	2.03359199	5.04441038	6.0435614	3.14294206	2.51805441	5.12687274	3.19566648
Silencio	Theta	3.5884295	8.15710558	1.4391198	2.40055899	4.22689067	2.36824718	2.29968149	1.87258751	7.98365995	7.70575565	1.60741195	4.96681812	1.71850116	2.71506789
Silencio	Alpha	2.12419091	4.77458512	0.8748072	1.21321191	2.85961278	1.56711032	1.56138843	1.50382344	5.61146435	5.15479679	1.48726122	4.50639557	1.28287825	2.43177703
Silencio	Beta low	1.08947251	2.31110626	0.40304866	0.6351713	1.75028932	0.73557834	0.6759777	0.66839626	2.77199894	2.39765008	0.64584137	1.9771352	0.67308255	1.03456375
Silencio	Beta med	1.17836626	2.76382261	0.44314515	0.7413704	2.5841167	0.80416179	0.69894057	0.76546055	2.94846293	2.72975076	0.6589089	1.7594767	0.69826458	1.40977219
Silencio	Beta high	2.37457396	4.68362462	0.74007611	1.33200568	4.19285184	1.5701235	1.37972245	1.48096966	4.19451909	4.79465066	1.11475106	2.96153726	1.27547481	2.24422231

Participante 7

Edad: 26 | Gusto de pieza relajante (Música Clásica): 5/5 | Gusto de pieza escogida (Rock): 5/5

¿Qué tan seguido escucha música al hacer tareas escolares? 5/5

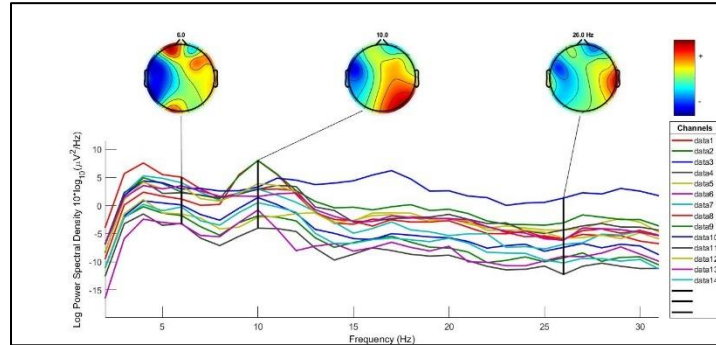


Fig 37: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante estado basal (sesión placentera).

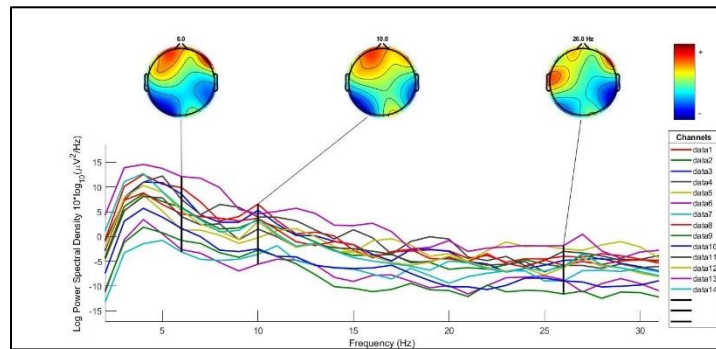


Fig 38: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante estado basal (sesión relajante).

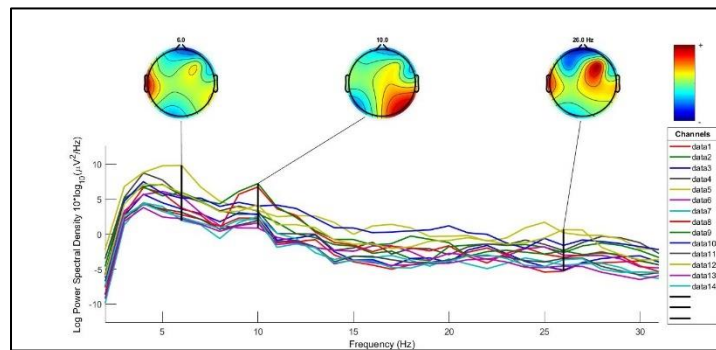


Fig 39: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante estado basal (sesión silencio).

Tab 25: Potencia absoluta de bandas de frecuencia durante estado basal ($\mu V^2 / Hz$).

Vic 40	Sesión Relajante					Sesión Placentera					Sesión en Silencio				
	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H
1 - AF3	68.3418739	16.5805227	4.2655419	3.55307448	7.12441358	41.7341945	29.7184051	5.83670768	9.48927306	12.823426	35.0298701	24.6008333	11.255742	10.115402	18.8509493
2 - F7	57.4941459	23.0977098	4.13563511	5.55025653	9.58403937	26.5543739	35.7475379	7.15065168	13.3810122	16.4467733	42.5551916	20.6030852	8.43526427	8.58094488	19.3662263
3 - F3	65.3245999	20.0450333	3.44444805	3.93474156	7.02044283	27.4759205	37.9879541	7.12901542	11.3782216	15.396429	38.4405876	23.907399	10.1045633	9.34505386	18.0174948
4 - FC5	57.2776951	22.0588604	4.52167203	6.56808477	9.23175771	33.1517085	30.4754994	7.11139031	12.012596	16.6038594	46.6466956	20.1424004	6.64699152	8.2740579	17.8731984
5 - T7	45.3925772	13.559732	6.29859608	10.0796501	24.3185059	28.2271462	17.8928313	9.41392861	14.0017902	30.2856662	43.5125461	14.0898967	11.4775891	11.1713136	19.5936901
6 - P7	55.2817473	13.5790153	5.61801918	7.90062281	17.362412	23.3764638	36.1196403	8.07510246	14.5063431	17.7161647	39.1820591	18.0504243	9.06701735	12.548868	20.9368166
7 - O1	30.2078716	25.0868286	8.40328672	9.44091625	26.5159175	38.1975627	32.4431199	6.15533759	7.87404053	14.2070897	31.9702533	30.1130504	6.59167357	12.1061849	18.5677741
8 - O2	56.5087235	19.6491198	5.11234378	5.33521743	12.8519523	16.4667728	58.4748462	4.8503572	7.56553046	11.8927147	27.2221431	41.3837668	6.32881793	9.80765274	14.3492685
9 - P8	61.6168061	16.1878672	4.12777916	5.91676463	11.6913312	14.8831924	50.3441211	6.12409468	11.6511145	15.8523785	37.7213321	33.2097089	7.78754099	9.31145708	11.2836761
10 - T8	65.4144331	13.7577671	4.69125425	6.12951369	9.92035724	16.710722	20.3530044	9.35606704	24.0481353	28.0802155	30.4516242	22.9444267	10.4955127	14.540336	20.8247203
11 - FC6	53.6847609	18.7726429	8.39205761	7.14146805	11.6576315	24.6077164	32.8751063	9.43331604	12.9047595	18.2880974	37.7691193	23.5936565	9.35147288	11.3216782	17.6691391
12 - F4	63.5507954	19.5280399	4.8196362	3.69340335	8.23320151	32.7331497	33.9443655	6.49201092	12.5740617	13.1931286	45.0587556	20.9319869	7.90292925	9.22363191	14.7186015
13 - F8	66.6311808	14.2306319	7.04133757	4.61129783	7.15394634	35.7286511	26.9540183	7.43933253	12.6007501	16.2792431	35.3866568	24.7705075	10.5327236	11.3483139	17.5991856
14 - AF4	68.8838293	17.5108676	3.75672041	2.6650764	7.05380555	30.3608708	37.9274194	6.40610729	12.316637	12.017766	37.2479906	25.4255908	9.64938227	10.9601107	16.5476461

Tab 26: Potencia relativa de bandas de frecuencia durante estado basal (porcentaje).

Sesiones	Canales	1 - AF3	2 - F7	3 - F3	4 - FC5	5 - T7	6 - P7	7 - O1	8 - O2	9 - P8	10 - T8	11 - FC6	12 - F4	13 - F8	14 - AF4
Relajante	Theta	52.0078356	18.8518603	30.764541	18.4820575	13.3907291	4.63312875	2.14660814	18.2950231	4.52312615	7.74427907	11.857814	19.8242383	65.8000255	27.2223496
Relajante	Alpha	12.6176976	7.57355019	9.44018407	7.11783402	4.00009669	1.1380488	1.78270059	6.36151513	1.18830835	1.62875351	4.14647481	6.09163919	14.0531195	6.92015768
Relajante	Beta low	3.24605676	1.35604094	1.62215863	1.45902872	1.85807458	0.47084268	0.59714779	1.6551506	0.30300931	0.55538786	1.85362582	1.50345272	6.95350414	1.48462647
Relajante	Beta med	2.7038725	1.81988373	1.85306176	2.11935414	2.97347875	0.66214627	0.67088301	1.72730722	0.43433398	0.72566041	1.57739736	1.15213205	4.55377665	1.05321731
Relajante	Beta high	5.42164429	3.14252814	3.30626902	2.97885375	7.17391577	1.45513292	1.88425339	4.16089322	0.85822958	1.17445052	2.57492116	2.5682912	7.06470824	2.78760868
Placentero	Theta	11.7129625	2.17728839	3.88104299	1.63411235	4.96326507	1.7393263	9.16662806	5.93639898	6.1944156	10.1408606	6.6147095	8.99446186	8.80083758	3.44949007
Placentero	Alpha	8.34065608	2.93106889	5.36589421	1.50219678	3.14615101	2.68748263	7.78568036	21.0806344	20.9533277	12.3511707	8.83703609	9.32728149	6.63943166	4.30917339
Placentero	Beta low	1.63810848	0.58630759	1.00699139	0.35053429	1.65527973	0.60082818	1.4771542	1.74859129	2.54886093	5.67770631	2.33573489	1.78388408	1.83248892	0.72783826
Placentero	Beta med	2.66322378	1.0971572	1.60720247	0.59212428	2.4619774	1.07934478	1.8896075	2.72743225	4.84921803	14.5935519	3.46888081	3.45511872	3.10387188	1.39937083
Placentero	Beta high	3.59897463	1.34852996	2.17478439	0.8184366	5.32522091	1.31817163	3.40940882	4.28741565	6.59779286	17.0404098	4.91595602	3.62522681	4.00997436	1.36541422
Silencio	Theta	6.30586297	10.062417	8.33655732	14.0148405	19.5773255	8.51419053	6.16712617	9.56989798	18.3143198	13.6163686	7.614435	17.0245822	6.18587548	6.99224461
Silencio	Alpha	4.42849154	4.87171665	5.18476472	6.05171663	6.3393784	3.92232453	5.80886801	14.5483927	16.1238534	10.2595438	4.75659394	7.90874773	4.33008622	4.77292726
Silencio	Beta low	2.02618983	1.9945662	2.19136272	1.99706591	5.16403929	1.97024646	1.27154709	2.22488515	3.78097771	4.69304261	1.88530164	3.66847004	1.84120577	1.81139546
Silencio	Beta med	1.82091281	2.02901321	2.02664897	2.48591245	5.02623872	2.7268463	2.33530742	3.44786359	4.52086374	6.50167536	2.28250446	3.48494715	1.98377759	2.05744723
Silencio	Beta high	3.39343259	4.57925432	3.90742929	5.36994143	8.81566547	4.54953236	3.58176098	5.04446088	5.47840813	9.31172231	3.56218291	5.56113986	3.0764808	3.10634714

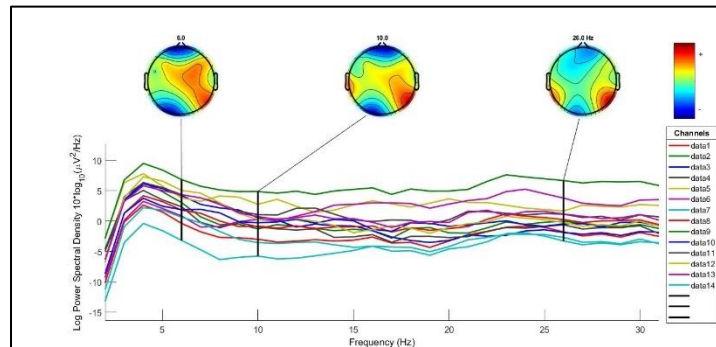


Fig 40: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante tarea cognitiva (sesión placentera).

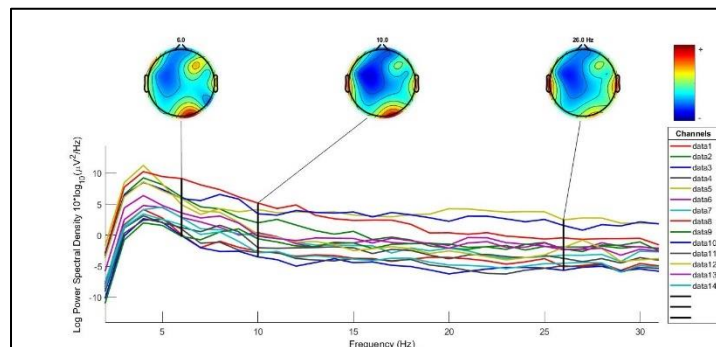


Fig 41: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante tarea cognitiva (sesión relajante).

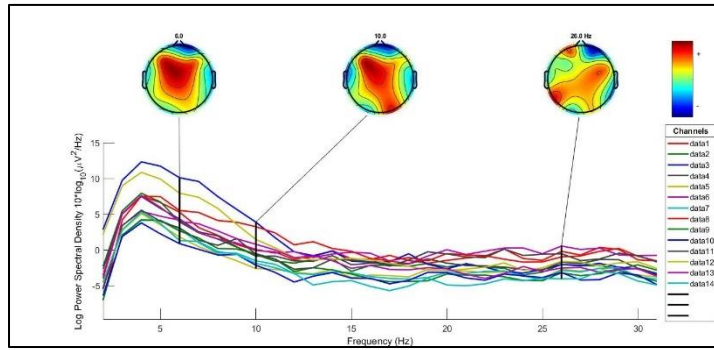


Fig 42: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante tarea cognitiva (sesión silencio).

Tab 27: Potencia absoluta de bandas de frecuencia durante tare cognitiva (μV²/Hz).

Vic	Sesión Relajante						Sesión Placentera						Sesión en Silencio			
	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H		Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H
1 - AF3	34.6669414	14.9011334	7.2237113	13.3427829	29.2332154	22.2822874	10.3983282	6.84404293	11.9049731	48.1190997	42.2993022	13.268176	6.61916901	9.33687649	27.7773213	
2 - F7	50.2950335	16.1104957	6.17708413	9.06132631	17.6700598	30.7367294	11.0469665	6.11835433	10.3639774	41.0665962	48.4449781	12.3232534	7.08122249	10.4090199	21.2253402	
3 - F3	36.8645702	13.2731942	9.48469953	11.4520331	27.7990909	36.7637279	13.9808415	8.07986334	9.88964268	30.5282122	73.4515231	10.1673053	2.61935888	4.27942465	8.25974824	
4 - FC5	40.6105695	13.894735	7.17122788	12.7518846	24.7065663	35.801047	14.7896723	7.19927249	8.81782434	33.0206192	45.0733836	13.3803194	6.84822471	10.5467748	23.5504291	
5 - T7	25.8000833	13.4300935	9.10781385	14.3215044	36.4446772	21.4998584	11.9416162	7.90580937	17.3855048	40.3465411	37.8289211	12.6764511	7.55828654	12.2974286	28.7878453	
6 - P7	31.8568879	11.7673216	8.09420157	13.2525731	34.4035245	9.04103989	7.25785827	7.66391682	15.3358235	59.5776776	31.4857663	14.0273557	7.8795738	13.1329636	32.2437385	
7 - O1	38.2639008	14.851923	7.55302248	12.6474485	26.1691484	17.0963953	8.84144884	6.30737126	12.9285766	54.2871031	40.959743	12.8383873	7.12520349	11.874025	25.9708449	
8 - O2	45.9401413	19.1582217	8.33799158	9.44212168	16.4111771	20.5313264	12.0544658	7.51595173	13.6323223	45.4327089	38.8432114	18.8105466	7.73893753	11.0539395	22.159499	
9 - P8	20.1392607	14.5911987	9.33526983	15.8620192	39.1287203	15.395853	11.111925	7.04942102	14.0471146	51.6064154	39.5345536	16.1672574	7.43067309	11.1936354	24.2128874	
10 - T8	25.769003	17.620171	9.71786101	14.7473166	31.5607518	19.6482153	14.3693738	10.4075957	15.6739119	38.2411734	35.2003034	14.4889604	7.69431132	13.0929593	28.6190665	
11 - FC6	29.6711355	18.3876034	9.28050321	14.2411837	27.9189784	26.1929556	13.3779616	8.70402551	12.7934113	38.267319	30.0594214	13.0830956	7.28831348	13.7619243	34.8119039	
12 - F4	50.3733373	15.6921796	5.81240179	9.78908632	17.7534463	35.8311356	12.7780326	7.01381994	10.9732925	32.7434853	67.9963238	11.6852967	3.51847675	5.65984737	10.5711266	
13 - F8	34.9292569	17.5038925	7.75193403	13.5465627	25.7250431	23.7824968	13.5703162	8.07801563	13.0375697	40.8502431	48.454929	15.2525601	7.53450744	9.92861682	18.034378	
14 - AF4	38.7107329	16.7203235	6.87956912	13.0301697	24.1679718	26.9928153	12.1103846	6.99841064	12.0671912	41.3309683	42.140443	17.1925031	6.28129734	9.94892459	23.680834	

Tab 28: Potencia relativa de bandas de frecuencia durante tarea cognitiva (porcentaje).

Sesiones	Canales	1 - AF3	2 - F7	3 - F3	4 - FC5	5 - T7	6 - P7	7 - O1	8 - O2	9 - P8	10 - T8	11 - FC6	12 - F4	13 - F8	14 - AF4
Relajante	Theta	5.26057907	21.5533895	4.4052247	5.59726516	18.7403563	8.82500517	9.14727169	33.8548758	4.5172409	17.5144594	5.62207762	15.9917784	10.0781794	6.05627968
Relajante	Alpha	2.26119142	6.9039777	1.58611379	1.91508066	9.75519092	3.25978715	3.55046329	14.1183548	3.2728093	11.9759297	3.48407743	4.98171994	5.05041862	2.61588835
Relajante	Beta low	1.09617125	2.64712221	1.13339807	0.98839451	6.61562503	2.24225828	1.80560652	6.14455378	2.09390322	6.6049541	1.75846689	1.84523493	2.23667461	1.07630602
Relajante	Beta med	2.02471754	3.88313282	1.36848956	1.75756411	10.4026833	3.67123198	3.02346717	6.95822536	3.55785464	10.0233322	2.69841509	3.10769363	3.9086056	2.03856518
Relajante	Beta high	4.43603142	7.57231189	3.32202029	3.40525151	26.4722493	9.53047525	6.25593067	12.0939628	8.77658116	21.4509465	5.29007943	5.63610027	7.42247682	3.78107014
Placentero	Theta	3.86779534	8.15589863	8.96794337	10.1612837	11.8662682	5.04930462	2.02581311	5.91633656	17.3352519	5.48031376	9.69313173	12.0707823	8.9844472	4.03770213
Placentero	Alpha	1.80495856	2.9312793	3.41041027	4.19770004	6.59085367	4.05342059	1.04765494	3.47363222	12.5116822	4.00793027	4.95073355	4.30465982	5.12653447	1.81152374
Placentero	Beta low	1.188	1.62348691	1.97095782	2.04334388	4.36339869	4.28019908	0.74738301	2.16580747	7.93742895	2.90290435	3.22106704	2.36281357	3.05167727	1.04685255
Placentero	Beta med	2.06648442	2.75005022	2.41242553	2.50273169	9.59546144	8.5648604	1.53195335	3.92830962	15.8166144	4.37179427	4.73441114	3.6966795	4.92527584	1.80506269
Placentero	Beta high	8.35259084	10.8968977	7.44688567	9.37212478	22.2681874	33.2733675	6.4326733	13.0919548	58.1072197	10.6662934	14.1614474	11.0306156	15.4322255	6.1824651
Silencio	Theta	14.4747804	13.6033463	49.6492976	12.4076006	7.07932203	10.8164333	8.34119754	16.0484066	7.76352646	5.63692342	8.20971989	37.1690414	14.4880565	7.12356993
Silencio	Alpha	4.54035699	3.46036865	6.87255414	3.68327481	2.372277	4.81887454	2.61445792	7.77173895	3.17481593	2.32024023	3.57320749	6.38756999	4.56052576	2.9062817
Silencio	Beta low	2.26507324	1.98840676	1.77054639	1.88514884	1.41446129	2.70690202	1.45100348	3.19740854	1.45918499	1.23215539	1.99055768	1.92331586	2.25282281	1.06181278
Silencio	Beta med	3.19507012	2.92285204	2.89266198	2.90326925	2.30134656	4.51162039	2.41807153	4.56703008	2.1981299	2.09668672	3.75860672	3.09385993	2.96866314	1.68180149
Silencio	Beta high	9.50537252	5.96007399	5.58314766	6.48285737	5.38737087	11.0768226	5.28880144	9.15538743	4.75476197	4.58301409	9.50770062	5.77852776	5.39229119	4.00309216

Participante 8

Edad: 24 | Gusto de pieza relajante (Música Clásica): 5/5 | Gusto de pieza escogida (Épica): 5/5

¿Qué tan seguido escucha música al hacer tareas escolares? 5/5

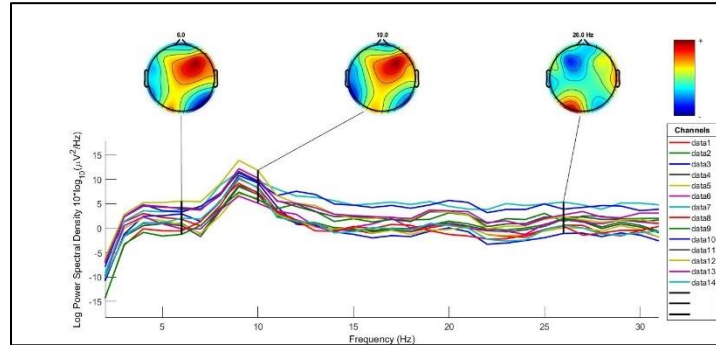


Fig 43: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante estado basal (sesión placentera).

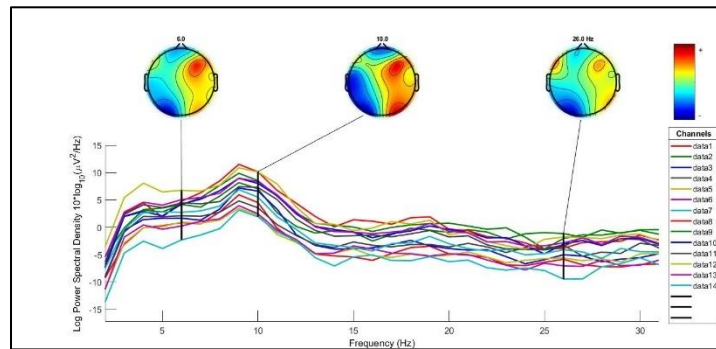


Fig 44: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante estado basal (sesión relajante).

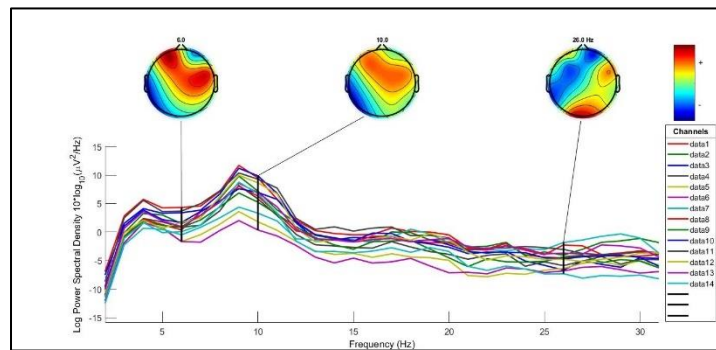


Fig 45: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante estado basal (sesión silencio).

Tab 29: Potencia absoluta de bandas de frecuencia durante estado basal ($\mu V^2/Hz$).

Ism 40	Sesión Relajante					Sesión Placentera					Sesión en Silencio				
	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H
1 - AF3	20.7960503	53.1089747	4.38050678	8.07142352	12.7321954	13.8993748	43.0968043	6.26150453	11.3756238	24.4006081	16.723609	61.9425981	4.84903188	6.79312783	8.53988279
2 - F7	23.158334	42.7089919	5.30743459	7.6057722	20.3715082	9.84173858	34.9954042	6.57666619	13.0577145	34.7422983	16.6146253	52.7080869	4.87149029	8.24521306	16.5161429
3 - F3	25.4446681	51.8904703	4.50475395	7.41901791	9.98271889	15.4463313	54.0452005	4.8397897	8.0687126	16.5564135	14.5000154	67.3603948	3.97154288	6.37284501	6.81130206
4 - FC5	26.886702	41.6059094	5.38469938	9.12308316	16.4677035	10.3492895	34.2781323	6.85696438	12.9709909	34.7791509	17.6466473	55.2513345	5.71312197	7.81848607	13.0211203
5 - T7	24.1024294	42.8115336	6.00147528	8.17533578	18.1378829	15.0672599	30.2021175	6.56230907	14.3318713	33.095039	24.9456404	40.7584335	7.05182917	9.81261309	16.8656702
6 - P7	23.1555698	48.6056919	6.5761186	8.19664807	13.1594627	14.5963529	27.8098553	5.95795439	15.0885643	35.2635839	29.3150859	37.4409041	7.10259224	8.8107633	16.4218047
7 - O1	19.6461601	48.9361756	7.26690173	9.3528701	14.5528262	8.10583999	29.9813822	8.33788315	18.0833421	34.8858256	19.2210704	33.6867815	9.97612998	15.2972913	21.5587833
8 - O2	19.8055602	53.5194356	5.9169616	9.75236982	10.2178625	13.2239481	45.4440332	6.93569268	9.6833797	23.6920417	15.1991541	52.0393887	7.08166275	10.5477773	14.1441253
9 - P8	20.5734126	48.7071237	4.83275385	9.01969094	16.281715	8.22561612	25.8106803	8.63025679	14.78493	41.7602962	18.6935441	50.4003161	6.69335337	12.5760023	11.0527404
10 - T8	21.2446625	49.9675179	5.09646412	8.63638256	14.2942809	14.323922	27.4367598	9.80146103	14.9019091	33.0348018	16.7631681	61.3620979	4.84549903	8.32199098	8.4570468
11 - FC6	23.5023642	48.2728465	5.03536257	9.16053017	13.4744584	15.9470057	40.1759209	6.86912322	11.9614944	24.464407	15.4228228	66.4856118	3.74262715	6.4173165	7.5492863
12 - F4	20.540919	58.1865866	4.23921148	7.09029971	9.38535104	18.28874	47.142969	6.19024942	9.66366273	17.9108354	12.0718189	69.8302996	3.38765193	6.37368312	7.55678757
13 - F8	22.0378049	51.3958079	4.62516803	8.75333276	12.4743668	16.5814647	37.5288521	7.5358052	12.1301891	25.7077161	18.5807637	54.7900216	5.1436413	7.61779928	13.3064418
14 - AF4	24.7924776	46.3323663	4.46916609	8.90639011	14.8463924	15.4970393	43.4023225	6.49785922	11.6737193	22.1517709	14.8108896	67.6384944	3.65555521	6.27109089	6.78347221

Tab 30: Potencia relativa de bandas de frecuencia durante estado basal (porcentaje).

Sesiones	Canales	1 - AF3	2 - F7	3 - F3	4 - FC5	5 - T7	6 - P7	7 - O1	8 - O2	9 - P8	10 - T8	11 - FC6	12 - F4	13 - F8	14 - AF4
Relajante	Theta	4.37481771	10.1696424	8.44988224	6.64380407	3.81642501	3.55443805	2.24952866	12.9759642	11.6048864	9.84162161	9.70832111	15.5464996	11.3518423	7.54679906
Relajante	Alpha	11.172414	18.7550268	17.2322296	10.280975	6.77886055	7.46109562	5.60330001	35.0642079	27.4743255	23.1475273	19.9404746	44.0388156	26.4743748	14.1035141
Relajante	Beta low	0.92151723	2.33068198	1.49597709	1.33057925	0.95028514	1.0094507	0.83207627	3.87660238	2.72602122	2.36094461	2.07999997	3.20846888	2.38245952	1.36040855
Relajante	Beta med	1.69796697	3.3399362	2.4637707	2.25434778	1.29449839	1.25820604	1.07092425	6.38943814	5.08775527	4.00081712	3.78401797	5.36632959	4.50890883	2.71109397
Relajante	Beta high	2.67844293	8.94584876	3.31514637	4.06923079	2.87198726	2.02001054	1.66633069	6.69441396	9.18405985	6.62184698	5.56600892	7.10335093	6.42564199	4.51922321
Placentero	Theta	6.13054981	4.10576074	7.71958987	3.94447	4.83724742	5.50462092	7.57907681	4.49206319	4.22005726	13.6304563	11.1960418	16.5154837	12.866708	6.56170064
Placentero	Alpha	19.0085604	14.5993267	27.0100889	13.0645745	9.69619662	10.4877371	28.033023	15.4369532	13.2418711	26.1084606	28.2066174	42.572038	29.1212379	18.3772553
Placentero	Beta low	2.76174043	2.74364307	2.41877445	2.61342483	2.10678735	2.24688185	7.7960405	2.35599606	4.42765348	9.32694172	4.82266027	5.59004957	5.84755366	2.75130018
Placentero	Beta med	5.01740756	5.44739641	4.03248841	4.9436905	4.60115559	5.69024518	16.9081846	3.2893479	7.58523742	14.1804611	8.39790202	8.7266845	9.4126546	4.94284424
Placentero	Beta high	10.7622929	14.4937364	8.27437397	13.2555299	10.6249506	13.2987098	32.618748	8.04798592	21.4246372	31.435484	17.1759218	16.1742203	19.948399	9.37942317
Silencio	Theta	10.3099423	7.32423466	8.09391854	5.65581665	4.16550124	3.67147737	4.5812037	4.63761017	5.32320641	7.39061882	10.9825957	6.62688879	7.7629046	4.93112068
Silencio	Alpha	38.1886738	23.2353358	37.6006185	17.7082599	6.80597102	4.68917037	8.02900175	15.8784098	14.3520824	27.0535899	47.3444195	38.3337121	22.8908627	22.5194831
Silencio	Beta low	2.989381	2.14750182	2.21691796	1.83107702	1.17753654	0.88954222	2.37773873	2.16077756	1.90601104	2.13630479	2.66512566	1.85966943	2.148975	1.21707638
Silencio	Beta med	4.18789724	3.63474194	3.55732645	2.50585411	1.6385409	1.10347683	3.64599921	3.21836852	3.58116447	3.66903575	4.56977257	3.49886703	3.18265977	2.08788984
Silencio	Beta high	5.26475469	7.28082064	3.80207348	4.17331789	2.81628248	2.0566982	5.13838073	4.31569671	3.14739774	3.72857882	5.37584852	4.14833848	5.55933223	2.25848199

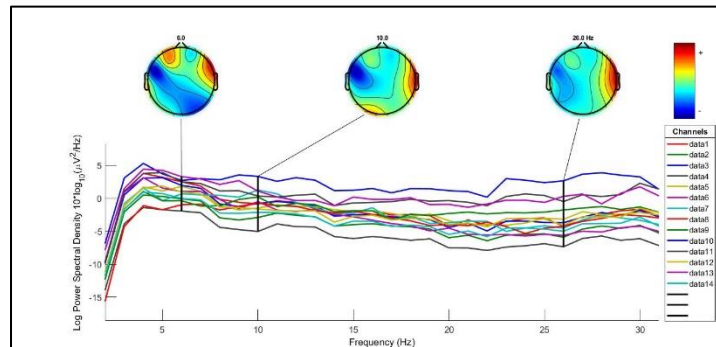


Fig 46: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante tarea cognitiva (sesión placentera).

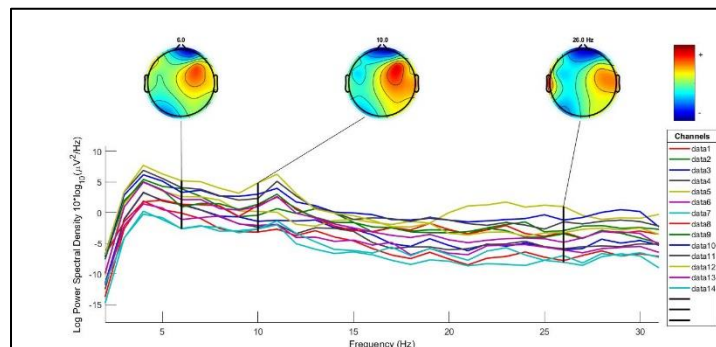


Fig 47: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante tarea cognitiva (sesión relajante).

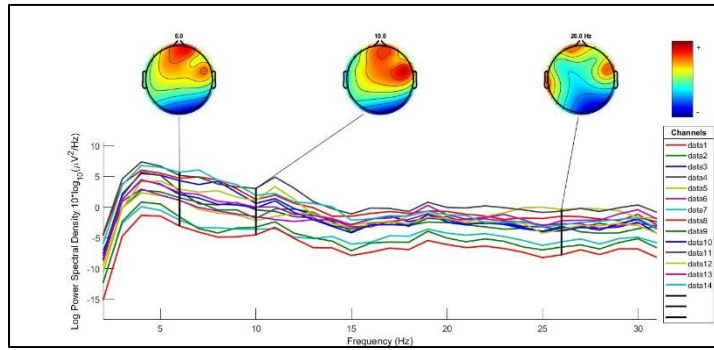


Fig 48: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante tarea cognitiva (sesión silencio).

Tab 31: Potencia absoluta de bandas de frecuencia durante tarea cognitiva (μV²/Hz).

Ism	Sesión Relajante					Sesión Placentera					Sesión en Silencio				
	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H
1 - AF3	40.5403626	19.4140382	11.4478807	8.74975813	19.0005473	36.1391472	17.6928512	10.1761864	10.0175837	24.9431904	42.071791	17.2578404	6.62346672	10.9279517	22.1430979
2 - F7	39.1734092	17.0914067	11.156287	8.43999631	23.6027624	31.9647746	15.7243659	11.3659491	11.7483366	28.1968321	33.9582218	15.7170796	8.67461009	12.6699966	27.613933
3 - F3	38.368246	19.1545689	11.5304256	9.17331404	21.0686341	35.5357059	15.3958582	10.051965	10.9259879	27.0930964	48.9739108	17.3349455	5.69059702	9.64712163	17.4922395
4 - FC5	41.3405235	18.1267829	9.61867399	9.09269056	20.9787388	30.0194825	15.8546697	11.5437066	11.3655356	30.157226	32.8382099	16.4685714	7.36115864	12.5748603	29.2112623
5 - T7	26.8275946	11.844454	5.38833455	9.9256851	45.0839156	28.6758531	16.5658328	10.5063803	12.0248494	31.3344699	25.3434418	13.6945691	7.56101375	12.5431459	39.7297307
6 - P7	36.807271	18.76603	9.3230918	11.7406933	22.7131145	31.5391301	19.7469282	11.2144355	12.8323373	24.1201734	27.4314927	16.5401763	8.25900639	15.0444205	31.8298926
7 - O1	33.3515205	23.3384978	7.9994924	11.2792859	23.2615108	25.2392118	23.2713097	10.0854481	14.3674116	26.2855576	26.2462698	17.9226531	7.62106912	15.5275285	31.8775179
8 - O2	28.5455742	23.6327361	8.71170057	11.3761371	26.4475766	21.4844765	18.1572234	11.0682643	15.1939086	33.2998855	28.6293101	21.930008	7.08817765	13.6572237	27.8608539
9 - P8	35.7470505	23.0678592	7.64254613	11.7788067	20.5032401	17.7167435	17.1781108	9.86983116	15.0665222	39.2094694	28.4743864	22.052835	6.3757663	13.6302402	27.298974
10 - T8	34.7295421	21.0125024	8.35616173	9.93008642	24.8723814	15.2433745	17.6346927	8.03611689	13.7764433	44.0110092	34.2296526	23.49165	5.97082621	11.5867495	23.7512286
11 - FC6	37.8205219	24.1085436	8.1596315	10.1151943	18.9908905	26.9146441	13.3394476	7.69661029	14.0804266	37.4928976	34.7623451	25.5227841	6.71717484	10.3713378	21.9928855
12 - F4	40.3702939	30.5864842	6.20812746	7.65243269	13.5468933	32.1915081	13.8038963	9.14424104	12.4634578	31.6423025	37.4704851	22.7179239	6.64584497	10.4372816	21.771554
13 - F8	40.0441862	23.8231032	8.40432895	8.96859686	17.8419897	28.0171847	18.6008618	6.6493645	14.2298785	31.8991855	32.1322295	20.1716742	5.91571693	13.3150865	27.4671678
14 - AF4	36.0212494	24.095104	7.64227874	10.2977599	20.9137523	32.0966531	15.4268173	10.0199613	12.2272651	29.1000449	49.9882169	17.6411241	6.98089206	8.05016726	16.7620513

Tab 32: Potencia relativa de bandas de frecuencia durante tarea cognitiva (porcentaje).

Sesiones	Canales	1 - AF3	2 - F7	3 - F3	4 - FC5	5 - T7	6 - P7	7 - O1	8 - O2	9 - P8	10 - T8	11 - FC6	12 - F4	13 - F8	14 - AF4
Relajante	Theta	4.28895264	10.152257	5.83164673	6.05596619	8.6758398	4.76963062	3.17725282	6.199379	9.00806322	13.1728037	14.6198135	16.2641628	9.40553593	3.07509011
Relajante	Alpha	2.05390098	4.42944224	2.9113314	2.65538932	3.83040623	2.4317758	2.22335615	5.13243442	5.81297566	7.96997466	9.31934288	12.3225152	5.59554519	2.05696963
Relajante	Beta low	1.2111243	2.89128507	1.75252653	1.4090379	1.74254636	1.20812282	0.76207649	1.89196172	1.92588026	3.16946529	3.15416829	2.50109637	1.97399986	0.65241201
Relajante	Beta med	0.92567742	2.18732588	1.39426563	1.33198668	3.20989097	1.5214051	1.07452801	2.47061016	2.96819553	3.76644987	3.91010614	3.08297015	2.10653451	0.8791072
Relajante	Beta high	2.01015586	6.11693788	3.20225301	3.07317184	14.579795	2.94325451	2.21602193	5.74374682	5.16670551	9.43401435	7.34107471	5.45769815	4.1907076	1.78538152
Placentero	Theta	7.43182383	3.72523042	6.72768847	2.33854211	5.20327875	4.46482274	4.78077595	3.14165656	3.21593686	7.0393961	8.24001481	5.33405597	9.14013573	4.23995981
Placentero	Alpha	3.63844098	1.83254495	2.9147736	1.23509167	3.00589647	2.79546499	4.40801872	2.65511519	3.11816446	8.13739117	4.08391972	2.28727263	6.0682186	2.0378787
Placentero	Beta low	2.09267874	1.32460747	1.90305743	0.89926413	1.90639926	1.58756651	1.91037138	1.6185028	1.79156818	3.70820337	2.35634484	1.51517889	2.16924344	1.32363437
Placentero	Beta med	2.06006294	1.36917158	2.06852913	0.88538447	2.18192788	1.81660405	2.72145487	2.22179222	2.73486967	6.35703215	4.3107731	2.06516518	4.64225876	1.61521864
Placentero	Beta high	5.12943477	3.28610785	5.12931733	2.34927245	5.68568897	3.41456147	4.9789733	4.86941367	7.11728871	20.3085364	11.478585	5.24305393	10.4065733	3.84410862
Silencio	Theta	14.9349253	6.6135981	15.57935	6.67589943	5.51295781	5.30903444	2.86696552	2.20978224	2.801412	7.6612964	16.128453	10.0958427	8.10900558	19.6052632
Silencio	Alpha	6.12630341	3.06100975	5.51451125	3.34800609	2.97897903	3.20115157	1.95774976	1.69268983	2.1696368	5.25791178	11.8416356	6.12099326	5.09059661	6.91880811
Silencio	Beta low	2.35124244	1.68944019	1.81026594	1.4964992	1.64474699	1.59843104	0.8324742	0.54710816	0.6272707	1.33639304	3.11652273	1.79062015	1.49291171	2.73788974
Silencio	Beta med	3.87927727	2.4675693	3.06889692	2.5564275	2.72850998	2.91166607	1.69612249	1.05414662	1.34099179	2.59335153	4.8119203	2.81216413	3.36024336	3.157257
Silencio	Beta high	7.86050475	5.37800406	5.56454887	5.93855298	8.64240661	6.16029168	3.48209098	2.15046817	2.78227747	5.31601077	10.2038921	5.86600852	6.93171375	6.57403782

Participante 9

Edad: 25 | Gusto de pieza relajante (Música Clásica): 3/5 | Gusto de pieza escogida (Rock): 5/5

¿Qué tan seguido escucha música al hacer tareas escolares? 5/5

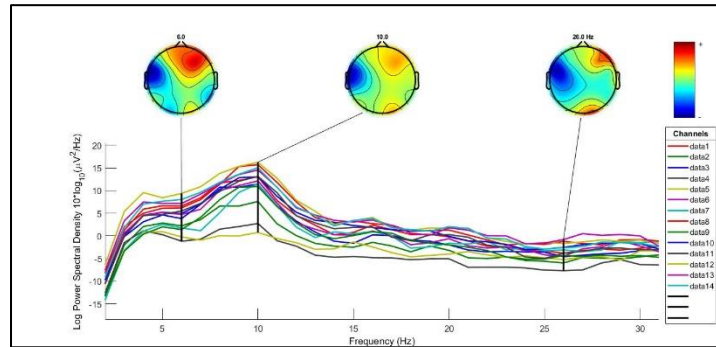


Fig 49: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante estado basal (sesión placentera).

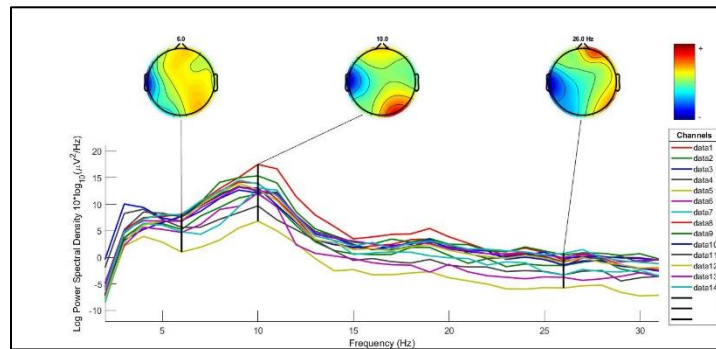


Fig 50: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante estado basal (sesión relajante).

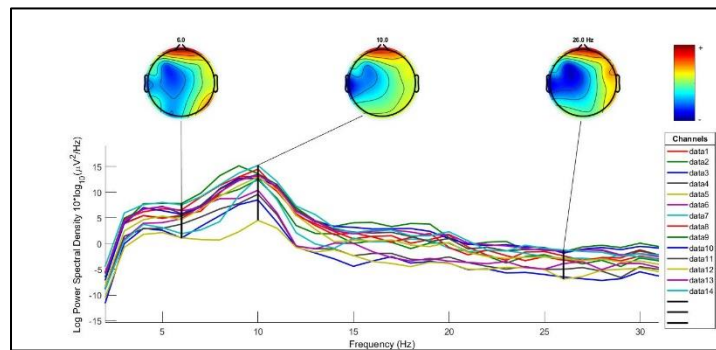


Fig 51: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante estado basal (sesión silencio).

Tab 33: Potencia absoluta de bandas de frecuencia durante estado basal ($\mu V^2 / Hz$).

Carlos 40	Sesión Relajante					Sesión Placentera					Sesión en Silencio				
	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H
1 - AF3	23.5101691	56.4017556	6.39579924	4.78399306	7.92061138	24.5670076	56.5382314	3.50294402	7.02891979	6.84045305	23.1642132	58.2017833	5.11667106	5.72835652	6.65278805
2 - F7	25.1385489	49.7743087	7.5890739	5.79559988	10.6123437	25.5595728	47.6349006	5.14061201	8.47375993	11.8894745	23.375346	55.1465281	5.73922436	6.33067432	8.40404044
3 - F3	24.7350697	54.1563132	6.58618998	5.14307977	8.31488862	26.6757488	52.5221594	4.01062679	6.59926946	7.76614266	24.0206048	52.2686196	4.4766197	8.00956692	10.1583483
4 - FC5	27.2346354	45.9379377	7.59659031	6.48420894	11.6994709	24.5110815	38.7231671	7.43982815	11.5095267	16.8158505	24.5410713	51.2407252	4.66417262	7.75882078	10.1288582
5 - T7	22.5693207	47.7261841	8.31814214	8.00541289	12.502508	25.4183661	24.0772889	9.84058012	11.8626368	28.0521292	27.6308799	34.5327088	10.5076065	11.0216518	15.9015373
6 - P7	21.1934496	56.6179129	5.85114239	6.04327202	9.28807519	21.614185	56.8129372	5.25083215	5.92355081	8.09807695	30.2495515	48.4934137	5.53034733	5.9130202	9.11005298
7 - O1	18.666942	55.9135361	7.69757169	7.27374388	9.48767717	13.1597087	58.4674194	6.23793754	7.62326441	13.4481653	13.6961628	59.9083331	4.39082522	8.98788808	12.4097225
8 - O2	11.9865284	69.6920703	6.4656729	5.19945867	6.35162813	13.6431481	68.2439625	4.29048042	5.97757325	6.45321139	20.3384112	57.8754435	6.54392814	6.60438537	7.94578904
9 - P8	17.7480964	64.0505728	5.24267302	4.90369472	7.4522731	16.4429126	61.4255068	5.11547044	8.1144722	7.5616315	25.5514583	53.2119507	5.84155701	7.17171496	7.6443547
10 - T8	15.5054754	61.8007036	7.107841	5.72253091	9.30821748	17.7671563	60.7126559	5.74542043	7.03473577	7.45137598	21.1142908	54.4720552	7.07459233	7.54498689	9.44237267
11 - FC6	24.0164776	54.7675888	7.58380904	5.10312393	8.0784519	20.02862	61.7255791	4.02290643	6.69333041	6.80866349	22.475421	56.5513923	5.9825826	5.91271459	8.37864271
12 - F4	22.0290928	57.9206488	7.12415184	4.71321035	7.54725637	21.1749957	62.5019598	3.7097206	6.08158323	5.28272236	21.0890091	59.4842705	4.92799889	6.07702951	7.66836894
13 - F8	19.5564691	56.5871183	8.0407875	5.7819042	9.16082321	21.1035618	59.6662259	4.26343241	6.48930303	7.6347642	22.4263474	54.5999475	6.18946121	7.5827366	8.34130783
14 - AF4	22.1768746	56.3173304	7.36411705	5.10187454	8.36530924	21.277922	61.6768174	3.52637326	7.0126877	5.7139448	22.2055239	58.503756	6.12586187	5.8932549	6.39056789

Tab 34: Potencia relativa de bandas de frecuencia durante estado basal (porcentaje).

Sesiones	Canales	1 - AF3	2 - F7	3 - F3	4 - FC5	5 - T7	6 - P7	7 - O1	8 - O2	9 - P8	10 - T8	11 - FC6	12 - F4	13 - F8	14 - AF4
Relajante	Theta	31.1627866	21.1862991	28.9128778	12.880163	5.73337544	13.3495722	13.4667253	26.2468353	34.0085081	18.5427354	34.3504438	28.8504864	24.8426862	32.727897
Relajante	Alpha	74.7606647	41.9488568	63.3034344	21.7255754	12.1240748	35.6631379	40.337203	152.604343	122.732285	73.9064148	78.3333432	75.8560013	71.8829158	83.1112507
Relajante	Beta low	8.47764751	6.39592961	7.69861206	3.59267968	2.11309115	3.68558443	5.55319041	14.1578484	10.0458936	8.50014667	10.48470197	9.33017296	10.2142549	10.86772
Relajante	Beta med	6.34119448	4.88442323	6.01175734	3.06659761	2.03364728	3.68060523	5.24743209	11.385226	9.39635091	6.8434778	7.29892929	6.17267413	7.34478349	7.52917745
Relajante	Beta high	10.4987897	8.9438849	9.7192929	5.5330681	3.17606246	5.85047892	6.84461021	13.9081252	14.2798802	11.1315396	11.5545007	9.88429344	11.6370422	12.3452463
Placentero	Theta	27.0978568	9.50135271	20.7303601	4.12792601	3.95138868	17.3806877	7.29785945	21.4529283	10.0052466	17.9084453	18.7422714	42.7462137	29.7588151	33.2091388
Placentero	Alpha	62.3626989	17.7074944	40.8162217	6.52139192	3.74291276	45.6851794	32.4237428	107.309018	37.3764284	61.1954585	57.7612213	126.173444	84.1372753	96.2609972
Placentero	Beta low	3.86381105	1.91093835	3.11675366	1.25294594	1.52975831	4.22326942	3.45931605	6.74649047	3.11268111	5.79110948	3.76453315	7.48885706	6.01200396	5.50372443
Placentero	Beta med	7.75302654	3.14998151	5.12844956	1.93832632	1.84409527	4.76332495	4.22756412	9.39932991	4.93752522	7.09067779	6.26344774	12.2769638	9.15077613	10.9449278
Placentero	Beta high	7.5451443	4.4197175	6.03525453	2.83196752	4.36081789	6.51193401	7.45782619	10.1472387	4.60113059	7.51063124	6.3713735	10.6642939	10.766028	8.91793785
Silencio	Theta	24.7543086	16.9474869	6.87661528	9.21523302	5.57460878	15.1002651	8.22883329	16.1235871	33.6889394	21.8524004	24.2397178	16.9804948	23.7284933	29.7558577
Silencio	Alpha	62.1970145	39.9820848	14.9634529	19.2410191	6.96707244	24.2074135	35.993708	45.8816447	70.1585858	56.3762795	60.9906169	47.8956761	57.7701961	78.3962335
Silencio	Beta low	5.46790228	4.16102632	1.28156604	1.75140836	2.11993957	2.76069253	2.63806507	5.1877993	7.70194239	7.32190464	6.45220902	3.96793702	6.54884124	8.2087806
Silencio	Beta med	6.12157657	4.58983667	2.29297767	2.9134564	2.22364967	2.95171889	5.4000404	5.2357277	9.45572138	7.80874317	6.37685644	4.89311602	8.02301468	7.89708328
Silencio	Beta high	7.10946523	6.09305914	2.9081305	3.80341134	3.20818049	4.54764479	7.45592319	6.29914601	10.0788847	9.77245742	9.03635731	6.17443422	8.825631	8.5634921

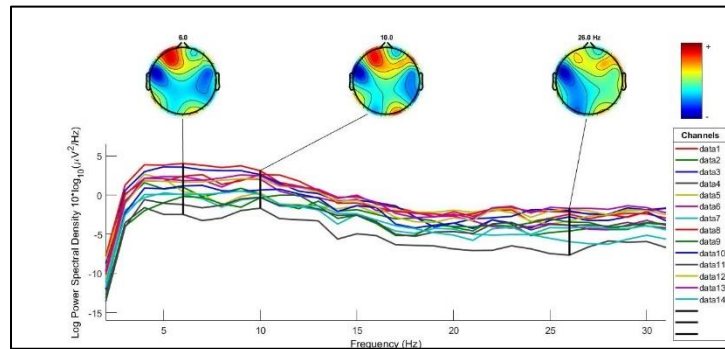


Fig 52: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante tarea cognitiva (sesión placentera).

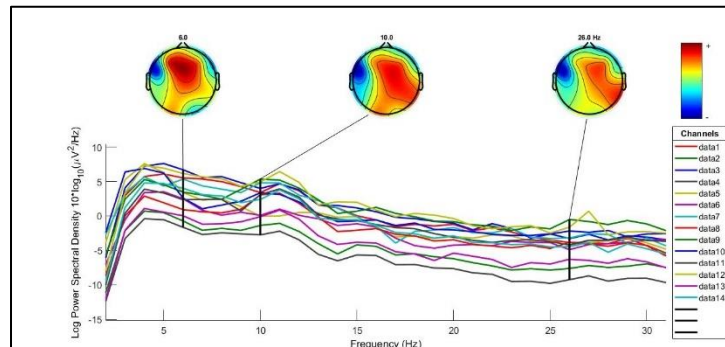


Fig 53: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante tarea cognitiva (sesión relajante).

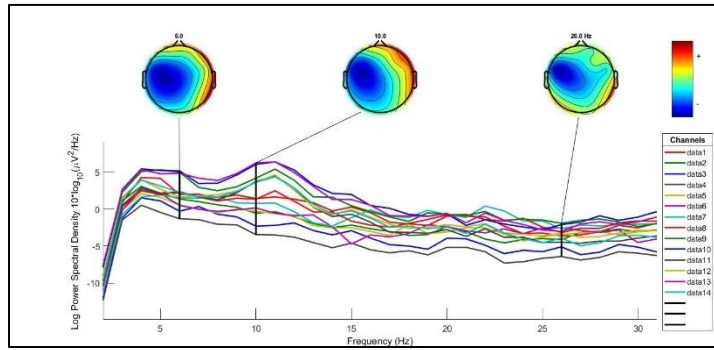


Fig 54: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante tarea cognitiva (sesión silencio).

Tab 35: Potencia absoluta de bandas de frecuencia durante tare cognitiva ($\mu V^2 / Hz$).

Carlos	Sesión Relajante					Sesión Placentera					Sesión en Silencio				
	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H
1 - AF3	38.7915024	24.4357167	9.77721135	10.0049946	16.1991426	35.2312767	21.0853215	10.093048	12.248078	20.2687204	27.0036764	22.707248	10.694589	15.7533016	21.8684064
2 - F7	31.5268202	25.9309279	9.03270898	12.0796225	21.0146014	25.5044498	22.0455602	10.7049575	16.3229905	24.7320648	33.966022	20.021783	8.78488864	12.5793377	23.4944549
3 - F3	41.5248624	26.0269645	8.75293045	9.36431137	13.838737	34.84929	22.6359837	10.4362009	12.762605	18.266429	27.6246678	22.0247043	8.97087492	14.2419273	25.3901501
4 - FC5	33.4235483	26.5840018	9.08645656	11.4146161	19.120627	23.4044612	24.0798341	11.1427903	15.2265446	25.6424986	30.8509723	19.9425362	8.82898709	12.8768196	26.4221376
5 - T7	38.6226538	17.8816009	10.8932312	11.7936707	19.7450855	21.2948556	17.6464805	11.2820616	13.7632555	35.0078323	26.6976203	17.7026005	10.482816	12.9572127	31.4860781
6 - P7	32.9915464	20.1995318	11.7021993	13.0955647	21.0451519	27.2511683	22.7939122	9.50717238	15.8606311	23.7991677	29.1554667	16.5811485	12.1962544	12.1981616	28.7728825
7 - O1	37.0517367	21.7929266	9.90794028	11.1900436	19.3984541	25.6899862	22.1291322	10.3774138	14.9329427	25.9128397	24.0775462	16.5919937	9.29339972	14.6963102	34.6660712
8 - O2	26.59201	31.4903287	10.0054729	10.2146223	20.8099953	26.6857157	22.201017	12.62429	11.30078	26.7845457	21.9585258	22.0286694	10.5524966	12.7269621	31.7790723
9 - P8	26.2298966	31.6963013	9.87486537	10.0456356	21.1810607	24.9513697	17.5902624	11.8916473	12.7415618	32.0122241	29.6081107	30.4631417	9.96431454	9.99730831	18.8644603
10 - T8	28.2628173	27.6537024	7.59725606	11.4940806	23.8587084	25.6568327	18.6266541	12.0957786	9.95742392	33.0152751	28.2473431	28.8396535	12.6750557	11.0430926	16.9584227
11 - FC6	30.0113723	29.0474007	9.37184142	10.2330111	20.5119658	24.5727531	17.8885341	13.6758506	11.5420932	31.6052391	27.0444787	32.813249	10.1597269	10.1410684	17.3988847
12 - F4	34.9883714	28.1420215	8.63469108	10.697352	17.2433407	28.3836237	19.2681763	13.0834	11.3221175	27.0554356	24.8604549	33.186516	10.1958891	11.2748852	18.1376339
13 - F8	29.5855818	28.4380871	9.73975748	11.5250469	20.1812849	28.2444779	19.098524	12.8485955	11.7577927	27.2004648	26.9117935	32.2716917	10.4395933	10.9044736	17.1160853
14 - AF4	36.4902225	27.7698244	8.78295846	10.4289158	16.1111515	28.375509	20.0683988	11.7574702	14.1897399	24.8595231	26.4731834	32.4239138	10.2351944	11.2764263	17.3506102

Tab 36: Potencia relativa de bandas de frecuencia durante tarea cognitiva (porcentaje).

Sesiones	Canales	1 - AF3	2 - F7	3 - F3	4 - FC5	5 - T7	6 - P7	7 - O1	8 - O2	9 - P8	10 - T8	11 - FC6	12 - F4	13 - F8	14 - AF4
Relajante	Theta	14.5940357	3.50481606	19.8395707	2.73667029	9.31779701	6.5680478	10.3980607	5.67809215	10.6830889	8.50496788	7.84384015	18.1606164	3.81773832	10.0545737
Relajante	Alpha	9.19314022	2.88272436	12.4350515	2.17665842	4.31397409	4.02137835	6.11588536	6.72401177	12.909483	8.32167043	7.59189435	14.6070376	3.66966503	7.65174139
Relajante	Beta low	3.6783564	1.00416037	4.18193758	0.74398551	2.62801508	2.32970601	2.78052728	2.13643109	4.02190165	2.28619879	2.44944567	4.48181227	1.25682319	2.42007028
Relajante	Beta med	3.76405242	1.34288376	4.47404053	0.93461175	2.84524802	2.60710104	3.14033197	2.18108997	4.09145409	3.4588479	2.67452293	5.55243065	1.48719784	2.87359999
Relajante	Beta high	6.09439825	2.33617955	6.61181241	1.56556843	4.76354368	4.18972672	5.44309055	4.44348024	8.626765	7.17966459	5.36105377	8.95010782	2.60420313	4.4392922
Placentero	Theta	11.05081374	4.56767601	9.30115819	2.31907164	4.30996617	5.57072193	3.51049771	6.63642522	3.76642266	5.63611339	3.5508855	6.86768373	7.51297833	4.56764005
Placentero	Alpha	6.61372457	3.94821207	6.04146785	2.38599213	3.57155434	4.65956341	3.0239124	5.52113312	2.65525955	4.09177298	2.58498247	4.6621158	5.08017169	3.23043446
Placentero	Beta low	3.16583456	1.91718613	2.78538687	1.10410271	2.28342961	1.94346947	1.41805789	3.1395132	1.79505055	2.65711595	1.97622869	3.16656122	3.41770238	1.89261422
Placentero	Beta med	3.84179178	2.92338819	3.4062963	1.50874859	2.78561013	3.2422524	2.04056401	2.81037173	1.9233456	2.18737717	1.66789009	2.73949243	3.12755087	2.28413962
Placentero	Beta high	6.35758549	4.42934703	4.87524841	2.54083145	7.08540014	4.86505914	3.54095031	6.66100309	4.83226242	7.2525645	4.56711482	6.54631617	7.2352728	4.00166754
Silencio	Theta	7.60981174	7.17983727	3.57219579	3.10571967	4.62006754	5.5265511	5.77480878	5.63148992	12.4323911	13.4634177	7.4079469	7.17153387	12.3731661	7.59471011
Silencio	Alpha	6.39905024	4.23226317	2.84805437	2.00758428	3.06346442	3.14303199	3.97945829	5.64947897	12.791417	13.7457283	8.9881121	9.57336559	14.8374727	9.30187436
Silencio	Beta low	3.01380476	1.85697551	1.16004007	0.88880048	1.81406872	2.31185541	2.22894833	2.70629634	4.18399729	6.04126089	2.78292357	2.9412239	4.79978497	2.93630477
Silencio	Beta med	4.4393829	2.65905727	1.84164939	1.29628952	2.24226718	2.31221692	3.52479363	3.26396041	4.19785132	5.26342489	2.77781269	3.25248358	5.01352178	3.23501663
Silencio	Beta high	6.16265922	4.96632674	3.28324627	2.65987573	5.44871811	5.45403052	8.31438266	8.15007013	7.92115208	8.08282494	4.76585316	5.2321913	7.86941855	4.97759761

Participante 10

Edad: 23 | Gusto de pieza relajante (Música Clásica): 5/5 | Gusto de pieza escogida (Rock): 5/5

¿Qué tan seguido escucha música al hacer tareas escolares? 4/5

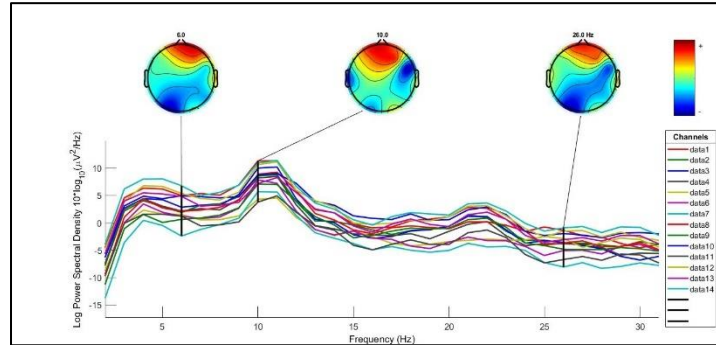


Fig 55: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante estado basal (sesión placentera).

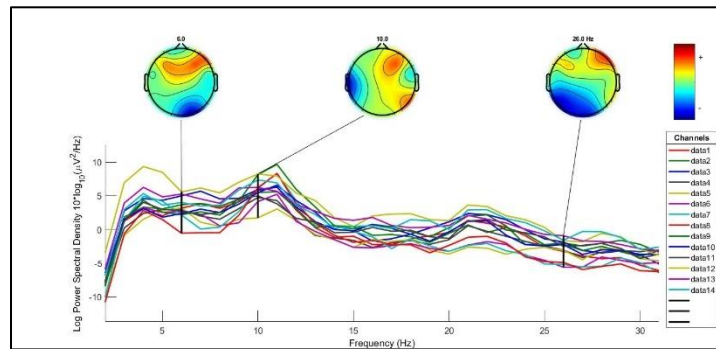


Fig 56: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante estado basal (sesión relajante).

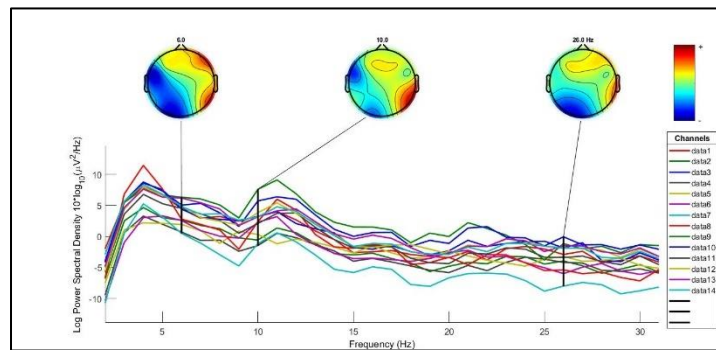


Fig 57: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante estado basal (sesión silencio).

Tab 37: Potencia absoluta de bandas de frecuencia durante estado basal ($\mu V^2 / Hz$).

Fer 40	Sesión Relajante					Sesión Placentera					Sesión en Silencio				
	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H
1 - AF3	20.5516444	41.151509	7.30196832	8.58489131	22.0682178	24.0724806	46.0009133	5.09920286	8.82178601	15.3623966	32.0725361	27.4930825	9.08349953	10.8182071	20.1394068
2 - F7	17.3608155	36.9396843	8.70174087	10.6501694	25.453277	22.7930249	41.3713694	6.91197435	10.261755	18.1089199	28.078921	28.2105542	9.22845327	12.1160256	21.7854104
3 - F3	26.0059923	34.9879252	7.72277483	8.40779667	22.6217282	23.6706912	48.4030848	4.94412158	8.47191695	13.8901499	28.6666494	27.9045687	10.1194317	10.5720347	22.2112331
4 - FC5	22.2780645	34.4886607	7.38684757	12.3033811	23.0829296	24.9957879	39.8766634	5.5047098	10.6788015	18.454978	24.4547159	23.229099	11.4168934	13.3881343	26.405295
5 - T7	33.7314058	27.6993765	7.85545903	11.5963538	18.3603628	34.0951071	27.4969958	7.59513113	9.08884218	21.4634975	23.5220406	25.3923127	9.76476529	17.2956434	23.4445353
6 - P7	33.7443898	31.7433536	9.55433771	8.81318756	15.8382363	28.1785777	37.6441694	8.07602379	9.9993917	15.8400486	23.3880916	34.2964701	9.10919183	10.980253	21.0882602
7 - O1	21.5540657	47.390085	9.2320535	9.33038544	12.3144334	15.9291051	50.7185996	9.067196	9.47708107	14.1957279	42.6858738	26.2400967	8.87543	7.79954522	13.6311393
8 - O2	20.4450428	49.1172256	7.85400704	8.92654143	13.2990756	19.9650154	51.0487611	7.77997327	8.28735241	12.3063699	49.1394528	29.6621265	7.17274488	5.43806919	8.05093733
9 - P8	19.7583893	46.5884362	7.39367854	9.62385198	16.0871511	17.1071445	42.9715653	8.7265387	12.5633356	17.7805076	26.3519788	41.7118175	10.6517154	7.96218673	12.7371003
10 - T8	23.1407062	38.1445357	7.6359883	12.4346502	17.8959159	27.4099461	37.2365382	9.11627207	11.1171319	14.5799826	28.5363407	32.2399033	10.9538964	10.4726654	17.4706228
11 - FC6	27.7780334	29.1858753	7.06882106	12.1431622	23.2798097	28.6419704	39.5931059	7.89807558	9.53254606	13.7699732	33.5285985	24.7149866	11.244847	11.6044246	18.486579
12 - F4	35.2894215	30.2442939	5.85322069	8.16727758	20.053822	26.9226774	44.2974259	8.40211325	7.56348964	12.2773485	33.703411	24.5087555	9.75106169	10.6664467	21.036371
13 - F8	30.9885418	27.6300514	7.81300706	10.5888374	22.2657938	30.2222448	38.6634584	7.1439823	9.48722545	13.9482313	34.8243996	23.057842	10.6953904	11.4652109	19.4780759
14 - AF4	24.0123381	33.6637629	6.60016721	10.375726	24.9470197	30.320783	40.9447821	5.78156685	8.58369463	13.8878887	30.9872125	26.2246873	10.6090288	11.6878096	20.0849495

Tab 38: Potencia relativa de bandas de frecuencia durante estado basal (porcentaje).

Sesiones	Canales	1 - AF3	2 - F7	3 - F3	4 - FC5	5 - T7	6 - P7	7 - O1	8 - O2	9 - P8	10 - T8	11 - FC6	12 - F4	13 - F8	14 - AF4
Relajante	Theta	7.36048899	6.88494177	11.3153471	6.55738646	7.88589088	9.99719403	7.01185674	6.51911117	10.1935956	8.87940848	10.5406947	24.0319325	16.1347371	12.863923
Relajante	Alpha	14.7382479	14.6495178	15.2234344	10.1514868	6.47569395	9.40436223	15.4166964	15.6615301	24.0355463	14.636585	11.0749165	20.5962239	14.3860791	18.0343977
Relajante	Beta low	2.61517066	3.45093115	3.36022084	2.17426493	1.83648713	2.83059105	3.0033237	2.50433054	2.92980795	2.68234556	3.98601616	4.0679815	3.53585072	5.55858029
Relajante	Beta med	3.07464438	4.22363775	3.65827753	3.62141085	2.71105156	2.61101613	3.03531254	2.8463191	4.9650634	4.77134695	4.60786276	5.56187618	5.51326707	5.55849829
Relajante	Beta high	7.90364366	10.0942453	9.84283554	6.79429264	4.29237424	4.69227395	4.00606754	4.24054638	8.29955878	6.86691003	8.83379188	13.6565598	11.5930827	13.364652
Placentero	Theta	15.2195954	8.6569158	10.2889876	7.91437997	7.79307866	7.05471729	2.86647434	8.77193036	4.64758911	13.9063814	6.26732329	18.8819991	14.7108683	24.6152122
Placentero	Alpha	29.0836371	15.7130729	21.0394676	12.62609	6.28495608	9.42449882	9.1269135	22.4290424	11.6743142	18.8918834	8.66360769	31.0676365	18.8196823	33.2400551
Placentero	Beta low	3.2239222	2.62520575	2.14907141	1.74294826	1.73601022	2.02189284	1.63166007	3.41824849	2.37078528	4.62512244	1.72822583	5.89275324	3.47737845	4.69362861
Placentero	Beta med	5.57748977	3.89747079	3.68250542	3.3812134	2.077426	2.50342236	1.70541971	3.64117316	3.41314835	5.64025468	2.08587423	5.30459145	4.61796683	6.96846993
Placentero	Beta high	9.71272818	6.87786706	6.03765978	5.84337286	4.90588646	3.96567441	2.55454965	5.40698907	4.83052526	7.3971251	3.01309138	8.61061774	6.7893896	11.274547
Silencio	Theta	10.0508766	5.70560717	9.08456846	3.84027996	4.11735252	4.45409982	6.54018608	23.8685011	17.737375	14.0677421	10.5651638	13.1607456	14.7966097	11.3631842
Silencio	Alpha	8.61576953	5.73235489	8.84306224	3.64781353	4.44472928	6.53152485	4.02041941	14.4077815	28.0765735	15.893511	7.78791517	9.57035169	9.79709324	9.61673955
Silencio	Beta low	2.8465829	1.87521198	3.20688578	1.79286757	1.70924716	1.7347824	1.35986355	3.4840166	7.16975881	5.40001224	3.54335271	3.80766334	4.54438612	3.8903902
Silencio	Beta med	3.39020475	2.46196364	3.35031736	2.1024241	3.02746952	2.09111303	1.1950201	2.64143276	5.35941454	5.16277672	3.65665884	4.16510933	4.87147669	4.28598518
Silencio	Beta high	6.31127803	4.42677245	7.03882287	4.14659184	4.10378582	4.01611288	2.08851734	3.91058092	8.57344883	8.61260446	5.82528779	8.21443049	8.27607916	7.36526336

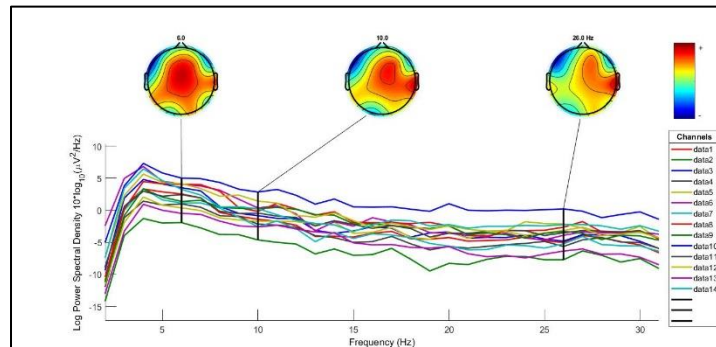


Fig 58: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante tarea cognitiva (sesión placentera).

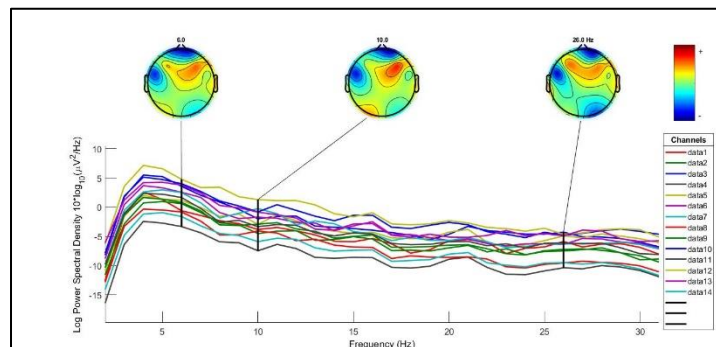


Fig 59: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante tarea cognitiva (sesión relajante).

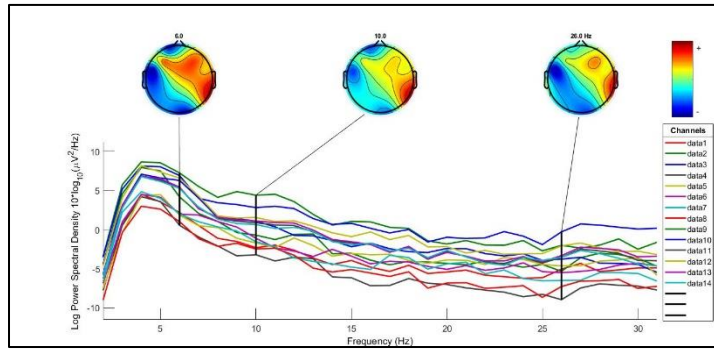


Fig 60: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante tarea cognitiva (sesión silencio).

Tab 39: Potencia absoluta de bandas de frecuencia durante tarea cognitiva (μV²/Hz).

Fer	Sesión Relajante						Sesión Placentera						Sesión en Silencio			
	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H		Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H
1 - AF3	34.0486376	17.9175105	9.46092166	10.5003866	27.0729068	40.4119312	16.9905728	7.59879315	11.3605523	23.0974991	43.5575873	16.5256943	7.26049206	11.7793025	20.2287446	
2 - F7	46.8395377	16.3421725	8.98405625	9.40044219	17.7083169	34.3404499	20.0913721	7.66743407	11.6205427	25.8403455	48.3237197	14.4164241	6.90370637	8.60080795	20.8460767	
3 - F3	37.3900783	19.8272133	8.43029769	9.66322551	23.5595455	43.5058583	15.9890841	7.36445027	11.1575341	21.4402031	53.6923945	17.3505477	6.30442602	8.15956593	13.9236104	
4 - FC5	35.7177587	18.8504756	10.3545505	10.1750297	24.3259001	34.5951041	19.1281447	8.44877484	11.6875245	25.4734571	46.1274185	16.5318462	7.86242539	9.42187707	18.9245976	
5 - T7	34.7336624	18.2611085	9.9374987	10.1434298	26.3875724	31.0219233	16.4055998	8.96640286	12.7104638	30.3863837	42.1902871	16.6772333	7.44179691	12.1948807	21.0011097	
6 - P7	44.2812683	14.6795973	8.97414499	11.441047	19.8089	39.6438393	16.6316653	8.05877016	12.5405524	22.4707773	50.1227228	14.8382739	9.1253549	8.5762115	16.1559786	
7 - O1	41.127663	22.9132141	8.30542448	8.85356433	18.2516215	38.9991552	16.5961338	8.6992849	12.8608046	21.9022477	47.9811028	16.8024828	7.1629284	9.74477761	17.2458891	
8 - O2	42.1794993	16.7420539	9.92247015	10.7392522	19.8388215	43.9707516	15.617351	9.26797797	12.1359563	17.3599313	49.418394	16.8256468	7.23434921	9.24715661	15.8918852	
9 - P8	42.2536345	15.1184972	9.78520068	11.4718515	20.6539702	32.0262984	20.6667877	10.7386901	13.7337872	21.313944	47.2366643	19.2534963	8.40312982	10.0712907	13.483682	
10 - T8	44.3294676	17.2759859	10.5552059	9.51562043	17.8906451	37.6312093	17.6104078	9.6047349	11.0242969	23.1787127	46.9484355	15.6593958	6.84234576	8.94885189	19.898581	
11 - FC6	49.0842061	14.137573	8.10557841	10.1604882	17.8362507	39.7155636	16.8662851	8.42475711	10.3488285	23.9517107	49.4285436	16.3324389	7.6990884	8.55890707	17.18181	
12 - F4	46.5044511	16.9272397	9.66040642	9.96701904	15.6250714	41.0265369	19.6060229	8.8367566	10.2520953	19.2423152	50.1330139	15.8296886	8.06948329	9.51377716	15.5261192	
13 - F8	47.2866879	14.5352633	6.5110225	10.7289195	20.284627	35.4009091	19.924132	10.2733131	13.7782323	18.7932629	49.3034362	16.2279349	7.720326	8.55692722	16.7602279	
14 - AF4	39.5044673	18.4678572	9.97882345	10.5068299	20.6483373	40.6765613	14.1641714	8.11233655	12.5429543	23.5232837	49.0440245	16.4922257	7.95458367	8.62752874	16.8070486	

Tab 40: Potencia relativa de bandas de frecuencia durante tarea cognitiva (porcentaje).

Sesiones	Canales	1 - AF3	2 - F7	3 - F3	4 - FC5	5 - T7	6 - P7	7 - O1	8 - O2	9 - P8	10 - T8	11 - FC6	12 - F4	13 - F8	14 - AF4
Relajante	Theta	3.55576043	5.10495064	6.08825588	1.68862191	5.05840061	6.71770308	6.45306026	2.92899394	4.4079037	10.3631055	6.91072494	16.6959011	9.73357137	2.60817039
Relajante	Alpha	1.87115783	1.78110178	3.22848075	0.89119046	2.65943745	2.22697271	3.59515568	1.16258787	1.57716326	4.03868744	1.99047486	6.07717141	2.99196304	1.21928789
Relajante	Beta low	0.98802105	0.97915492	1.37271201	0.48953018	1.44723723	1.36142536	1.30314734	0.68902797	1.02079319	2.4675395	1.14121074	3.46825275	1.34023982	0.65882351
Relajante	Beta med	1.09657425	1.02453602	1.57347062	0.48104301	1.47722779	1.73566746	1.38915222	0.74574628	1.19674478	2.22451077	1.43052817	3.57833197	2.20845883	0.69368364
Relajante	Beta high	2.82727231	1.92999521	3.83621934	1.1500511	3.84292652	3.00511511	2.86373708	1.37763105	2.1546244	4.18237916	2.51122372	5.60967047	4.17542173	1.3623479
Placentero	Theta	6.93154821	2.68901006	8.89491009	4.74841364	5.21028278	9.76655406	5.79608723	12.162095	6.20522336	16.2211549	8.43365888	12.2726114	3.98670645	11.3292769
Placentero	Alpha	2.91426247	1.57324385	3.26901872	2.62546812	2.75540021	4.09737613	2.46653136	4.31968296	4.00427275	7.59107026	3.58158067	5.86491373	2.24377474	3.94501931
Placentero	Beta low	1.30336263	0.60039421	1.50568511	1.15965189	1.50595094	1.98535817	1.29289504	2.56347742	2.08066414	4.14017768	1.78900968	2.64341296	1.15693875	2.25945617
Placentero	Beta med	1.94858829	0.90994021	2.28119308	1.60419234	2.13478417	3.0894898	1.9113836	3.3567462	2.66097618	4.75208826	2.1975891	3.06679508	1.5516485	3.49347629
Placentero	Beta high	3.96173664	2.02341405	4.38351722	3.49640547	5.10354082	5.53589946	3.25513047	4.80167216	4.12966187	9.99132093	5.08618132	7.57611479	2.11642086	6.55172874
Silencio	Theta	6.46286403	11.1490359	17.2329336	4.93102453	7.43167316	8.90093095	7.82187574	6.04891925	24.216211	22.6206389	14.7748885	18.1211234	15.4186595	14.2306785
Silencio	Alpha	2.45200256	3.32609392	5.56877451	1.76725561	2.93763698	2.63502148	2.73913946	2.05949588	9.87044144	7.54499129	4.88199626	5.7218132	5.07496073	4.78541492
Silencio	Beta low	1.07727668	1.59279275	2.02344776	0.84049387	1.31084679	1.62050562	1.16770004	0.88550013	4.3079241	3.29677082	2.30136607	2.91680254	2.41437691	2.30811243
Silencio	Beta med	1.7477559	1.98434056	2.61886734	1.00719937	2.14808606	1.52298722	1.58859291	1.13187215	5.16311859	4.31172508	2.55837799	3.43885828	2.67600714	2.50337505
Silencio	Beta high	3.00144324	4.80951506	4.46887603	2.02304091	3.69927284	2.8690231	2.81142353	1.94520143	6.91250522	9.5875104	4.99730001	5.61208472	5.24142467	4.87675527

Participante 11

Edad: 24 | Gusto de pieza relajante (Música Clásica): 3/5 | Gusto de pieza escogida (Rock): 4/5

¿Qué tan seguido escucha música al hacer tareas escolares? 5/5

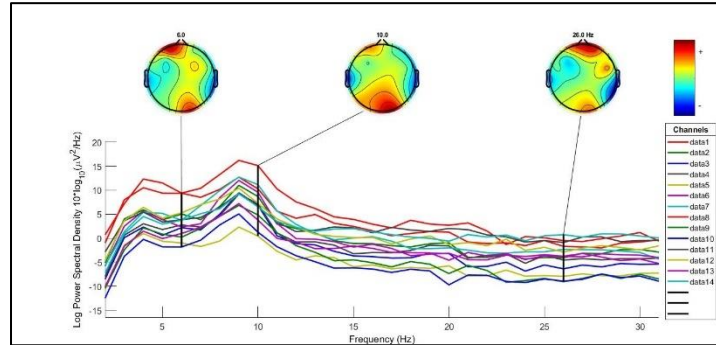


Fig 61: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante estado basal (sesión placentera).

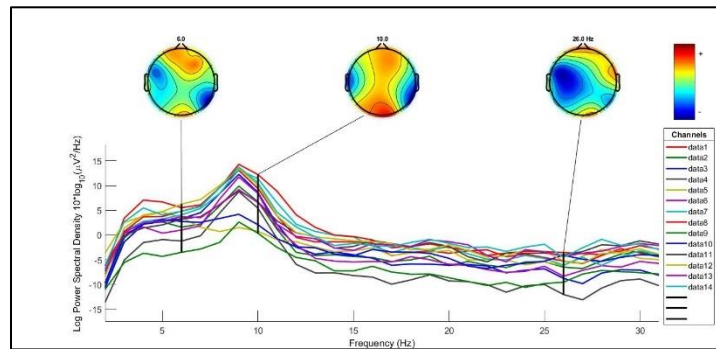


Fig 62: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante estado basal (sesión relajante).

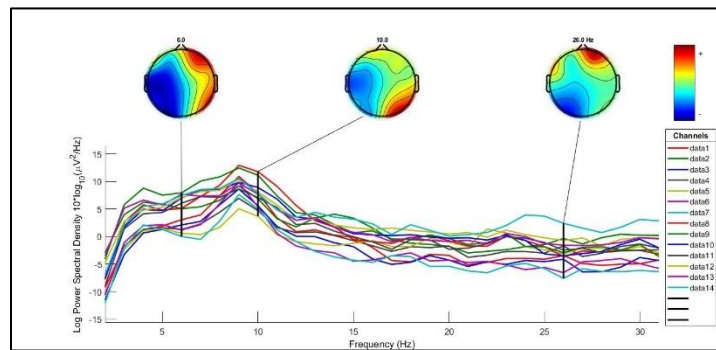


Fig 63: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante estado basal (sesión silencio).

Tab 41: Potencia absoluta de bandas de frecuencia durante estado basal ($\mu V^2 / Hz$).

Bry 40	Sesión Relajante					Sesión Placentera					Sesión en Silencio				
	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H
1 - AF3	31.3673422	50.0995777	3.3931972	4.24968487	9.29759887	22.1009425	55.790067	6.54308683	6.83368227	8.10285054	20.598295	48.3075178	11.20259	8.22530586	11.3256395
2 - F7	24.3149775	50.6478165	4.34030203	5.15250696	14.4634532	15.555419	62.2404305	5.56569866	7.12227391	8.89899268	19.4914436	27.4704046	18.1769438	11.9993166	22.5981274
3 - F3	26.5350119	57.7026628	3.4583358	3.77105534	6.70792599	13.1397773	65.4251951	5.23154623	7.16237668	8.33083543	24.5786599	42.2107499	10.1917511	9.62686066	13.0218252
4 - FC5	21.1817623	62.9258414	3.1090262	3.65152606	7.76207548	16.4640581	56.0433835	5.48296804	9.5099891	11.8758431	19.0887688	25.9338389	13.3635753	15.2365237	26.2564664
5 - T7	38.2347482	20.316175	8.13237611	9.5695545	22.7190527	23.0999936	41.9283556	7.08281126	11.0162903	16.1779145	18.7344491	27.6155234	10.0042512	15.3872707	27.8304182
6 - P7	17.0209974	62.8045266	2.83944685	5.80812411	9.68948425	14.8868877	66.6119404	4.83850534	5.44583964	7.79796652	24.7971827	47.9488667	6.88107727	6.70280388	13.2360023
7 - O1	16.7277773	65.0859318	5.17155799	3.95165189	7.83222663	16.2179396	64.4910492	4.56075859	5.52519277	8.31552903	20.7879924	49.8194725	7.6943119	7.18659604	14.2101478
8 - O2	15.6259896	70.3744289	3.83660428	3.43157133	6.07679814	23.1174417	61.9441011	3.97591519	4.44600663	5.28801617	20.9761346	56.8221803	6.8228603	5.88179863	9.2378672
9 - P8	18.9145641	47.2911889	6.77066456	7.59952205	17.3426323	21.6036156	62.2466852	3.5498777	4.93191509	5.74807778	33.7753712	43.477519	7.94970134	5.93272013	8.6476909
10 - T8	26.8450555	31.2436054	8.55537375	10.2481088	22.1155428	18.8341286	60.770021	4.33979712	5.53756451	8.37830045	30.7642511	36.7010458	9.41841163	9.09560282	13.648145
11 - FC6	20.536735	43.299624	8.29779667	8.49436403	18.8661688	13.5127177	45.5512187	5.80068816	14.9597334	19.1305947	29.1299434	35.5565231	9.8221932	8.19739191	16.8186684
12 - F4	29.447829	50.0275922	6.2895574	4.74898888	8.47296082	21.9252946	4.94721924	7.48208886	10.1327934	24.0428971	33.8213228	9.51833757	12.1544594	19.803916	19.803916
13 - F8	21.6050172	42.6313649	7.59379931	8.35921619	19.2070572	15.2406033	53.11046	6.69669377	8.91210965	14.1587355	30.241516	30.4909362	10.8065502	9.17652563	18.9841005
14 - AF4	19.306224	55.7768376	5.41355407	5.37702314	13.633498	15.5534742	46.4905208	7.64399024	10.6241696	18.326725	24.5069266	28.0979931	9.1114934	9.85970639	27.6668797

Tab 42: Potencia relativa de bandas de frecuencia durante estado basal (porcentaje).

Sesiones	Canales	1 - AF3	2 - F7	3 - F3	4 - FC5	5 - T7	6 - P7	7 - O1	8 - O2	9 - P8	10 - T8	11 - FC6	12 - F4	13 - F8	14 - AF4
Relajante	Theta	17.8420427	6.70028152	9.05106482	3.34784341	5.95175112	4.91123571	10.808681	14.6604226	1.85464891	5.13079263	6.3228684	15.007572	7.13719897	10.0421624
Relajante	Alpha	28.4971165	13.9566088	19.682318	9.94562494	3.16248499	18.1216075	42.0553826	66.025826	4.63709085	5.97147061	13.3311271	25.4956891	14.083235	29.0124088
Relajante	Beta low	1.93008286	1.1960219	1.17963473	0.49140176	2.6591336	0.81929351	3.34161076	3.59953141	0.66389083	1.63515581	2.55473309	3.20536313	2.50860512	2.81586857
Relajante	Beta med	2.41726119	1.41983463	1.28630303	0.57713505	1.48962944	1.67587514	2.55336641	3.2195264	0.74516363	1.95868178	2.61525242	2.42023928	2.76145993	2.79686695
Relajante	Beta high	5.28856271	3.98557671	2.28806654	1.22682017	3.53652511	2.79580214	5.06080621	5.70129838	1.7005147	4.22685899	5.80853298	4.31809657	6.34503493	7.09148518
Placentero	Theta	21.5593928	8.31965959	4.54892429	6.15255871	2.84346562	7.94919071	12.3777941	54.440136	6.11444378	3.15610999	8.28196922	14.2988581	4.7478339	9.60345072
Placentero	Alpha	54.423017	33.2886689	22.6498709	20.9432088	5.16111995	35.5646533	49.2206128	145.874502	17.6176	10.1834746	27.9184246	35.076079	16.5452533	28.7054467
Placentero	Beta low	6.38275852	2.97675801	1.81113479	2.04896524	0.87185004	2.5833171	3.48084479	9.36303275	1.00471736	0.7272371	3.5552523	3.22639157	2.0861897	4.71976116
Placentero	Beta med	6.66623337	3.80927665	2.47957851	3.55384838	1.35603686	2.90757779	4.21691658	10.4700688	1.39587364	0.92795175	9.16884777	4.87953884	2.77634785	6.55986489
Placentero	Beta high	7.90430261	4.75953683	2.884093	4.43795942	1.99140071	4.16339735	6.34654638	12.4529489	1.62687113	1.4039852	11.7251762	6.60822931	4.41080467	11.3157869
Silencio	Theta	7.87597396	11.8335196	6.58256542	7.07287537	4.47854842	7.11187321	4.06997699	16.5769404	30.0431856	18.383621	13.4734656	15.0998007	18.965511	19.4606917
Silencio	Alpha	18.4708857	16.6776551	11.3047263	9.60897972	6.60160636	13.7518147	9.75390519	44.905218	38.673244	21.9312381	16.4459499	21.2410024	19.121931	22.3123196
Silencio	Beta low	4.28342769	11.035469	2.72951692	4.95154527	2.39155808	1.9735044	1.50643082	5.39194427	7.07125766	5.62810742	4.54305662	5.97785698	6.77716507	7.23506749
Silencio	Beta med	3.14503019	7.28494778	2.57823007	5.64552039	3.67839142	1.9223753	1.40702767	4.6482456	5.2771533	5.43520837	3.79153767	7.63343594	5.75491974	7.82948874
Silencio	Beta high	4.33047696	13.7196295	3.48745688	9.72869002	6.65297786	3.9610747	2.78213371	7.3004668	7.69211923	8.15485044	7.77913455	12.4375687	11.9055529	21.9699771

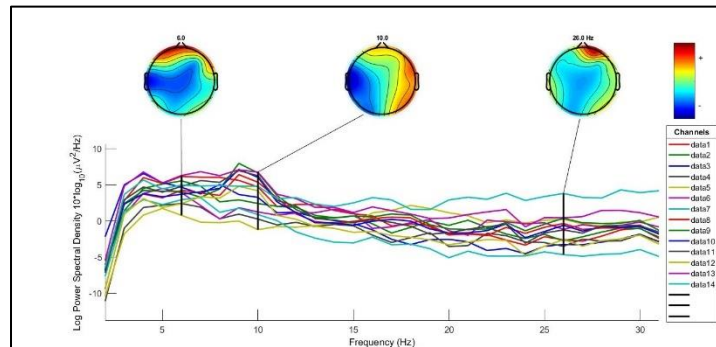


Fig 64: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante tarea cognitiva (sesión placentera).

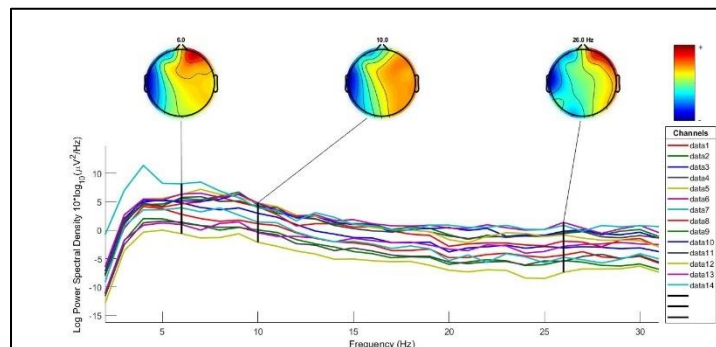


Fig 65: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante tarea cognitiva (sesión relajante).

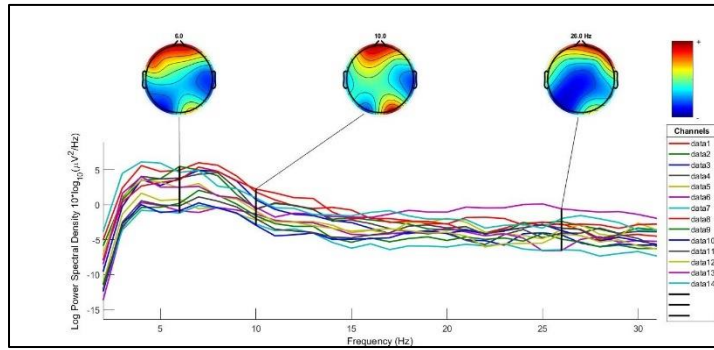


Fig 66: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante tarea cognitiva (sesión silencio).

Tab 43: Potencia absoluta de bandas de frecuencia durante tare cognitiva (uV²/Hz).

Bry	Sesión Relajante					Sesión Placentera					Sesión en Silencio				
	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H
1 - AF3	37.8013564	21.643794	9.74319209	9.38626423	20.3178037	34.8596311	26.2449596	10.2926429	11.7732731	15.8326524	46.6133052	18.2722955	7.78664967	9.67536528	16.2982192
2 - F7	36.8924545	23.0111334	10.4022849	8.91975019	19.7025009	28.6190047	20.1706905	9.67701736	17.1595816	23.2863886	49.4261492	14.6971064	6.53101947	8.6957595	19.6342587
3 - F3	42.3562	20.0954534	8.57660591	8.27206853	19.5413821	39.7130675	21.9520732	8.4835511	10.6255902	17.7748021	48.3329237	18.8914263	7.76674644	8.41507582	15.2066014
4 - FC5	35.0099482	21.761678	8.60849967	10.0941866	23.170913	23.251747	19.6739695	9.81829527	17.59676	29.0100729	44.0339042	18.1326631	8.81088884	8.97746358	18.8542424
5 - T7	33.865797	23.9119812	9.84580388	10.8953542	20.2717339	15.4619667	11.1988722	7.70699826	25.8784143	37.8994297	27.466964	15.3003492	8.17032736	15.9178876	31.9582465
6 - P7	24.3906889	19.9887821	11.7772617	14.7368079	27.9963669	24.7348858	15.4728085	10.7498634	16.0199934	32.4181596	26.0843324	20.1189707	10.7488629	13.3509623	29.0851114
7 - O1	36.6141568	24.1543495	8.88562365	10.6293404	19.1410071	37.2687476	23.9034352	9.79457803	10.6051634	17.9548158	33.7769719	18.8019945	9.0682811	11.7197814	25.7454254
8 - O2	29.50046	29.447075	10.5263293	10.3411277	19.047583	27.412335	28.5632236	8.94723559	11.3453268	22.9229399	34.6805394	22.5935984	9.20514124	10.7787814	21.9201289
9 - P8	25.0187122	31.647324	10.2538828	10.6722327	21.6833036	24.5002787	32.4993691	8.31016633	10.7964583	22.892674	34.1690361	19.760458	8.09075878	11.766996	25.1441118
10 - T8	26.7539204	30.8483925	9.04446603	10.714722	21.9710948	25.9590975	32.103428	8.10877681	10.2196408	22.0066849	27.7589686	15.394628	7.75080455	14.8376872	33.5086693
11 - FC6	30.4625904	29.745953	8.8458912	9.90020617	20.5050119	27.9427525	30.8949871	8.18690519	10.3310187	20.8539133	29.9878057	14.4103312	7.70848088	14.9724646	31.9324598
12 - F4	37.1107528	25.2602751	9.51021299	8.52314558	18.0072286	27.3510278	31.1094025	8.73873327	11.043566	20.3656057	41.9942291	15.4291411	7.59618224	12.5287875	21.2914649
13 - F8	29.7124516	28.5515662	9.42558323	9.05838539	22.5441972	29.1138519	24.1889857	8.48879014	11.2507789	24.8738106	28.0577899	13.5415973	7.39628686	14.942077	35.5076439
14 - AF4	50.2155892	16.1564244	7.10089105	7.34351179	18.3494437	16.642718	15.6513753	8.42321391	12.433531	45.9379096	42.5820508	14.52633	7.01093053	12.0725686	22.6789469

Tab 44: Potencia relativa de bandas de frecuencia durante tarea cognitiva (porcentaje).

Sesiones	Canales	1 - AF3	2 - F7	3 - F3	4 - FC5	5 - T7	6 - P7	7 - O1	8 - O2	9 - P8	10 - T8	11 - FC6	12 - F4	13 - F8	14 - AF4
Relajante	Theta	8.40741273	5.97977215	13.7897013	5.98059899	3.79856242	5.0544479	6.63855432	10.8050179	12.5667416	13.8469405	13.9885684	19.1625091	16.2059939	36.2184188
Relajante	Alpha	4.81380369	3.72979615	6.54237867	3.71745393	2.68209112	4.14224699	5.69885199	10.7854648	15.8962516	15.9661033	13.659485	13.0433962	15.5728149	11.6529579
Relajante	Beta low	2.16698672	1.68607089	2.79224372	1.470553	1.10435613	2.44058526	2.09642797	3.85543739	5.15046078	4.68111518	4.06207588	4.91069377	5.1409741	5.12157779
Relajante	Beta med	2.08760227	1.44577189	2.69309697	1.72434652	1.22207911	3.05388781	2.50783147	3.78760433	5.36059531	5.54558419	4.5462224	4.40101162	4.94069423	5.29657006
Relajante	Beta high	4.51888974	3.19351118	6.36199238	3.95818749	2.27378221	5.80164743	4.51602999	6.9764836	10.8913869	11.3715088	9.41600031	9.29821291	12.2962295	13.2346916
Placentero	Theta	14.137179	9.32684736	13.045133	5.07818049	4.44712727	7.99269967	7.93339739	10.4992515	11.1435304	9.66787723	11.1881165	7.11048213	15.3923762	9.89276712
Placentero	Alpha	10.6435346	6.57356724	7.21091904	4.29679404	3.22098805	4.9998012	5.08832367	10.9400555	14.7817791	11.9561938	12.3701743	8.08755165	12.7886193	9.30349305
Placentero	Beta low	4.17413868	3.15371079	2.7867163	2.14431524	2.21666511	3.47365379	2.08497159	3.42689801	3.77973624	3.01993005	3.27798951	2.27181981	4.48798914	5.00692818
Placentero	Beta med	4.77460214	5.59225592	3.49034326	3.84313159	7.44307654	5.1766156	2.25752087	4.34539557	4.91058338	3.80607349	4.13648016	2.87101016	5.94824146	7.39074151
Placentero	Beta high	6.42086658	7.58896386	5.8387496	6.3357986	10.9005271	10.4754319	3.8220412	8.77975954	10.4123391	8.19589075	8.34978634	5.29447288	13.1506835	27.3064196
Silencio	Theta	14.1047975	13.5082232	12.3308835	10.645265	4.39439148	3.52835432	3.52724368	9.55519462	4.50205716	3.52546123	4.31542077	7.20127255	7.55389717	12.1315048
Silencio	Alpha	5.52904427	4.01673603	4.81965416	4.38359959	2.44787608	2.72143661	1.96344469	6.22499633	2.60360612	1.95515781	2.07373101	2.64582664	3.64575519	4.13850996
Silencio	Beta low	2.35617526	1.78493511	1.98148257	2.13004612	1.30715637	1.45396847	0.94697764	2.53620381	1.06602535	0.98437234	1.10929552	1.30261181	1.99127553	1.9973941
Silencio	Beta med	2.92768486	2.37656104	2.14688688	2.17031582	2.54667497	1.80594714	1.22386711	2.9697737	1.55040044	1.88442488	2.15462529	2.14846695	4.02280127	3.43944033
Silencio	Beta high	4.93170523	5.3660654	3.87956732	4.5580425	5.11294391	3.93426125	2.68852961	6.03944175	3.31294766	4.25568818	4.59526787	3.65111219	9.55959438	6.46116726

Participante 12

Edad: 26 | Gusto de pieza relajante (Música Clásica): 5/5 | Gusto de pieza escogida (Rock): 4/5

¿Qué tan seguido escucha música al hacer tareas escolares? 5/5

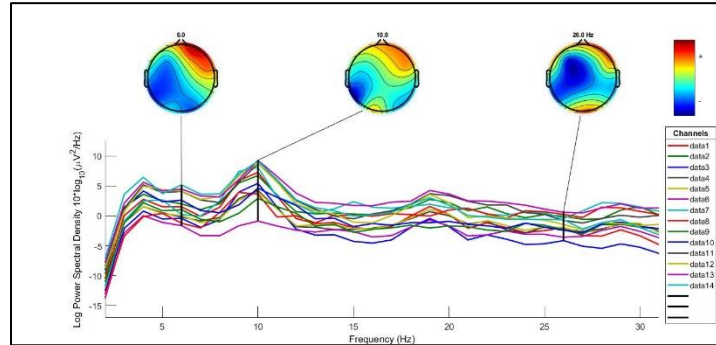


Fig 67: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante estado basal (sesión placentera).

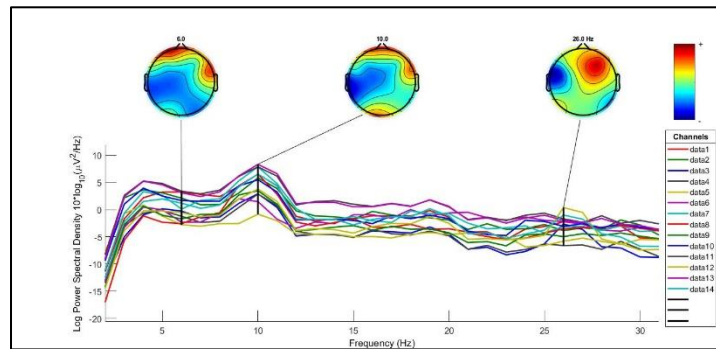


Fig 68: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante estado basal (sesión relajante).

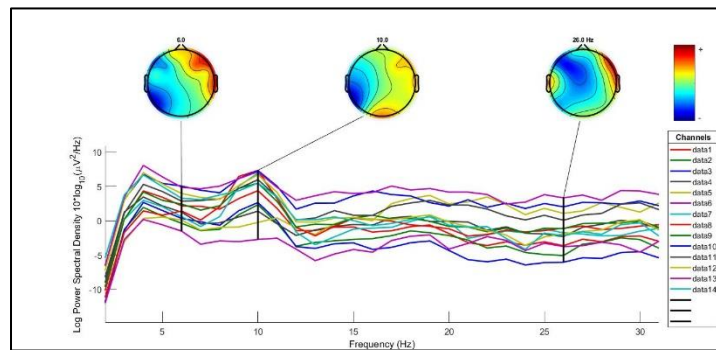


Fig 69: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante estado basal (sesión silencio).

Tab 45: Potencia absoluta de bandas de frecuencia durante estado basal ($\mu V^2 / Hz$).

Uri 40	Sesión Relajante					Sesión Placentera					Sesión en Silencio				
	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H
1 - AF3	24.7303925	42.0840569	6.23309116	10.5569527	15.8773641	14.9212384	32.3061359	7.46741682	19.280974	24.4446776	28.3947215	21.5338779	11.2200383	13.5044864	25.1376967
2 - F7	21.1969944	41.026626	7.00284788	12.8345053	17.7602362	12.1436804	20.6307504	8.85953204	20.7650452	36.1912794	23.5521235	17.6597049	9.07533016	18.5113564	30.7633761
3 - F3	21.1217168	41.3088139	5.5312723	11.6293959	19.7207101	14.871833	33.094062	7.25222841	19.4437764	23.8245681	31.4906619	21.2555525	10.2719795	13.2120177	23.5298019
4 - FC5	20.6439465	42.9909249	6.68466534	12.55086	16.818901	15.7501801	20.0832351	7.88538204	19.1854847	35.309962	21.1447045	12.8856744	9.00253396	20.6130057	35.7751031
5 - T7	22.1895633	23.1154863	8.09516655	15.2292017	30.5443805	13.3578523	19.2395165	8.2580898	20.8601465	36.3778814	11.581071	8.69325278	7.50381619	23.8313525	47.5115439
6 - P7	11.911088	19.3181215	6.82978594	16.7820601	44.5974218	14.1383334	17.5830964	9.70303401	19.5705385	37.1729201	20.6554172	13.6153462	9.19744501	17.5008572	37.9467733
7 - O1	17.3064554	45.4868276	6.30504081	10.0005764	20.568175	11.0332378	32.2520953	9.7135115	16.2779315	30.1855188	18.6157549	28.1650919	7.84879736	15.2172752	29.6100252
8 - O2	10.7102602	46.9937661	7.2507234	10.4649986	23.8941439	10.5225631	18.5062146	9.79737417	18.5320612	42.085338	18.0467961	31.7386153	9.22801754	13.2145003	27.2209855
9 - P8	14.7614833	42.3995574	8.37974143	11.263519	22.621501	20.580605	20.2405425	8.98535599	16.1417842	33.3368174	24.2367662	24.4309329	9.62472384	13.3191525	28.037444
10 - T8	17.5257132	37.751522	8.61287037	12.0749367	23.6800992	23.602805	22.6842173	9.09102501	15.248594	28.4447403	22.9909489	21.0168439	9.63173668	15.7294829	30.21014
11 - FC6	17.7532873	43.7957786	9.19595245	11.493901	17.1237447	16.9625083	26.8207982	5.90986275	19.3553661	30.1071411	24.4337872	18.7991981	8.90499271	13.3399163	34.2983803
12 - F4	14.3789719	42.2944134	5.26404595	11.4444754	25.9310173	20.3965139	31.6143747	7.08031309	17.7197642	21.9130746	32.1197783	23.2330931	32.1197783	11.981637	22.865856
13 - F8	16.7123154	47.1948388	8.37432526	11.2303846	15.9292	16.5808782	25.9893429	7.31798022	17.0482974	32.1911458	23.1835313	15.5672298	10.236012	15.9694232	34.6857773
14 - AF4	16.0508189	48.0721989	5.9769318	11.522661	17.7933918	22.9650336	31.2706745	7.15872642	16.8439815	20.4316697	33.0578627	24.0749036	10.6233031	9.64063373	22.2186942

Tab 46: Potencia relativa de bandas de frecuencia durante estado basal (porcentaje).

Sesiones	Canales	1 - AF3	2 - F7	3 - F3	4 - FC5	5 - T7	6 - P7	7 - O1	8 - O2	9 - P8	10 - T8	11 - FC6	12 - F4	13 - F8	14 - AF4
Relajante	Theta	8.18855842	6.87986038	3.37133406	3.17206467	2.34014372	2.60146028	5.48111006	2.25976271	2.53806595	4.476987	8.19481811	2.98984743	7.90498978	4.75766817
Relajante	Alpha	13.9345851	13.315919	6.59348919	6.60581027	2.43779292	4.21920533	14.4060873	9.91523629	7.29011242	9.64372016	20.2158865	8.79435914	22.3233412	14.249215
Relajante	Beta low	2.06385851	2.27289845	0.88287173	1.02713843	0.85372808	1.49167036	1.99686312	1.52983346	1.44079941	2.20017915	4.24480022	1.09456325	3.96108823	1.77163909
Relajante	Beta med	3.49554598	4.16566627	1.85622121	1.92851398	1.60609383	3.66531275	3.16727247	2.20801486	1.93663154	3.08457261	5.30552043	2.796719	5.31201535	3.41546421
Relajante	Beta high	5.25720419	5.76439958	3.14771297	2.58432376	3.22125493	9.74037147	6.51412598	5.04143639	3.88950489	6.0491402	7.9042248	5.39188655	7.5345732	5.27418908
Placentero	Theta	3.95880911	4.38336068	2.52672595	3.61251488	3.01891468	2.27388729	4.77405187	2.97578498	4.05883471	5.8055634	7.92711534	8.53101576	8.62994138	10.0915211
Placentero	Alpha	8.57126076	7.44683798	5.62268451	4.60635909	4.34818845	2.82791318	13.9553936	5.23356476	3.99176876	5.57313156	12.5342053	13.2229816	13.526817	13.7412675
Placentero	Beta low	1.98120806	3.1979205	1.23215435	1.80861804	1.86635307	1.56055208	4.20300991	2.77070127	1.77206038	2.2335123	2.76186534	2.96140129	3.80882964	3.14575802
Placentero	Beta med	5.11550673	7.49531279	3.3034996	4.400448	4.71445568	3.14755617	7.04341653	5.24087421	3.18342603	3.74632368	9.04537329	7.4114424	8.87322166	7.40174812
Placentero	Beta high	6.48550808	13.0635381	4.04779656	8.09881295	8.22151033	5.97857102	13.0611916	11.9017501	6.57457016	6.98839538	14.070017	9.16533017	16.7547037	8.97828539
Silencio	Theta	6.48731214	3.64221957	4.40566536	5.04266527	4.13861682	2.77333637	4.7103859	5.13425288	7.55656881	13.4850301	11.2001995	11.9837907	18.2033261	11.4933035
Silencio	Alpha	4.91982243	2.73098614	2.97373398	3.07302202	3.10662477	1.8280887	7.12667589	9.02952945	7.61710635	12.3271455	8.61736121	8.66819573	12.2231319	8.37017733
Silencio	Beta low	2.56343035	1.40345499	1.43708966	2.14695671	2.68156717	1.23491133	1.98599867	2.62534	3.00080825	5.64936486	4.08195808	3.56296565	8.03714769	3.69342831
Silencio	Beta med	3.08535581	2.86268984	1.84841236	4.91586381	8.51638299	2.34978375	3.85046101	3.75948097	4.15266176	9.22591544	6.11488195	4.470312	12.5389275	3.35178139
Silencio	Beta high	5.74318312	4.75740418	3.29191027	8.53177539	16.978747	5.09499107	7.49222906	7.74427896	8.7415488	17.7193489	15.7220287	8.53118069	27.2346999	7.72482471

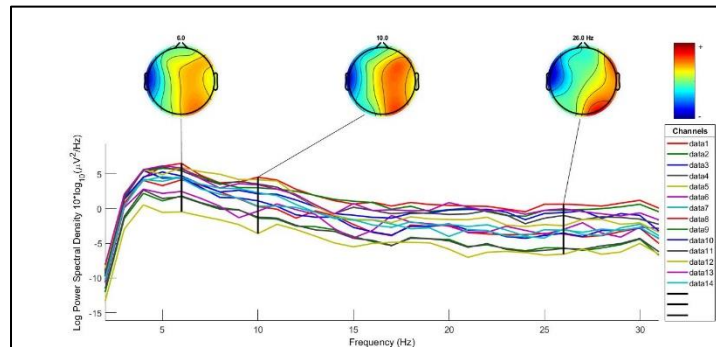


Fig 70: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante tarea cognitiva (sesión placentera).

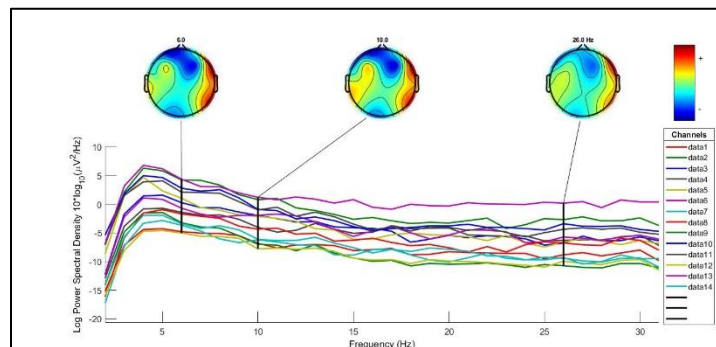


Fig 71: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante tarea cognitiva (sesión relajante).

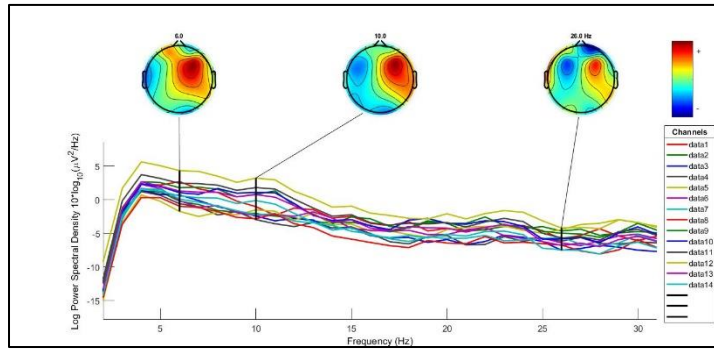


Fig 72: Gráfica de densidad espectral de potencia (PSD) durante tarea cognitiva (sesión silencio).

Tab 47: Potencia absoluta de bandas de frecuencia durante tare cognitiva (uV²/Hz).

Uri	Sesión Relajante					Sesión Placentera					Sesión en Silencio				
	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H	Theta	Alpha	Beta L	Beta M	Beta H
1 - AF3	24.3731238	17.9391102	10.2210248	15.5533033	30.7702938	39.1477757	17.6098035	8.75082893	12.7166868	21.2646707	35.295105	16.8380858	10.3853855	13.6573329	22.6314894
2 - F7	39.3917602	20.5719229	10.1371071	10.0040253	19.4395169	36.5255907	19.6579283	8.58484377	13.5556382	21.0837841	31.1861939	15.3644022	10.7775259	15.4820581	26.5684152
3 - F3	37.1159417	19.4516324	10.5460713	13.2479744	18.6977116	43.5566755	18.5500064	7.71447923	10.9119517	18.8526466	34.1962595	20.2511439	10.0209478	13.5106223	20.9092498
4 - FC5	23.8183458	16.2597221	8.81990034	16.7310087	32.6676692	37.2532901	19.7131302	8.2597368	13.336766	20.8975263	35.258521	18.7812241	10.0533364	13.4725254	21.5523797
5 - T7	42.338108	18.4401251	7.15950978	11.2640419	20.3086897	27.0789945	19.0670565	9.11736593	16.7110055	27.2912011	25.4237394	16.486993	10.5982027	13.0519132	33.6391191
6 - P7	28.2582493	21.3712736	11.3729268	12.474315	25.8362799	23.0353466	17.4378772	9.49578007	15.9764934	33.2409128	34.2355201	17.9263571	9.64286638	13.6984731	23.4386694
7 - O1	34.4650892	18.4841182	9.57764624	11.8727449	25.0598742	34.9807893	18.2497136	9.70613907	11.8304395	24.4875959	39.0695336	19.9954032	9.35547268	9.33291465	21.3736669
8 - O2	31.5788257	17.9329777	9.24036474	11.866811	28.950181	28.2768056	21.5389757	8.66502961	12.7091893	28.2514753	34.3735682	23.2623371	8.62596172	10.7330052	22.0720554
9 - P8	44.9594791	15.7647201	7.454379	9.11563383	22.2620022	26.349456	21.1195724	8.96838656	15.7459413	27.1334603	31.2788969	25.8959378	7.6461992	10.969984	22.9889586
10 - T8	41.7694715	18.2255046	8.9915831	9.38239944	21.0086712	27.5447786	21.3655002	8.40506617	13.6206118	28.1385344	27.1609237	25.9802282	7.92630429	12.6578109	24.8626765
11 - FC6	40.1596447	21.7953634	8.94693625	9.38411545	19.1878848	30.6695914	24.6883503	6.87465958	12.5557888	24.3611368	29.8141622	26.6073559	8.81539654	11.9816888	21.5619849
12 - F4	26.115255	20.3648959	10.7470834	13.8671165	28.2288497	32.2460907	27.5863672	7.39193489	11.3156571	20.531945	32.5253173	26.4229858	8.94035473	10.8820547	20.1311445
13 - F8	28.4808289	13.1307817	10.5233091	11.1908975	35.9959913	30.6415758	22.473268	7.20793987	12.0958356	26.6550126	29.2754378	25.5579404	8.98163552	12.645207	22.2870075
14 - AF4	27.4709579	20.3824665	11.9390131	13.8486589	25.6711179	33.1438079	24.8944077	7.58571169	12.1801918	21.3840089	30.3816748	25.0092532	8.57667084	12.0527348	22.6393812

Tab 48: Potencia relativa de bandas de frecuencia durante tarea cognitiva (porcentaje).

Sesiones	Canales	1 - AF3	2 - F7	3 - F3	4 - FC5	5 - T7	6 - P7	7 - O1	8 - O2	9 - P8	10 - T8	11 - FC6	12 - F4	13 - F8	14 - AF4
Relajante	Theta	1.35805093	2.11008957	6.25408532	2.66283842	5.49500157	3.57421249	1.8071015	2.72335617	12.1537222	8.70435152	9.17602118	1.0820033	11.5062808	1.58160159
Relajante	Alpha	0.99955284	1.10197157	3.27762581	1.81780099	2.39331707	2.70312121	0.96917427	1.546539	4.26161585	3.79801786	4.97999216	0.84375529	5.30484775	1.17349172
Relajante	Beta low	0.56950731	0.54301214	1.77702698	0.98604537	0.92922238	1.43849169	0.50218291	0.79688854	2.01511346	1.87375845	2.04427298	0.44527154	4.25142647	0.68737181
Relajante	Beta med	0.8666176	0.53588337	2.23230122	1.87048979	1.46194364	1.57779953	0.62252139	1.02339312	2.46419406	1.95520077	2.14416345	0.57454028	4.52113277	0.79731698
Relajante	Beta high	1.71449611	1.04131223	3.15058916	3.65217322	2.63583536	3.26787245	1.31395964	2.496662	6.01800101	4.37800269	4.38421302	1.16957344	14.5424132	1.47797835
Placentero	Theta	10.3927229	6.78011137	12.9582141	7.00358758	4.23247193	7.08716418	9.40456327	15.1064714	12.6581099	11.0157569	13.1353665	13.118593	13.8762839	10.6536155
Placentero	Alpha	4.67494779	3.64902909	5.51867085	3.7060521	2.98019859	5.36502014	4.90642406	11.5068839	10.1457074	8.54452889	10.5736827	11.2228898	10.1772001	8.00196068
Placentero	Beta low	2.32311895	1.59357305	2.29507585	1.55282365	1.42505274	2.92151681	2.6094894	4.62916581	4.30835547	3.36136903	2.94432266	3.00724159	3.26417352	2.43832138
Placentero	Beta med	3.37595175	2.51628337	3.24633147	2.50730092	2.61194564	4.91540385	3.18006023	6.7896992	7.56424939	5.44717932	5.37747258	4.60351928	5.47769641	3.91515303
Placentero	Beta high	5.64522057	3.91370547	5.60870704	3.92871757	4.26564001	10.2270572	6.58347479	15.092939	13.0347406	11.2532128	10.4335417	8.35295763	12.0709368	6.87359187
Silencio	Theta	6.02407113	4.59992328	3.91449697	4.06029025	3.69738366	4.71863327	5.1376139	3.65856943	6.15099326	5.02572887	6.11583239	9.21656555	4.79984564	4.00141006
Silencio	Alpha	2.87387802	2.26622945	2.31817873	2.16280261	2.39770938	2.47076442	2.62938029	2.47593951	5.09243465	4.80725857	5.45801449	7.48737294	4.19034447	3.29383676
Silencio	Beta low	1.77254893	1.58967114	1.14711288	1.15771912	1.54130048	1.32906262	1.23023753	0.91810893	1.50362463	1.46664586	1.80831805	2.53339159	1.47258136	1.12958806
Silencio	Beta med	2.33099589	2.28358354	1.54658114	1.55146506	1.89814448	1.88804116	1.22727116	1.14237325	2.15724671	2.34214146	2.45782525	3.08360312	2.07324113	1.5874021
Silencio	Beta high	3.86268017	3.91880688	2.3935131	2.48192252	4.89214932	3.23051862	2.81062091	2.34925123	4.52077736	4.60047207	4.42304851	5.70447971	3.65405971	2.98171343

Anexo 2

Cuestionario de Preferencias Musicales

Nombre:

Fecha:

Edad:

Programa de posgrado:

Lugar de procedencia:

El siguiente cuestionario está basado en el Cuestionario de Preferencias Musicales (MPQ)

Estimado participante, las siguientes preguntas son acerca de qué música te gusta escuchar y en qué situaciones lo haces. Somos conscientes de que no podemos capturar tu gusto por la música de manera completa con este cuestionario, ya que sin duda habremos perdido algunos puntos que son importantes para ti. Sin embargo, nos gustaría pedirte que aceptes completar estas preguntas de forma general.

¡Esperamos que te diviertas completando el cuestionario!

1. ¿Cuál de los siguientes estilos musicales prefieres? Marque su respuesta del 1 al 5 en la escala para cada estilo musical:

	Para nada				Demasiado
Pop (K-pop, español, inglés)	1	2	3	4	5
Son (Jarocho, Cubano)	1	2	3	4	5
Cumbia (Colombiana, tambora)	1	2	3	4	5
Sonidero (Electro cumbia, mixes)	1	2	3	4	5
Mariachi	1	2	3	4	5
Trova	1	2	3	4	5
Banda (Norteña, sinaloense)	1	2	3	4	5
Corridos (Romances, Modernos)	1	2	3	4	5
Ska	1	2	3	4	5
Rock (Indie, Progresivo, Alternat.)	1	2	3	4	5
Hip – Hop (Rap, trap)	1	2	3	4	5
Soul/Funk (RnB)	1	2	3	4	5
Salsa	1	2	3	4	5
Hard Rock (Rock industrial, crossover, Punk)	1	2	3	4	5
Electrónica (Techno, house, Dubstep)	1	2	3	4	5
New age (Musica de meditación)	1	2	3	4	5
Metal (Heavy, Death metal, Black metal)	1	2	3	4	5
Música folk (Peruana, Indígena)	1	2	3	4	5
Música clásica (Barroco, romance, opera)	1	2	3	4	5
Jazz/Blues	1	2	3	4	5

Reggae	1	2	3	4	5
Otra _____	1	2	3	4	5
Otra _____	1	2	3	4	5

2. ¿Cuál es tu músico o grupo de música favorita y en que género musical lo incluirías? (Max. 3)

Músico/ Grupo de música favorita _____

Estilo de música _____

3. ¿Cuál es tu canción favorita de los músicos/grupos de música anteriores y que estado de ánimo genera en ti?

4. ¿Qué tanto tiempo escuchas música en un día normal?

_____ Horas. _____ Minutos.

5. ¿Con qué fines escuchas música? Marque su respuesta del 1 al 5 en la escala para cada propósito:

	Nunca				Muy seguido
Relajación	1	2	3	4	5
Activación	1	2	3	4	5
Distracción	1	2	3	4	5
Reducir enojo	1	2	3	4	5
Trabajar mejor	1	2	3	4	5
Evocar ciertas emociones (Melancolía, tristeza, felicidad)	1	2	3	4	5
Incrementar ciertas emociones (Melancolía, tristeza, felicidad)	1	2	3	4	5
Evitar aburrimiento	1	2	3	4	5
Evitar soledad	1	2	3	4	5
Por la música simplemente	1	2	3	4	5
Otros fines _____	1	2	3	4	5
Otros fines _____	1	2	3	4	5

6. ¿En qué ocasiones o en qué situaciones escuchas música? Marque su respuesta del 1 al 5 en la escala para cada opción:

	Nunca				Muy seguido
Antro/Bares	1	2	3	4	5
Fiestas	1	2	3	4	5
Conciertos	1	2	3	4	5
Como música de fondo mientras haces alguna actividad (Deportes, el aseo, camino a algún lado, tareas escolares)	1	2	3	4	5
Mientras te arreglas	1	2	3	4	5
Cuando estás solo	1	2	3	4	5
Cuando estas con amigos	1	2	3	4	5
Reuniones familiares	1	2	3	4	5
Eventos sociales	1	2	3	4	5
Otros fines _____	1	2	3	4	5

Otros fines _____	1	2	3	4	5

7. ¿Actualmente haces música activamente?

- No
- Toco un instrumento (¿Cuál y por cuanto tiempo lo has hecho?) _____
- Canto en un coro (¿Por cuánto tiempo?) _____
- Otra _____

8. ¿Previamente hacías música?

- No
- Tocabas un instrumento (¿Cuál y por cuanto tiempo lo has hecho?) _____

- Cantabas en un coro (¿Por cuánto tiempo?) _____
- Otra _____

9. ¿Qué tan importante es la música en tu vida? Marque su respuesta del 1 al 5 en la escala

No tan importante	1	2	3	4	5	Muy importante
--------------------------	----------	----------	----------	----------	----------	-----------------------

Con la siguiente pregunta, nos gustaría saber con qué frecuencia y con qué intensidad experimenta los llamados escalofríos (chills). Los escalofríos son reacciones físicas, un estremecimiento o escalofrío, que se extienden desde la cabeza hasta la espalda y / u otras partes del cuerpo. Estas reacciones ocurren en relación con muchas experiencias, p. miedo, susto o contemplación del arte. Sin embargo, queremos pedirle que limite su respuesta solo a los escalofríos que experimenta mientras escucha música.

Indique con qué frecuencia experimenta escalofríos mientras escucha música:

Nunca	1	2	3	4	5	Casi siempre
--------------	----------	----------	----------	----------	----------	---------------------

Si experimenta escalofríos, indique cuán intensivos son sus escalofríos experimentados:

Apenas perceptible	1	2	3	4	5	Abrumadoramente fuerte
---------------------------	----------	----------	----------	----------	----------	-------------------------------