

RAE

1. **Tipo de documento:** trabajo de grado para optar por el título de INGENIERO DE SONIDO
2. **Título:** Análisis Psicoacústico a Partir de Estímulos Auditivos Generados por Medio de Pulsos Binaurales en Relación al Rango de Frecuencia en una Composición Sonora
3. **Autores:** María Fernanda Reyes Rivera y Juan Sebastián Velasco Vivas
4. **Lugar:** Bogotá D.C
5. **Fecha:** Julio de 2014
6. **Palabras clave:** Psicoacústica, pulsos acústicos, nivel de ruido, transductores acústicos, factores ambientales, ruido audible, ondas acústicas, medición de frecuencia, mediciones, dispositivos electroacústicos, Psicometría, psicología experimental, Psicofisiología, pulsos binaurales, electrocardiograma (ECG), respuesta galvánica de la piel (GSR), maniquí de autoevaluación (SAM), ondas cerebrales, emociones.
7. **Descripción del trabajo:** el objetivo principal de este proyecto es la realización de un estudio experimental del comportamiento psico-acústico a partir de la medición de la respuesta fisiológica y emocional ante la exposición a pulsos binaurales empleando ondas cerebrales tipo Alfa en diferentes rangos de frecuencias dentro de una composición sonora, aplicado a una muestra de estudiantes de pregrado de La Universidad de San Buenaventura.
8. **Líneas de investigación:** Acústica y Psicoacústica.
9. **Metodología:** enfoque científico experimental basado en la medición y análisis de parámetros psicofisiológicos y psicométricos.
10. **Conclusiones:** se afirma que los pulsos binaurales generan una reacción fisiológica y emocional sobre la población estudiada y que dicha reacción varía con la frecuencia portadora del pulso, presentándose la mayor evidencia y variación cuando esta frecuencia se encuentra en 432 Hz (confiabilidad 99,8%).

**Análisis Psicoacústico a Partir de Estímulos Auditivos Generados por Medio de Pulsos
Binaurales en Relación al Rango de Frecuencia en una Composición Sonora**

**María Fernanda Reyes Rivera
Juan Sebastián Velasco Vivas**

**Universidad de San Buenaventura sede Bogotá
Facultad de Ingeniería
Programa de Ingeniería de Sonido**

**Bogotá D.C
2014**

**Análisis Psicoacústico a Partir de Estímulos Auditivos Generados por Medio de Pulsos
Binaurales en Relación al Rango de Frecuencia en una Composición Sonora**

**María Fernanda Reyes Rivera
Juan Sebastián Velasco Vivas**

**Tesis de grado presentada como requisito parcial para optar por el título de
ingenieros de sonido**

Tutores:

**Ing. Jorge Casas, Director del programa de Ingeniería de Sonido
Psic. Cl. Carlos Andrés Gantiva, Director de investigaciones programa de Psicología**

**Universidad de San Buenaventura sede Bogotá
Facultad de Ingeniería
Programa de Ingeniería de Sonido
Bogotá D.C
2014**

Nota de aceptación

Firma Jurado 1

Firma Jurado 2

Bogotá Agosto de 2014

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Ing. Jorge Casas y al PhD. Carlos Andrés Gantiva por habernos guiado en el desarrollo de este proyecto de grado, al PhD. Marcelo Herrera, al Ing. Manuel Torres y al Ing. Darío Páez por sus valiosos aportes, a la Ing. Lorena Aldana y a la Ing. Carol Ivonne Rodríguez por su orientación en la etapa de anteproyecto durante la cual participaron activamente en la construcción de la idea. A la estudiante de Psicología Katherine Camacho, por su tiempo y dedicación, al estudiante de Ingeniería de Sonido Diego Felipe Pinzón por su colaboración en la creación del audio base empleado para este experimento, a los asistentes del laboratorio de Ingeniería de sonido por sus consejos y asesoría, a los miembros y estudiantes de la facultad de Psicología que participaron activamente acompañando y asesorando durante el proceso de recolección de datos y a todos los estudiantes de la Universidad que participaron en la investigación.

María Fernanda y Juan Sebastián

Agradezco a mi madre, Colombia Vivas, por una vida dedicada a mi formación integral como ser humano, a mi hermana Alexandra por su ejemplo de constancia y dedicación a la Academia, a mi hermana María José por su constante apoyo y compañía. Agradezco especialmente a Cecilia Duque D. por su interés sincero en mi desarrollo humano y profesional. A los docentes y orientadores del Colegio Intisana por haber logrado sentar las bases de mi formación profesional, y en general a todas las personas que forman parte de mi vida, a mi familia, amigos y amigas. Por sobre todo a Dios por su sabiduría infinita.

Juan Sebastián

Agradezco a mi madre Teresa Rivera, a mi padre Jaime Reyes y a mi hermana Daniela Reyes, por ser el pilar fundamental de mi vida, mi apoyo y la fuerza que motiva mi crecimiento personal. Por su confianza, amistad y guía en estos años de Universidad.

María Fernanda

Este Documento contiene accesos directos a internet a través de códigos QR,

Cuando usted encuentre un código como éste:



Puede utilizar su Smartphone con una app de lectura QR, para acceder a la información multimedia
contenida.

CONTENIDO

LISTADO DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Diagrama de bloque del sistema a analizar en donde se muestra claramente las variables dependientes e independientes fuente propia.....	9
Ilustración 2: Anatomía del oído humano fuente: Zamora, 2014.....	12
Ilustración 3: Pulsos Binaurales, simulación del resultado de la modulación interna realizada por el cerebro de dos ondas presentadas de manera independiente a cada oído; portadora y moduladora, fuente propia, realizada en el programa de computación Matlab.....	12
Ilustración 4: diferencias inter-aurales de tiempo (ITD) y de intensidad (IID) en una cabeza esférica y una fuente distante, fuente propia, adaptación de: (DeLiang Wang, 2005).....	12
Ilustración 5: Patrones de ondas del cerebro discriminadas por frecuencia, fuente propia, elaborada a partir de: (Psicología de la percepción visual, 2014)	12
Ilustración 6: Respuesta al estímulo, curva de respuesta de la conductancia dérmica (Muñoz, Introducción a la Psicofisiología Clínica, 2009, p. 177).....	13
Ilustración 7: Valencia (Wang, 2010).....	14
Ilustración 8: Activación (Wang, 2010).....	14
Ilustración 9: Dominancia (Wang, 2010).....	14
Ilustración 10 Curvas de igual sonoridad según la normativa ISO 226-2003. (Dominios de la Psicoacústica, s.f.).....	15
Ilustración 11 Captura de pantalla del generador de señales en el Programa de computador Adobe Audition, fuente propia.....	17
Ilustración 12 Captura de pantalla del nivel final en dBFS del pulso correspondiente a la frecuencia de 150-160Hz, fuente propia.....	17
Ilustración 13 Captura de pantalla del nivel final en dBFS del pulso correspondiente a la frecuencias de 432-442Hz, fuente propia.....	17
Ilustración 14 Captura de pantalla del nivel final en dBFS del pulso correspondiente a la frecuencias de 660-670Hz, fuente propia.....	18
Ilustración 15 Captura de pantalla del nivel final en dBFS del pulso correspondiente a la frecuencias de 880-890Hz, fuente propia.....	18
Ilustración 16 Materiales empleados para la medición del nivel máximo emitido por los audífonos por medio de la sensibilidad de los audífonos y el sistema de reproducción, imágenes tomadas de Google imágenes.....	21
Ilustración 17 Partes del conector TRS empleado para la medición de sensibilidad, fuente propia.....	21

Ilustración 18 Diagrama de conexión del sistema de registro, con imágenes tomadas de Google imágenes, Organización de diagrama fuente propia.....	21
Ilustración 19 Derivación dos, conexión utilizada en el experimento, fuente propia, 2014.....	22
Ilustración 20 Área Tenar e Hipotenar de la Mano Humana.....	22
Ilustración 21 Línea de tiempo del audio con pulsos binaurales y sonido base.	24
Ilustración 22 Captura de pantalla osciloscopio, donde se muestra el voltaje RMS de la medición y la frecuencia empleada, fuente propia.....	24
Ilustración 23 Vista trasera de la sala de medición, fuente propia.....	25
Ilustración 24 Vista superior de la sala de medición del experimento, fuente propia.....	25
Ilustración 25 Vista lateral derecha de la sala de medición, fuente propia.....	25
Ilustración 26 Vista lateral izquierda de la sala de medición, fuente propia.....	25
Ilustración 27 Vista isométrica de la sala de medición, fuente propia.....	25
Ilustración 28: Captura de pantalla de osciloscopio del voltaje medido para 150Hz.....	25
Ilustración 29: Captura de pantalla de osciloscopio del voltaje medido para 432Hz.....	25
Ilustración 30: Captura de pantalla de osciloscopio del voltaje medido para 660Hz.....	25
Ilustración 31: Captura de pantalla de osciloscopio del voltaje medido para 880Hz.....	25
Ilustración 32 Descripción de las etiquetas de los siete momentos de tiempo analizados dentro del análisis.....	26
Ilustración 33 Diagrama de barra referente a la frecuencia cardiaca promedio en el grupo de 432-442Hz.....	49
Ilustración 34 Diagrama de barra referente a la frecuencia cardiaca promedio en el grupo de 660-670Hz.....	49
Ilustración 35: Diagrama de barra referente a la activación promedio en el grupo de 432-442Hz.....	50
Ilustración 36 Descripción de la relación en la cual se basara el análisis de resultados por medio del proceso de triangulación, fuente propia.....	50
Ilustración 37 Espectro acumulativo de frecuencia en tiempo vs frecuencia del audio base, fuente propia.....	50

Ilustración 38 Espectro acumulativo de frecuencia en tiempo vs frecuencia, del pulso binaural de 150-160Hz.....	50
Ilustración 39 Espectro acumulativo de frecuencia en tiempo vs frecuencia, del pulso binaural de 432-442Hz, fuente propia.....	51
Ilustración 40 Espectro acumulativo de frecuencia en tiempo vs frecuencia, del pulso binaural de 660-670Hz, fuente propia.....	51
Ilustración 41 Espectro acumulativo de frecuencia en tiempo vs frecuencia, del pulso binaural de 880-890Hz, fuente propia.....	51
Ilustración 42 Datasheet audífonos Beyerdynamic DT990-PRO, fuente Beyerdynamic.....	59
Ilustración 43 Vista superior de la sala de medición del experimento, fuente propia.....	59
Ilustración 44 Vista lateral derecha de la sala de medición, fuente propia.....	59
Ilustración 45 Vista lateral izquierda de la sala de medición, fuente propia.....	59
Ilustración 46 Vista trasera de la sala de medición, fuente propia.....	59
Ilustración 47 Vista isometrica de la sala de medición.....	59

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1: Frecuencias del cerebro asociadas a estados de conciencia.....	13
Tabla 2 Desglose de componentes empleados para la pre-producción del audio base del experimento, fuente propia.....	17
Tabla 3 Ajuste de niveles de acuerdo a la curva de igual sonoridad de 80 fones, fuente propia.....	17
Tabla 4 Procedimientos adoptados para la medición y realización del experimento, fuente propia.....	19
Tabla 5 Descripción de cada uno de los pulsos binaurales teniendo en cuenta la frecuencia para el audio estéreo, fuente propia.....	20
Tabla 6 configuración predeterminada para cada uno de los perfiles del sonómetro, fuente propia.....	91
Tabla 7: Niveles calculados y medidos y relación señal a ruido.....	26
Tabla 8: Tabla de contrastes multivariados, fuente:elaborada en el Programa IBM SPSS V21.....	26
Tabla 9 Datos analizados en frecuencia cardiaca, por medio de un análisis ANOVA, mirando el comportamiento de cada uno de los grupos en el tiempo.	35
Tabla 10 Datos analizados en respuesta galvánica, por medio de un análisis ANOVA, mirando el comportamiento de cada uno de los grupos en el tiempo.	48
Tabla 11 Datos analizados del SAM con respecto a la activación de los sujetos, por medio de un análisis ANCOVA, mirando el comportamiento de cada uno de los grupos por los pulsos.....	48
Tabla 12 Datos analizados del SAM con respecto a la dominancia de los sujetos, por medio de un análisis ANCOVA, mirando el comportamiento de cada uno de los grupos por los pulsos.....	48
Tabla 13 Datos promedio analizados en frecuencia cardiaca, por medio de un análisis ANCOVA, mirando el comportamiento de cada uno de los grupos por los pulsos, fuente propia.....	49
Tabla 14 Datos significativos analizados del SAM con respecto a la activación de los sujetos, por medio de un análisis ANCOVA, mirando el comportamiento de cada uno de los grupos por los pulsos.....	50
Tabla 15 Datos promedios analizados del SAM con respecto a la activación de los sujetos, por medio de un análisis ANCOVA, mirando el comportamiento de cada uno de los grupos por los pulsos.....	50

Tabla 16 Resumen de teorías y resultados correspondiente a la triangulación a realizar.....	50
Tabla 17 Datos tabulados de la frecuencia cardiaca (FC) y Respuesta galvánica de la piel (GSR) listo para análisis de resultados.....	68
Tabla 18 Tabulación resultados prueba SAM para el grupo de 880-890Hz.....	69
Tabla 19 Tabulación resultados prueba SAM para el grupo de 660-670Hz.....	69
Tabla 20 Tabulación resultados prueba SAM para el grupo de 432-442Hz.....	69
Tabla 21 Tabulación resultados prueba SAM para el grupo de 150-160Hz.....	69
Tabla 22 Tabulación resultados prueba SAM para el grupo de CONTROL.....	69
Tabla 23 Descripción de las etiquetas de los siete momentos de tiempo analizados dentro del estudio.....	73
Tabla 24.Datos detallados del análisis ANOVA con respecto a la frecuencia cardiaca por medio de los grupos en el tiempo.....	78
Tabla 25.Datos detallados del análisis ANOVA con respecto a la respuesta galvánica de la piel por medio de los grupos en el tiempo.....	83
Tabla 26.Datos detallados del análisis ANCOVA con respecto a la frecuencia cardiaca por medio de los grupos en el tiempo.....	88
Tabla 27.Datos detallados del análisis ANCOVA con respecto a la respuesta galvánica de la piel por medio de los grupos en el tiempo.....	93
Tabla 28 Datos promedios analizados del SAM con respecto a la valencia de los sujetos, por medio de un análisis ANCOVA, mirando el comportamiento de cada uno de los grupos por los pulsos.....	94
Tabla 29 Datos promedios analizados del SAM con respecto a la activación de los sujetos, por medio de un análisis ANCOVA, mirando el comportamiento de cada uno de los grupos por los pulsos.....	94
Tabla 30 Datos promedios analizados del SAM con respecto a la dominancia de los sujetos, por medio de un análisis ANCOVA, mirando el comportamiento de cada uno de los grupos por los pulsos.....	94
Tabla 31 Datos significativos analizados del SAM con respecto a la valencia de los sujetos, por medio de un análisis ANCOVA, mirando el comportamiento de cada uno de los grupos por los pulsos.....	95
Tabla 32 Datos significativos analizados del SAM con respecto a la activación de los sujetos, por medio de un análisis ANCOVA, mirando el comportamiento de cada uno de los grupos por los pulsos.....	97
Tabla 33 Datos significativos analizados del SAM con respecto a la dominancia de los sujetos, por medio de un análisis ANCOVA, mirando el comportamiento de cada uno de los grupos por los pulsos.....	99

INTRODUCCIÓN

En la ingeniería de sonido se presentan diferentes líneas de investigación, cada una relacionada con algún interés particular alrededor del fenómeno sonoro y la acústica por ejemplo la producción de audio y el diseño de sistemas electroacústicos y se presentan un sin número de desarrollos orientados a mejorar la calidad de vida de las personas.

Es necesario indagar como los resultados de estas líneas de investigación son percibidos por el ser humano, para eso existe la rama de la acústica denominada psicoacústica, por medio de la cual se estudian diversos fenómenos sonoros y sus implicaciones en la percepción humana. Por este motivo se genera la necesidad de estudiar como se ve afectado el ser humano por todos aquellos estímulos sonoros generados en el mundo.

En este trabajo de grado se describen los pulsos binaurales equivalentes a las ondas cerebrales tipo alfa como estímulos que producen una respuesta particular en las reacciones emocionales en los seres humanos, lo cual genera un grado de curiosidad frente a sus diversas aplicaciones.

Se propone una metodología para realizar de manera experimental, un análisis psicoacústico de la respuesta emocional y fisiológica de un grupo de estudiantes en un rango de edad de 18 a 24 años de la Universidad de San Buenaventura, Sede Bogotá.

Finalizada la investigación planteada se demostró que los pulsos binaurales con frecuencias equivalentes a las ondas cerebrales tipo alfa, si generan respuestas a nivel fisiológico y emocional reflejadas en la frecuencia cardiaca y el componente de activación de la prueba psicométrica SAM.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2. Antecedentes

Desde el descubrimiento de los pulsos binaurales en 1839 por Heinrich Wilhelm Dove, muchos estudios se han adelantado para entender como son percibidos por el cerebro y los efectos que producen en las personas.

Entre las aplicaciones de los pulsos binaurales se encuentra lo que se conoce como “arrastre de ondas cerebrales”, un proceso por el cual las ondas del cerebro se sincronizan con la frecuencia del pulso binaural, para llevar a un sujeto a un estado de conciencia diferente o alterada. Esto produce beneficios en las funciones cerebrales y fisiológicas de un sujeto, como mayor capacidad de relajación y concentración que se refleja a su vez en una respuesta emocional.

Al realizar el levantamiento del estado del arte se encontró evidencia teórica y experimental de investigaciones relacionadas con los pulsos binaurales, por etapas. Unas primeras especulaciones sobre su uso y su efecto sobre el ser humano. Quizás la investigación de (Oster, 1973) la más importante, hace una concisa descripción del fenómeno y reabre la puerta a la investigación de los pulsos binaurales

El desarrollo de las ciencias ha permitido estudiar a fondo los efectos de un estímulo cualquiera sobre el ser humano, puntualmente, el desarrollo de modernas técnicas de monitoreo de la actividad fisiológica de los diferentes sistemas y órganos ha propiciado un auge en la investigación que desborda el ámbito exclusivamente médico. Podemos citar algunos ejemplos cercanos a la temática a tratarse, por ejemplo (D. Vernon, 2012) experimenta con el efecto de los pulsos binaurales sobre las ondas alfa del cerebro, llegando a la conclusión de que efectivamente producen un “efecto de arrastre” sobre estas.

En la actualidad las diferentes ramas de la ingeniería han enfocado el proceso de diseño y desarrollo de nuevos productos en la manera como estos generan emociones positivas, esto implica el diseño de herramientas metodológicas para poder medir de manera confiable las emociones generadas en contextos de interactividad donde el usuario recibe de manera permanente información diversa a través de los sentidos, (MARGARET M. BRADLEY

and PETER J. LANG, 1994) han dedicado su vida al entendimiento de las reacciones emocionales de una persona frente a impulsos diversos.

3. Justificación

La música es una de las manifestaciones artísticas más antiguas en la historia de la humanidad, ha estado presente desde tiempos muy lejanos y ha servido para codificar y transmitir emociones a lo largo del tiempo. En la música occidental se han presentado claros ejemplos como las misas de coronación de Wolfgang Amadeus Mozart encargadas para la coronación del emperador Francisco II en 1792 en las cuales se pedía al compositor resaltar ciertas impresiones emocionales en la obra. Mozart ha sido reconocido hasta nuestros tiempos por inspirar una gran cantidad de teorías acerca de los beneficios emocionales y cognitivos de la música en los seres humanos.

En la actualidad se viene presentando una apertura frente a estudios interdisciplinarios que unen diversas y alejadas disciplinas como la música, la ingeniería y la psicología. Esto ha permitido realizar estudios profundos acerca de cómo las emociones del ser humano se ven afectadas por una diversidad de estímulos y fenómenos. Así mismo en la psicología se necesita seguir explorando estímulos de diversos tipos para entender el comportamiento emocional del ser humano más allá de los estímulos visuales tradicionalmente usados. Los sonidos son una estimulación intuitivamente usada que abre un mundo de posibilidades al investigador para inducir un sinnúmero de emociones.

Por otro lado la ingeniería necesita acercarse al ser humano y a su comportamiento para poder generar avances tecnológicos que respondan de una manera más natural y eficiente a las necesidades de la población, brindando beneficios que redunden en una mejor calidad de vida y aporten a generar emociones positivas en los usuarios.

Por este motivo es relevante realizar este proyecto de grado, como una investigación interdisciplinaria que busque los aportes de dos áreas de conocimiento: la ingeniería de sonido y la psicología, disciplinas que confluyen en la psicoacústica. Buscamos investigar en un campo desconocido pero no lejano para ingeniería: Las Emociones y aportar a la ciencia un conocimiento acerca de las reacciones emocionales que puede inducir un fenómeno sonoro, para este caso los pulsos binaurales.

4. Descripción y formulación del problema

El planteamiento del problema parte de una descripción general del fenómeno sonoro de los pulsos binaurales y las condiciones o circunstancias bajo las cuales pueden ser percibidos, el posible uso de los pulsos en los seres humanos y la evidencia de un vacío teórico en las investigaciones realizadas a partir del fenómeno de percepción de los pulsos binaurales. No existe un estudio experimental que muestre cual es el rango de frecuencia que tiene un mayor impacto en las respuestas emocionales de las personas al exponerse a pulsos binaurales con una frecuencia equivalente a las ondas alfa del cerebro. Para afrontar este vacío, se propone la siguiente pregunta de investigación: ¿En qué rangos de frecuencia los pulsos binaurales generan una respuesta fisiológica y emocional mayor?

5. Objetivos

6. Objetivo General

Realizar un estudio experimental del comportamiento psico-acústico a partir de la medición de la respuesta fisiológica y emocional ante la exposición a pulsos binaurales empleando ondas cerebrales tipo Alfa en diferentes rangos de frecuencias dentro de una composición sonora, aplicado a una muestra de estudiantes de pregrado de La Universidad de San Buenaventura.

7. Objetivos Específicos

- Generar pulsos binaurales con una frecuencia equivalente a las ondas cerebrales tipo Alfa, a través de la introducción de tonos puros en una composición estéreo en la que se empleen sonidos de la naturaleza
- Evaluar los resultados obtenidos a partir de las pruebas realizadas por medio del sistema de medición de parámetros fisiológicos de poligrafía: GSR, Electrocardiograma y las pruebas psicométricas SAM, por medio del método estadístico ANOVA obteniendo un análisis cuantitativo general de la investigación.
- Caracterizar objetivamente los pulsos binaurales con descriptores gráficos que muestren los cambios en frecuencia y tiempo por medio de espectro acumulativo (distribuciones frecuencia-tiempo).

8. Pregunta problema

¿En qué rangos de frecuencias los pulsos binaurales generan una respuesta fisiológica y emocional mayor?

9. Hipótesis

Los pulsos binaurales generan una respuesta mayor, cuando el estímulo se encuentra en el rango de frecuencias de 400Hz a 600Hz.

10. Variables

11. Variables independientes

- Rango de frecuencia de los pulsos binaurales

12. Variables dependientes

Respuesta fisiológica

- Respuesta electro galvánica de la piel
- Ritmo cardiaco.

Respuesta psicológica

- Resultados de la prueba SAM: valencia, activación y dominancia

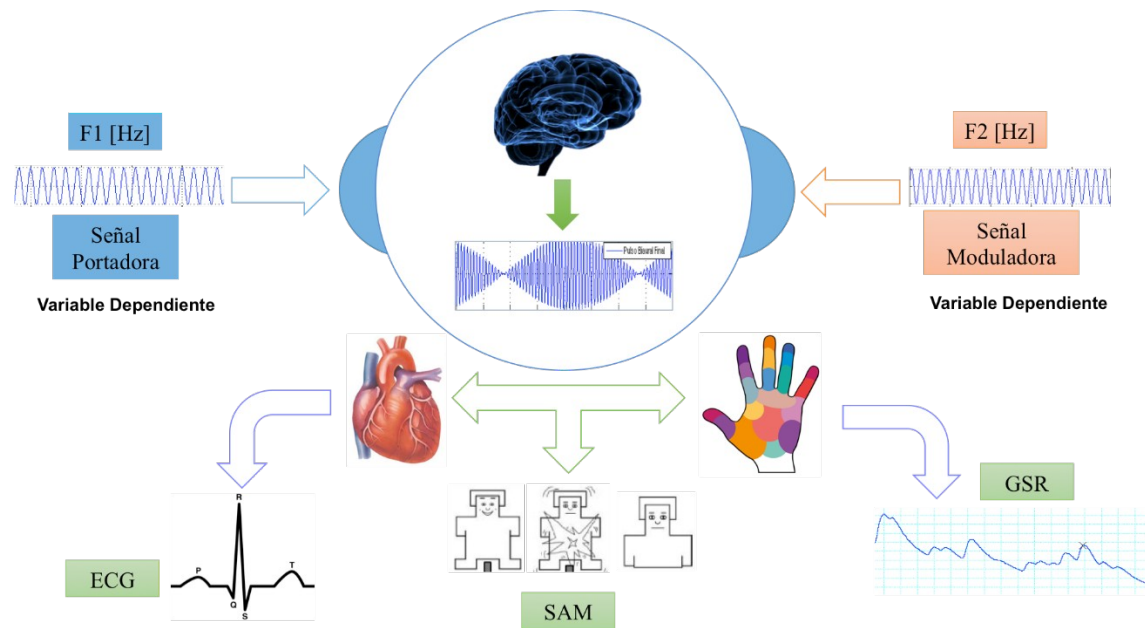


Ilustración 1: Diagrama de bloque del sistema a analizar en donde se muestra claramente las variables dependientes e independientes fuente propia

13. Viabilidad

14. Alcances

La investigación tiene un enfoque cuantitativo.

Las mediciones se llevarán a cabo con los equipos de *poligrafía* de la Facultad de Psicología de la Universidad de San Buenaventura.

Promover el desarrollo de investigaciones de tipo interdisciplinario entre los programas de Psicología e Ingeniería de sonido de La Universidad de San Buenaventura sede Bogotá.

15. Limitaciones:

La Universidad no posee equipamiento para realizar una prueba de electroencefalografía, lo cual no permite registrar el funcionamiento del sistema nervioso central y por lo tanto poder verificar el potencial relacionado con un evento.

La población del estudio son los estudiantes de pregrado de la Universidad de San Buenaventura comprendidos entre los 18 a 24 años de edad.

La prueba psicométrica elegida para el auto-informe de la sensación subjetiva es el test estandarizado SAM, existen estudios previos que muestran su validez en el país, pero cabe anotar que existen una diversidad de pruebas psicométricas que se pueden realizar, sin embargo el estudio se limita a ésta prueba.

16. Línea institucional, sub línea de la facultad y campo de investigación

Esta investigación se enmarca dentro de una línea institucional de la Universidad de San Buenaventura, una sub línea de la facultad de Ingeniería y un campo de investigación específico de la Ingeniería de Sonido:

Línea institucional: Ingeniería.

Sub-línea de la facultad: Análisis y procesamiento de Señales (APS).

Campo de investigación: Acústica y Audio.

Área de investigación: Acústica y Psicoacústica.

17. METODOLOGÍA

Este proyecto de grado es una investigación de tipo interdisciplinar teniendo en cuenta las palabras de Nikolaevitch, “La interdisciplinariedad consiste ante todo en un intercambio reciproco de resultados científicos y un desarrollo mutuo de las diversas disciplinas” (Bernal Torres, 2006), debido a los distintos aportes científicos generados por parte de la Ingeniería de Sonido y Psicología.

Durante el desarrollo de esta investigación los métodos empleados fueron:

- Método científico experimental
- Corrección de la sonoridad
- Medición de ruido de fondo
- Medición de exposición al ruido con audífonos
- Mediciones fisiológicas
- Mediciones psicométricas
- Triangulación

18. Método científico experimental

En este proyecto de grado se empleó un método científico de tipo experimental, teniendo en cuenta las variables independientes y dependientes definidas para este. Partiendo de que el método experimental se usa para determinar de una manera típica causalidades entre fenómenos, averiguando si una variable influye sobre la otra (Salvador, Merayo, & Cano, 2006, pág. 123), por medio de la manipulación sistemática de la variable independiente (Pulsos binaurales y tiempo) sobre la variable dependiente (ECG, GSR) (Gomez, 2006). Hay que tener en cuenta la necesidad de controlar las variables extrañas que puedan afectar las condiciones del estudio (Relación señal a ruido, Nivel Máx SPL, Respuesta en frecuencia), asegurando que los resultados de la investigación no se vean afectados por irregularidades en estas.

Este tipo de método científico experimental se caracteriza por tener como fin ser exacto y objetivo siendo importante un gran control sobre cada una de las variables. Por lo general se hace uso de uno o más grupos experimentales con sujetos participantes y un grupo de control.

Para este trabajo de grado se realizó un experimento con grupos equivalentes, lo cual es consecuente con el tipo de investigación que se quiere realizar. Se tiene como finalidad comparar dos o más grupos que se encuentren ligados a los mismos parámetros caracterizados por las variables independientes definidas para el experimento.

En el tipo de experimento de grupos equivalentes es necesario seleccionar la muestra de forma aleatoria asegurando probabilísticamente que los grupos manejados son equivalentes entre sí, esta aleatorización se realizó por medio de la función *Random* (Vallejo, 13 de Diciembre, 2012) en Excel obteniendo 60 valores (sujetos) ordenados en cada uno de los 5 grupos de 15 personas. Presentar los sujetos de los grupos de experimento de manera aleatoria y con un mínimo de 15 personas por grupo permite tener un mayor control sobre las variables independientes y extrañas que puedan aparecer a lo largo del desarrollo de la investigación (Gomez, 2006).

19. Definición de rango de edad de la muestra y cálculo de corrección de la sonoridad

Según la norma ISO 226-2003 *Equal-loudness level contours* “Las curvas de igual sonoridad representan el promedio de personas sin problemas otológicos dentro de los límites de edad de 18 a 25 años”, la investigación se acoge a este mismo rango de edad.

Para el cálculo de la corrección en nivel de la sonoridad de cada uno de los pulsos de prueba utilizamos la curva de 80 Fones, especificada en el anexo A de dicha normativa.

20. Mediciones de ruido de fondo

Para realizar un correcto control de las variables que puedan afectar el estudio (Salvador, Merayo, & Cano, 2006, pág. 123) identificadas dentro de las cuales se encuentra el ruido de fondo, es necesario realizar un proceso de medición para garantizar un nivel de señal a ruido de 20dB como mínimo. Se tiene como base para este procedimiento el Anexo IV del Real Decreto 1367/2007 en donde se encuentra la Guía y procedimiento de medida del ruido en el interior de edificios, adoptamos este procedimiento luego de una revisión de la resolución 0627 de 2006 del ministerio de Ambiente, vivienda y desarrollo territorial, que establece los niveles máximos por zonas, que para el caso de Colegio, Universidades y

Centros de estudio e investigación es de 65 dBA. Al hacer la revisión de la norma y sus procedimientos, se concluye que esta no es posible aplicarla al caso específico de este trabajo de grado, razón por la cual se mantiene como base y protocolo el Real Decret 1367/2007.

21. Mediciones de nivel máximo de exposición al ruido con audífonos

Es necesario saber que el nivel de ruido al que se va a exponer a cada una de las personas no puede superar las recomendaciones de diferentes organismos, en este caso la OMS (Organización mundial de la salud), sugiere no superar 85dBA durante un periodo máximo de una hora con audífonos. (OMS, 1997)

Se tiene en cuenta que el nivel de ruido de fondo de la sala debería estar al menos 20dBA por debajo de los 85dBA a los que se calibra el sistema de reproducción.

22. Mediciones Fisiológicas

Se realizara la medición de dos variables fisiológicas específicas: Electrocardiograma (ECG) y Respuesta Galvánica de la piel (GSR), estas se medirán de forma objetiva y exacta por medio del sistema de poligrafía de la Universidad de San Buenaventura en la facultad de Psicología.

Para la medición de los registros de ECG es necesario tener conocimiento en el sistema cardiovascular del cuerpo humano debido a la amplia relación que este tiene con diferentes áreas de la psicología, como son: la motivación, las emociones y el procesamiento de información. Teniendo en cuenta los aportes que se generan en investigaciones que incluyen factores psicológicos y psicofisiológicos (Vila & Guerra, 2009). Por este motivo se considera la medición de ECG como parte vital de esta investigación.

23. Mediciones Psicométricas

Partiendo de que la psicometría es la disciplina que trata los procedimientos de medición referentes al comportamiento humano (Tornimbeni, Perez, & Fabian, 2008, pág. 25) en psicología. La psicometría busca asignar valores numéricos a particularidades intra e interpersonales, siendo un área fundamental dentro de la psicología.

En este proyecto de grado se utilizó el test estandarizado *Self Assessment Manikin* traducido al español como maniquí de autoevaluación a partir de este momento en el documento SAM, fue empleado para cuantificar y obtener valores numéricos de las dimensiones de la emoción incluidos en el test: Valencia (agradable-Desagradable), Activación (Relajado-Activado) y Dominancia (Dominante-Dominado) (Gantiva, y otros, 2012, pág. 116) .

Los resultados psicométricos ayudan a darle un significado a las variaciones de los parámetros fisiológicos y permiten realizar la comparación entre lo que reflejan sus mediciones con lo que las personas creen sentir.

24. Triangulación

Cualquier investigación de tipo científica debe asegurar la validez y confiabilidad de la información utilizada, para esto existen diferentes métodos, procedimientos y formas. La triangulación “consiste en someter un mismo grupo de datos a distintos análisis teóricos” (Yuni & Urbano, 2006, pág. 36), se trata de establecer las relaciones que existen entre diferentes tipos de datos, variedad de investigadores y metodologías. En el caso de esta investigación se ha decidido realizar una triangulación de tipo metodológica, en donde existen tres pilares: a) Referentes teóricos, b) Método objetivos y c) Método subjetivos. Esta se aplicara en el análisis de datos, para el desarrollo de comparaciones, conclusiones y recomendaciones.

25. Marco teórico

El marco teórico de este proyecto de grado muestra conceptos interdisciplinarios propios de la ingeniería de sonido, la psico-acústica, la psico-fisiología y la psicología. El fenómeno sonoro que vamos a estudiar son los pulsos binaurales y su interacción con la reacción emocional y fisiológica del ser humano. Se muestra cómo al presentarle un estímulo sonoro a una persona se induce una respuesta fisiológica y una reacción emocional en su organismo. Se genera entonces la necesidad de cuantificar dicha reacción para poder interpretarla.

Los pulsos binaurales son un artefacto de la audición producto de la manera como el cerebro procesa la información proveniente del oído. El sonido puede ser descrito en términos de propiedades físicas que le dan ciertas cualidades subjetivas. Estas descripciones las aborda la psicoacústica que es la disciplina encargada de estudiar el fenómeno sonoro desde la relación que existe entre lo que oímos y lo que percibimos, por ejemplo: lo que percibimos como sonoridad corresponde con la propiedad física de Intensidad. Existe entonces una diferencia clara entre el estímulo físico y la respuesta psicológica ante dicho estímulo. (Gelfand, 2010, p. 146)

Es importante establecer una relación entre el sonido presentado y cómo el sujeto percibe el fenómeno, para esto se crea una situación experimental evitando la ambigüedad de presentar un estímulo y preguntar ¿qué es lo que oíste?, se debe presentar un estímulo y una respuesta claramente especificadas y después se debe manipular algún aspecto del estímulo como su intensidad o su frecuencia. (Gelfand, 2010, p. 147)

“La audición es nuestra percepción de la energía transportada por ondas sonoras, las cuales son ondas de presión en el medio” (Silverthorn, 2007, p. 348) El proceso de percepción del sonido comienza por recibir la onda a través de un complejo “sistema de transducción de 4 etapas: acústico, mecánico, ondas líquidas, luego en señales químicas y finalmente en potenciales de acción” (Silverthorn, 2007, p. 349). A continuación se describe este sistema, sus componentes y procesos:

26. Anatomía y fisiología del oído

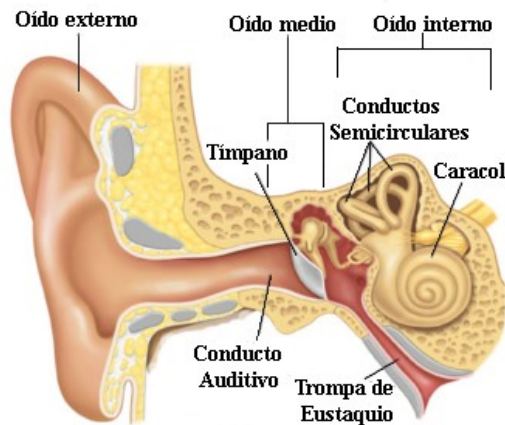


Ilustración 2: Anatomía del oído humano fuente: Zamora, 2014

El aparato auditivo consta de tres partes principales: El oído externo, medio e interno. El oído externo está compuesto por el pabellón de la oreja y el canal auditivo externo. (Vay, 2004, p. 318)

El oído medio se encuentra excavado en el hueso temporal, en la caja timpánica que contiene tres huesecillos, martillo, yunque y estribo; se mueven mediante articulaciones y ligamentos para transmitir el sonido. Existe una pared que separa el oído interno del externo en la cual se encuentran la ventana oval y la ventana redonda. Adicionalmente se encuentra la trompa de Eustaquio, que es la encargada de igualar la presión del oído medio con la presión atmosférica. (Vay, 2004, p. 318)

El oído interno, se encuentra alojado profundamente en el hueso temporal y tiene una serie de estructuras complejas, encargadas de la audición y el equilibrio; la cóclea y los canales semicirculares forman el laberinto óseo; los tres canales semicirculares intervienen en el equilibrio; el techo de la cóclea se encuentra revestido por la membrana vestibular y el piso por la membrana basilar sobre la cual descansa el órgano de Corti, responsable de la audición. (Vay, 2004, p. 318)

En el interior del laberinto óseo se encuentra el laberinto membranoso, bañado por un líquido llamado perilinfa, incluye el utrículo, sáculo y canales semicirculares. El conducto

coclear y órgano de Corti contienen un líquido llamado endolinfa. (Silverthorn, 2007, p. 355)

Estos líquidos establecen un delicado equilibrio; la función del líquido endolinfa consiste en trasladar las ondas sonoras a las células ciliadas del órgano de Corti, en el cual se genera el impulso nervioso que es enviado al cerebro, que recibe el impulso eléctrico del oído, lo dirige a diferentes áreas del mismo entre las que se encuentran: la corteza auditiva primaria (Silverthorn, 2007, p. 353), secundaria y de asociación (Ghazanfar, 2003, pág. 261); el cortex auditivo primario realiza diversas funciones entre las que se encuentran la detección de la localización de la fuente, mecanismo que sirve de base para explicar la percepción de los pulsos binaurales, fenómenos que se presenta a continuación

27. Pulsos binaurales

Un pulso binaural es un fenómeno sonoro compuesto por dos tonos¹ puros, presentados de manera independiente a cada oído con una diferencia en frecuencia² de no más de 30 Hz. Este pulso es percibido como el batimiento de dichos tonos, resultado del procesamiento interno del cerebro que realiza una suma algebraica de funciones. Esto quiere decir que el batimiento se percibe con una frecuencia equivalente a la resta de la frecuencia del tono portador menos la frecuencia del tono modulador. Por ejemplo, si el tono portador tiene una frecuencia de 442 Hz, y el modulador tiene una frecuencia de 432 Hz, el sujeto percibirá un batimiento con una frecuencia de 10 Hz. (Oster, 1973).

Los pulsos binaurales han servido como punto de partida para el desarrollo de novedosas técnicas que van más allá de la captura de los audios, al tratar de recrear la realidad utilizando los mecanismos psicoacústicos de percepción. En particular, estas técnicas modelan el comportamiento de la audición a través de la aplicación de las ecuaciones de la función de transferencia relacionada con la cabeza denominada HRTF (*Head Related*

1

Un tono puro hace referencia a una onda senoidal simple de una frecuencia específica.

2

Frecuencia es la propiedad física de la onda sonora medida en Hertz o ciclos por segundo.

Transfer Function), la cual se aplica a un audio, en la captura (mediante el uso de un modelo físico de la cabeza) o en la postproducción a través del modelado del sonido con auralizaciones que no es más que las convoluciones necesarias con la respuesta al impulso de la cabeza debido a condiciones físicas particulares como la longitud del canal auditivo, la forma de la cabeza, la composición anatómica de cada uno de los huesos entre muchos otros.

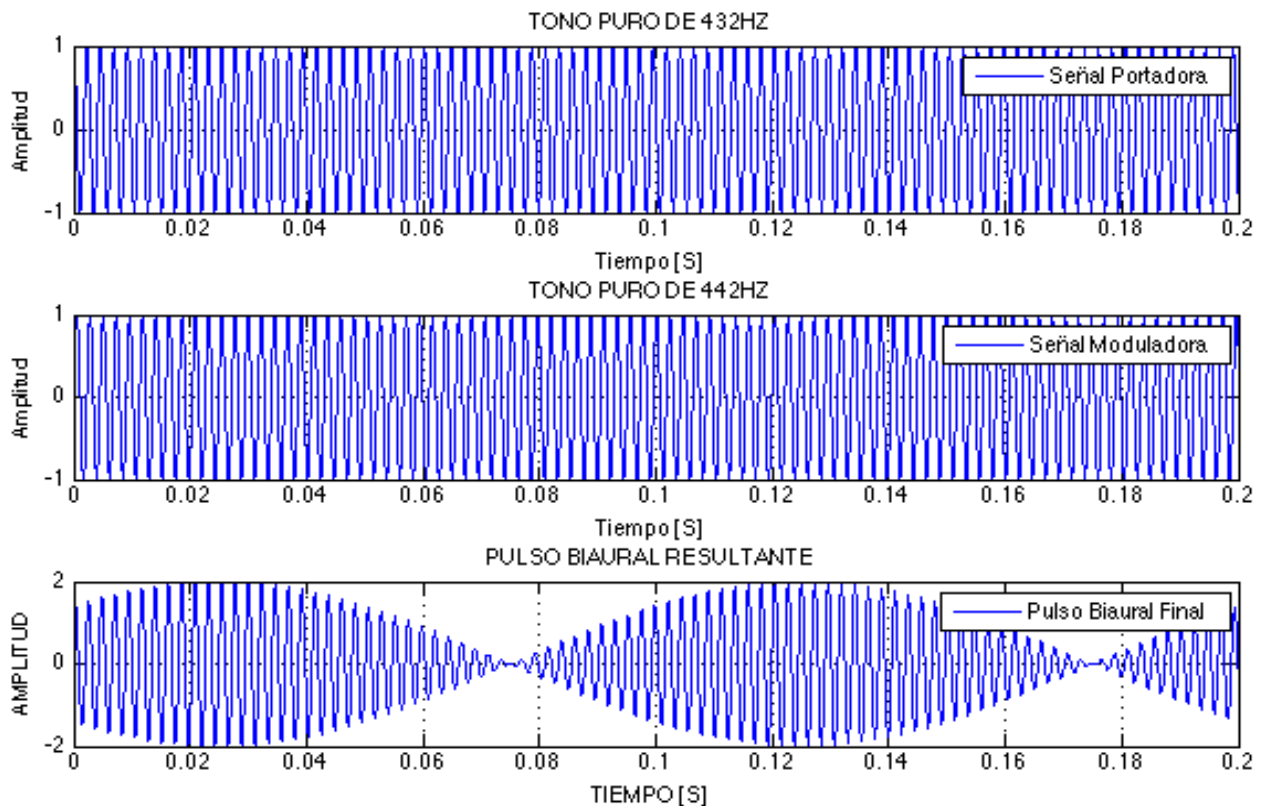


Ilustración 3: Pulsos Binaurales, simulación del resultado de la modulación interna realizada por el cerebro de dos ondas presentadas de manera independiente a cada oído; portadora y moduladora, fuente propia, realizada en el programa de computación Matlab.

Tutorial de Matlab:



Algunas de las características de los pulsos binaurales fueron descritas por el Dr. Gerald Oster³ (1918 – 1993) quien fue un prominente biofísico norteamericano, el cual en 1973 (Oster, 1973), publicó en la revista Scientific America⁴ el artículo “Auditory beats in the brain” en el cual menciona que pueden ser percibidos bajo las circunstancias correctas. Entre estas características incluye:

- La diferencia de frecuencia entre las ondas presentadas a cada oído no puede superar el rango entre los 26 Hz a 30 Hz para que los pulsos puedan ser percibidos.
- Los pulsos binaurales solo pueden ser oídos cuando los tonos usados para producirlos son de baja afinación, estos son percibidos de manera efectiva cuando la frecuencia portadora se encuentra alrededor de 440Hz. Sobre esa frecuencia se vuelven menos pronunciados y sobre los 900Hz desaparecen, otros investigadores reportan que estos desaparecen sobre los 1.500 HZ y que, por debajo de 90Hz el sujeto puede confundir el pulso con los tonos utilizados para producirlos.
- En experimentos realizados con tonos puros de alrededor de 200Hz, se ha encontrado que los pulsos son perceptibles cuando una señal tiene una intensidad de 40 dB y la otra señal una intensidad de 20dB.

Un efecto relacionado es la interacción del ruido con los pulsos binaurales. El ruido normalmente enmascara el sonido que uno quiere oír. Sin embargo, cuando cada pulso presentado de manera independiente a cada oído es acompañado por una señal de ruido,

3

Ver nota del fallecimiento del Dr. Gerald Oster en el diario New York Times <http://www.nytimes.com/1993/10/11/obituaries/dr-gerald-oster-75-who-found-op-art-in-eye-experiments.html>

4

Ver referencia al artículo original publicado en la revista Scientific America: <http://cherigustafson107.vpweb.com/G%20Oster%20-%20Auditory%20Beats%20in%20the%20Brain.pdf>

con el suficiente nivel⁵ para enmascarar los tonos, los pulsos son más fáciles de reconocer. (Oster, 1973)

Los pulsos binaurales son procesados en el cerebro con el cortex auditivo primario, el cual permite ubicar la procedencia de un sonido con una frecuencia inferior a 1000 Hz en el espacio. Este proceso se denomina *interaural time delay* ITD o diferencia inter-aural de tiempo. Es la diferencia de tiempo de arribo de un sonido a los oídos debido a la diferencia de distancia entre un oído y otro, típicamente de 17 cm, distancia que el cerebro analiza para tener la percepción de donde proviene el origen del sonido y que en el caso de los pulsos binaurales produce la percepción de un batimiento. Este mecanismo deja de funcionar en frecuencias superiores a los 1000 Hz debido a que la longitud de onda es mucho menor con relación al tamaño de la cabeza, razón por la cual esta se constituye en una fuente de sombra acústica. Para compensar este fenómeno, el cerebro analiza el nivel de presión sonora relativo con el que percibe un sonido en cada oído en lo que se conoce como el mecanismo de diferencias interaurales de intensidad (IID). Mientras menor es la longitud de onda y mayor la frecuencia este efecto se vuelve más pronunciado. Adicionalmente a estos mecanismos, la anatomía de la cabeza contribuye a la percepción del sonido y le da al sujeto una percepción única del ambiente, estas características han sido modeladas en los diferentes modelos de función de transferencia relacionadas con la cabeza en donde se toman factores como la densidad de los huesos, la forma de la cabeza, la

Nivel de presión sonora: es la relación logarítmica que se da entre la mínima presión de sonido percibida por el oído humano (20[μPa]) y la presión de sonido recibida, se expresa en términos de decibeles.
$$dB[SPL]=20\log(P/P_{ref}).$$

anatomía del canal auditivo entre otros factores.

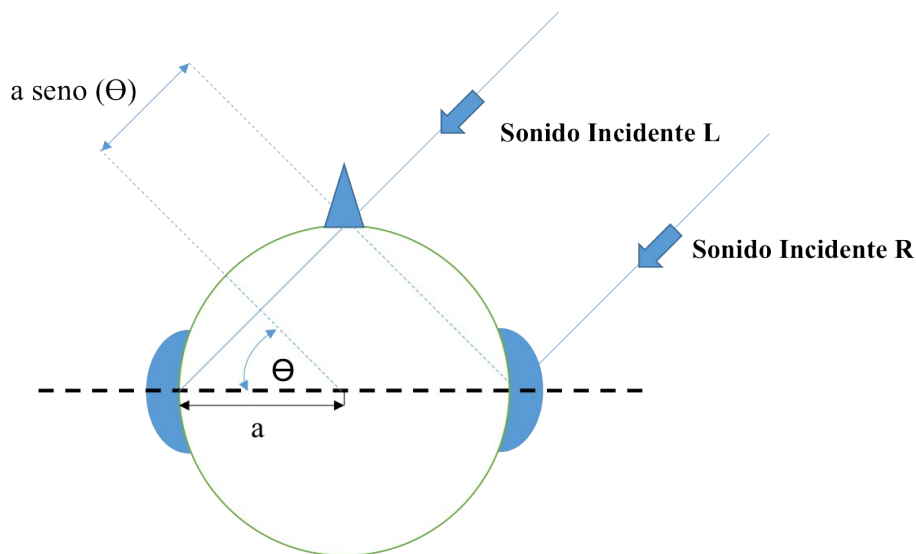


Ilustración 4: diferencias inter-aurales de tiempo (ITD) y de intensidad (IID) en una cabeza esférica y una fuente distante, fuente propia, adaptación de: (DeLiang Wang, 2005)

La importancia de poder percibir la frecuencia sub – sónica producto del pulso biaural, se debe a que el cuerpo humano tiene sus propios ciclos de funcionamiento y el cerebro tiene unas componentes bio -eléctricas importantes en ese espectro de frecuencia. La teoría que se presenta más adelante muestra cómo el cuerpo es capaz de adaptar sus biorritmos a un estímulo externo y producir cambios a nivel fisiológico y emocional.

A continuación se describe tres enfoques complementarios a través de los cuales es posible indagar las causas y el comportamiento del cuerpo frente a la exposición a un estímulo.

28. Neurociencia, neurofisiología y psicofisiología

Neurociencia se denomina al conjunto de disciplinas que estudia el funcionamiento del sistema nervioso, sus biorritmos, su electrofisiología y su interacción con el comportamiento, aprendizaje y las demás funciones y sistemas del cuerpo humano.

El cerebro es un órgano complejo, es menester de la neurociencia estudiar cada una de sus funciones especializadas, entre ellas la audición, el comportamiento y las emociones.

La neurofisiología es la disciplina que se encarga de estudiar los impulsos neuronales que controlan la acción del sistema nervioso sobre los demás sistemas y órganos.

La psicofisiología es la “disciplina que estudia las relaciones entre los procesos de los sistemas nervioso, muscular y endocrino y las actividades mentales y el comportamiento. Es la rama de la psicología que estudia la relación entre lo psicológico y lo fisiológico, el objeto de estudio de la psicofisiología es por lo tanto: la conducta, los procesos psicológicos y que eso se realiza mediante el registro y la medición de los cambios fisiológicos” (Muñoz, Introducción a la Psicofisiología Clínica, 2009)

Para poder entender la relación que existe entre un proceso auditivo y los demás procesos que realiza el cerebro, es necesario adentrarnos en la descripción de algunos conceptos, herramientas y métodos propios de estas ramas del conocimiento.

La electroencefalografía es una herramienta utilizada por la fisiología para la obtención e interpretación de los gráficos de las descargas eléctricas de la corteza cerebral. Esta registra de manera visual la actividad del cerebro, el cual tiene unas ondas con componentes en frecuencia específicas que se registran por medio de electrodos colocados en puntos específicos de la cabeza y por medio de otras técnicas más complejas.

Estas ondas tienen un papel importante en el comportamiento del ser humano y sus funciones vitales. Se sabe que interactúan con procesos fisiológicos, emocionales y cognitivos, aunque existe todavía un conocimiento pobre en este campo, se sabe que además representan diferentes estados de conciencia específicos, sabiendo que la conciencia es el “acto psíquico por el cual un sujeto se percibe a sí mismo en el mundo” (Real Academia Española de la Lengua, 2014) un estado de conciencia es la situación a través de la cual el sujeto se percibe a sí mismo, haciendo referencia a estados de sueño, vigilia, alerta, aprendizaje, entre muchos otros. (Ernst Niedermeyer, 2005, p. 31)

“Las ondas cerebrales son patrones de ondas regulares y recurrentes de forma y duraciones similares” (Ernst Niedermeyer, 2005, p. 31), se sabe acerca de diferentes patrones de onda en diferentes rangos de frecuencias, presentes durante fases específicas del sueño y como reguladoras de dichas fases.

Ondas Cerebrales

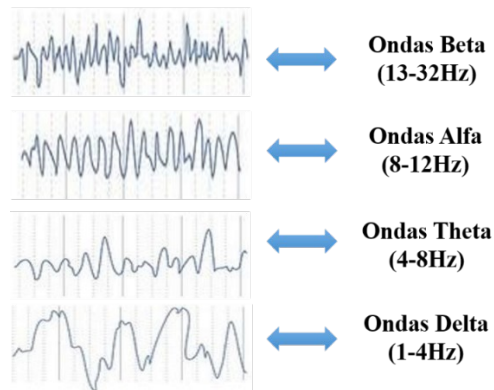


Ilustración 5: Patrones de ondas del cerebro discriminadas por frecuencia, fuente propia, elaborada a partir de: (Psicología de la percepción visual, 2014)

Frecuencias del cerebro asociadas a estados de conciencia

Rango de Frecuencia	Estado de conciencia asociado
Delta (1-4 HZ)	Sueño Profundo
Theta (4-8 Hz)	Sueño Ligero, Creatividad
Alfa (8-12 Hz)	Estado de calma y tranquilidad
Beta (13-21 Hz)	Pensando, estado de concentración
Beta Alta (20-32 Hz)	intensidad o ansiedad
Gamma (32 – 100 Hz)	Procesos cognitivos

Tabla 1: Frecuencias del cerebro asociadas a estados de conciencia

Las ondas alfa fueron descubiertas por Hans Berger y se denominan ritmos de Berger en honor de él. (Calixto Machado, 2004, p. 241).

29. Papel de las ondas alfa en los biorritmos

Las ondas alfa están relacionadas con un estado de conciencia de calma y tranquilidad. Sin embargo, es necesario describir algunos hallazgos del papel de las ondas Alfa en el cuerpo. Estudios llegan a la conclusión de que las ondas alfa manejan de manera independiente el

sistema nervioso autónomo y regulan las etapas de sueño (Akio Koyama, 1995). Otros llegan a la conclusión de que las ondas alfa se presentan cuando el cerebro entra en una etapa de *reposo* (J.C. de Munck, 2008), por ejemplo “cuando el organismo esta relajado con los ojos cerrados” (Muñoz, Introducción a la Psicofisiología Clínica, 2009, p. 137).

Podemos entonces decir que las ondas alfa de alguna manera controlan el sistema nervioso autónomo y tienen también un papel en los estados de transición entre la vigilia y el sueño (Muñoz, Introducción a la Psicofisiología Clínica, 2009, p. 137), y entre las diferentes etapas del sueño. (Akio Koyama, 1995).

El sistema nervioso autónomo se encuentra dividido en dos: Simpático y parasimpático; el sistema simpático está constituido por los nervios procedentes de las porciones torácicas y lumbares de la médula espinal. El sistema nervioso parasimpático constituido por los nervios procedentes de la zona cervical, siendo el más importante el nervio vago y el de la zona sacra de la médula. Es el responsable de regular la frecuencia cardiaca y la respuesta galvánica de la piel sobre las cuales se tratara más adelante.

Para poder estudiar el cerebro, y determinar los patrones de ondas que se generan en él cuándo se presenta un estímulo, es necesario describir la técnica de potenciales relacionados con un evento y el efecto de arrastre que producen los pulsos binaurales sobre las ondas alfa del cerebro.

30. Potenciales relacionados con un evento y efecto de arrastre

Un potencial relacionado con un evento *Event Related Potential* (ERP) es la “actividad cerebral que refleja un proceso cognitivo específico” (Luck, 2005, p. 4) , esta técnica se utiliza en la neurociencia cognitiva y permite observar la actividad del cerebro frente a diferentes procesos de aprendizaje, estímulos sensoriales y motrices.

A través de la técnica de ERP se ha podido estudiar uno de los efectos más notable de los pulsos binaurales sobre las personas que se conoce como “Efecto de arrastre”. Este es un proceso por el cual las ondas de funcionamiento cerebral se sincronizan con el pulso percibido.

“Cuando un tono de baja afinación (inferior a 1000 Hz), es presentado al oído humano, se presenta un pequeño potencial oscilatorio en el cuero cabelludo, que iguala la frecuencia

del estímulo” (Robert F. Hink, 1980, p. 37). Muchos estudios han demostrado que el cerebro responde sincronizando sus propios ciclos de funcionamiento eléctrico con el ritmo del estímulo del pulso binaural. Este efecto se ha medido en diferentes trabajos monitoreando las ondas cerebrales por medio de EEG. Vernon, D., en el artículo *“Tracking EEG changes in response to Alpha and Beta binaural beats”* (D. Vernon, 2012), hace una revisión de otras investigaciones, donde se concluye que el cerebro es capaz de seguir por efecto de arrastre los pulsos binaurales en rangos específicos de frecuencia de funcionamiento. Pese a esto, el mismo no puede concluir que este efecto se presente para los rangos de frecuencias denominados Alfa y Beta. Sin embargo, otras investigaciones como la realizada en la Universidad tecnológica de MARA, en Malasia, por Norhazman H, *“Behaviour of EEG Alpha Asymmetry when stress is induced and binaural beat is applied”* (Norhazman H., 2012), demuestran que las ondas Alpha del cerebro si siguen el ritmo de los pulsos binaurales pero que lo hace de manera asimétrica, es decir que el patrón de comportamiento de las ondas es diferente para cada hemisferio del cerebro.

Es de suponer entonces que las ondas alfa se presentan en diferentes regiones del cerebro y que dependiendo de la región en donde se presenten, ocupan una función específica en los procesos fisiológicos como la actividad electro galvánica de la piel y la frecuencia cardiaca, y en los procesos psicológicos así como en los cognitivos. Estos cambios se pueden medir teniendo en cuenta que cada parámetro puede reflejar un sinnúmero de variables.

Para tratar de darle explicación a estos complejos fenómenos de sincronía y desincronía, podemos modelar el cerebro como un lazo de seguimiento de fase (PLL) (Boylestad, 2003, pág. 809), un sistema capaz de detectar la fase de entrada y replicarla a la salida con una amplitud igual o diferente. Los mecanismos de audición son, como se ve anteriormente, detectores de fase hasta una frecuencia aproximada de 1000 Hz, y el cerebro funciona internamente de manera similar. En neurociencia se describen los procesos de sincronía como “todo acto cognitivo implica la coordinación de numerosas regiones neuronales que se basan en la formación transitoria de grupos de neuronas que son sincronizadas en sus fases, creando coherencia y unidad.” Estos procesos se pueden medir a través del EEG relacionando una magnitud de onda y su frecuencia, buscando partes del cerebro para ver si ambas emiten juntas la onda y están en sincronía. Un ejemplo claro es el reconocimiento de una imagen que da lugar a una respuesta motora. Esto involucra procesos de

sincronización, para que esto ocurra se puede analizar como la probabilidad de que un estímulo la produzca, la suma de varios estímulos o simplemente sea un resultado del azar. Este fenómeno se puede analizar a través de la ecuación de Fokker – Planck, ya que los procesos en el cerebro se pueden describir como un pequeño número de macrovariables y los parámetros externos pueden ser tratados como ruido o perturbación. Los procesos que desestabilizan en el cerebro, también pueden ser analizados a través de modelos como la bifurcación de Hopf que se entiende como una bifurcación local en la cual un punto fijo de un sistema dinámico pierde estabilidad y dar lugar a una respuesta no predictiva.

$$dX_t = \mu(X_t, t)dt + \sqrt{2D(X_t, t)}dW_t$$

*Ecuación 1: Ecuación de Fokker - Planck para una dimensión, fuente:
http://en.wikipedia.org/wiki/Fokker%E2%80%93Planck_equation*

31. Actividad electro-galvánica de la piel

La actividad electro-galvánica de la piel son los cambios en el potencial eléctrico que tienen su origen en las glándulas ecrinas, que se encuentran distribuidas en mayor densidad en la palma de la mano, especialmente en la prominencia tenar e hipotenar. . La parte secretora de las glándulas está inervada exclusivamente por fibras nerviosas simpáticas, parte del sistema nervioso autónomo, que se activan por información térmica y psicológica. (Muñoz, Introducción a la Psicofisiología Clínica, 2009, p. 74)

Es la actividad eléctrica de la piel debido a las variaciones de los niveles tónicos de resistencia eléctrica de la piel, existen dos tipos de cambios que se pueden presentar: exógenos y endógenos. Los cambios exógenos miden las variaciones en la resistencia eléctrica en la piel dada como producto del paso de una corriente entre los electrodos empleados para la medición. Los cambios endógenos dan cuenta de la medición del potencial eléctrico entre los dos electrodos y se refieren al potencial dérmico.

La función termorreguladora de las glándulas ecrinas del cuerpo es ejercida por el hipotálamo y solo se activa cuando la temperatura ambiental excede alrededor de 30° C.

La información psicológica que activa las glándulas ecrinas depende del medio en que se estudie: aprendizaje, emocional y atencional; está a su vez relacionada con factores biológicos de adaptación al medio debido a factores de hidratación de la piel en temas funcionales como aumentar la sensibilidad táctil y disminuir el riesgo de lesiones.

Los tipos de respuesta que se pueden obtener se dividen en dos: específicas e inespecíficas. Las específicas son provocadas por la exposición a estímulos identificables y las inespecíficas provocadas por estímulos no identificables.

Los parámetros que se evalúan de la GSR son niveles y respuestas. En los niveles se mide la resistencia o conductancia en diferentes momentos dejando de lado los cambios de fase instantáneos. Las respuestas son cambios rápidos en los niveles de resistencia.

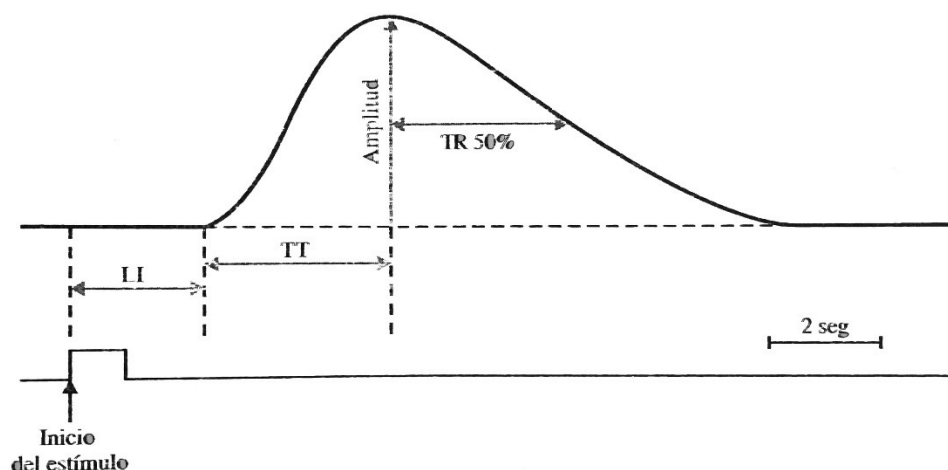


Ilustración 6: Respuesta al estímulo, curva de respuesta de la conductancia dérmica (Muñoz, Introducción a la Psicofisiología Clínica, 2009, p. 177)

La teoría vascular de la actividad electrodérmica de la piel (Neumann & Blanton, 1970) citado por (John T. Cacioppo, 2007, p. 159) asocia los cambios en la resistencia de la piel con los cambios en el flujo sanguíneo, esto implica una conexión directa del sistema cardiovascular con el sistema de glándulas exocrinas. La actividad cardiovascular es también un indicador de la activación emocional de una persona.

32. Actividad cardiovascular

La actividad cardiovascular, desde el punto de vista de la psicofisiología, se relaciona con el estudio de la motivación, emociones y procesamiento de la información; la motivación hace referencia al estrés y los niveles de activación; las emociones como el miedo y la ira; y el procesamiento de la información a la atención, memoria y procesos de aprendizaje. Está

sujeta a mecanismos extrínsecos relacionados con el sistema nervioso autónomo simpático y parasimpático y por el sistema nervioso central.

La activación del sistema nervioso simpático produce un incremento en la frecuencia y en la fuerza de las contracciones del corazón y la velocidad de conducción del impulso nervioso. El parasimpático produce disminución de la frecuencia, la fuerza y las contracciones del corazón, y una disminución de la velocidad de conducción del impulso nervioso. (Muñoz, Introducción a la Psicofisiología Clínica, 2009, p. 82)

33. Componente emocional de la activación del sistema nervioso

La teoría de Cannon – Bard propone que “la integración de las expresiones emocionales es controlada y dirigida por el tálamo cerebral que envía patrones de excitación relevantes al córtex y a la vez al hipotálamo que controla el comportamiento” (Roeckelein, 2006, p. 85). Complementando ésta teoría (Roeckelein, 2006, p. 7), “el psicólogo y neuro-científico Donal Benjamin Lindsley (1907 – 2003)” propone la teoría de la activación que consiste en: (1) el EEG en las emociones muestra un patrón de “Activación” con una reducción de los ritmos alfa e inducción de ritmos de baja amplitud y actividad rápida, (2) El patrón EEG se puede reproducir mediante estimulación eléctrica de la formación reticular del tronco cerebral, ...” (Roeckelein, 2006, p. 364)

El termino motivación se entiende como “cualquier fuerza interna que activa y da dirección al comportamiento” (Roeckelein, 2006, p. 406),..., la psicología dinámica argumenta que los humanos no somos motivados exclusivamente por unos móviles universales o instintos sino que cada persona tiene un espectro único de capacidades, deseos, necesidades , propósitos y emociones que permiten una personalidad en evolución” (Roeckelein, 2006, p. 406). Estos impulsos se refieren a los mecanismos responsables de proporcionar energía a la conducta (Roeckelein, 2006, p. 7) y se ven como la acción de los estímulos biológicos internos que empujan a la acción desde dentro. (Muñoz, Introducción a la Psicofisiología Clínica, 2009)

La fuerza o energía motivacional se entiende en dos sentidos: como un empuje interno (activación o *Arousal*) y como una atracción externa (incentivo). (Muñoz, Introducción a la Psicofisiología Clínica, 2009, p. 136)

La escuela de Hull demostró que la energía motivacional no se limita a la fuerza de empuje atribuida al impulso sino que parecía haber otra fuerza motivacional complementaria de carácter atractivo, esta fuerza se representa desde afuera hacia adentro y se denomina incentivo. (Muñoz, Introducción a la Psicofisiología Clínica, 2009, p. 136)

El componente cognitivo de la activación está dado por los ritmos encefalográficos que reflejan la actividad fisiológica de la corteza cerebral, poseen una relación grande con los estados psicológicos internos. Cuando el organismo está relajado con los ojos cerrados los ritmos son regulares y de frecuencia intermedia. (Muñoz, Introducción a la Psicofisiología Clínica, 2009, p. 137), los ritmos EEG han sido de alguna manera un indicador exitoso de los niveles de activación, donde la actividad de baja frecuencia se reduce cuando hay una activación comportamental, sin embargo esto es solo una aproximación a la activación. (Roeckelein, 2006, p. 7)

En 1949 Moruzzi y Magain descubrieron que la estimulación de una zona del tronco cerebral provoca el incremento de los ritmos EEG junto con las respuestas autonómicas y somáticas. (Muñoz, Introducción a la Psicofisiología Clínica, 2009, p. 137), “ellos demostraron que la estimulación eléctrica de una pequeña red de neuronas que se extiende desde el bulbo hasta el mesencéfalo, provoca una actividad rápida de bajo voltaje en la corteza cerebral” (González, 2002, p. 12) A este sistema se le denominó sistema reticular de activación ascendente en el que radica el centro que regula el nivel de activación central reflejado en los ritmos EEG. El sueño implica un nivel de activación bajo. El nivel de activación es regulado en parte por la estimulación externa. (Muñoz, Introducción a la Psicofisiología Clínica, 2009, p. 137)

La teoría de activación utilizada explicativamente por Donald Hebb (1955) se utiliza para explicar las diferencias entre el rendimiento: La habituación es una disminución o desaparición de la respuesta ante la presentación repetida del estímulo que se puede entender como una disminución en el nivel de activación. La ausencia de habituación se puede entender como un mantenimiento del nivel de activación. (Muñoz, Introducción a la Psicofisiología Clínica, 2009, p. 137)

Como se puede observar en los conceptos previos se establece una relación clara entre la emoción y la respuesta fisiológica de un individuo, evocada por un pulso biaural con una frecuencia equivalente a las ondas alfa del cerebro.

El cerebro es capaz de generar un potencial relacionado con un evento a partir de la presentación de un pulso binaural con una frecuencia equivalente a las ondas alfa del cerebro. A su vez, estas ondas pueden producir un cambio en los parámetros fisiológicos del individuo y forman parte de una reacción emocional que puede ser cuantificada a través de: la medición de los cambios en su ritmo cardíaco y la respuesta electro galvánica de la piel. Además puede ser evaluada por un auto reporte de las emociones con el instrumento de medición de maniquí de autoevaluación –SAM- el cual se describe a continuación como parte de una metodología que nos permita medir las emociones generadas a partir de un estímulo sensorial acústico.

34. Medición de emociones a partir de estímulos sensoriales

Actualmente es una prioridad poder medir y caracterizar las emociones inducidas por un estímulo sensorial ya sea visual, auditivo, táctil o de cualquier otro tipo para las áreas de psicología e ingeniería. Es importante debido a la necesidad de crear soluciones y aportes tanto a la ciencia, técnica y tecnología que contribuyan a una percepción positiva de los desarrollos en la ingeniería.

Diferentes estudios se han llevado a cabo con estímulos visuales y de otras categorías, encontrando una distribución en el espacio afectivo, con relaciones claras entre lo agradable y desagradable (Peter J. Lang, 2009) haciendo referencia a dos sistemas motivacionales: aversivo y apetitivo y al nivel de activación que estos producen. “Estas relaciones se repiten de manera consistente cuando se utilizan sonidos, palabras, música instrumental y fragmentos de películas.” (DÍAZ, 2011, p. 109).

Cuando se genera una emoción, esta se asocia con cuatro fenómenos:

- La activación del sistema nervioso autónomo que es la responsable de notificar al organismo de la valencia positiva o negativa del estado emocional y de su intensidad. Pertenecen a esta categoría la frecuencia cardíaca y la respuesta electro galvánica de la piel. (Muñoz, Introducción a la Psicofisiología Clínica, 2009, p. 128)
- La expresión a través de una respuesta del sistema nervioso somático: implica un cambio en el sistema motor, las cuerdas vocales, los músculos faciales y la respiración. Es la responsable de la comunicación corporal de las emociones. (Muñoz, Introducción a la Psicofisiología Clínica, 2009, p. 128), esta asociación fue

estudiada por Ekman – Friesen, quienes defienden que existen diferentes expresiones faciales que acompañan las emociones y que esa información es transmitida al cerebro que etiqueta ese estado emocional específico. (Roeckelein, 2006, p. 180)

- La activación del sistema nervioso central a partir del sistema reticular: se puede medir a través de la electroencefalografía y la técnica de potenciales relacionados con un evento (Muñoz, Introducción a la Psicofisiología Clínica, 2009, p. 128), sin embargo ningún potencial relacionado con un evento muestra un patrón específico para una emoción determinada, parece más bien reflejar una gran dimensión de emociones y motivación. (Steven J. Luck, 2012, p. 441)
- La sensación subjetiva que es lo que “sentimos, se trata de un suceso interno, privado, no accesible a otras personas, y por lo tanto no sujeto a los criterios de verificación objetiva” (Muñoz, Introducción a la Psicofisiología Clínica, 2009, p. 126) “involucra los procesos cognitivos, la evaluación cognitiva y las representaciones lingüísticas semánticas, es la responsable de la construcción de una representación cognitiva de la situación para uno mismo poder compartir y expresársela a los demás, además implica una conciencia de la situación de excitación, en términos de sensaciones de lo que sucede en el cuerpo y los órganos: la respiración, el latido del corazón, temblores y tensión muscular” (Xiangling Kong, 2009, p. 526)

El objetivo de medir las emociones lleva a buscar una solución al interrogante de cómo hacerlo. Cada uno de los posibles métodos tiene sus puntos fuertes y débiles y se pueden agrupar en tres categorías: a) “El auto-reporte de la experiencia subjetiva, b) las reacciones expresivas y c) la medición de parámetros fisiológicos de la actividad del sistema nervioso” (MARGARET M. BRADLEY and PETER J. LANG, 1994, p. 49).

El auto-informe de la sensación subjetiva es la percepción consciente del estado emocional, los sentimientos de felicidad o inspiración. Solo pueden medirse a través de un auto-reporte. Los instrumentos más utilizados requieren que el usuario reporte sobre su estado con un conjunto de escalas de calificación e instrucciones verbales. Están además los instrumentos que utilizan pictogramas como el SAM (Maniquí de auto-evaluación) y las *Emocards*.

Con el SAM, instrumento desarrollado por Lang en 1980 “como una técnica de evaluación no verbal, gráfica que mide directamente el placer, activación y dominancia presentes con la reacción afectiva de una persona a una variedad de estímulos” (MARGARET M. BRADLEY and PETER J. LANG, 1994, p. 49), “El SAM ha sido utilizado de manera efectiva para medir las respuestas emocionales en una variedad de situaciones incluidas las reacciones antes fotos, imágenes, sonidos, comerciales publicitarios, estímulos dolorosos y más” (MARGARET M. BRADLEY and PETER J. LANG, 1994, p. 51)

En el SAM, el participante señala los títeres que mejor representan su estado emocional. La ventaja de este y otros instrumentos no verbales es su fácil aplicación, además de poder ser aplicados en estudios interculturales donde la lengua signifique un impase. La desventaja consiste en que no se miden emociones diferentes y los estados emocionales son generalizados en términos de 3 dimensiones subyacentes:

- Valencia: “Es la dimensión principal sobre la cual se organizan las emociones” (Muñoz, Introducción a la Psicofisiología Clínica, 2009, p. 127), cataloga la emoción como agradable o desagradable.

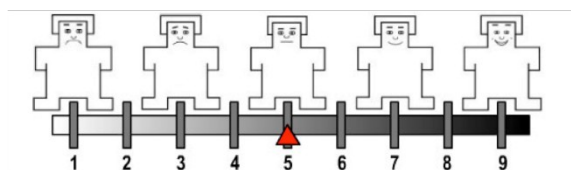


Ilustración 7: Valencia (Wang, 2010)

- Activación: Conocida también como *Arousal* se refiere al nivel de energía invertido en la emoción, “intensidad caracterizada por los extremos: Exitado – Calmado, Activado – Relajado y Alerta – Adormecido” (Muñoz, Introducción a la Psicofisiología Clínica, 2009, p. 127)

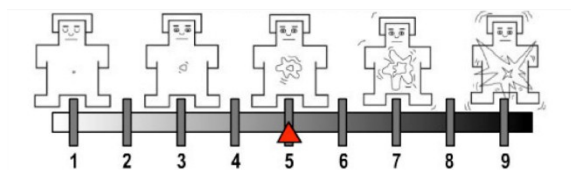


Ilustración 8: Activación (Wang, 2010)

- Dominancia: Es el grado de control percibido sobre la respuesta emocional que implica la interrupción o continuidad de la respuesta conductual, “caracterizada por

los extremos fuerte – débil, dominante – sumiso, controlador – controlado” (Muñoz, Introducción a la Psicofisiología Clínica, 2009, p. 127).

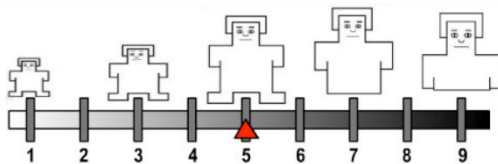


Ilustración 9: Dominancia (Wang, 2010)

Una reacción fisiológica es el cambio en la actividad del sistema nervioso autónomo (respuestas autonómicas) (Muñoz, Introducción a la Psicofisiología Clínica, 2009, p. 128) que acompaña a las emociones. Las emociones presentan una variedad de manifestaciones fisiológicas que pueden ser medidas a través de una variedad de técnicas, dentro de las que se encuentran la evaluación de los parámetros de respuesta electro galvánica de la piel, y la evaluación de la actividad cardiaca para el sistema nervioso autónomo.

Para Lang, (Peter J. Lang, 2009) las respuestas emocionales están descritas por una compleja red neuronal⁶. Este modelo permite analizar y describir, a través de sus partes, la presencia de varios sistemas en el cerebro interactuando simultáneamente, desde las respuestas más básicas a situación de peligro generadas de manera instintiva, hasta las más complejas situaciones afectivas, fruto de la evolución del ser humano. Sin embargo es posible hallar respuestas estereotipadas en los tres niveles descritos anteriormente: fisiológico autonómico, reacciones expresivas y auto-reporte de las emociones.

Para poder analizar los datos que arroja el experimento, de acuerdo al objetivo número 2 del trabajo de grado, es pertinente describir el método estadístico.

35. **Análisis de varianza mixto para medidas repetidas**

El diseño experimental que se seleccionó, como se determina más adelante en los procedimientos para la medición y evaluación de los parámetros psicofisiológicos y psicométricos, es un diseño factorial mixto 5x7x2, esto quiere decir que existen 5 grupos diferentes o variables inter-sujeto cada uno con su frecuencia portadora específica de pulso binaural, con 7 medidas de la

6

“Son aquellas redes en las que existen elementos procesadores de información de cuyas interacciones depende el comportamiento del conjunto del sistema (HILERA y Martínez, 1995, p.16)” citado por (Raquel Florez López, 2008)

variable dependiente repartidas en el tiempo o intra - sujeto y la posible inclusión del género de las personas como co-variable. Para poder analizar esta situación experimental, es necesario plantear un análisis de la varianza mixto para medidas repetidas. En la herramienta computacional SPSS de IBM esta opción se puede encontrar bajo el modelo lineal general para medidas repetidas, que nos permite realizar de acuerdo a la guía de uso del programa: “un análisis de la varianza cuando se toma la misma medida varias veces a cada sujeto o caso. Si se tienen factores inter-sujeto, estos dividen a la población en grupos. Con este modelo se puede contrastar hipótesis nulas sobre los efectos tanto de los factores inter-sujetos como de los factores intra-sujeto. Así mismo se puede investigar las interacciones entre los factores y también los efectos individuales de los factores. Se pueden incluir los efectos individuales de covariables constantes y de las interacciones de las covariables con los factores inter-sujetos.” (IBM Knowledge Center, 2014)

36. MARCO NORMATIVO

Dentro de este trabajo de grado se tuvo en cuenta diferentes normativas y recomendaciones de organismos internacionales, nombradas anteriormente en la metodología, garantizando que cada uno de los métodos utilizados para las mediciones del registro de los datos de este experimento se encuentra regulados y estandarizados.

37. Nivel de sonoridad de acuerdo a la norma ISO 226-2003

La normativa ISO 226-2003 “Curvas normalizados de igual sonoridad” empleada en la post-producción del audio base y los pulsos binaurales usados, se aplica para garantizar condiciones uniformes en la percepción de los pulsos binaurales por parte de los sujetos de experimentación, es necesario ajustar cada uno de los pulsos a una curva de igual sonoridad y realizar la compensación indicada para cada uno de los grupos de estudio.

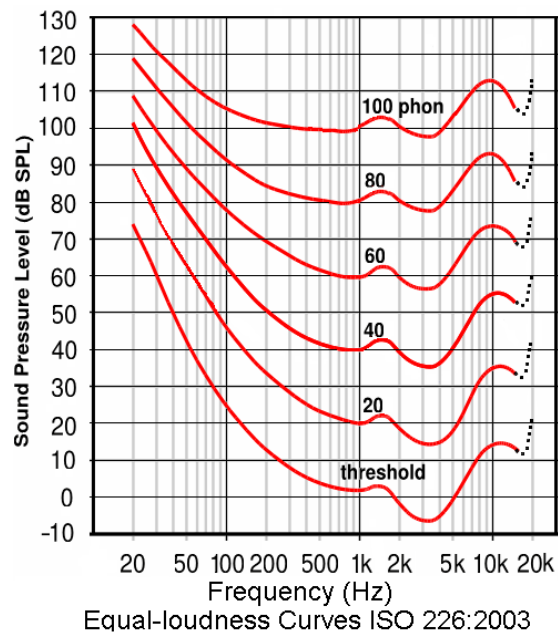


Ilustración 10 Curvas de igual sonoridad según la normativa ISO 226-2003. (Dominios de la Psicoacústica, s.f.)

La norma establece que el rango de edad en el que se presentan estas variaciones estándar, es de 18 a 25 años, debido a que se tienen menos pérdidas auditivas y el sistema auditivo está totalmente desarrollado.

38. Real Decreto 1367/2007 de la Asociación Española para la Calidad Acústica (AECOR) del año 2011

Según el anexo IV (p.12) del real decreto en mención, se realiza la medición de ruido de fondo de la sala donde se lleva a cabo el experimento (ver anexo digital 1), teniendo en cuenta los niveles estipulados en la resolución 0627-2006 del marco normativo Colombiano y sabiendo que estas normativas están construidas a partir de la norma ISO 1996-1, ISO 1996-2. Se escoge este conjunto de normativas para poder complementar los procedimientos y tener un protocolo de pruebas adecuado de acuerdo a la situación de estudio.

39. Lineamientos para el Ruido Comunitario – Abril de 1999, Recomendación de la OMS

De acuerdo a los lineamientos para el ruido comunitario presentados por la Organización Mundial de la Salud (ver anexo digital 2), el nivel de exposición a música con audífonos no debe superar 70dBA durante un periodo de 24 horas o de 85dBA durante un periodo de una hora y en todo caso no debería superar un nivel de 110dBA. (Berglund, Lindvall, & Dietrich, 1999)

Respecto a la evaluación de ruido medio ambiental la OMS sugiere que cuando no hay razones claras para usar otras medidas, es recomendable usar el LAeq,T para evaluar un nivel de ruido continuo medio ambiental. Sugiere que la precisión de las medidas y los detalles de los procedimientos de medición deben ser adaptados al tipo de ruido y a otros detalles de la exposición al mismo.

40. DESARROLLO INGENIERIL

Para el desarrollo ingenieril de este trabajo de grado, se plantean los siguientes procesos:

41. Producción de audio

Para cumplir con el primer objetivo de la investigación: Generar pulsos binaurales con una frecuencia equivalente a las ondas cerebrales tipo Alfa, a través de la introducción de tonos puros en una composición estéreo (Audio Base) en la que se empleen sonidos de la naturaleza es necesario llevar a cabo los procedimientos de pre-producción, producción y post-producción de audio.

42. Pre-producción

En el proceso de Pre-producción del audio se realizó una investigación bibliográfica de los diferentes tipos de sonidos de la naturaleza, que podrían ser útiles para el desarrollo del audio base. Se planifico la producción tanto del audio base como de cada uno de los pulsos binaurales.

Concepto: Recorrido por la selva.

Sinopsis: La persona se ubica mentalmente en un río, empieza a desplazarse de a pocos adentrándose lentamente en la selva logrando escuchar cada vez más cerca las aves y pájaros cantores. Por medio de sonidos de viento, movimiento de árboles y hojas se va sintiendo como la naturaleza y ambiente rodea al sujeto. El camino va mostrando la presencia de varios animales como monos, micos, ranas y aves que antes no se percibían, así como varias fuentes nuevas de agua.

Conforme pasa el tiempo se van presentando diferentes cascadas y riachuelos. En un momento durante el recorrido empieza a llover progresivamente hasta encontrarse en una tormenta con relámpagos, en donde el sonido de las ranas predomina junto con algunos otros animales.

Cuando el final del recorrido se acerca la lluvia va disminuyendo, hasta encontrarse en un punto en donde el ambiente sigue siendo húmedo con las presencia de agua pero en menor cantidad, llevando a la persona hasta el final del recorrido.

Para poder recrear este recorrido auditivamente se emplean los sonidos que se observan en la siguiente tabla:

Tabla de preproducción de audio para el proyecto de grado: Análisis Psicoacústico de la respuesta emocional a partir de pulsos Binaurales en función de su rango de frecuencia	
Fecha:	13/02/14
Compositor:	Diego Felipe Pinzón García
Co-autores:	Juan Sebastián Velasco V.- Ma. Fernanda Reyes Rivera
Duración total:	9 minutos

#	Sonido	Descripción	Entrada	Salida
1	Agua de riachuelo	Sonido continuo de agua de movimientos suave igual a un riachuelo pequeño.	0:00.000	1:04.784
2	Rio Fluyendo	Se presenta un sonido de rio.	0:00.000	1:04.784
3	Bosque con diversas aves	Audio con sonidos de pájaros, árboles y ambiente de bosque.	0:04.096	0:07.897
4	Viento suave	Sonido natural de viento suavemente	0:46.421	1:37.621
5	Canto de aves	Sonido de diferentes cantos de aves tropicales y de cantos agudos.	0:53.248	1:45.130
6	Canto de pájaros pequeños	Cantos y llamados de pájaros de tipo pequeño.	1:06.218	1:27.381
7	Movimiento de árboles con el viento	sonido de los árboles y hojas dado por el movimiento que genera el viento	0:23.285	3:25.482
8	Riachuelo	Sonido de agua de rio en contacto con piedras y caídas de agua.	1:54.688	2:57.493
9	Sonido de aves y animales	Diversidad de sonidos de aves, micos y orangutanes.	2:13.461	4:46.037
10	Ambiente natural	Sonido ambiente de naturaleza selvática	2:30.186	3:05.685
11	Caídas de agua suave	Sonido de agua en caída como cascada suave	2:54.762	3:54.837
12	Room tone	Room tone ecualizado en diferentes bandas	3:02.613	4:19.096
13	Sonido de agua	Riachuelo con diferentes caídas y movimientos	2:38.378	3:45.962
14	Viento frio	Sonido de viento suave, con variaciones de velocidad	3:45.279	4:50.707
15	Sonido de hojas fuerte	Sonido de hojas de árboles con movimiento fuerte debido al viento.	3:45.962	5:58.570
16	lluvia fuerte	Sonido de lluvia fuerte o aguacero	3:47.669	5:12.661
17	Hojas de árboles fuerte	Sonido de movimiento de árboles y hojas fuertes por el viento	3:45.962	5:58.570
18	Rayos y truenos	Sonidos de rayos y truenos muy fuertes	3:56.544	4:49.383
19	Micos y monos	Sonido de llamados característicos de monos y micos en selva.	4:46.037	5:12.002

#	Sonido	Descripción	Entrada	Salida
20	Jadeos y sonidos de chimpancés	Sonidos suaves y característicos de los chimpancés.	4:42.282	5:27.917
21	Lluvia	Sonido de lluvia con variaciones de intensidad	4:24.533	5:34.526

2 2	Lluvia con truenos	Sonido de lluvia de intensidad media con diversos truenos	4:00.981	4:44.501
2 3	Viento	Viento con silbidos variados	4:18.901	4:21.362
2 4			4:22.144	4:25.894
2 5	Lluvia	Lluvia	5:27.168	6:12.565
2 6	Animales	Sonidos de Sapos, ranas, pájaros y animales de la selva	5:13.173	6:13.589
2 7	Bosque	Sonido ambiente del bosque y la naturaleza	4:59.264	6:12.053
2 8	Animales	Sonido característico de grillos en la noche acompañado de cigarras e insectos.	6:36.458	8:41.216
2 9	Animales	Sonidos de Ranas, grillos en la parte del frente.	6:39.018	7:14.764
3 0	Pájaro	Sonido de pájaro en la selva, con un llamado característico	6:09.834	6:52.071
3 1	Ambiente selvático nocturno	Sonido ambiente nocturno natural, con animales, insectos y grillos	7:09.056	8:48.042
3 2	Grillos	Sonido de Grillos en la noche, con vuelo de insectos.	7:12.981	9:00.000

Tabla 2 Desglose de componentes empleados para la pre-producción del audio base del experimento, fuente propia.

43. Producción

Siguiendo el guion técnico de pre-producción, se realizó la producción del audio en la plataforma Pro Tools 8 HD utilizando diferentes bancos de sonidos como sound-ideas y freesound. Se utilizaron 8 canales estéreo, 4 canales monofónicos, un canal máster y ecualizadores. Se realizó un proceso de mezcla por capas, añadiendo primero las bases de ambiente y *room tones* con sonidos de agua en donde predominan los patrones de ruido blanco, luego los ambientes de bosque con componentes amplios en frecuencia y finalmente el sonido de pájaros, grillos, sapos y monos con patrones de frecuencia más limitados y tendiendo a frecuencias altas.

Para la producción de los pulsos binaurales se empleó el generador de señales de Adobe Audition CS6. Se creó un archivo de mezcla y se generó frecuencia por frecuencia el audio de cada tono puro en un canal diferente paneando al lado izquierdo la frecuencia portadora y al lado derecho la frecuencia moduladora. Se tuvo especial cuidado con la fase de cada audio para no introducir una suma inadecuada de las señales.

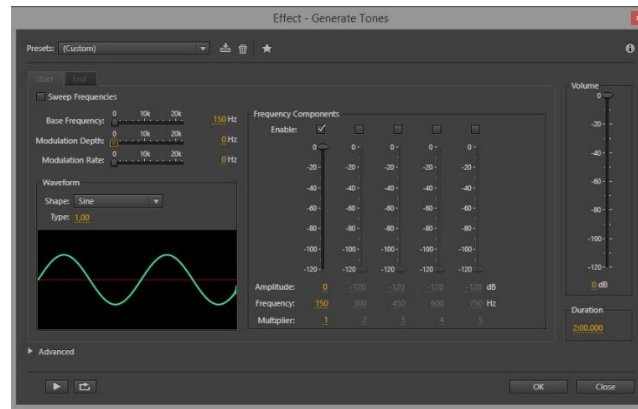


Ilustración 11 Captura de pantalla del generador de señales en el Programa de computador Adobe Audition, fuente propia.

44. Post-producción

La postproducción se orientó a cuidar todos los parámetros del audio que pudieran afectar las mediciones, para esto se controló el nivel individual de cada pulso binaural, garantizando que fueran percibidos por las personas en el mismo nivel de sonoridad. Estas se ajustaron a una curva isofónica de 80dB con una ponderación C utilizando el plug-in PAZ meter de Waves y las curvas isofónicas:

Frecuencia de los pulsos [Hz]	Ajuste [dBFS]
150 -160	2,5
432-442	-3
660 – 670	-2
880 – 890	0

Tabla 3 Ajuste de niveles de acuerdo a la curva de igual sonoridad de 80 fones, fuente propia

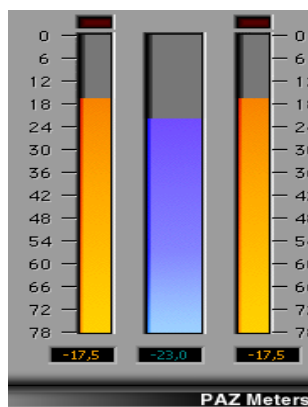


Ilustración 12 Captura de pantalla del nivel final en dBFS del pulso correspondiente a la frecuencia de 150-160Hz, fuente propia.

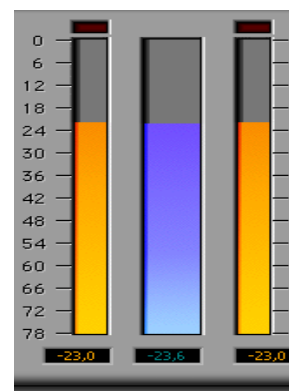


Ilustración 13 Captura de pantalla del nivel final en dBFS del pulso correspondiente a la frecuencias de 432-442Hz, fuente propia.

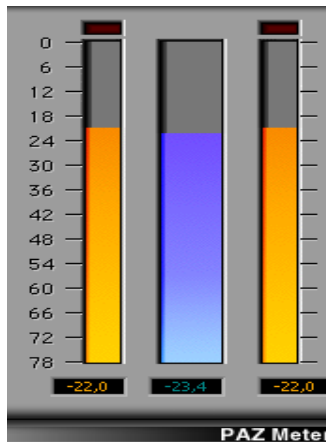


Ilustración 14 Captura de pantalla del nivel final en dBFS del pulso correspondiente a la frecuencias de 660-670Hz, fuente propia.

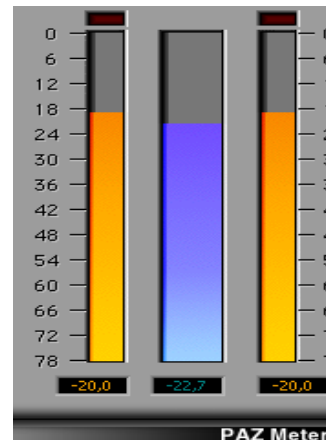


Ilustración 15 Captura de pantalla del nivel final en dBFS del pulso correspondiente a la frecuencias de 880-890Hz, fuente propia

45. Postproducción del audio base

Para la postproducción del audio base se tuvo en cuenta que la imagen estéreo fuera lo suficientemente abierta para poder evitar enmascaramiento y problemas de contexto teniendo en cuenta que no se presentan estímulos de tipo visual, haciendo uso de elementos de profundidad, por medio del paneo y filtrado de señal. El filtrado de la señal se realizó por medio de dos sintetizadores análogos el primer sintetizador un Arturia minibrute por medio del cual se aplicó un filtro pasa bajos a 12dB por octava y el segundo un Alessis ION a través de este instrumento aplicaron subtonos, ruido blanco, ruido rosa con señales cuadradas y seno a 24dB. Estos procesos se realizaron en la etapa de postproducción debido a la naturaleza atípica del audio, se trata de una composición de sonidos de la naturaleza con un propósito específico de neutralidad y no de una composición musical.

46. Procedimiento para medición y evaluación de parámetros psicofisiológicos y psicométricos

En este apartado detallamos los pasos, procedimientos y valores de los mismos. La siguiente tabla muestra el orden lógico por medio del cual se realizó el experimento:

Tabla de pasos y procedimientos

#	Pasos a Seguir	Procedimiento adoptado	Valor con unidades
1	Seleccionar el diseño experimental apropiado para la hipótesis	Diseño experimental factorial mixto 5x7x2	5 variables independientes, 7 dependientes y 2 co-variables
2	Decidir cuantas variables independientes y dependientes se incluyen en el diseño experimental	Independientes: Frecuencia de los pulsos binaurales.	Grupo 1: 150-160 Hz
			Grupo 2: 432-442 Hz
			Grupo 3: 660-670 Hz
			Grupo 4: 880-890 Hz
			Grupo 5: control
		Decidir la duración total del experimento, Variable independiente tiempo	13 minutos
		Decidir el tiempo de la base de sonidos de la naturaleza, variable independiente tiempo	9 minutos
		definir el tiempo de duración de cada pulso binaural, variable independiente tiempo	2 minutos
		Definir el tiempo de presentación de los pulsos, variable independiente tiempo	tiempo1: al minuto de comenzar el sonido base
			Tiempo 2: a los 5 minutos de comenzar el sonido base de exposición a los pulsos
		Seleccionar las variables dependientes de respuesta electrofisiológica y sus unidades de medida	ECG (Electrocardiograma) [mV]
			ECG-FR (Frecuencia cardiaca) [Latidos por minuto]
			GSR (Respuesta galvánica de la piel) [μSiemens]
		Seleccionar las variables dependientes Psicométricas	Valencia 9-1 (Gusto-Disgusto)
			Activación 9-1 (Activo-Relajado)
			Dominancia 1-9 (Dominado-Dominante)
3	Elegir los instrumentos de medición	Seleccionar los instrumentos de medición electro-fisiológica	5 Electroodos conectados al <i>BioAmplificador de señales</i> y sistema de registro por computador para la medición de ECG y GSR
		Seleccionar el instrumento de Psicometría	Prueba SAM que mide 3 valores adimensionales de valencia, activación y dominancia

4	Selección de la muestra de personas	Número de personas de la muestra	75 personas
		Número de personas por grupo	15 personas por grupo
		Rango de edad de las personas	18 a 24 años, sin antecedentes de problemas neuronales graves y epilepsia.
5	Aleatorizar la muestra	Realizar por medio de la función <i>Random</i> de Excel, un sorteo aleatorio de las personas de la muestra	75 valores aleatorios
6	Convocar a los estudiantes que haran parte de la muestra	Abrir una convocatoria para participar como sujeto de experimentación en el trabajo de grado con los siguientes instrumentos:	1 Carta informativa
			1 base de datos de los sujetos convocados
			Asignación de 1 cita a cada persona
			Envío de 1 recordatorio de la cita a cada persona
7	Identificación y control de variables intervinientes	Identificar las variables de audio	Audio: igual nivel de sonoridad, 1 sola pista de fondo, nivel global de la mezcla
		Lugar de medición	Lugar de medición: Condiciones acústicas adecuadas y similares en todos los momentos de medición sin presencia de ruido tonal o impulsivo, temperatura constante que no sobrepase los 30° C, condiciones de iluminación constantes.
		Sujetos de experimentación	Sujetos de experimentación: 18 a 24 años de edad, sin antecedentes de Epilepsia o problemas neurales
		Sistema de reproducción	Sistema de reproducción: mismo sistema de reproducción manteniendo constante esa variable con audífonos de grado profesional
		Implementos de medición	Implementos de medición: misma marca y modelo de electrodos, sin cambios en el Bioamplificador.
		Condiciones eléctricas	Condiciones eléctricas: se verificaron las conexiones a tierra y se unificaron los puntos de conexión para evitar ruidos
		Ver protocolo de medición.	8 procedimientos: recepción, instrucción, consentimiento informado, limpieza, conexión, líneas de base, experimento, desconexión, prueba SAM, despedida
8	Cronología de aplicación del experimento		
9	Análisis de las mediciones	Anova mixto para medidas repetidas	ANOVA 5x7x2

Tabla 4 Procedimientos adoptados para la medición y realización del experimento, fuente propia.

47. Validez Interna del experimento

La validez interna de un experimento se logra por medio del control de las variables y se alcanza mediante:

- Inclusión de varios grupos de comparación siendo la cantidad mínimo dos, para este diseño experimental se han tenido en cuenta cuatro grupos de medición y uno de control.
- Equivalencia de los grupos del experimento, se controla minuciosamente cada una de las variables extrañas e interdependientes.

Grupo	Frecuencia[H z] L	Frecuencia[H z] R
Grupo 1	150	160
Grupo 2	432	442
Grupo 3	660	670
Grupo 4	880	890
Grupo de control	El único estímulo presentado al grupo de control es el audio Base	

Tabla 5 Descripción de cada uno de los pulsos binaurales teniendo en cuenta la frecuencia para el audio estéreo, fuente propia.

Al grupo de control no se le aplico ningún par de frecuencias o pulso binaural para poder tener un punto de comparación entre variables. Por esta razón el único estímulo presentado a este grupo fue el audio base.

El audio de prueba consta de dos componentes de acuerdo al objetivo específico 1: una composición de sonidos de la naturaleza y la introducción de los pulsos binaurales en dos tiempos diferentes y con una duración específica.

- Grupo 1: 15 personas 7 mujeres, 8 hombres
- Grupo 2: 15 personas 7 mujeres, 8 hombres
- Grupo 3: 15 personas 7 mujeres, 8 hombres
- Grupo 4: 15 personas 7 mujeres, 8 hombres
- Grupo de control: 15 personas 8 mujeres, 7 hombres
- Total sujetos de la investigación: 75 personas 36 mujeres, 39 hombres

48. Método estadístico

Para analizar los resultados del experimento se realizó el análisis Anova planteado para el segundo objetivo. Se optó por un ANOVA⁷ mixto para medidas repetidas 5x7x2 teniendo en cuenta las variables definidas para el experimento más la variable género: masculino y femenino, para cumplir con este punto, se utiliza la herramienta de modelo lineal general para medidas repetidas del programa de computador SPSS de IBM.

Variables Independientes o intersujeto: definidas por los 5 grupos de estudio (4 pares de frecuencias más 1 grupo de control sin frecuencia asignada).

Variables dependientes o intrasujeto: son aquellas que poseen 7 valores objetivos tomados por medio de las mediciones de ECG y GSR, en siete instantes de tiempo definidos. Estos son evaluados para los dos momentos en los cuales se reproducen los pulsos binaurales dentro del experimento.

Debido a que el género como variable no representó un aporte significativo en el análisis ANOVA, se decidió realizar adicionalmente un análisis **ANCOVA**⁸, que no es más que presentar o programar como co-variables el género: femenino y masculino, para eliminar la influencia de estas sobre la muestra.

49. PROTOCOLOS

En el desarrollo de este proyecto de grado se realizan diferentes mediciones para el correcto registro y control de las variables planteadas, dentro de las cuales se encuentran las siguientes disciplinas: Ingeniería de Sonido, Psicofisiología y Psicometría.

50. Protocolos de Medición de Ingeniería de Sonido

Se realiza la medición de ruido de fondo de la sala en donde se realizaran los registros psicofisiológicos debido a que es importante garantizar unas condiciones adecuadas de escucha del audio para los sujetos de experimentación.

7

ANOVA: Análisis de varianza

8

ANCOVA: Análisis de co-varianza.

Además se propone la medición de nivel de presión sonora emitida por los audífonos a partir de su sensibilidad, de tal manera que al tener una fuente de emisión de sonido y una fuente de emisión de ruido, podemos calcular la relación señal a ruido.

51. Protocolo de Medición de Ruido de Fondo de la Sala

Se propone el siguiente protocolo para la obtención de los datos de ruido de fondo de la sala en donde se aplicaran las pruebas.

Materiales:

- Computador Sony Vaio Intel Core i5, 6GB RAM, SSD 256GB, con el programa SvanPC
- Sonometro Svantec SVAN 943B
- Pistófono SV30A
- Tripode
- Cinta métrica

Medición:

- Debido a las condiciones físicas de la sala, se decide tomar el centro como punto de medición de acuerdo a la Guía y procedimiento de medida del ruido de actividades en el interior de edificios, según el anexo IV del Real Decreto 1367/2007 de la Asociación Española para la Calidad Acústica (AECOR) del año 2011 (p.12). Teniendo como mínimo 0.7 metros de distancia entre cada una de las superficies reflejantes de la sala y de esta manera evitar las reflexiones tempranas que se puedan presentar, afectando notoriamente los resultados de la medición.
- Se marca el punto único de medición.
- Se configura el sonómetro con los siguientes parámetros en cada uno de los perfiles:

propia.

Parámetro	Perfil 1	Perfil 2	Perfil 3
Tiempo de integración [s]	60	60	60
Duración [mm:ss]	15:00	15:00	15:00
Detector	Slow	Slow	Slow
Ponderación	A	C	Lineal
Delay [s]	5	5	5

- Siguiendo la normativa nombrada con anterioridad el tiempo de medición será de 15 minutos en este caso para el único punto de medición.

a.

b.



Conjunto de Fotografías 1 a) Vista Lateral de la Sala del Experimento, b) Vista lateral Superior Izquierda, Fuente Propia, (2014)

- Terminada la medición se procede a realizar la descarga de los datos y su análisis.

52. Protocolo de Medición de Nivel de Presión sonora Emitida por los Audífonos a Partir de su Sensibilidad

Es necesario realizar la medición del nivel de presión sonora máximo emitido por el sistema de reproducción del experimento, para garantizar que el nivel de presión sonora al que van a ser expuestos los sujetos, se encuentre bajo la recomendación de la OMS nombrada con anterioridad en la metodología.

Materiales:

- Computador Sonyt Vaio Core i5, 6GB RAM, SSD 256GB (Sistema de reproducción).
- Cable de línea o auxiliar.
- Par de cables caimán-caimán.
- Audífonos Bayerdynamic DT 990PRO.
- Osciloscopio Rigol DS1052D
- Sondas de Osciloscopio.
- Tono de prueba de 1KHz - 0dBFS
- 2 x Cable caimán - caimán



Ilustración 16 Materiales empleados para la medición del nivel máximo emitido por los audífonos por medio de la sensibilidad de los audífonos y el sistema de reproducción, imágenes tomadas de Google imágenes.

Procedimiento para la medición de Sensibilidad de los Audífonos

1. Conectar el cable de línea o auxiliar al computador.
2. Conectar con el cable caimán – caimán las tierras del cable de línea y los audífonos.
3. Conectar con el cable caimán – caimán tip con tip del cable de línea y los audífonos.

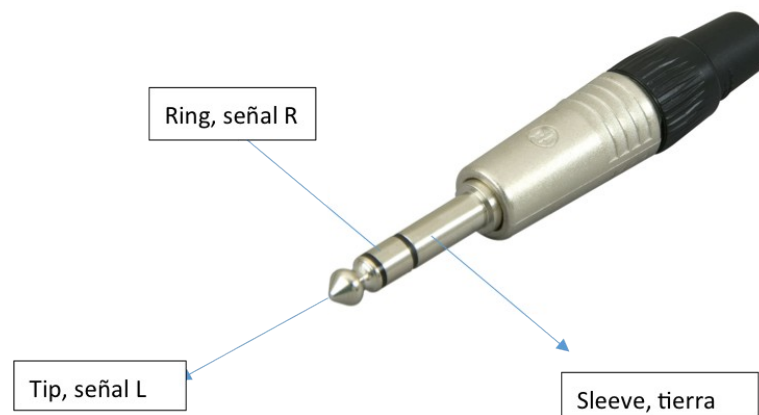


Ilustración 17 Partes del conector TRS empleado para la medición de sensibilidad, fuente propia.

4. Colocar las puntas de las sondas del osciloscopio en ambos puntos respetando las tierras.
5. Reproducir el tono de prueba desde el computador.
6. Medir el voltaje RMS entre el sistema de reproducción y los audífonos.
7. Proceder a tomar registro visual de la medición en el osciloscopio.
8. Detener la reproducción de la señal y realizar la desconexión.

53. **Protocolos Mediciones parámetros Psicofisiológicos**

Existen dos parámetros psicofisiológicos con los cuales se realizarán las mediciones de este experimento ECG y GSR, por esto es necesario seguir los siguientes pasos para cada uno de ellos:

- Las personas son convocadas por medio de un informe corto acerca del proyecto de grado, el tipo de investigación que se va a realizar y las tres pruebas planteadas para el experimento (SAM, ECG y GSR).
- Se pidieron los datos personales de contacto, debido a que las mediciones se realizan de forma individual.
- Se efectúa una cita con fecha y hora a cada uno de las 75 personas pertenecientes a la muestra planteada para el experimento.
- El día planteado para el desarrollo del experimento, cada persona al cumplir la cita asignada es invitada a ubicarse en la sala de medición.
- Se le pide a la persona que tome asiento y que se retire todos los accesorios metálicos que puedan actuar como objetos conductores y los zapatos descubriendo así sus tobillos internos, para asegurar que no se vea afectada la medición.
- Se presenta el consentimiento informado, se pide su atenta lectura y firma de autorización (Dirigirse al Anexo 1).
- **Diagrama general de conexión del sistema de reproducción**

Para el correcto registro de los datos a medir es necesario tener claro el flujo de las señales que se quieren registrar, en la siguiente ilustración se presenta gráficamente el flujo de la señal en el momento del registro de los parámetros fisiológicos:

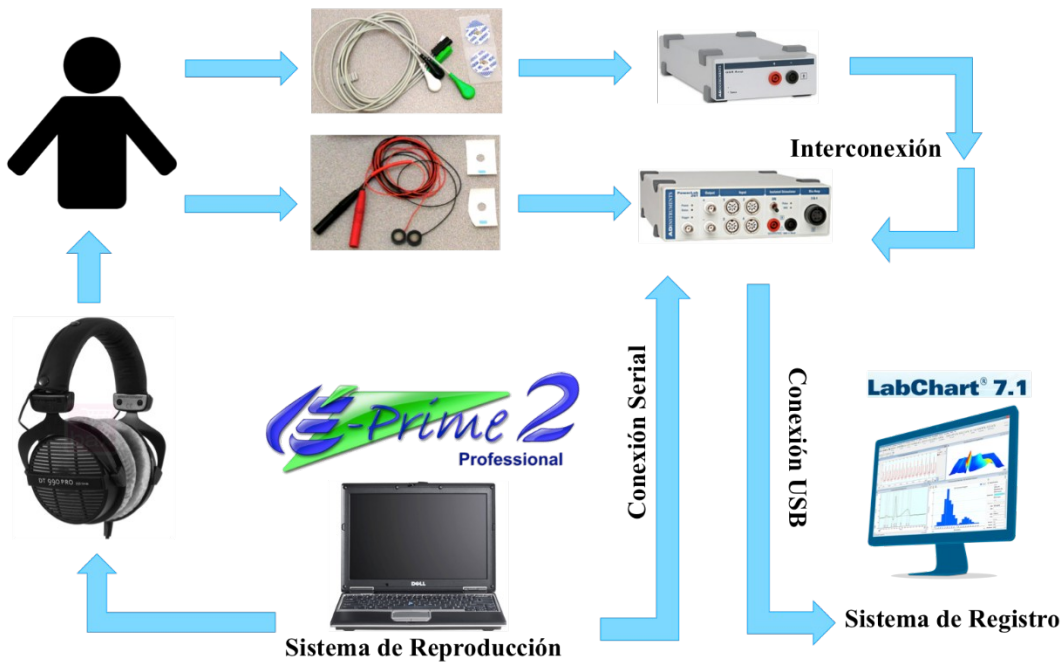


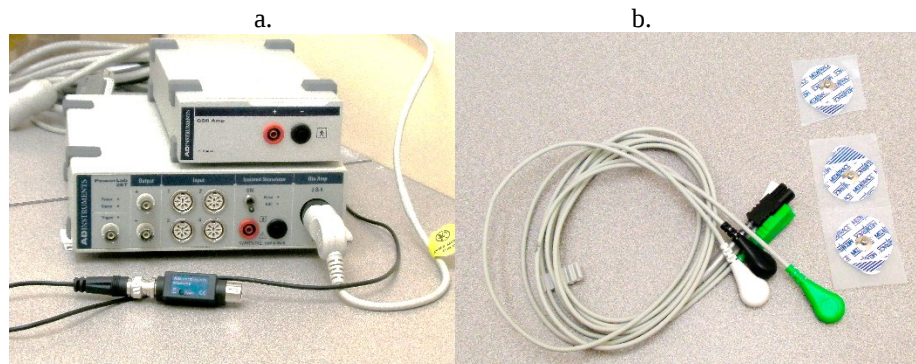
Ilustración 18 Diagrama de conexión del sistema de registro, con imágenes tomadas de Google imágenes, Organización de diagrama fuente propia.

54. Protocolo de Electrocardiograma ECG

Para la correcta medición del electrocardiograma es necesario cumplir con ciertos requisitos y materiales como se describe a continuación:

Materiales:

- Sistema de poligrafía de ADInstruments compuesto por Data Recording Unit + Dual BioAmp Powerlab 26T, conectado a 1 computador marca Sony Vaio Core i5, 6GB RAM, SSD 256GB con el programa Labchart Versión 7
- Electrodos.
- Gasa húmeda con alcohol Isopropílico.
- Sondas de registro.



Conjunto de Fotografías 2 a) Sistema de Poligrafía ADINSTRUMENTS Powerlab 26T, b) Sondas y electrodos ECG, Fuente propia, (2014)

55. Procedimiento para la Medición de ECG

En el proceso de medición de ECG es necesario tener en cuenta los procesos que garantizaran la correcta toma de datos y registro de la señal por esto se deben tener presente los siguientes pasos:

- Se informa al sujeto cada uno de los pasos y procedimientos que se le realizaran en el tiempo de duración de la prueba.
- Se pide al sujeto dejar expuestos sus tobillos internos y la parte interna de la muñeca derecha con las palmas hacia arriba.

a.



b.

Conjunto de Fotografías 3 Lugares donde se debe realizar la limpieza a cada uno de los participantes del experimento para el parámetro ECG, a) Tobillo interno, b) Muñeca interna mano de mayor dominancia, Fuente Propia, (2014)

- Se humedece un trozo de gaza con alcohol para realizar la limpieza en las partes anteriormente nombradas y de esta manera disminuir la cantidad de grasa en la piel en los lugares donde se colocaran cada uno de los electrodos.

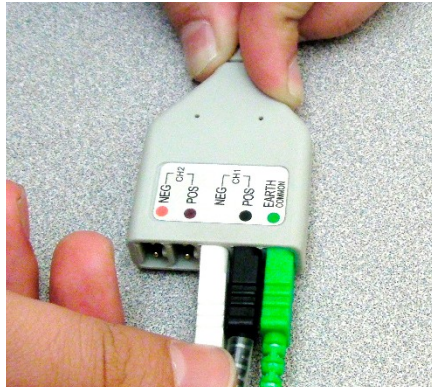


- El investigador toma cada una de las en cuenta la conexión de

los 3 electrodos y conecta sondas de registro teniendo en cada uno de los canales

Fotografía 1 Limpieza de la muñeca interna con Alcohol Isopropílico, (2014). Fuente propia

entrada del sistema (polo positivo, polo negativo y tierra), para evitar problemas en la polaridad de la señal a tomar.



Fotografía 2 Conexión de sondas de ECG al sistema de registro respetando la polaridad de la derivación dos, Fuente propia.

- Para esta medición se emplea la derivación numero dos para medición de electrocardiograma, en la cual se ubican los tres electrodos de la siguiente manera:

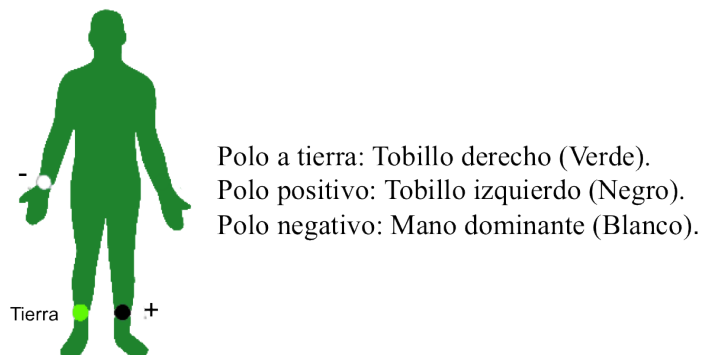


Ilustración 19 Derivación dos, conexión utilizada en el experimento, fuente propia, 2014

- Se desprende el adhesivo de los tres electrodos y se colocan en cada uno de los lugares nombrados en el numeral anterior.
- Se conectan las tres sondas de los electrodos al sistema de pre-amplificación de señal.
- Se realiza una medición de 10 segundos de prueba para observar la calidad de la señal que está siendo registrada presentado por el sistema de medición completo.
- Se cubren los ojos del sujeto con los tapaojos.
- Se ponen los audífonos en sobre las orejas del sujeto de tal manera que cubran es su totalidad el pabellón auditivo.

- Se informa al sujeto que se dará inicio a la medición, se apaga la luz de la sala y se deja sola a la persona.
- Al finalizar el proceso de registro se guarda el archivo con el nombre del sujeto, fecha y grupo experimental al que pertenece.
- Se desconecta suavemente cada uno de los tres electrodos de la medición.

56. Protocolo de Medición de la Respuesta Galvánica de la Piel – GSR

Para el registro de los datos de la medición de la respuesta galvánica de la piel, es necesario tener en cuenta los siguientes materiales y procesos:

Materiales:

- Sistema de poligrafía de ADInstruments compuesto por Data Recording Unit + Dual BioAmp Powerlab 26T, conectado a 1 computador marca Sony Vaio Core i5, 6GB RAM, SSD 256GB con el programa Labchart Versión 7
- Electrodo para conductancia dérmica (Electrodos Ag / AgCl).
- Agua destilada.
- Algodón.
- Solución conductora.

a.



b.



Conjunto de Fotografías 4 Implementos para la medición de GSR: a) Implementos de limpieza, b) Electrodo y gel conductor fuente propia

57. Procedimiento Para la Medición de GSR

Para el proceso de registro de los datos de respuesta galvánica de la piel es necesario seguir los siguientes procesos:

- Se informa al sujeto cada uno de los pasos y procedimientos que se le realizarán en el tiempo de duración de la prueba.

- Se pide al sujeto dejar expuesta la palma de la mano de menor dominancia ubicándola hacia arriba.
- Se humedecer la gasa con agua destilada para realizar la limpieza para disminuir la cantidad de grasa en la piel y obtener una medición de la conductancia de calidad.
- Se limpia suavemente el área hipotenar de la mano como se ve ubicada en la siguiente ilustración con la gasa previamente humedecida.

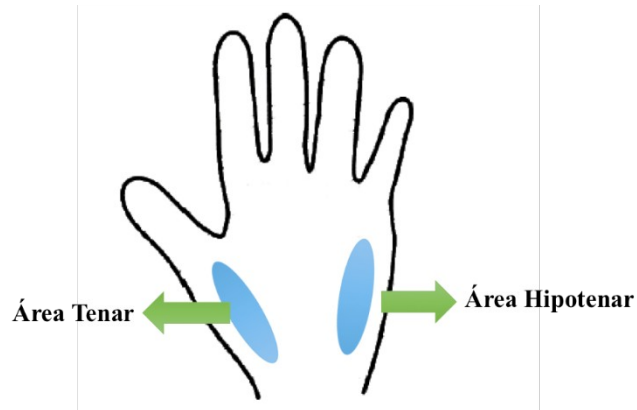
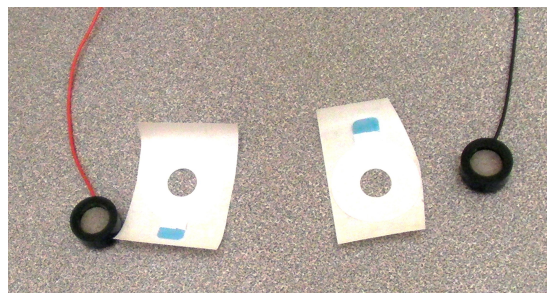


Ilustración 20 Área Tenar e Hipotenar de la Mano Humana

- Se toma cada uno de los electrodos y se coloca el adhesivo circular correspondiente a cada uno.

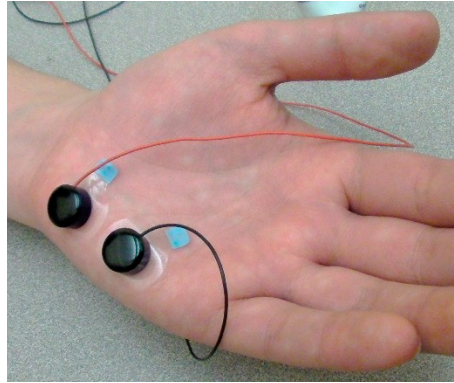


Fotografía 3 Electrodos para GSR con los adhesivos especiales para el mismo, (2014). Fuente Propia

- El investigador tomara cada uno de los dos electrodos y le aplicara la solución conductora suficiente para cubrir todo el interior del electrodo.
- Se realiza medición de línea de base del ambiente por medio del sistema de registro.
- Se le pide al sujeto de medición estirar la mano con la palma mirando hacia arriba.
- Se ubicar cada uno de los electrodos en el área hipotenar de la mano, teniendo cuidado de no poner en contacto ambos electrodos o el adhesivo de cada uno.

- Se mide la segunda línea de base, que se realiza con respecto al sujeto.
- Se mide la línea de base para la calibración del sistema.
- Se ubican los sensores de conductancia dérmica en la parte hipotenar de la mano, sin que el adhesivo de ninguno de los dos electrodos se toquen.

*Fotografía 4 Conexión
hipotenar de la mano,*



*de los electrodos para GSR en la parte
fuente propia.*

- Se conectan los sensores al sistema de pre-amplificación.
- Se verifica la entrada de la señal al sistema durante 10 segundos.
- Se inicia el proceso de medición.
- Al finalizar la medición se guarda el archivo de registro con el nombre del sujeto de medición. (Mateos, 2014)

58. RESULTADOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Teniendo en cuenta el objetivo general del proyecto y los objetivos específicos, se presentan los siguientes resultados:

Se generaron cinco audios para todo el experimento, cabe resaltar que en los grupos del 1 al 4 se presentó una combinación entre los pulsos correspondientes a cada uno y el audio base. La distribución en tiempo de cada uno de los audios en el experimento se ve en la siguiente línea de tiempo, aplicable a cada uno de los grupos con excepción del grupo de control en el cual no se presentaron pulsos binaurales.

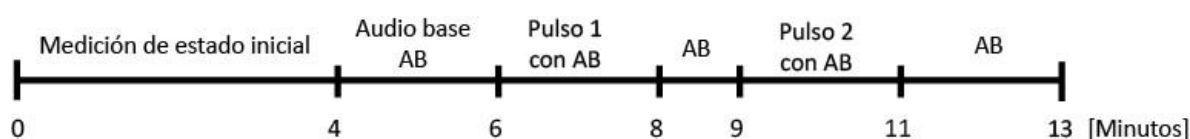


Ilustración 21 Línea de tiempo del audio con pulsos binaurales y sonido base.

En el siguiente enlace se pueden escuchar cada uno de los audios empleados en el experimento, siguiendo la línea de tiempo anteriormente nombrada.



Frecuencia 150Hz-160Hz



Frecuencia 432Hz-442Hz



Frecuencia 660Hz-670Hz



Frecuencia 880Hz-890Hz



Audio Base

59. Resultados de medición de nivel de presión sonora por medio de la sensibilidad del sistema de reproducción:

Teniendo en cuenta las especificaciones del fabricante de los audífonos Beyerdynamic DT990-PRO, se sabe que el nivel de presión sonora nominal de los audífonos es de 96dB SLP a 1voltio a una frecuencia de 1KHz, estos datos se encuentran especificados en el datasheet proporcionado en el anexo 3.

Los resultados de la medición del nivel de presión sonora por medio de la sensibilidad del sistema de reproducción se observan en la ilustración siguiente:

Resultado de la Medición de Voltaje a Través de los Audífonos

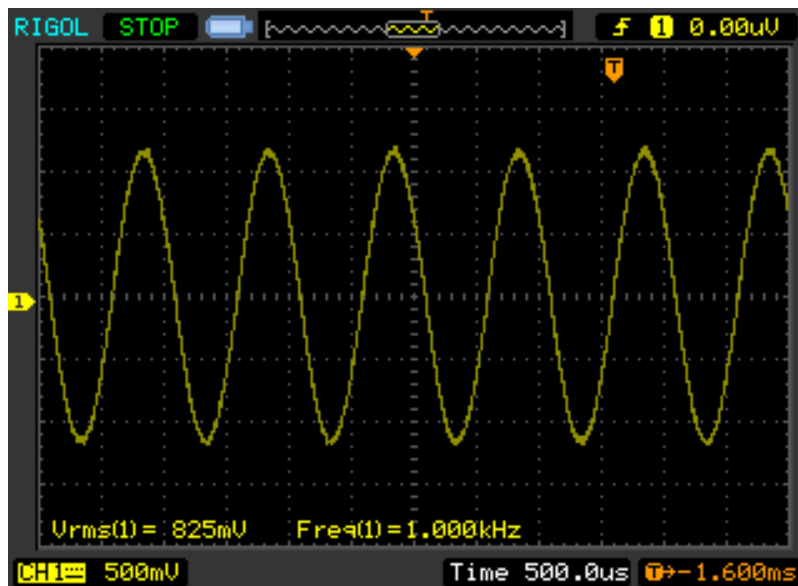


Ilustración 22 Captura de pantalla osciloscopio, donde se muestra el voltaje RMS de la medición y la frecuencia empleada, fuente propia.

- Voltaje medido= 825mV.
- Voltaje fabricante= 1Voltio (Especificado según la norma EN 60 268-7).

Teniendo en cuenta las siguientes ecuaciones,

Ecuación 1.

$$SPL [dB] = 20 \log \left(\frac{P_1}{P_{ref}} \right)$$

$$P_{ref} = 20 \mu Pa$$

$$\frac{SPL}{20} = \log \left(\frac{P_1}{P_{ref}} \right)$$

$$10^{\frac{SPL}{20}} = \frac{P_1}{P_{ref}}$$

Ecuación 2.

$$P = 20 * 10^{-6} \left(10^{\frac{SPL}{20}} \right)$$

Ejecutamos los siguientes cálculos

1. Convertir el nivel SPL [dB] de la sensibilidad a unidades de Presión sonora [Pa] con la ecuación 2.
2. Medir el voltaje que cae sobre los audífonos conectados al sistema.
3. Realizar una regla de 3 para hallar la presión sonora con el voltaje medido teniendo en cuenta la sensibilidad calculada en Presión sonora [Pa]
4. Convertir la presión sonora calculada para el voltaje medido a SPL [dB] con la ecuación 1.

Los resultados los consignamos en la siguiente tabla:

Voltaje	SPL [dB]	Presión [Pa]	Frecuencia [Hz]
1000	96,00	1,26	1000
825	94,33	1,04	1000

60. Medición de Ruido de Fondo de la Sala:

La medición de ruido de fondo permite conocer con exactitud el comportamiento del nivel de presión sonora presente en la sala, debido a la incidencia de diferentes fuentes de ruido producidas por actividades educativas y transeúntes.

Comenzamos por describir las dimensiones físicas de la sala donde se realizó el experimento:
 $a=2,24\text{m}$, $h=2,51\text{m}$, $h(\text{rejilla})= 2,62\text{m}$ y $l=2,50\text{m}$.

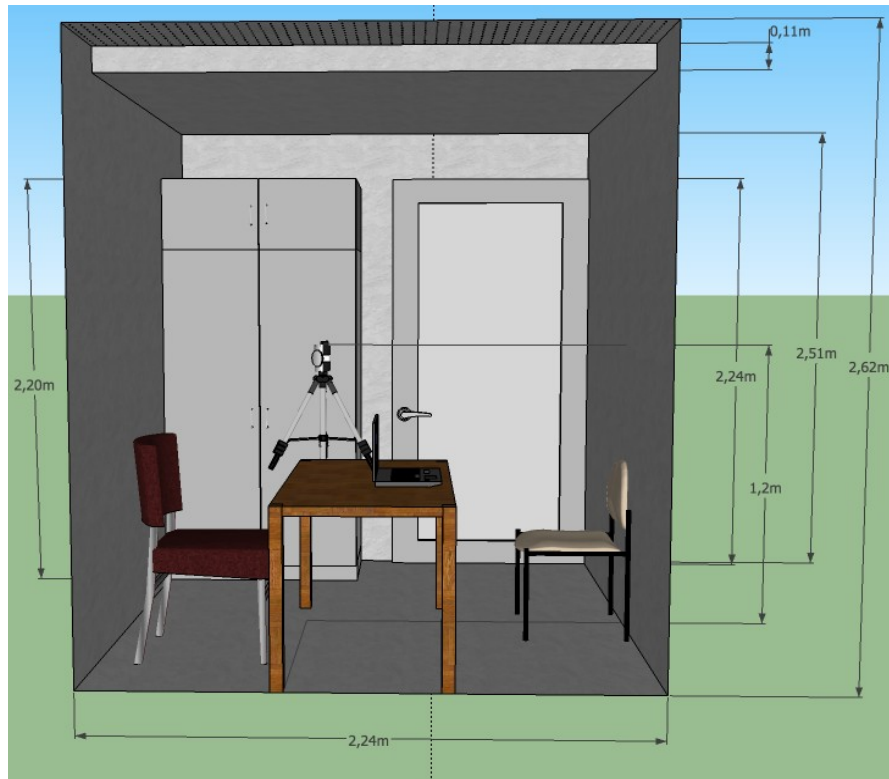


Ilustración 23 Vista trasera de la sala de medición, fuente propia.

61. Descripción de las Fuentes de Ruido

En la sala no se encuentra una gran cantidad de fuentes sonoras, debido a que el ruido que se presenta está dado principalmente por transmisión de ruido externo.

Las fuentes específicas de ruido que se presentaron son:

- Transeúntes.
- Ruido producto de la actividad educativa.

Esta sala está construida por medio de diversos materiales principalmente de Drywall en todas las paredes, como se ve en las diferentes vistas que se mostraron anteriormente del lugar, también se encuentra un mueble de madera acompañado de metal, así como un escritorio de madera. Esta sala se emplea para experimentos y mediciones de tipo Psicométrico. El detalle de esta sala se muestra a continuación en sus diferentes vistas.

Vista Superior

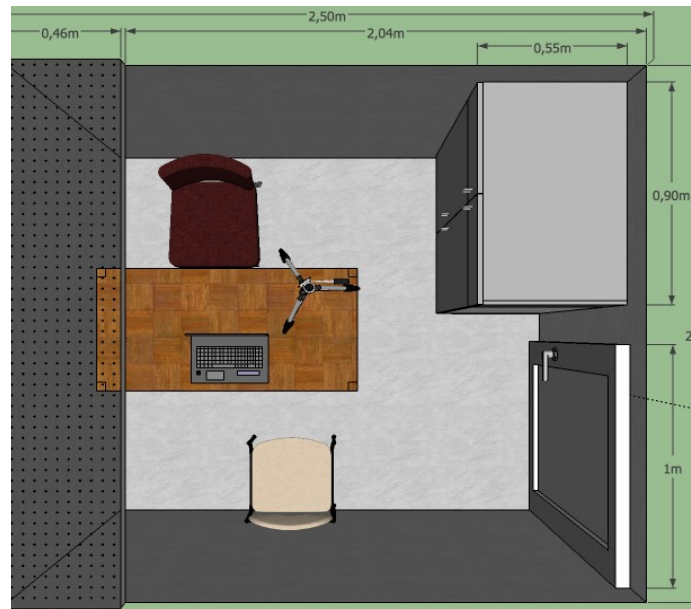


Ilustración 24 Vista superior de la sala de medición del experimento, fuente propia.

En la vista superior acotada con medidas, se observa las dimensiones exactas de la sala y la distribución de los objetos en el espacio.

Vista Lateral Derecha

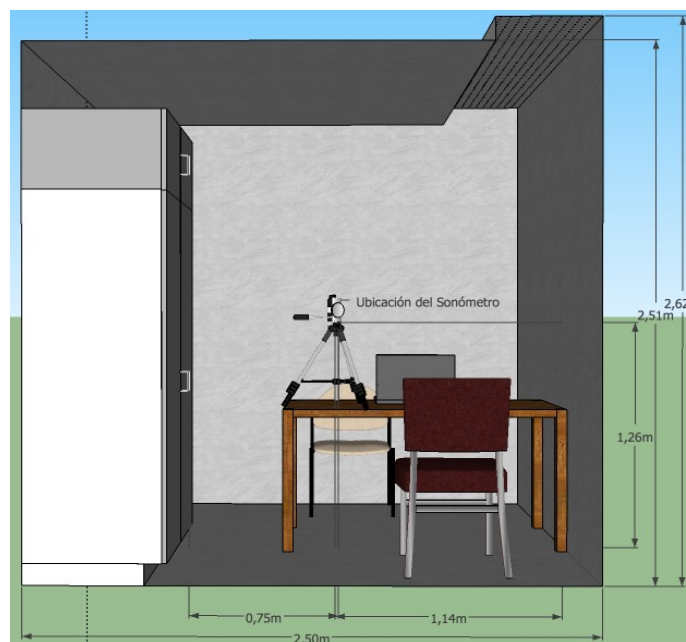


Ilustración 25 Vista lateral derecha de la sala de medición, fuente propia.

En esta vista se observa la posición de las sillas, mostrándonos la ubicación del sujeto de medición en la de color amarillo. También se observa la ubicación del sonómetro así como las medidas de altura.

Vista Lateral Izquierda



Ilustración 26 Vista lateral izquierda de la sala de medición, fuente propia.

En la vista lateral izquierda se puede observar desde atrás la posición del sujeto de medición en la silla amarilla.

Vista Isométrica

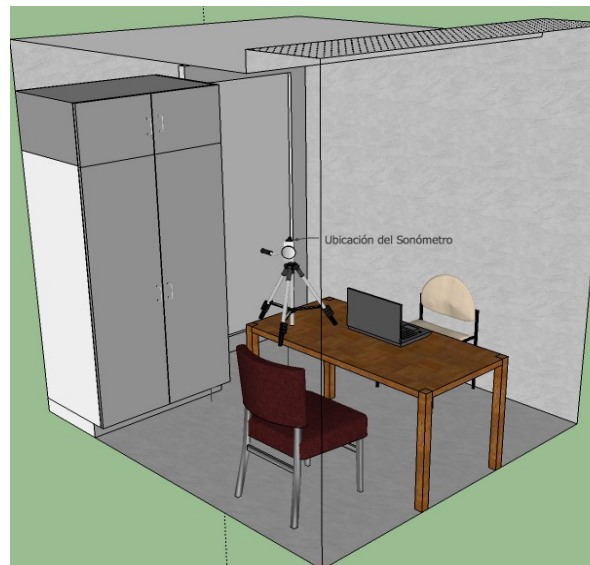
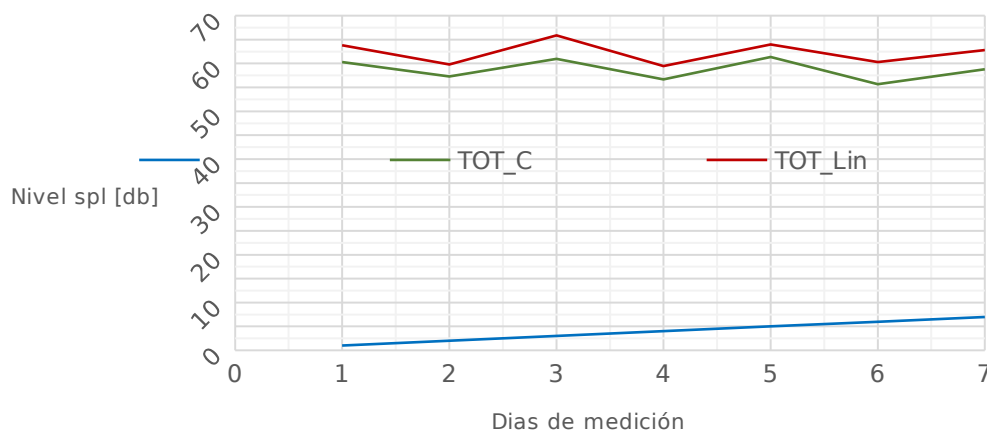


Ilustración 27 Vista isométrica de la sala de medición, fuente propia.

La vista isométrica nos proporciona una mejor idea de la distribución real del espacio.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos por las mediciones del ruido de fondo y los datos analizados en la tabla contenida en el anexo 4 se presenta a continuación la gráfica del comportamiento de ruido de fondo de los siete días en los que se llevaron a cabo las mediciones, teniendo en cuenta las ponderaciones A,C y lineal.

Mediciones por día (Lin,A,C)



Gráfica 1 Comparación de las tres ponderaciones empleadas en los siete días de medición, Fuente propia.

El día en que se presentó un mayor nivel de ruido de fondo en la sala fue el tercer día de medición, obteniendo un nivel máximo de 65,9 dB lineal, mientras que el nivel mínimo fue de 59,5 dB lineal. Siguiendo las observaciones correspondientes al Real Decreto 1367/2007 de la Asociación Española para la Calidad Acústica (AECOR), la medición de ruido de fondo debe tomarse ponderada A, obteniendo un nivel máximo de 57,1dBA y un mínimo de 49,2dBA siendo el día de medición uno, el que presento un mayor nivel de los siete días.

Teniendo en cuenta que debido a la naturaleza del estudio, en el cual los pulsos binaurales se ponderan con un criterio diferente a la medición de ruido de fondo, se procede a analizar las relaciones de señal a ruido en ponderación lineal por banda de frecuencia, en donde debemos tener 20dB como mínimo. Para hallar la relación señal a ruido tenemos en cuenta:

- ❖ El nivel máximo que nos puede otorgar el sistema: 94 dB SPL
- ❖ EL nivel con el cual fueron procesados los pulsos binaurales en postproducción.
- ❖ El voltaje medido en los audífonos con los pulsos binaurales utilizados:

150 Hz:

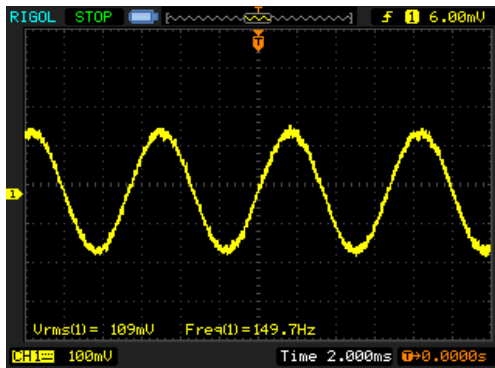


Ilustración 28: Captura de pantalla de osciloscopio del voltaje medido para 150Hz

660 Hz:

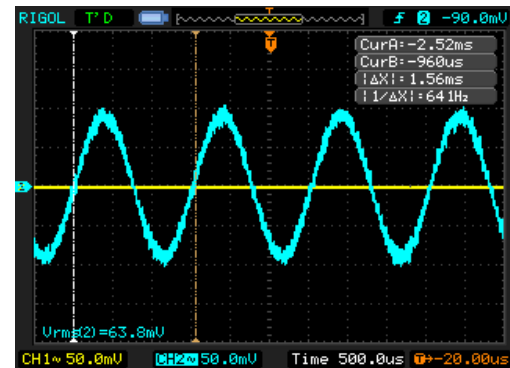


Ilustración 30: Captura de pantalla de osciloscopio del voltaje medido para 660Hz

432 Hz:

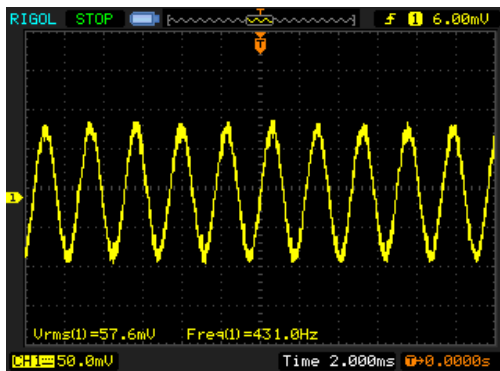


Ilustración 29: Captura de pantalla de osciloscopio del voltaje medido para 432Hz

880 Hz:

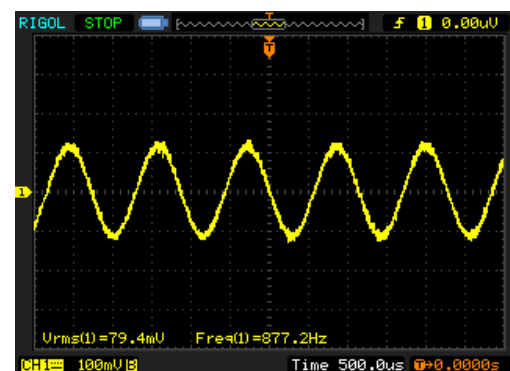


Ilustración 31: Captura de pantalla de osciloscopio del voltaje medido para 880Hz

❖ El nivel de ruido de fondo en la banda de tercio de octava más próxima a la frecuencia del pulso binaural

Frecuencia del pulso [Hz]	Banda de tercio de octava	ruido de fondo dB[SPL]	Nivel relativo de grabación [dBFS]	Nivel calculado real de los pulsos [dB SPL]	SNR dB	Nivel medido real de los pulsos dB[SPL]	SNR dB
150 - 160	160	49,7	-17,5	76,83	27,13	76,75	27,05
432 - 442	400	50,7	-23	71,33	20,63	71,21	20,51
660 - 670	630	49,7	-22	72,33	22,63	72,16	22,46
880 - 890	800	45,5	-20	74,33	28,83	72,11	26,61

Tabla 7: Niveles calculados y medidos y relación señal a ruido

❖ Ver anexo 4: informe de resultados de la medición de ruido de fondo

$$SNR = SPL_3 - SPL_1$$

Este nivel permite trabajar de manera adecuada durante el experimento, teniendo en cuenta que se cumple lo establecido anteriormente: $SNR > 20\text{dB}$.

62. Análisis Estadístico

Para cumplir con el objetivo dos del trabajo de grado, se ejecuta en el programa computacional IBM SPSS v.21 los siguientes análisis estadísticos: ANOVA 5x7x2 donde se emplea el sexo como variable y el ANCOVA 5x7x2 emplea el sexo como una co-variable. Para eliminar la interacción de esta con las demás variables.

Durante la ejecución del análisis ANOVA, se observó presencia de datos significativos ($p < 0,05$) debido a la interacción de la variable sexo como un factor influyente. Por esta razón se optó por realizar un análisis ANCOVA, planteando el sexo como una co-variable. Se presentaron datos de mayor precisión ($p = 0,002$), haciendo que el análisis ANOVA pierda relevancia, nos arrojó resultados similares a investigaciones, referentes teóricos y experimentos previos. Esto se explica más a fondo en la discusión de los resultados.

A continuación se puede observar algunas tablas de los resultados obtenidos por medio del análisis:

En la siguiente tabla se especifica el significado de la etiqueta de variables utilizada para programar el *Software* de análisis estadístico.

<i>Frecuencia cardiaca</i>			Ilustración 32 Descripción de las etiquetas de los siete momentos de tiempo analizados dentro del análisis.
Tiempo	Variable Dependiente	Significado	
1	FC0	Frecuencia cardiaca sin estímulo	
2	LBFC1	Línea de base frecuencia cardiaca pulso binaural 1	
3	FC1	Frecuencia cardiaca durante el pulso 1	
4	POSTFC1	Post del pulso 1 para la frecuencia cardiaca	
5	LBFC2	Línea de base frecuencia cardiaca pulso binaural 2	
6	FC2	Frecuencia cardiaca durante el pulso 2	
7	POSTFC2	Post del pulso 2 para la frecuencia cardiaca	

Nota: FC = Frecuencia cardiaca; LB = Línea de base;

63. F, Gl, Sig y Eta cuadrado del experimento

Para poder verificar la validez del estudio, se observa primero los índices estadísticos F, gl, significancia y eta cuadrado y potencia de la prueba consignados en la siguiente tabla:

Contrastes multivariados para la variable Frecuencia Cardíaca								
Grupo[Hz]		Valor	F	Gl de la hipótesis	Gl del error	Sig.	Eta al cuadrado parcial	Potencia observada ^b
150 -160	Lambda de Wilks	,819	2,281 ^a	6,000	62,000	,047	,181	,754
432-442	Lambda de Wilks	,778	2,947 ^a	6,000	62,000	,014	,222	,869
660-670	Lambda de Wilks	,830	2,120 ^a	6,000	62,000	,064	,170	,717
880-890	Lambda de Wilks	,888	1,299 ^a	6,000	62,000	,271	,112	,472
Control	Lambda de Wilks	,943	,627 ^a	6,000	62,000	,708	,057	,232

Cada prueba F contrasta el efecto multivariado simple de tiempo en cada nivel de combinación del resto de los efectos mostrados. Estas pruebas se basan en las comparaciones por pares linealmente independientes entre las medias marginales estimadas.

a. Estadístico exacto

b. Calculado con alfa = ,05

Tabla 8: Tabla de contrastes multivariados, fuente:elaborada en el Programa IBM SPSS V21

Podemos observar en la tabla, a través del estadístico F, grupos que presentan diferencia en el tiempo mayores con el valor más alto en el grupo de 432 – 442 Hz cercano a un valor de 3, en general el grado de libertad es de 6 vs un grado de libertad del error de 62, la significancia máxima de los datos esta nuevamente en el 432 – 442HZ de 0,14. Los valores de Eta cuadrado sin embargo son bajos debido a la naturaleza humana del estudio. El valor de potencia observada presenta un valor aceptable mayor a 0,800 solamente en el grupo de 432 – 442 Hz. Tras analizar esta tabla, se decide reportar solamente los datos relacionados con el grupo de 432 – 442Hz.

64. Análisis ANOVA y ANCOVA

En las siguientes tablas se encuentran los resultados estadísticos relevantes del análisis ANOVA realizado, en donde los significativos se encuentran en color verde, esto teniendo en cuenta que el nivel esperado de confiabilidad es de al menos 95% ($p=0,05$). Para proceder con el análisis se verifica primero la fuerza y potencia del estudio para los diferentes grupos.

Frecuencia cardíaca ANOVA grupo en el tiempo detallado

Grupo [Hz]	Mean Difference (I-J) [BPM]	Std. Error	Sig. ^b	95% Confidence Interval for Difference ^b
------------	-----------------------------	------------	-------------------	---

					Lower Bound	Upper Bound	
432-442	1	2	4,087	1,536	,205	-,764	8,938
		3	1,888	1,374	1,000	-2,451	6,228
		4	1,359	1,500	1,000	-3,377	6,096
		5	1,484	1,566	1,000	-3,461	6,430
		6	1,371	1,409	1,000	-3,079	5,822
		7	,152	1,431	1,000	-4,367	4,671
	2	1	-4,087	1,536	,205	-8,938	,764
		3	-2,199	,731	,078	-4,508	,110
		4	-2,728	,901	,074	-5,575	,119
		5	-2,603	1,147	,556	-6,225	1,019
		6	-2,716*	,812	,028	-5,280	-,152
		7	-3,935*	,955	,002	-6,952	-,918
	3	1	-1,888	1,374	1,000	-6,228	2,451
		2	2,199	,731	,078	-,110	4,508
		4	-,529	,592	1,000	-2,400	1,342
		5	-,404	,821	1,000	-2,996	2,188
		6	-,517	,573	1,000	-2,328	1,294
		7	-1,736	,698	,323	-3,941	,469
	4	1	-1,359	1,500	1,000	-6,096	3,377
		2	2,728	,901	,074	-,119	5,575
		3	,529	,592	1,000	-1,342	2,400
		5	,125	,885	1,000	-2,671	2,921
		6	,012	,640	1,000	-2,010	2,033
		7	-1,207	,849	1,000	-3,888	1,474
	5	1	-1,484	1,566	1,000	-6,430	3,461
		2	2,603	1,147	,556	-1,019	6,225
		3	,404	,821	1,000	-2,188	2,996
		4	-,125	,885	1,000	-2,921	2,671
		6	-,113	,819	1,000	-2,699	2,472
		7	-1,332	,960	1,000	-4,363	1,699
	6	1	-1,371	1,409	1,000	-5,822	3,079
		2	2,716*	,812	,028	,152	5,280
		3	,517	,573	1,000	-1,294	2,328

	4		-,012	,640	1,000	-2,033	2,010
	5		,113	,819	1,000	-2,472	2,699
	7		-1,219	,632	1,000	-3,213	,776
	7	1	-,152	1,431	1,000	-4,671	4,367
		2	3,935*	,955	,002	,918	6,952
		3	1,736	,698	,323	-,469	3,941
		4	1,207	,849	1,000	-1,474	3,888
		5	1,332	,960	1,000	-1,699	4,363
		6	1,219	,632	1,000	-,776	3,213
660-670	1	2	,687	1,536	1,000	-4,164	5,538
		3	,651	1,374	1,000	-3,688	4,991
		4	-,374	1,500	1,000	-5,110	4,362
		5	-,224	1,566	1,000	-5,170	4,721
		6	-,812	1,409	1,000	-5,262	3,639
		7	-1,718	1,431	1,000	-6,237	2,800
	2	1	-,687	1,536	1,000	-5,538	4,164
		3	-,036	,731	1,000	-2,345	2,274
		4	-1,060	,901	1,000	-3,907	1,787
		5	-,911	1,147	1,000	-4,533	2,711
		6	-1,498	,812	1,000	-4,063	1,066
		7	-2,405	,955	,298	-5,422	,612
	3	1	-,651	1,374	1,000	-4,991	3,688
		2	,036	,731	1,000	-2,274	2,345
		4	-1,025	,592	1,000	-2,896	,846
		5	-,875	,821	1,000	-3,467	1,716
		6	-1,463	,573	,274	-3,274	,348
		7	-2,370*	,698	,024	-4,574	-,165
	4	1	,374	1,500	1,000	-4,362	5,110
		2	1,060	,901	1,000	-1,787	3,907
		3	1,025	,592	1,000	-,846	2,896
		5	,149	,885	1,000	-2,647	2,945
		6	-,438	,640	1,000	-2,460	1,583
		7	-1,345	,849	1,000	-4,026	1,336
	5	1	,224	1,566	1,000	-4,721	5,170

	2	,911	1,147	1,000	-2,711	4,533
	3	,875	,821	1,000	-1,716	3,467
	4	-,149	,885	1,000	-2,945	2,647
	6	-,587	,819	1,000	-3,173	1,998
	7	-1,494	,960	1,000	-4,526	1,537
6	1	,812	1,409	1,000	-3,639	5,262
	2	1,498	,812	1,000	-1,066	4,063
	3	1,463	,573	,274	-,348	3,274
	4	,438	,640	1,000	-1,583	2,460
	5	,587	,819	1,000	-1,998	3,173
	7	-,907	,632	1,000	-2,901	1,088
7	1	1,718	1,431	1,000	-2,800	6,237
	2	2,405	,955	,298	-,612	5,422
	3	2,370*	,698	,024	,165	4,574
	4	1,345	,849	1,000	-1,336	4,026
	5	1,494	,960	1,000	-1,537	4,526
	6	,907	,632	1,000	-1,088	2,901

Tabla 9 Datos analizados en frecuencia cardiaca, por medio de un análisis ANOVA, mirando el comportamiento de cada uno de los grupos en el tiempo.

Frecuencia cardiaca ANCOVA Grupo por tiempo detallado

Grupo [Hz]			Mean Difference (I-J) [BPM]	Std. Error	Si	95% Confidence Interval for Difference ^b	
						Lower Bound	Upper Bound
432-442	1	2	4,114	1,544	,203	-,766	8,995
		3	1,891	1,385	1,000	-2,486	6,268
		4	1,360	1,512	1,000	-3,417	6,137
		5	1,491	1,578	1,000	-3,497	6,478
		6	1,377	1,420	1,000	-3,111	5,865
		7	,137	1,441	1,000	-4,417	4,690
	2	1	-4,114	1,544	,203	-8,995	,766
		3	-2,224	,730	,070	-4,531	,084
		4	-2,755	,902	,068	-5,606	,096
		5	-2,624	1,153	,549	-6,267	1,020
		6	-2,738*	,814	,027	-5,310	-,166

	7	-3,978*	,947	,002	-6,971	-,985
3	1	-1,891	1,385	1,000	-6,268	2,486
	2	2,224	,730	,070	-,084	4,531
	4	-,531	,597	1,000	-2,418	1,356
	5	-,400	,827	1,000	-3,014	2,213
	6	-,514	,578	1,000	-2,340	1,312
	7	-1,754	,700	,307	-3,966	,457
4	1	-1,360	1,512	1,000	-6,137	3,417
	2	2,755	,902	,068	-,096	5,606
	3	,531	,597	1,000	-1,356	2,418
	5	,131	,892	1,000	-2,688	2,950
	6	,017	,645	1,000	-2,021	2,055
	7	-1,223	,853	1,000	-3,919	1,473
5	1	-1,491	1,578	1,000	-6,478	3,497
	2	2,624	1,153	,549	-1,020	6,267
	3	,400	,827	1,000	-2,213	3,014
	4	-,131	,892	1,000	-2,950	2,688
	6	-,114	,825	1,000	-2,722	2,494
	7	-1,354	,963	1,000	-4,399	1,690
6	1	-1,377	1,420	1,000	-5,865	3,111
	2	2,738*	,814	,027	,166	5,310
	3	,514	,578	1,000	-1,312	2,340
	4	-,017	,645	1,000	-2,055	2,021
	5	,114	,825	1,000	-2,494	2,722
	7	-1,240	,631	1,000	-3,233	,752
7	1	-,137	1,441	1,000	-4,690	4,417
	2	3,978*	,947	,002	,985	6,971
	3	1,754	,700	,307	-,457	3,966
	4	1,223	,853	1,000	-1,473	3,919
	5	1,354	,963	1,000	-1,690	4,399
	6	1,240	,631	1,000	-,752	3,233
660-670	1	,714	1,544	1,000	-4,166	5,594
	3	,654	1,385	1,000	-3,723	5,030
	4	-,373	1,512	1,000	-5,150	4,403

	5	-,218	1,578	1,000	-5,206	4,770
	6	-,806	1,420	1,000	-5,294	3,682
	7	-1,734	1,441	1,000	-6,288	2,819
2	1	-,714	1,544	1,000	-5,594	4,166
	3	-,060	,730	1,000	-2,368	2,248
	4	-1,087	,902	1,000	-3,938	1,764
	5	-,932	1,153	1,000	-4,575	2,712
	6	-1,520	,814	1,000	-4,092	1,052
	7	-2,448	,947	,251	-5,441	,545
3	1	-,654	1,385	1,000	-5,030	3,723
	2	,060	,730	1,000	-2,248	2,368
	4	-1,027	,597	1,000	-2,914	,860
	5	-,872	,827	1,000	-3,485	1,742
	6	-1,460	,578	,293	-3,286	,366
	7	-2,388*	,700	,023	-4,599	-,177
4	1	,373	1,512	1,000	-4,403	5,150
	2	1,087	,902	1,000	-1,764	3,938
	3	1,027	,597	1,000	-,860	2,914
	5	,155	,892	1,000	-2,664	2,974
	6	-,433	,645	1,000	-2,470	1,605
	7	-1,361	,853	1,000	-4,057	1,335
5	1	,218	1,578	1,000	-4,770	5,206
	2	,932	1,153	1,000	-2,712	4,575
	3	,872	,827	1,000	-1,742	3,485
	4	-,155	,892	1,000	-2,974	2,664
	6	-,588	,825	1,000	-3,196	2,020
	7	-1,516	,963	1,000	-4,561	1,528
6	1	,806	1,420	1,000	-3,682	5,294
	2	1,520	,814	1,000	-1,052	4,092
	3	1,460	,578	,293	-,366	3,286
	4	,433	,645	1,000	-1,605	2,470
	5	,588	,825	1,000	-2,020	3,196
	7	-,928	,631	1,000	-2,921	1,064
7	1	1,734	1,441	1,000	-2,819	6,288

		2	2,448	,947	,251	-,545	5,441
		3	2,388*	,700	,023	,177	4,599
		4	1,361	,853	1,000	-1,335	4,057
		5	1,516	,963	1,000	-1,528	4,561
		6	,928	,631	1,000	-1,064	2,921
Control	1	2	1,578	1,544	1,000	-3,302	6,459
		3	1,890	1,385	1,000	-2,486	6,267
		4	1,648	1,512	1,000	-3,129	6,425
		5	1,263	1,578	1,000	-3,724	6,251
		6	2,086	1,420	1,000	-2,402	6,575
		7	1,739	1,441	1,000	-2,815	6,292
	2	1	-1,578	1,544	1,000	-6,459	3,302
		3	,312	,730	1,000	-1,996	2,620
		4	,070	,902	1,000	-2,781	2,920
		5	-,315	1,153	1,000	-3,959	3,328
		6	,508	,814	1,000	-2,064	3,080
		7	,160	,947	1,000	-2,832	3,153
	3	1	-1,890	1,385	1,000	-6,267	2,486
		2	-,312	,730	1,000	-2,620	1,996
		4	-,242	,597	1,000	-2,129	1,645
		5	-,627	,827	1,000	-3,241	1,987
		6	,196	,578	1,000	-1,630	2,022
		7	-,152	,700	1,000	-2,363	2,060
	4	1	-1,648	1,512	1,000	-6,425	3,129
		2	-,070	,902	1,000	-2,920	2,781
		3	,242	,597	1,000	-1,645	2,129
		5	-,385	,892	1,000	-3,204	2,434
		6	,439	,645	1,000	-1,599	2,476
		7	,091	,853	1,000	-2,605	2,787
	5	1	-1,263	1,578	1,000	-6,251	3,724
		2	,315	1,153	1,000	-3,328	3,959
		3	,627	,827	1,000	-1,987	3,241
		4	,385	,892	1,000	-2,434	3,204
		6	,823	,825	1,000	-1,785	3,431

	7		,476	,963	1,000	-2,569	3,520
6	1		-2,086	1,420	1,000	-6,575	2,402
	2		-,508	,814	1,000	-3,080	2,064
	3		-,196	,578	1,000	-2,022	1,630
	4		-,439	,645	1,000	-2,476	1,599
	5		-,823	,825	1,000	-3,431	1,785
	7		-,348	,631	1,000	-2,340	1,645
7	1		-1,739	1,441	1,000	-6,292	2,815
	2		-,160	,947	1,000	-3,153	2,832
	3		,152	,700	1,000	-2,060	2,363
	4		-,091	,853	1,000	-2,787	2,605
	5		-,476	,963	1,000	-3,520	2,569
	6		,348	,631	1,000	-1,645	2,340

Tabla 10 Datos analizados en respuesta galvánica, por medio de un análisis ANOVA, mirando el comportamiento de cada uno de los grupos en el tiempo.

65. Análisis ANCOVA de prueba SAM

Arousal grupo por tiempo detallado

Grupo			Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^b	95% Confidence Interval for Difference ^b	
						Lower Bound	Upper Bound
150-160	1	2	-,008	,745	,991	-1,495	1,479
	2	1	,008	,745	,991	-1,479	1,495
432-442	1	2	2,459*	,745	,002	,972	3,945
	2	1	-2,459*	,745	,002	-3,945	-,972
660-670	1	2	-,941	,745	,211	-2,428	,545
	2	1	,941	,745	,211	-,545	2,428
880-890	1	2	-1,075	,745	,154	-2,562	,412
	2	1	1,075	,745	,154	-,412	2,562
Control	1	2	,032	,746	,966	-1,456	1,521
	2	1	-,032	,746	,966	-1,521	1,456

Tabla 11 Datos analizados del SAM con respecto a la activación de los sujetos, por medio de un análisis ANCOVA, mirando el comportamiento de cada uno de los grupos por los pulsos.

Dominancia grupo por tiempo detallado

Grupo	Mean Difference	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval for
-------	-----------------	------------	------	-----------------------------

					Difference ^b	
(I-J)					Lower Bound	Upper Bound
150-160	1 2	1,470*	,601	,017	,270	2,669
	2 1	-1,470*	,601	,017	-2,669	-,270
432-442	1 2	-,264	,601	,662	-1,463	,936
	2 1	,264	,601	,662	-,936	1,463
660-670	1 2	-,264	,601	,662	-1,463	,936
	2 1	,264	,601	,662	-,936	1,463
880-890	1 2	1,336*	,601	,030	,137	2,536
	2 1	-1,336*	,601	,030	-2,536	-,137
Control	1 2	-,012	,602	,984	-1,212	1,189
	2 1	,012	,602	,984	-1,189	1,212

Tabla 12 Datos analizados del SAM con respecto a la dominancia de los sujetos, por medio de un análisis ANCOVA, mirando el comportamiento de cada uno de los grupos por los pulsos

66. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis general de resultados del experimento va orientado a estudiar el comportamiento de la respuesta fisiológica y emocional ante la exposición a pulsos binaurales en rangos de frecuencias diferentes dentro de una composición sonora. La variable independiente a estudiar es la frecuencia de los pulsos, basándonos en los datos estadísticos presentados anteriormente, se ve que los mayores niveles de significancia se encontró en los grupos expuestos a la frecuencia portadora de 432Hz ($p=0,002$) y 660Hz ($p=0,024$), en la variable dependiente Frecuencia Cardíaca.

En la variable dependiente GSR se encontró datos significantes en la variable independiente tiempo, por esta razón no se puede asegurar que las respuesta de esta variable se deba a la interacción de la variable independiente frecuencia.

En los Análisis estadísticos de la prueba SAM, se encontraron niveles significantes tanto para la variable activación (432Hz $p= 0,002$) como para la variable dominancia (150 Hz $p=0,017$ y 880Hz $p=0,030$), presentamos a continuación los datos.

67. Datos promedio por grupo frecuencia cardíaca

En la siguiente tabla se encuentran los datos cuantitativos relevantes hallados en el análisis estadístico con respecto a la frecuencia cardíaca:

Frecuencia cardíaca ANCOVA grupo por tiempo

				95% Confidence Interval	
Grupo		Mean	Std. Error	Lower Bound	Upper Bound
432-442	1	85,177 ^a	2,875	79,436	90,917
	2	81,062 ^a	2,589	75,893	86,231
	3	83,286 ^a	2,588	78,119	88,453
	4	83,817 ^a	2,536	78,755	88,879
	5	83,686 ^a	2,549	78,598	88,774
	6	83,800 ^a	2,530	78,749	88,850
	7	85,040 ^a	2,630	79,790	90,290
660-670	1	74,742 ^a	2,875	69,001	80,482
	2	74,028 ^a	2,589	68,859	79,196
	3	74,088 ^a	2,588	68,921	79,255
	4	75,115 ^a	2,536	70,053	80,177
	5	74,960 ^a	2,549	69,871	80,048

6	75,547 ^a	2,530	70,497	80,598
7	76,476 ^a	2,630	71,226	81,726

Nota: a = Covariables evaluadas: Sexo = ,50.

Tabla 13 Datos promedio analizados en frecuencia cardiaca, por medio de un análisis ANCOVA, mirando el comportamiento de cada uno de los grupos por los pulsos, fuente propia

Las siguientes gráficas muestran el comportamiento de la frecuencia cardiaca promedio en cada uno de los grupos de frecuencias evaluados en el experimento.

PROMEDIO POR TIEMPO DE RESULTADOS DE FRECUENCIA CARDIACA PARA EL GRUPO 432 - 442Hz

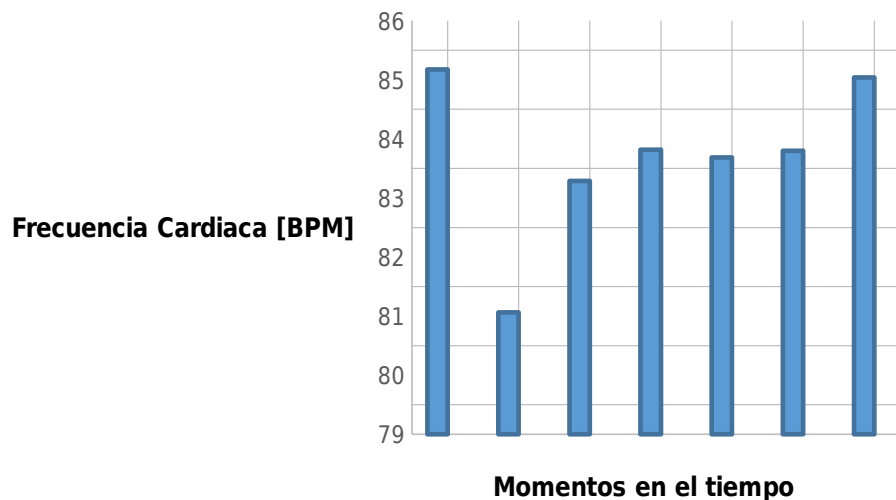


Ilustración 33 Diagrama de barra referente a la frecuencia cardiaca promedio en el grupo de 432-442Hz.

En la ilustración anterior se observa un aumento de 3,978 BPM $p=0,002$ en la frecuencia cardiaca desde el momento 2 (línea de base del primer pulso binaural), hasta el momento 7 (post del segundo pulso binaural), lo que sugiere que en esta frecuencia si existe una reacción fisiológica dada por la exposición al pulso binaural. Otro punto observado en la gráfica es el comportamiento casi estable entre los momentos 3 a 6, es decir durante la presentación del primer y segundo pulso binaural, lo cual sugiere que la exposición al pulso binaural causa ese comportamiento en la frecuencia cardiaca.

La gráfica siguiente muestra el comportamiento de la frecuencia cardiaca promedio para el grupo expuesto al pulso de 660 – 670 Hz:

PROMEDIO POR TIEMPO DE RESULTADOS DE FRECUENCIA CARDIACA PARA EL GRUPO 660 - 670Hz

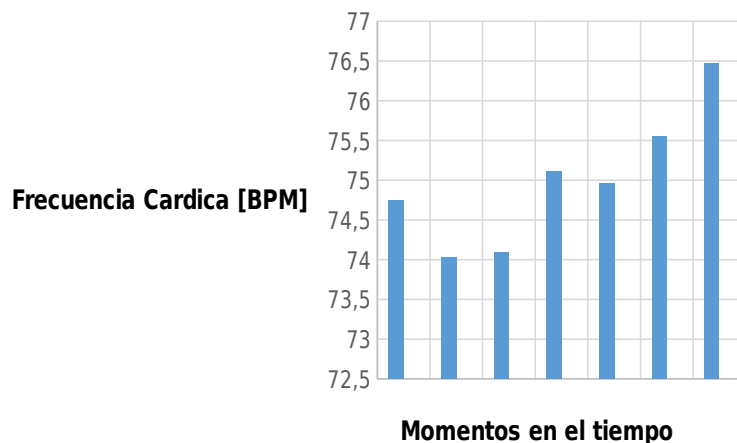


Ilustración 34 Diagrama de barra referente a la frecuencia cardiaca promedio en el grupo de 660-670Hz.

En la ilustración anterior encontramos que el único dato significativo es la variación de 2,388BPM $p=0,023$, entre el tercer momento y el séptimo, siendo mayor la frecuencia cardiaca en el último. Esto puede interpretarse como el efecto del primer y segundo pulso binaural que se refleja en el momento posterior al cese del segundo pulso binaural.

68. Análisis de datos subjetivos (Psicométricos)

Los datos promedio del análisis de la prueba SAM en la dimensión de activación se presentan a continuación en la siguiente tabla:

Activación grupo por tiempo detallado

Grupo [Hz]			Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^b	95% Confidence Interval for Difference ^b	
						Lower Bound	Upper Bound
150-160	1	2	-,008	,745	,991	-1,495	1,479
	2	1	,008	,745	,991	-1,479	1,495
432-442	1	2	2,459*	,745	,002	,972	3,945
	2	1	-2,459*	,745	,002	-3,945	-,972
660-670	1	2	-,941	,745	,211	-2,428	,545
	2	1	,941	,745	,211	-,545	2,428

880-890	1	2	-1,075	,745	,154	-2,562	,412
	2	1	1,075	,745	,154	-,412	2,562
Control	1	2	,032	,746	,966	-1,456	1,521
	2	1	-,032	,746	,966	-1,521	1,456

Tabla 14 Datos significativos analizados del SAM con respecto a la activación de los sujetos, por medio de un análisis ANCOVA, mirando el comportamiento de cada uno de los grupos por los pulsos.

Activación promedio

Grupo [Hz]		Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
150-160	1	4,799 ^a	,608	3,586	6,011
	2	4,807 ^a	,608	3,595	6,019
432-442	1	6,132 ^a	,608	4,919	7,345
	2	3,673 ^a	,608	2,462	4,885
660-670	1	4,199 ^a	,608	2,986	5,411
	2	5,140 ^a	,608	3,928	6,352
880-890	1	4,799 ^a	,608	3,586	6,011
	2	5,873 ^a	,608	4,662	7,085
Control	1	3,405 ^a	,609	2,191	4,619
	2	3,373 ^a	,608	2,160	4,586

Nota: a = Co-variables evaluadas: Sexo = ,52.

Tabla 15 Datos promedios analizados del SAM con respecto a la activación de los sujetos, por medio de un análisis ANCOVA, mirando el comportamiento de cada uno de los grupos por los pulsos

A partir de la información contenida en las tablas anteriores se elabora la siguiente ilustración en la que se puede observar que existe mayor activación para el primer pulso binaural y una disminución en la activación de 2,459 $p=0,002$ durante la presentación del segundo pulso binaural, lo que sugiere que la reacción frente a una segunda exposición produce un efecto de desactivación.

PROMEDIO DEL NIVEL DE ACTIVACIÓN PARA LA FRECUENCIA 432 - 442 HZ.

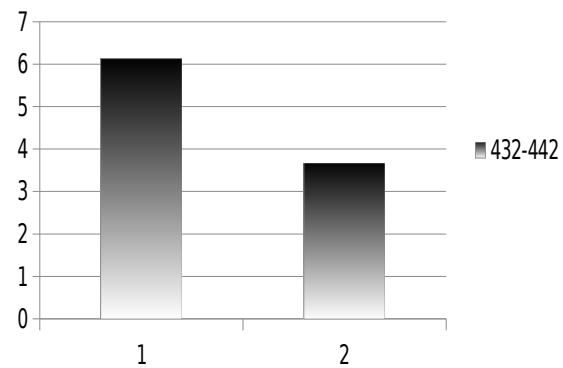


Ilustración 35: Diagrama de barra referente a la activación promedio en el grupo de 432-442Hz.

Estos resultados sugieren que en la frecuencia de 432 - 442 Hz, se presenta una reacción en dos variables: frecuencia cardiaca y activación. A continuación se plantea una triangulación y una tabla donde se consignan sus resultados para poder llegar a las conclusiones.

69. Triangulación de datos y teoría

Por medio del proceso de triangulación se aclaran y relacionan las diferentes teorías y resultados subjetivos y objetivos obtenidos, con la finalidad de llegar a conclusiones válidas y sustentadas.

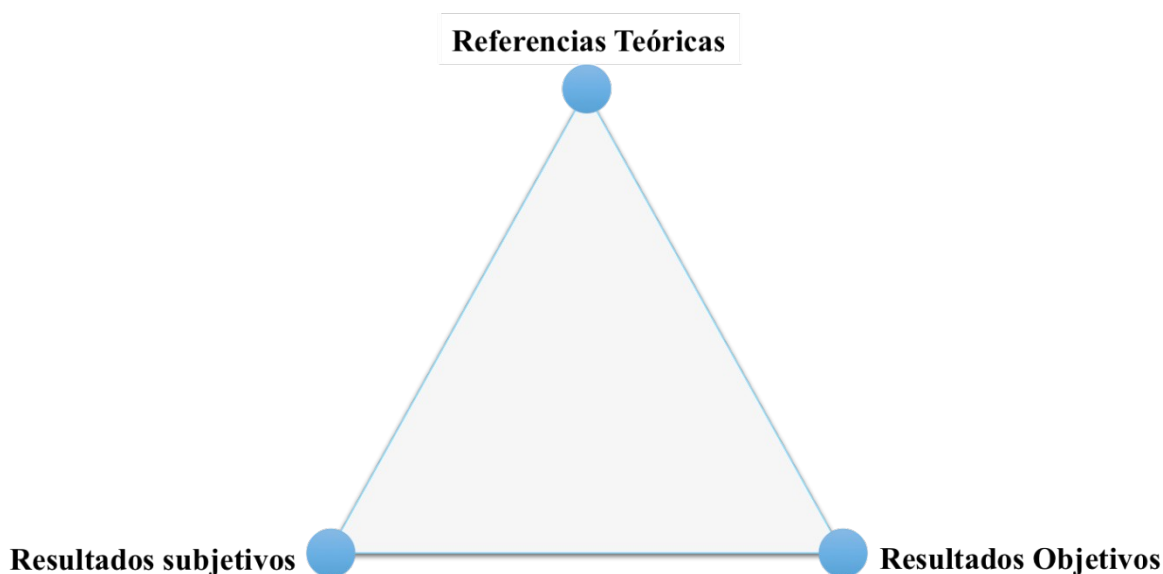


Ilustración 36 Descripción de la relación en la cual se basará el análisis de resultados por medio del proceso de triangulación, fuente propia.

La tabla presentada a continuación muestra el desglose de los tres puntos planteados para realizar la triangulación: referentes teóricos, resultados objetivos y subjetivos.

Referente Teórico	Resultados Objetivos	Resultados Subjetivos
Auditory beats in the brain, Gerald Oster (1973), sugiere que los pulsos binaurales se perciben mejor cuando la frecuencia portadora esta alrededor de la frecuencia de 440Hz, ninguna persona reporta haber percibido los pulsos por encima de 900Hz y por debajo de 90 Hz los sujetos pueden confundir los pulsos con los tonos utilizados para	- Se encontró una variación en la respuesta cardiaca en los grupos expuestos a los pulsos binaurales con una frecuencia portadora de 432Hz ($p=0,02$) y 660 Hz. ($P=0,023$). - En los pulsos con una frecuencia portadora 880Hz, no se presentó respuesta alguna y su nivel de significancia fue de $p=1$. - Para corroborar estos datos el grupo de control	- El análisis estadístico de los resultados de la prueba psicométrica SAM, nos muestra que en el factor de activación se presentó un incremento para el grupo expuesto a la frecuencia portadora de 432Hz, con valores significativos de $p=0,002$. - Para los grupos de frecuencia portadora de 150 y 880Hz no se obtuvieron valores significativos, teniendo

producirlos.	tampoco presento ninguna respuesta y el nivel de significancia también es de $p=1$.	menor significancia el de 150Hz. El nivel de significancia en el grupo de control fue similar al grupo de 150HZ.
Gianfranco Cervellin en su artículo From music-beat to heart-beat: a journey in the complex interactions between music, brain and heart, discute y sostiene teóricamente a través de investigación bibliográfica, la idea de que la música genera un aumento en la tasa cardiaca.	- En el grupo expuesto a la frecuencia portadora de 432Hz, se presentó un aumento la frecuencia cardiaca de 3,978 BPM con $p=0,02$. - Para el grupo expuesto a una frecuencia portadora de 660Hz, se presentó un aumento de 2,388 BPM con $p=0,023$.	
Hillel Pratt, et al. En el artículo Cortical evoked potentials to a auditory illusion: Binaural beats, experimentan con tonos de 250Hz y 1000Hz con duraciones de dos segundos e intervalos de un segundo para lo cual obtiene una respuesta de potencial evocado solamente en la frecuencia de 250Hz.	- Es congruente con el resultado obtenido con la población expuesta a la frecuencia portadora de 880Hz, en donde no se encontró ninguna variación y el nivel de significancia es $p=1$. - Para la frecuencia portadora de 250Hz no se presentan resultados, debido a que no se expuso a ningún grupo a esta frecuencia.	
D.W.F Schwarz, P Taylor, en " <i>Human auditory state responses to binaural and monaural beats</i> ",	En el grupo expuesto a la frecuencia portadora de 432Hz se presentó una variación importante en la frecuencia cardiaca con $p=0,02$.	Para el grupo expuesto a la frecuencia portadora de 432Hz, se obtuvo valores significativos ($p=0,002$) de activación teniendo un incremento

utilizan una frecuencia portadora de 400Hz, para obtener un potencial evocado por medio de un pulso binaural, obteniendo resultados relevantes en la evaluación del estímulo.	• Para este grupo se presentó la respuesta con mayor significancia en todo el experimento en frecuencia cardiaca.	de la misma.
Norhazman H.,etal. En Behaviour of EEG alpha asymmetry when stress is induced and binaural beat is applied, utilizan pulsos binaurales con frecuencia modulada de 10Hz para analizar la simetría en las ondas alfa cuando se induce al sujeto en una situación de estrés, logrando evaluar el comportamiento de las ondas alfa en el cerebro.	• El estudio muestra una respuesta generalizada ante la exposición a pulsos binaurales con una frecuencia modulada de 10Hz. Siendo esta la frecuencia empleada en todos los grupos del experimento.	• La frecuencia empleada para el experimento fue de 10Hz, se notó una variación en la activación de las personas del grupo de frecuencia portadora de 432Hz.
Lang, etal.(1993), citado por J. Vila y P. Guerra, muestran a los sujetos una imagen de contenido emocional, obtienen como resultado en la medición de GSR un reflejo mayor de respuesta frente a imágenes activantes. Igualmente en la misma línea Bradley y Lang (2000) encuentran una respuesta en la GSR utilizando estímulos auditivos activantes.	• El análisis de los resultados de la medición de GSR no presentó ninguna variación significativa debido a la exposición frente a los pulsos en donde parece solo importar el tiempo de reposo de las personas. • Se obtuvieron valores significativos de $p=0,001$ en el análisis por tiempo y no por frecuencias del estímulo auditivo presentado.	• Se tomó el estímulo como activante debido a que en la prueba SAM se obtuvieron valores significativos en el factor de activación.
Joni Kettunen,etal. En el artículo The synchronization of electrodermal activity and heart rate and its relationship to energetic arousal: a time series approach (1998). A	• Los resultados obtenidos muestran que para estímulos de larga duración, no se presentó relación directa entre frecuencia cardiaca y GSR. • No se presentaron	

través de la experimentación llega a la conclusión de que los cambios fásicos (rápidos) de la respuesta galvánica de la piel están sincronizados con el ritmo cardíaco, mientras que los cambios tónicos (larga duración) no tienen ninguna relación de sincronía con la tasa cardíaca.	cambios significativos en el análisis de GSR, debido al largo tiempo de exposición al estímulo. • La tasa cardíaca mostro un incremento en la activación de las personas en los grupos expuestos a las frecuencias portadoras de 432Hz y 660Hz.	
Patric Gomez, Affective and physiological responses to enviromental noises and music, encuentra que el índice de <i>Arousal</i> (activación) es el que presenta mayor consistencia y el índice de valencia menor consistencia con música. • La medición de GSR presento un valor mayor cuando los niveles de activación fueron mayores, para la música y para ruido no se pudo establecer una correlación. • Ruidos con mayores niveles de activación provocan tasas cardíacas mayores, pero no se presentaron relaciones directas entre GSR y ECG.	• El análisis de resultados presento una relación nula entre valencia y activación debido a que en uno se presentaron datos significativos y en el otro no. Teniendo en cuenta que no se puede relacionar directamente GSR con el tiempo de exposición. • No se obtuvo ninguna relación entre GSR y la exposición a los pulsos binaurales, debido a que la significancia de los datos no se encontraron por encima del 95%.	• A partir de los resultados y análisis de resultados de la prueba SAM aplicada se encontró que en la valencia no se presentaron datos significativos ($p=0,977$). • El análisis correspondiente a la activación mostro datos significativos ($p=0,002$), para el grupo expuesto a la frecuencia portadora de 432Hz. • No se presentó gran activación en los grupos correspondientes a las frecuencias portadoras de 150, 660, 880.

Tabla 16 Resumen de teorías y resultados correspondiente a la triangulación a realizar.

70. Caracterización gráfica de los pulsos binaurales.

Para realizar la caracterización de cada uno de los audios utilizados dentro del experimento es necesario tener en cuenta que el audio base empleado es el mismo para todos los grupos. Por esta razón todas las gráficas presentaran el mismo patrón de fondo y las variaciones se darán por el comportamiento debido a la variación en frecuencia de los pulsos binaurales usados para cada grupo.

71. Audio Base

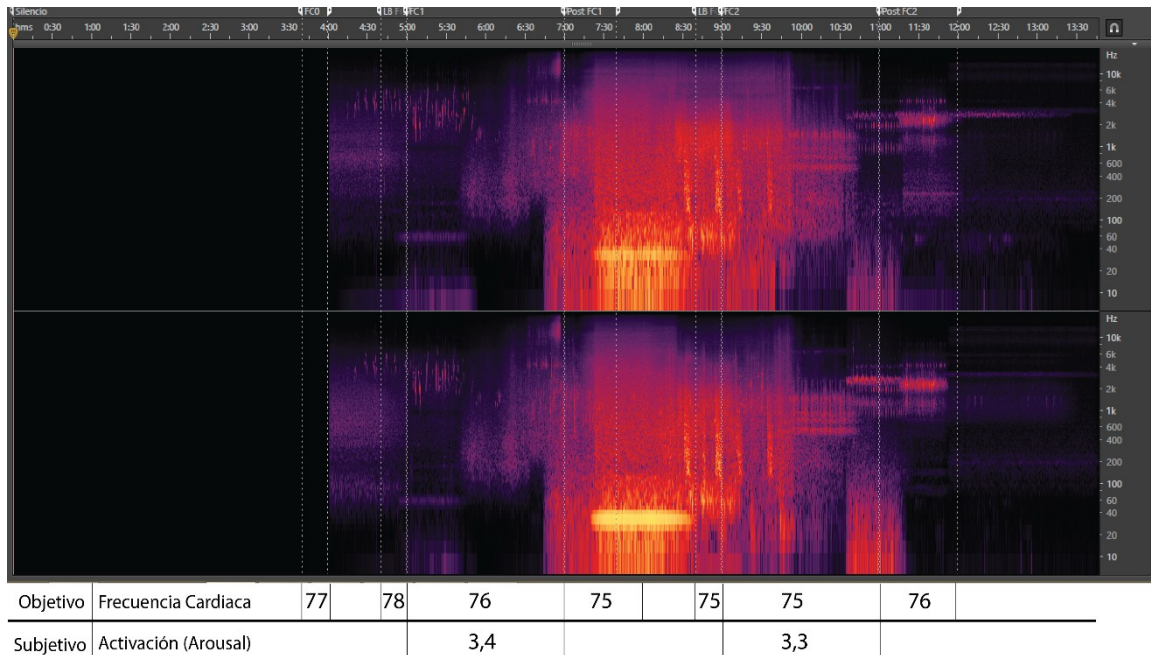


Ilustración 37 Espectro acumulativo de frecuencia en tiempo vs frecuencia del audio base, fuente propia.

- Se nota una huella amplia de intensidad variable con un patrón semejante al de ruido blanco con marcaciones en alta frecuencia y presencia de media y baja frecuencia al finalizar el primer pulso binaural y antes de iniciar el segundo.
- Se presentan desvanecimiento en color morado con el cual se denota una baja amplitud, en la entrada y salida del audio base.
- En la parte inferior de las gráficas se registró el efecto de ese periodo de tiempo sobre la frecuencia cardíaca y la activación.
- Para este caso específico no se encuentra una variación significativa en la frecuencia cardíaca y activación.

72. Audio Base con introducción de pulsos de 150-160Hz

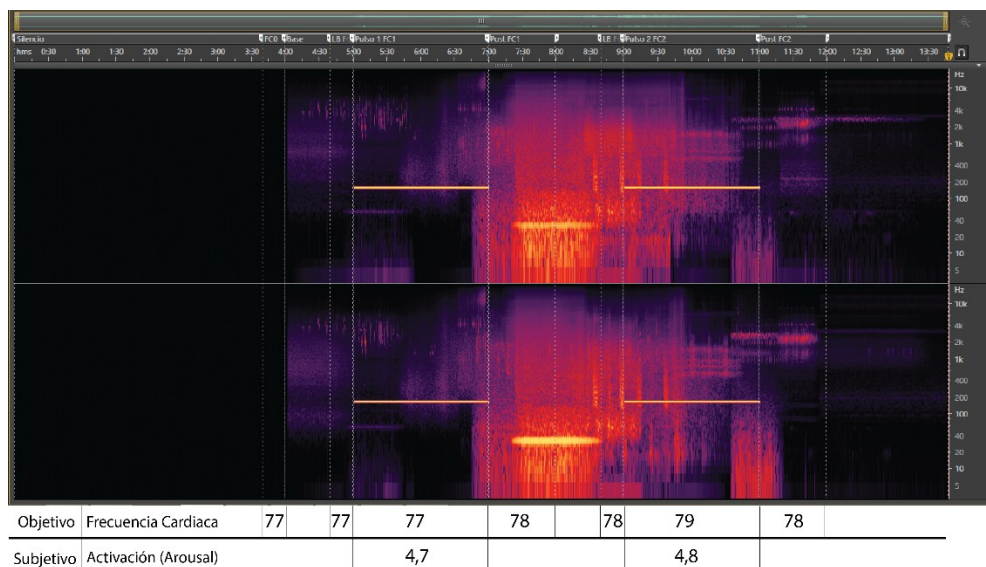


Ilustración 38 Espectro acumulativo de frecuencia en tiempo vs frecuencia, del pulso binaural de 150-160Hz.

- En la ilustración superior se observa el comportamiento en frecuencia del audio junto con el pulso binaural, en donde con un color amarillo se denotan los puntos de mayor intensidad.
- En dos momentos específicos del audio analizado, se hace evidente la presencia de un tono puro.
- No se presentan variaciones significativas sobre la frecuencia cardíaca y la activación

73. Audio Base con introducción de pulsos de 432-442Hz

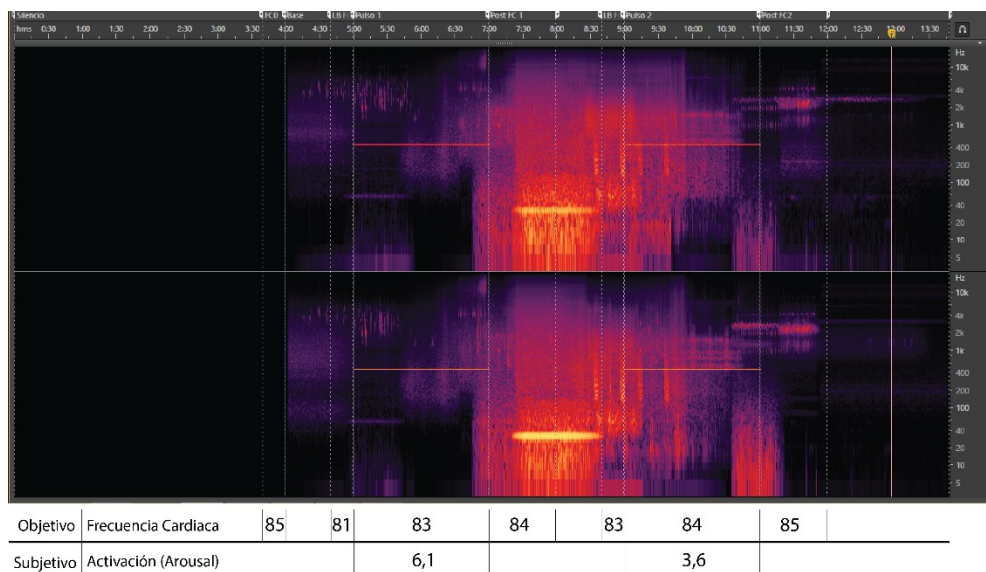


Ilustración 39 Espectro acumulativo de frecuencia en tiempo vs frecuencia, del pulso binaural de 432-442Hz, fuente propia.

- Se presenta una frecuencia de tono puro diferente de 432Hz y 442Hz.
- Los efectos generados por cada bloque de tiempo son mucho más pronunciados que en la gráfica anterior, tanto para la frecuencia cardiaca con 4BPM como para la activación 2,5-unidades.

74. Audio Base con introducción de pulsos de 660-670Hz

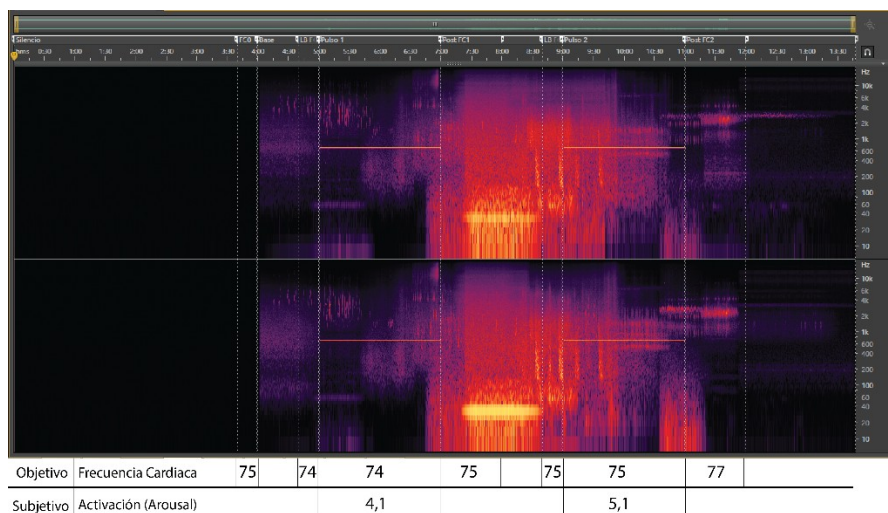


Ilustración 40 Espectro acumulativo de frecuencia en tiempo vs frecuencia, del pulso binaural de 660-670Hz, fuente propia.

- Los efectos de esta frecuencia son menos marcados con relación a la frecuencia anterior, sin embargo se presenta una variación significativa de hasta 3BPM en frecuencia cardiaca y una unidad para la activación.

75. Audio Base con introducción de pulsos de 880-890Hz

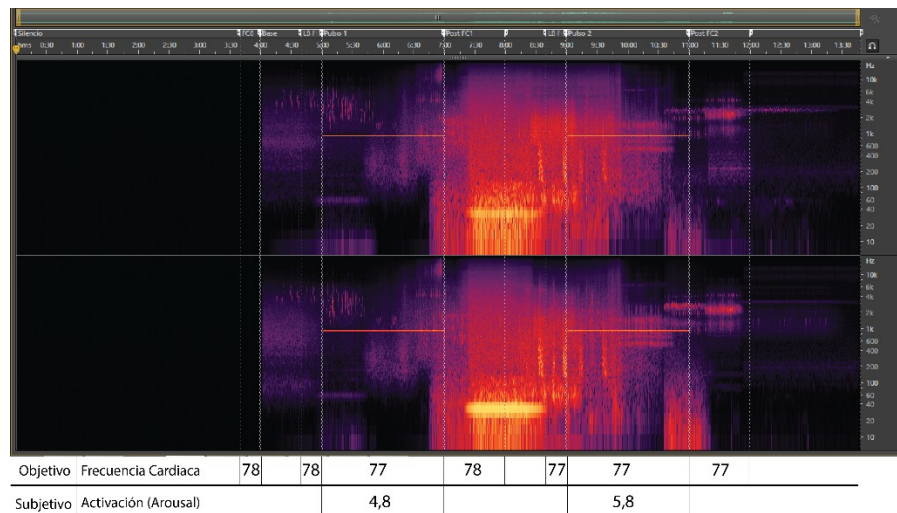


Ilustración 41 Espectro acumulativo de frecuencia en tiempo vs frecuencia, del pulso binaural de 880-890Hz, fuente propia.

- Los efectos de esta frecuencia son menos marcados con relación a la frecuencia anterior, debido a que no se presentan variaciones significativas, ni en frecuencia cardiaca o actividad.

CONCLUSIONES

Después de haber realizado todos los análisis pertinentes se concluye que:

1. Se comprobó que un pulso binaural de 10Hz aplicado a un grupo de sujetos con una frecuencia portadora de 432 Hz, produce un incremento en la frecuencia cardiaca de 3,978BPM ($p=0,002$) e igualmente produce un cambio en la activación emocional de 2,459 unidades ($p=0,002$).
2. El nivel de confiabilidad (99,8%) superó la expectativa planteada para el estudio (95%) gracias a un correcto control de las variables y una selección adecuada de la muestra.
3. El rango de frecuencia que genera una respuesta fisiológica y emocional mayor ante la exposición a pulsos binaurales con una frecuencia equivalente a las ondas alfa del cerebro, se encuentra entre 432Hz y 660Hz, debido a que en estos grupos se encontraron resultados estadísticamente significativos, tanto en el auto-reporte de evaluación como en las mediciones de los parámetros fisiológicos.
4. La composición estéreo con sonidos de la naturaleza fue neutra, permitiendo una correcta evaluación de la variable independiente. Esto se demuestra por medio de las mediciones del grupo de control en las cuales no se evidencia variaciones significativas ($p=1,00$).
5. El análisis cuantitativo general de la investigación a través del uso de los métodos estadísticos ANOVA y ANCOVA permitió evaluar los resultados obtenidos a partir de las pruebas realizadas por medio del sistema de medición de parámetros fisiológicos de poligrafía GSR y ECG y la prueba psicométrica SAM.
6. Se caracterizaron los pulsos binaurales a través del espectro acumulativo mostrando los cambios en frecuencia y tiempo de la señal generada dentro de los cuales se incluye el efecto sobre la frecuencia cardiaca promedio y la activación emocional.
7. Teniendo en cuenta los resultados en cada uno de los grupos de frecuencia de los pulsos binaurales, se asegura que la manipulación de la variable independiente si produce un efecto sobre la variable dependiente ritmo cardiaco y sobre los resultados de la prueba SAM.
8. La GSR solo presenta cambios significativos en el dominio del tiempo, ya que la variable independiente no tiene una interacción directa con la variable dependiente GSR.

9. La variable dependiente ritmo cardiaco presento variaciones significativas importantes en el grupo expuesto a la frecuencia portadora de 432Hz ($p=0,002$) y 660Hz ($p=0,024$).
10. El estímulo fue percibido por los participantes como neutro, debido a que la evaluación de la prueba SAM en su componente de valencia no presento ningún cambio significativo.
11. Las personas se sintieron dominantes ante la exposición a pulsos binaurales con frecuencias portadoras de 150Hz y 880Hz. Estas presentaron un aumento significativo de 1,47 ($p=0,017$) para 150Hz y de 1,36 ($p=0,030$) que permite inferir que las personas mantuvieron el control ante el fenómeno, lo cual implica una interrupción de las reacciones fisiológicas y emocionales (ver tabla de dominancia grupo por tiempo detallado en el anexo 7).
12. Los resultados obtenidos en el experimento se dieron en el grupo de frecuencias que lo rodea (432Hz-442Hz), demostrando que G. Oster tenía razón al afirmar que la mayor respuesta a los pulsos binaurales se da alrededor de 440Hz.
13. Los pulsos dejan de ser percibidos en la frecuencia portadora de 880Hz, ya que no se presentaron datos significativos ($p=1,00$).
14. La frecuencia alfa de 10Hz si produce un cambio a nivel del sistema nervioso autónomo, reflejado en la frecuencia cardiaca y a nivel emocional observado en el componente de activación de la prueba SAM. Esto es congruente con la investigación de Norhazman H.,etal. en “Behaviour of EEG alpha asymmetry whem estress is induced and binaural beat is applied”.
15. La respuesta emocional encontrada demuestra una compleja situación afectiva y no una respuesta básica ante una situación de peligro. Se encontró una respuesta estereotipada en dos de los tres niveles descritos en la teoría: fisiológico autonómico y auto-reporte de las emociones.
16. Se encontró ausencia de habituación, pese a haber evaluado un tiempo largo de exposición frente aun estimulo (pulso binaural) se mantiene el nivel de activación.
17. Se comprobó un comportamiento asincrónico de la GSR con la frecuencia cardiaca y mayores niveles de activación.

RECOMENDACIONES:

1. Se sugiere estudiar otras variables alternativas a la GSR, como tasa respiratoria la cual puede presentar una respuesta a la frecuencia de los pulsos binaurales en tiempos de exposición largos.
2. Se recomienda ampliar este estudio por medio de la medición de parámetros que reflejen la actividad del sistema nervioso central (EEG), y del sistema nervioso autonómico.
3. Se sugiere incluir en futuros estudios más pares de frecuencias dentro del rango trabajado para este estudio, con la finalidad de poder caracterizar el comportamiento de la frecuencia cardiaca y la activación en todo el espectro de frecuencias dentro del cual se perciben los pulsos binaurales.
4. Se recomienda para toda investigación experimental, controlar la mayor cantidad posible de variables, esto se refleja en muestras experimentales pequeñas y mayores niveles de confiabilidad.
5. Se recomienda ampliar la investigación con estímulos auditivos de larga duración de diferentes tipos: ruidos, música, composiciones sonoras.
6. Se recomienda a partir de este estudio abrir una línea de investigación que estudie el comportamiento de las personas con el sonido, orientada al marketing y publicidad, diseño sonoro, cine, televisión.
7. Se recomienda estudiar el comportamiento del sistema de reproducción del experimento en general teniendo en cuenta un estudio más detallado.
8. Se recomienda estudiar que pasa en los parámetros fisiológicos y emocionales a partir de la variación de niveles y de la relación señal a ruido.

BIBLIOGRAFÍA

- (s.f.). Obtenido de Dominios de la Psicoacústica:
<http://www.sengpielaudio.com/calculatorSonephon.htm>
- Akio Koyama, H. S. (1995). Relationship between alpha wave fluctuation in EEG and heart rate variability during NREM sleep. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology/Electromyography and Motor Control, Volume 97*(Issue 4), S244-S245.
- Berglund, B., Lindvall, T., & Dietrich, S. (1999). *Guidelines for Community Noise*. London, UK.
- Bernal Torres, C. A. (2006). *METODOLOGÍA PARA LA INVESTIGACIÓN para administración, economía, humanidades y ciencias sociales* (2ª edición ed.). Mexico: PEARSON education.
- Boylestad, N. (2003). *Electrónica: Teoría de circuitos y dispositivos electrónicos*. Mexico: Pearson Educación.
- Calixto Machado, D. A. (2004). *Brain Death and Disorders of Consciousness, Volume 550*. New York: Springer.
- Carlos Gantiva, M. R. (22 de 07 de 2012). Diseño y validación de un conjunto de imagenes afectivas relacionadas con el consumo del tabaco en población colombiana. *Pensamiento Psicológico* , 10(2,2012), 28.
- D. Vernon, G. P. (2012). Tracking EEG changes in response to alpha and beta binaural beats. *International Journal of Psychophysiology xxx (2012) xxx-xxx*, 6.
- DeLiang Wang, G. J. (2005). Binaural Sound Localization, Capitulo 5. En G. J. DeLiang Wang, *Computational Auditory Scene Analysis: Principles, Algorithms, and Applications* (pág. 2). United States Of America: Wiley-IEEE Press; 1 edition (September 29, 2006).
- DÍAZ, C. A. (2011). VALIDACIÓN COLOMBIANA DEL SISTEMA INTERNACIONAL DE IMÁGENES. *Acta Colombiana de Psicología 14 (2)*, 103-111,.
- Ernst Niedermeyer, F. H. (2005). *Electroencephalography: Basic Principles, Clinical Applications, and Related Fields*. Philadelphia, PA, US: Lippincott Williams & Wilkins.
- Facultad de Psicología.Universidad de Barcelona. (2014, 06 14). *Psicología de la percepción visual*. Retrieved from Las ondas cerebrales:
<http://www.ub.edu/pa1/node/130>
- Gantiva, C., Rodriguez, M., Arias, M., Rubio, M., Guerra, P., & Vila, J. (22 de 07 de 2012). Diseño y validación de un conjunto de imagenes afectivas relacionadas con el consumo del tabaco en población colombiana. *Pensamiento Psicológico*, 10(2,2012), 28.

- Gelfand, S. A. (2010). *Hearing: An Introduction to Psychological and Physiological Acoustics*. UK: Informa healthcare.
- Ghazanfar, A. A. (2003). *Primate Audition: Ethology and Neurobiology*. Danvers, Ma: CRC Press.
- Gomez, M. M. (2006). *Introducción a la metodología de la investigación científica* (1ª edición ed.). Argentina: Brujas.
- González, M. H. (2002). *Motivación animal y humana*. Mexico D.F: Universidad Nacional Autónoma de Mexico.
- IBM. (10 de 09 de 2014). *IBM Knowledge Center*. Obtenido de MLG Medidas repetidas: http://www-01.ibm.com/support/knowledgecenter/SSLVMB_22.0.0/com.ibm.spss.statistics.help/spss/advanced/idh_glmr.htm?lang=es
- J.C. de Munck, *. S. (2008). A study of the brain's resting state based on alpha band power, heart rate and fMRI. *Neuroimage*(42), 112 - 121.
- John T. Cacioppo, L. G. (2007). *Handbook of Psychophysiology*. New York: Cambridge University Press.
- Luck, S. J. (2005). *An introduction to the event-related potential technique*. Cambridge: MIT Press.
- MARGARET M. BRADLEY and PETER J. LANG, U. o. (1994). MEASURING EMOTION: THE SELF-ASSESSMENT MANIKIN AND THE SEMANTIC DIFFERENTIAL. *.I. B&w Thu. & Exp. Psvchar. Vol. 25, No. 1.*, 49-59.
- Mateos, F. M. (26 de 02 de 2014). Obtenido de <http://www.eccpn.aibarra.org/temario/seccion4/capitulo56/capitulo56.htm>
- Medeia. (19 de 04 de 2014). *Sistema nervioso autónomo - Introducción*. Obtenido de http://www.qhrv.es/dtr_ans_overview_sp.htm
- MIT Press. (2014, 06 03). *An Introduction to the Event-Related Potential Technique*. Retrieved from An Introduction to the Event-Related Potential Technique: <http://mitpress.mit.edu/books/introduction-event-related-potential-technique>
- Muñoz, J. V. (2009). *Introducción a la Psicofisiología Clínica* (2 ed.). Madrid: Ediciones Pirámide.
- Muñoz, J. V. (2009). *Introducción a la Psicofisiología Clínica* (2 ed.). Madrid: Ediciones Pirámide.
- Norhazman H., M. Z. (2012). Behaviour of EEG Alpha Asymmetry when stress is induced and binaural beat is applied. *2012 International Symposium on Computer Applications and Industrial Electronics.*, 297-301.

- OMS. (1997). *Prevention of Noise-Induced Hearing Loss*. he World Health Organization, Geneva.
- Oster, G. (1973). Auditory Beats in the Brain. *Scientific America, Mt. Sinai Medical Center* .
- Peter J. Lang, M. M. (2009, 10 30). Emotion and the motivational brain. *Biological Psycology 84 (2010)(84)*, 437 - 450.
- Raquel Florez López, J. M. (2008). *Fundamentos biológicos de las redes neuronales artificiales*. España: Netbiblo, S.L.
- Real Academia Española de la Lengua. (2014, 06 23). *Diccionario de la lengua española*. Retrieved from <http://www.rae.es>
- Robert F. Hink, K. K. (1980). Binaural interaction of a Beating frequency-following response. *Audiology 19* , 36 - 43.
- Roeckelein, J. (2006). *Elsevier´s Dictionary of Psychological Theories*. Elsevier.
- Salvador Herrero, L. M. (2006). *Psicologo de la Xunta de Galicia* (1ª edición ed.). (S. EDITORIAL Mad, Ed.) España: EDITORIAL Mad, S.L.
- Salvador, H., Merayo, L., & Cano, F. (2006). *Psicologo de la Xunta de Galicia* (1ª edición ed.). (S. EDITORIAL Mad, Ed.) España: EDITORIAL Mad, S.L.
- Silverthorn, D. U. (2007). *Fisiología humana. Un enfoque integrado*. (4ta ed.). Madrid: Editorial médica Panamericana S.A.
- Silvia Tornimbeni, E. P. (2008). *Introducción a la Psicometría* (1ª edición ed.). Paidós, Argentina.
- Steven J. Luck, E. S. (2012). *The Oxford Handbook of Event-related Potential Components*. Oxford: Oxford University Press.
- Tornimbeni, S., Perez, E., & Fabian, O. (2008). *Introducción a la Psicometría* (1ª edición ed.). Paidós, Argentina.
- torres, C. A. (2006). *METODOLOGÍA PARA LA INVESTIGACIÓN para adiministración, economía, humanidades y ciencias sociales* (2ª edición ed.). Mexico: PEARSON education.
- Vallejo, P. M. (13 de Diciembre, 2012). Tamaño necesario de la muestra:. *Estadística aplicada a las Ciencias Sociales*.
- Vay, D. L. (2004). *Anatomía y fisiología humana*. Barcelona: Editorial paidotribo.
- Vila, J., & Guerra, P. (2009). *Introducción a la Psicofisiología Clínica* (2 ed.). Madrid: Ediciones Pirámide.
- Wang, Y. (11 de 04 de 2010). *All about affective*. Obtenido de SAM Analysis: <http://ywan4086.blogspot.com/2010/04/sam-analysis.html>

- Xiangling Kong, Y. Y. (2009). Measuring Emotions in Interactive Contexts. *Computer-Aided Industrial Design & Conceptual Design, 2009. CAID & CD 2009. IEEE 10th International Conference on*, 526-530.
- Yuni, J., & Urbano, C. (2006). *Técnicas para investigar y formular proyectos de investigación 2*. (2ª ed.). Argentina: Brujas.
- Zamora, A. (19 de 04 de 2014). *Scientific Psychic: Expand your mind, improve your body*. Obtenido de Anatomía y estructura de los cinco sentidos: <http://www.scientificpsychic.com/workbook/sentidos-humanos.html>

GLOSARIO

Acimut: Ángulo que con el meridiano forma el círculo vertical que pasa por un punto de la esfera

Acústica: Parte de la física que trata de la producción, control, transmisión, recepción y audición de los sonidos.

Afectivo: Perteneciente o relativo a la sensibilidad. Fenómeno afectivo.

Apetitivo: facultad de apetecer.

Arte: 1. *amb.* Virtud, disposición y habilidad para hacer algo. 2. *amb.* Manifestación de la actividad humana mediante la cual se expresa una visión personal y desinteresada que interpreta lo real o imaginado con recursos plásticos, lingüísticos o sonoros.

Aversivo: Rechazo o repugnancia frente a alguien o algo.

Batimiento: Variación periódica de la amplitud resultante de la combinación de dos ondas de frecuencia ligeramente diferente.

Biaural: Dicho de una audición: que se realiza simultáneamente con los dos oídos.

Cardiovascular: Relativo al corazón o al aparato circulatorio.

Biorritmos: 1. Ciclo periódico de fenómenos fisiológicos que en las personas puede traducirse en sentimientos, actitudes o estados de ánimo repetidos cada cierto tiempo. 2. Estudio de la posible influencia que estos ciclos tienen sobre el comportamiento humano.

Cognitivo: Perteneciente o relativo al conocimiento.

Conciencia: Actividad mental a la que solo puede tener acceso el propio sujeto. 2. *Psicol.* Acto Psíquico por el que un sujeto se percibe a si mismo en el mundo.

ECG: Electrocardiograma.

Electroencefalografía: Parte de la medicina que estudia la obtención e interpretación de los electroencefalogramas.

Electroencefalógrafo: Registrador gráfico de las descargas eléctricas de la corteza cerebral.

Electrofisiología: Ciencia que estudia los fenómenos eléctricos en los animales y en el hombre.

Emoción: Alteración del ánimo intensa y pasajera, agradable o penosa, que va acompañada de cierta conmoción somática.

Encefalograma: Gráfico obtenido por el encefalógrafo.

Estado: Situación en que se encuentra alguien o algo y en especial cada uno de sus sucesivos modos de ser o estar.

Estado de conciencia: Situación en que se encuentra la actividad mental de un sujeto.

Estereotipo: *m.* Imagen o idea aceptada comúnmente por un grupo o sociedad con carácter inmutable.

Estímulo: 1. $\sim$ condicionado. *m. Psicol.* estímulo que provoca un reflejo por asociación con un estímulo incondicionado. $\sim$ incondicionado. 1. *m. Psicol.* estímulo que provoca un reflejo sin necesidad de aprendizaje.

Evocar: Traer algo a la memoria o la imaginación.

Frecuencia: 1. Número de veces que se repite un proceso periódico por unidad de tiempo [Hz]. 2. *Stat.* Número de elementos comprendidos dentro de un intervalo en una distribución determinada.

Fisiología: Ciencia que tiene por objeto el estudio de las funciones de los seres humanos.

Función: Capacidad de actuar propia de los seres vivos y de sus órganos.

GSR: Galvanic Skin Response (Traducción: Respuesta galvánica de la piel)

Hipotálamo: *Anat.* Región del encéfalo situada en la base cerebral, unida a la hipófisis por un tallo nervioso y en la que residen centros importantes de la vida vegetativa.

Ingeniería de sonido: es la rama de la ingeniería que se encarga de los fenómenos sonoros.

ITD: Diferencias interaurales de tiempo.

Neuro: *elem. compos.* Nervio o sistema nervioso.

Neurociencia: Ciencia que se ocupa del sistema nervioso o de cada uno de sus diversos aspectos y funciones especializadas.

Neurofisiología: Fisiología del sistema nervioso.

Percepción: Sensación interior que resulta de una impresión material hecha en nuestros sentidos.

Percibir: Recibir por medio de los sentidos las imágenes, impresiones o sensaciones externas.

Potencial: magnitud, medida en voltios, que expresa la diferencia de tensión entre dos puntos de un circuito. 2.*fis.* Función matemática que permite determinar la intensidad de un campo de fuerzas en un punto dado.

Psico: *elem. compos.* Significa 'alma' o 'actividad mental'. *Psicoanálisis, psicotecnia.*

Psicofisiología: Disciplina que estudia las relaciones entre los procesos de los sistemas nervioso, muscular y endocrino y las actividades mentales y el comportamiento.

Psicología: Ciencia que estudia los procesos mentales en personas.

Psicometría: Medida de los fenómenos pertenecientes o relativos a las funciones y contenidos psicológicos.

Pulso: Variación corta e intensa del valor de una magnitud.

Otología: *f. med.* Parte de la patología que estudia las enfermedades del oído.

Ruido: Interferencia que afecta un proceso de comunicación.

Semántico: *adj.* Perteneciente o relativo a la significación de las palabras.

Sensaciones: Impresión que las cosas producen por medio de los sentidos.

Sensibilidad: 1. Facultad de sentir, propia de los seres animados.

2. *f.* Capacidad de respuesta a muy pequeñas excitaciones, estímulos o causas.

Somático: *biol.* Se dice del síntoma cuya naturaleza es eminentemente corpórea o material, para diferenciarlo del síntoma psíquico.

Sonido: Sensación producida en el órgano del oído por el movimiento vibratorio de los cuerpos, transmitido por un medio elástico, como el aire.

Subjetivo: *adj.* Perteneciente o relativo a nuestro modo de pensar o de sentir, y no al objeto en sí mismo.

Tálamo: *Anat.* Conjunto de núcleos voluminosos, de tejido nervioso, situados a ambos lados de la línea media, en los hemisferios cerebrales, por encima del hipotálamo. Se enlazan con casi todas las regiones del encéfalo e intervienen en la regulación de la sensibilidad y de la actividad de los sentidos.

Tono: Cualidad de los sonidos, dependiente de su frecuencia, que permite ordenarlos de grave a agudos.

Valencia: Valor.

Variables: *mat.* Magnitud que puede tener un valor cualquiera de los comprendidos en un conjunto.

Anexos**ANEXO 1****CONSENTIMIENTO INFORMADO****PROYECTO DE GRADO “Análisis psicoacústico a partir de estímulos auditivos por medio de pulsos binaurales, en relación al rango de frecuencias en una composición sonora”****CUADERNO DE EVALUACIÓN**

Nombre: _____

Edad:

Sexo: Hombre____ Mujer____

Carrera:

CONSENTIMIENTO INFORMADO:

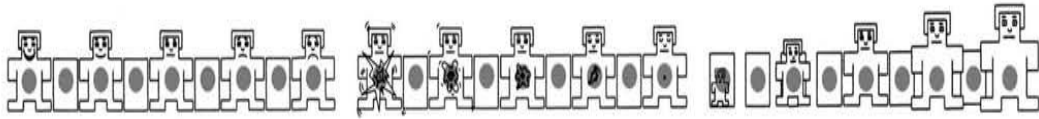
La presente investigación tiene por objetivo hacer el proyecto de grado ” **Análisis psicoacústico a partir de estímulos auditivos por medio de pulsos binaurales, en relación al rango de frecuencias en una composición sonora**”, realizada por los estudiantes de Ingeniería de sonido Juan Sebastián Velasco y María Fernanda Reyes Rivera. Los datos obtenidos son confidenciales y anónimos y solo se utilizarán con fines investigativos. Ninguna de sus respuestas le traerá consecuencias negativas personales, académicas o laborales. Por lo anterior, acepto evaluar las diapositivas de contenido emocional que incluye el estudio.

Firma:_____

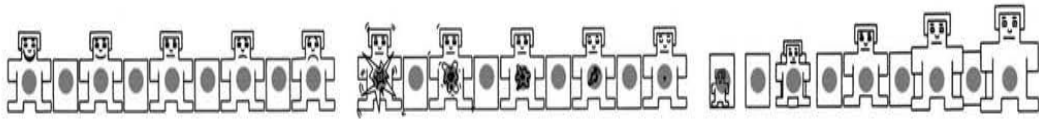
Fecha: _____

PÁGINA DE PRUEBA

P1



P2



ANEXO 2

CARTA DE PRESENTACIÓN DEL PROYECTO A ESTUDIANTES

Febrero de 2014

¡Hola!

Queremos invitarte a ser partícipe de las mediciones psico-fisiológicas que forman parte del trabajo de grado: "Análisis psicoacústico a partir de estímulos auditivos por medio de pulsos binaurales, en relación al rango de frecuencias en una composición sonora".

Dichas mediciones constan de la aplicación de un audio estéreo con Audífonos y la medición de electrocardiograma y la respuesta galvánica de la piel por medio de sensores especializados en un ambiente controlado (Laboratorio de psicología).

Las mediciones se llevaran a cabo en los laboratorios de la facultad de psicología de la Universidad de San Buenaventura durante los meses de Febrero y Marzo de 2014, por los estudiantes de Ingeniería de sonido Juan Sebastián Velazco y María Fernanda Reyes.

Son necesarios algunos datos personales para saber si eres apto para el experimento:

Nombre Completo: _____

Programa/carrera: _____ Edad: _____

Correo: _____ Celular: _____

1. ¿Has presentado enfermedades neurológicas o cuadros clínicos de este tipo sin resolver?

Si___ No___ Cual: _____

2. ¿Tienes problemas de tipo auditivo?

Si___ No___ Cual: _____

3. ¿Conoces o has experimentado con Pulsos Binaurales o drogas auditivas?

Si___ No___

4. ¿Qué disponibilidad de tiempo posees dentro de las siguientes opciones?, escribe si tienes alguna hora especifica en la línea siguiente a cada una de las viñetas:

- Lunes en la mañana _____
- Martes todo el día _____
- Miércoles todo el día _____
- Jueves en la mañana _____

ANEXO 3

DATA-SHEET CORRESPONDIENTE A LOS AUDIFONOS

BEYERDYNAMICDT990-PRO

DT 990 PRO

Dynamic Headphone

Order # 459.038



FEATURES

- Open diffuse field studio headphone
- Robust spring steel headband
- Single sided cable
- Soft inner headband
- Gold plated stereo jack plug (3.5 mm) & 1/4" adapter (6.35 mm)

APPLICATIONS

The DT 990 PRO is an open dynamic headphone of exceptional quality suitable for the most demanding professional and audiophile applications. The reduced weight of the diaphragm and moving coil result in a similar pulse characteristic as electrostatic headphones, and in combination with a carefully tailored frequency response offer a natural and balanced sound.

Soft ear pads and adjustable, sliding, earpieces together with a very flexible coiled cable ensure listening comfort during extended periods of use.

TECHNICAL SPECIFICATIONS

Transducer type	Dynamic
Operating principle	Open
Nominal frequency response	5 - 35,000 Hz
Nominal impedance	250 Ω per cartridge
Nominal SPL	96 dB SPL
Nominal T.H.D.	< 0.2%
Power handling capacity	100 mW
Sound coupling to ear	Circumaural
Nominal headband pressure	approx. 3.5 N
Weight (without cable)	250 g
Length and type of cable	3 m / coiled cable
Connection	Gold plated stereo jack plug (3.5 mm) and 1/4" adapter (6.35 mm)

(all specifications according to EN 60 268-7)

SPARE PARTS

EDT 990 V	Ear pads, velours, circumaural	Order # 926.679
BN 59-53/A	Headband pad	Order # 340.502

1 of 1

beyerdynamic GmbH & Co. KG
Theresienstr. 8 | 74072 Heilbronn - Germany
Tel. +49 (0) 71 31 / 617 - 0 | Fax +49 (0) 71 31 / 617 - 224
info@beyerdynamic.de | www.beyerdynamic.de

For further distributors worldwide, please go to www.beyerdynamic.com
Non-contractual illustrations. Contents subject to change without notice. E3/DT 990 PRO (07.09)



Ilustración 42 Datasheet audífonos Beyerdynamic DT990-PRO, fuente Beyerdynamic.

ANEXO 4

INFORME DE RESULTADOS MEDICIÓN DE RUIDO DE FONDO

1. Datos informativos básicos:

- 1.1 Medición para el trabajo de grado: Análisis Psicoacústico de la repuesta emocional a partir de pulsos binaurales en función de su rango de frecuencia
- 1.2 Fechas de medición por mes:
 - Marzo: 12, 26.
 - Abril: 2, 9.
 - Mayo: 8, 15, 19.
- 1.3 Investigadores: Juan Sebastián Velasco Vivas, María Fernanda Reyes Rivera, Aspirantes al título de Ingeniería de Sonido de la Universidad de San Buenaventura Sede Bogotá.

2. Antecedentes:

- 2.1 La medición se realiza debido a los requerimientos del trabajo de grado.
- 2.2 Se pretende obtener una evaluación objetiva del nivel de ruido de fondo presente en la sala, en la que se llevara a cabo el experimento.
- 2.3 Se tiene como objetivo de la medición garantizar que el nivel de ruido de fondo de la sala este dentro de los márgenes aceptables para el propósito de las mediciones del trabajo de grado.

3. Marco Legal y Normativo:

- 3.1 Dentro del marco normativo colombiano se encuentra la **Resolución 0627 de 2006, del ministerio de ambiente de Colombia.**
- 3.2 Esta medición de ruido de fondo se llevó a cabo bajo anexo IV del Real Decreto 1367/2007 de la Asociación Española para la Calidad Acústica (AECOR) del año 2011.
- 3.3 Se espera obtener una relación señal a ruido de 20 dBA, con respecto al nivel máximo obtenido en el laboratorio donde se realizara el experimento, según la recomendación de la OMS nombrada en el marco normativo.

4. Descripción de la zona/ área de estudio/sala de medición:

- 4.1 El proyecto de grado se llevó a cabo en el laboratorio de Psicometría de la facultad de Psicología de La Univeridad de San Buenaventura, Sede Bogotá. Esta es una sala pequeña cerrada, en donde el material primordial de contruccion es el Drywall con objetos de materiales reflejantes (Armario en madera con laminas metalicas) y puerta en madera tamborada.

4.2 Características de la sala:

Ancho: 2,24m.

Alto: 2,51m.

Alto con rejilla: 2,62m.

Largo: 2,50m.

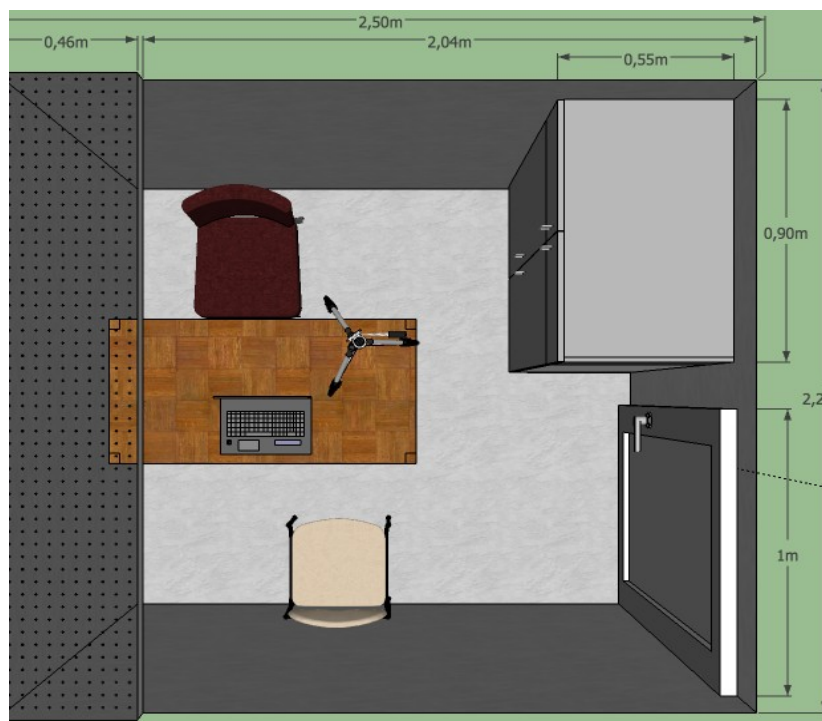


Ilustración 43 Vista superior de la sala de medición del experimento, fuente propia.

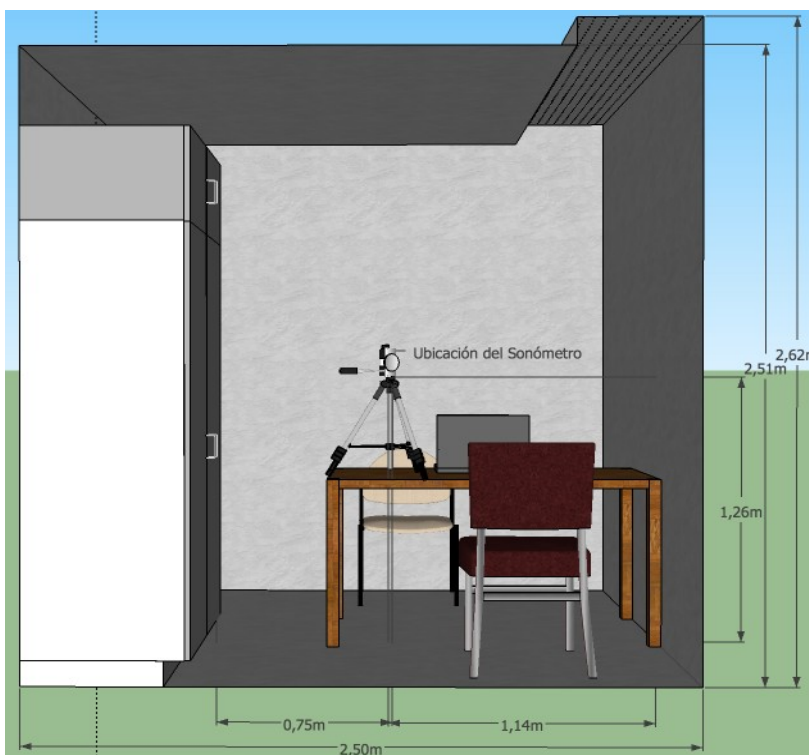


Ilustración 44 Vista lateral derecha de la sala de medición, fuente propia.



Ilustración 45 Vista lateral izquierda de la sala de medición, fuente propia.

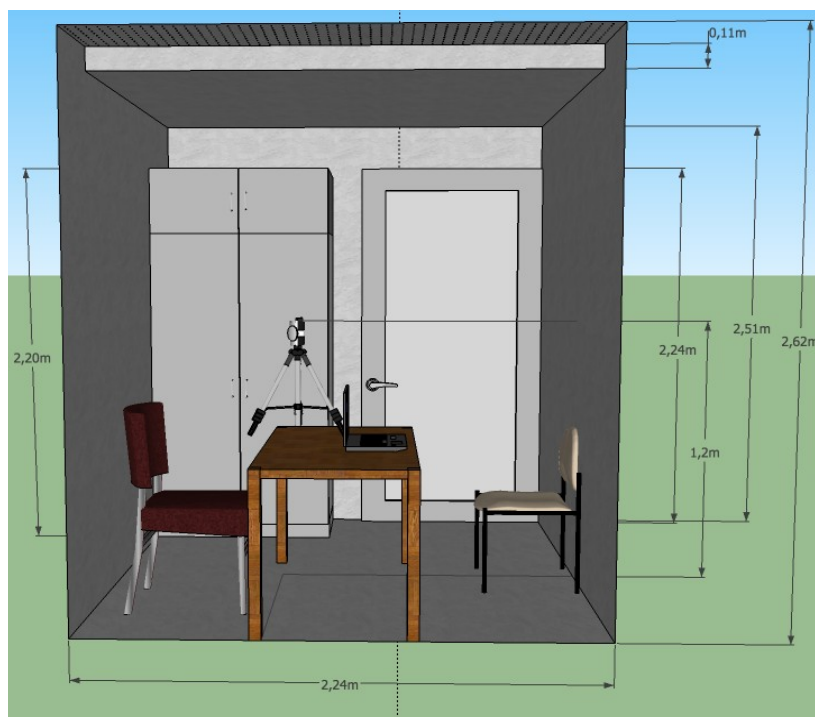


Ilustración 46 Vista trasera de la sala de medición, fuente propia.



Ilustración 47 Vista isométrica de la sala de medición

Materiales: Esta sala está construida por Drywall en todas las paredes, como se ve en las diferentes vistas mostradas anteriormente del lugar, también se encuentra un mueble de

madera acompañado de metal, así como un escritorio de madera. Esta sala se emplea para experimentos y mediciones de tipo Psicométrico.

5. Descripción de las Fuentes de Ruido:

5.1 En la sala no se encuentra una gran cantidad de fuentes sonoras, debido a que el ruido que se presenta está dado principalmente por transmisión de ruido externo.

Las fuentes de ruido que se pueden presentar son:

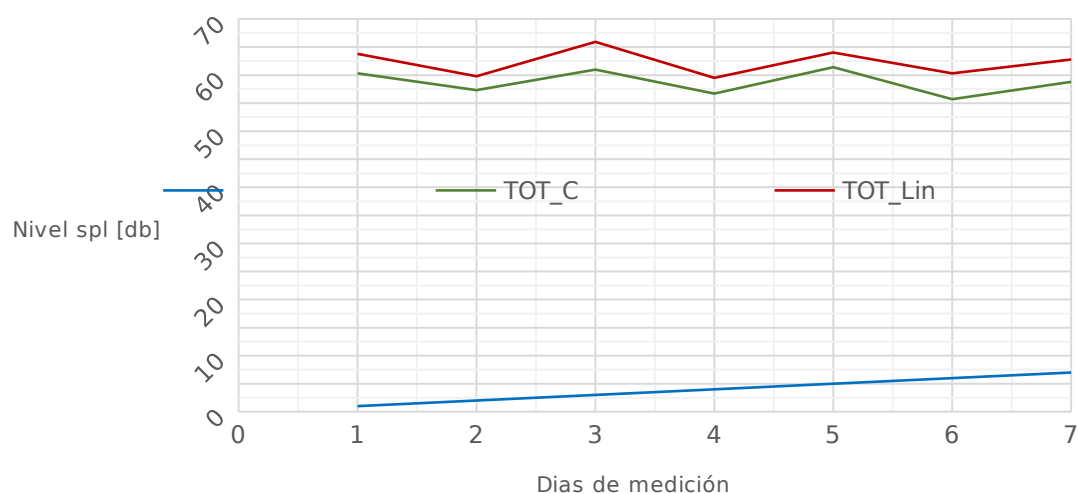
- Transeúntes.
- Ruido producto de la actividad educativa.
- **Presentación de resultados:**
- Los siguientes datos numéricos fueron obtenidos a partir de la medición realizada y exportados desde el software del sonómetro Svantek, SvanPC:

f(Hz)	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Medición 5	Medición 6	Medición 7	Máximo	Mínimo
25	54	46,8	62,6	46,3	56	50,7	53,8	62,6	46,3
31,5	48,7	42,6	48,3	39,8	53	42,7	47,2	53	39,8
40	43	39,2	41,2	37,5	47,2	38	40,2	47,2	37,5
50	38,9	33,4	38,9	32,2	40,7	33,9	35	40,7	32,2
63	40,5	37,3	40,7	40	42,9	35,9	36,3	42,9	35,9
80	40,3	33,2	40,1	34,7	40,6	34,7	37,2	40,6	33,2
100	37,4	32,2	35,6	33,6	43,4	33,4	38	43,4	32,2
125	44,7	39	40,4	39,4	48,9	43,6	41,6	48,9	39
160	44,5	37,4	39,6	40,1	49,7	37,4	42,8	49,7	37,4
200	47,9	45	46,4	46,4	53,1	39,5	45	53,1	39,5
250	49,1	49,6	48,8	48,5	51,5	40,8	48	51,5	40,8
315	47,6	46,9	46,5	48	49,9	40,1	50,6	50,6	40,1
400	48,4	45,2	44,9	46,5	50,7	44,8	45,7	50,7	44,8
500	49,6	48,1	45,9	47,8	48,9	46,4	47,4	49,6	45,9
630	47,9	49,7	44,7	47,1	48,4	40,9	49,3	49,7	40,9
800	44,2	43,3	43,3	40,6	45,5	39,2	42,5	45,5	39,2
1000	42,8	41,7	39,9	38,4	44,4	38,3	42,7	44,4	38,3
1250	41,4	42,6	39,4	36,7	42,6	36,6	40,4	42,6	36,6
1600	40,1	40,2	36,6	36,2	40,8	35,4	40	40,8	35,4
2000	39,3	41	34,8	35,1	39,3	38,2	36,8	41	34,8
2500	38,6	38,3	33,3	33	37,3	34,5	34,3	38,6	33
3150	41,6	34,6	32,8	31,5	36,1	30,8	32,7	41,6	30,8
4000	48,1	34,9	32,6	30,8	34,6	36	32	48,1	30,8
5000	43,4	34,3	32,9	31,7	33,8	33	32,2	43,4	31,7
6300	43,7	32,5	31,5	30,2	32,5	29,5	30,8	43,7	29,5
8000	52,1	33,7	32,9	32,4	33,6	32,1	32,8	52,1	32,1
10000	42,8	33,3	31,6	32	32,2	31,1	31,6	42,8	31,1
12500	44,5	33,7	32,6	32,6	32,4	32,4	32,6	44,5	32,4
16000	43,7	29,6	29,9	28,3	30,2	28,4	30,5	43,7	28,3
20000	41,5	41,5	41,4	41,1	40,8	40,4	41,5	41,5	40,4
TOT_A	57,1	53,4	51	51,3	54,7	49,2	52,9	57,1	49,2

TOT _C	60,3	57,3	61	56,7	61,4	55,7	58,8	61,4	55,7
TOT _Lin	63,8	59,8	65,9	59,5	64	60,3	62,8	65,9	59,5
								Max	Min
								62,6	28,3
								Frecuencia [Hz]	
								25	12500

Las siguientes gráficas fueron construidas a partir de los datos numéricos

Mediciones por día (Lin,A,C)



Gráfica 2 Comparación de las tres ponderaciones empleadas en los siete días de medición, Fuente propia.

- En la gráfica anterior se ve la comparación correspondiente a los niveles totales de presión sonora medidos de forma lineal y con las ponderaciones A y C, en los siete días de medición del experimento.
- El día en que se presentó un mayor nivel de ruido de fondo en la sala fue el tercer día de medición, obteniendo un nivel máximo de 65,9 dB lineal, mientras que el nivel mínimo fue de 59,5 dB lineal. Siguiendo las observaciones correspondientes al Real Decreto 1367/2007 de la Asociación Española para la Calidad Acústica (AECOR), la medición de ruido de fondo debe tomarse ponderada A, obteniendo un nivel máximo de 57,1dBA y un mínimo de 49,2dBA siendo el día de medición uno, el que presento un mayor nivel de los siete días.

- Teniendo en cuenta el nivel máximo de 57,1dBA para este experimento se planteó un nivel de señal a ruido de 20dB como mínimo. Realizando el cálculo de la relación señal a ruido se obtuvo que es igual a:

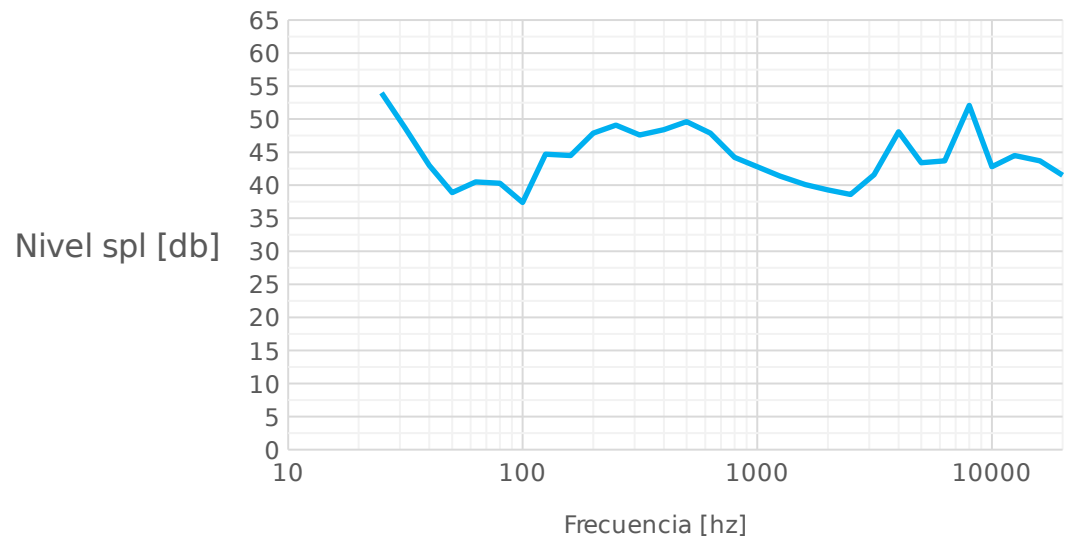
$$SNR = SPL_1 - SPL_2$$

$$SNR = 79,2 dB - 57,1 dB$$

$$SNR = 22,1 dB$$

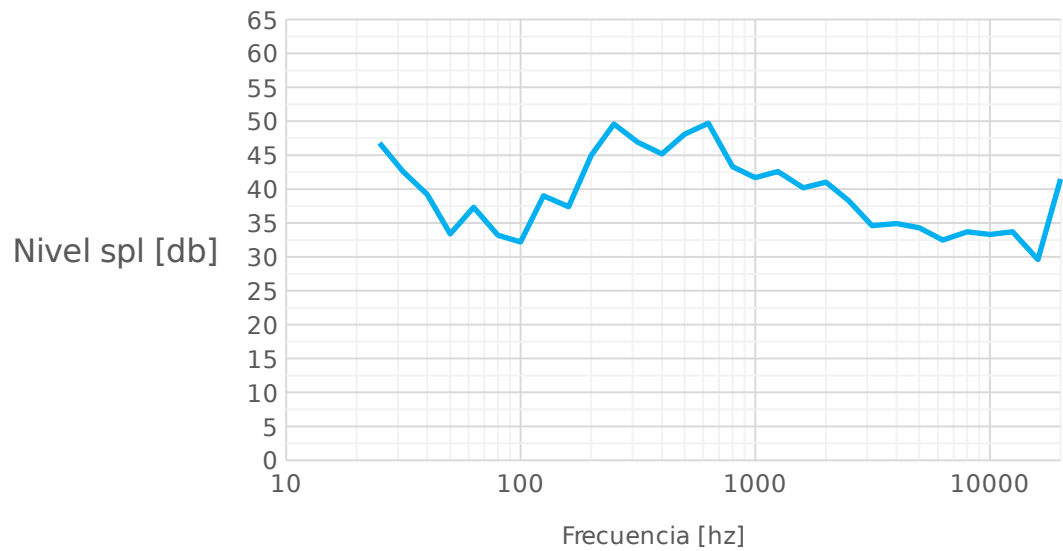
A continuación se muestra gráficamente el comportamiento del nivel de ruido de fondo por medición.

Ruido de Fondo Medición.1



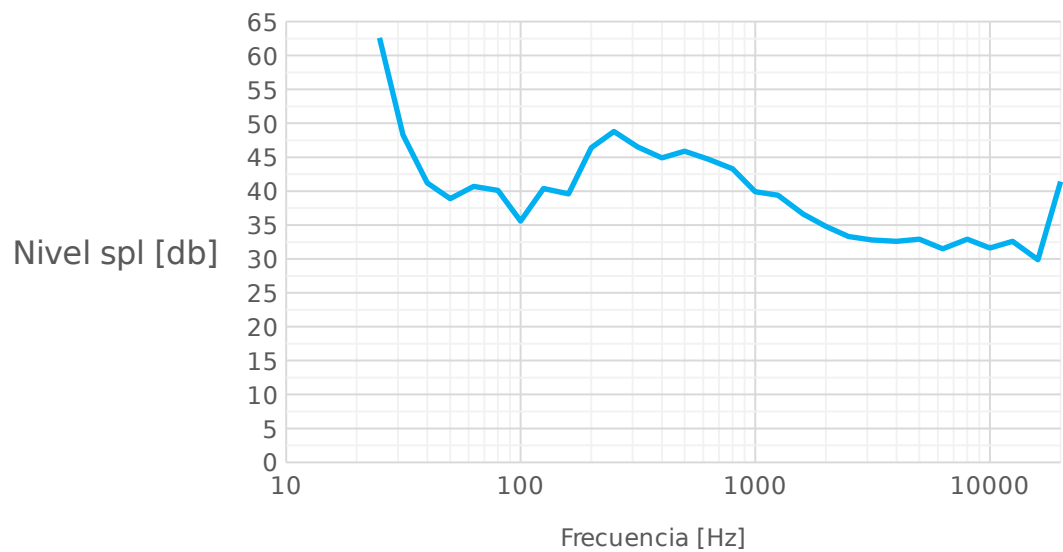
Gráfica 3 Medición día uno de ruido de fondo de la sala.

Ruido de Fondo Medición.2



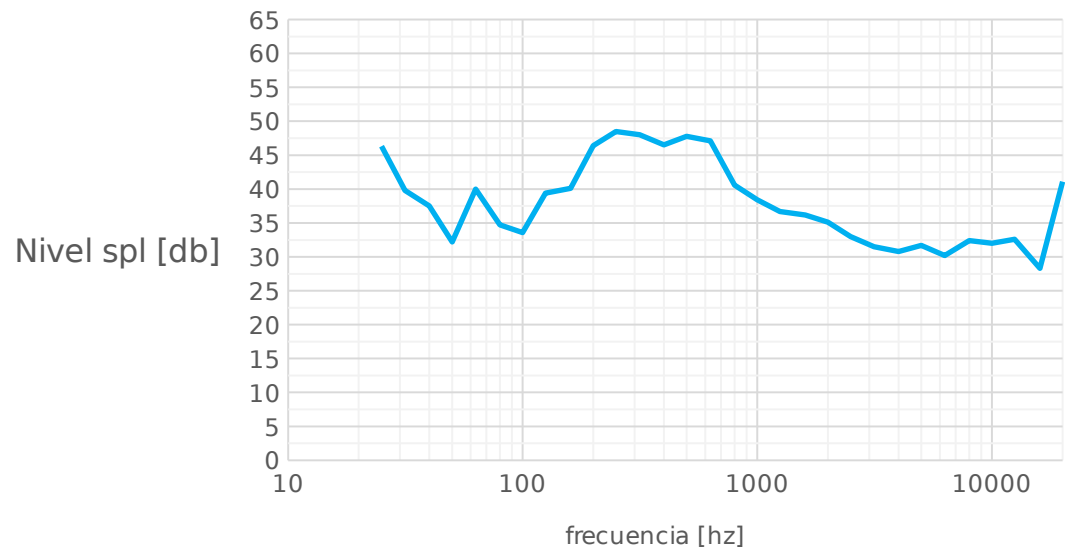
Gráfica 4 Medición día dos de ruido de fondo de la sala.

Ruido de Fondo Medición.3



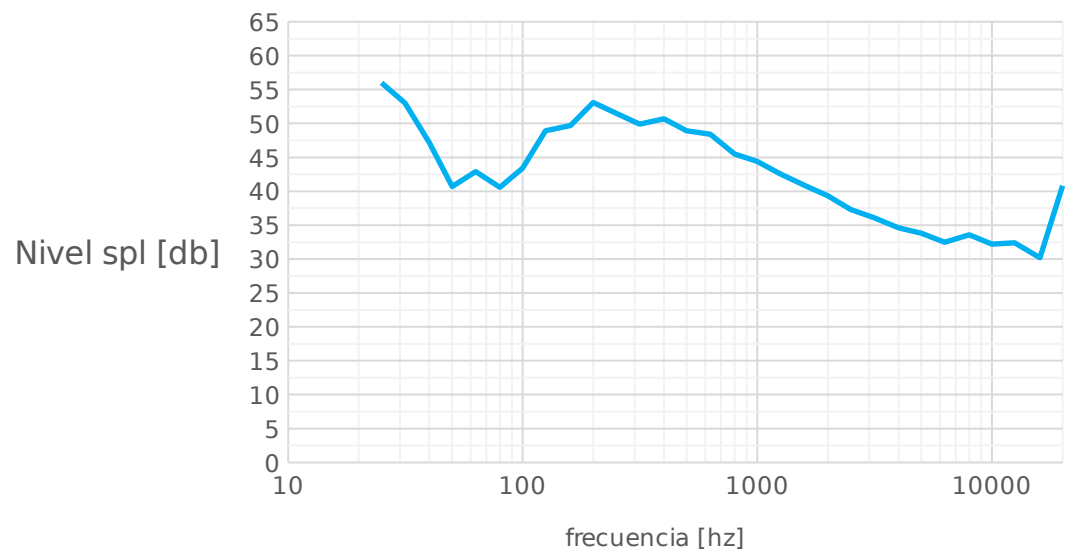
Gráfica 5 Medición día tres de ruido de fondo de la sala.

Ruido de Fondo Medición.4



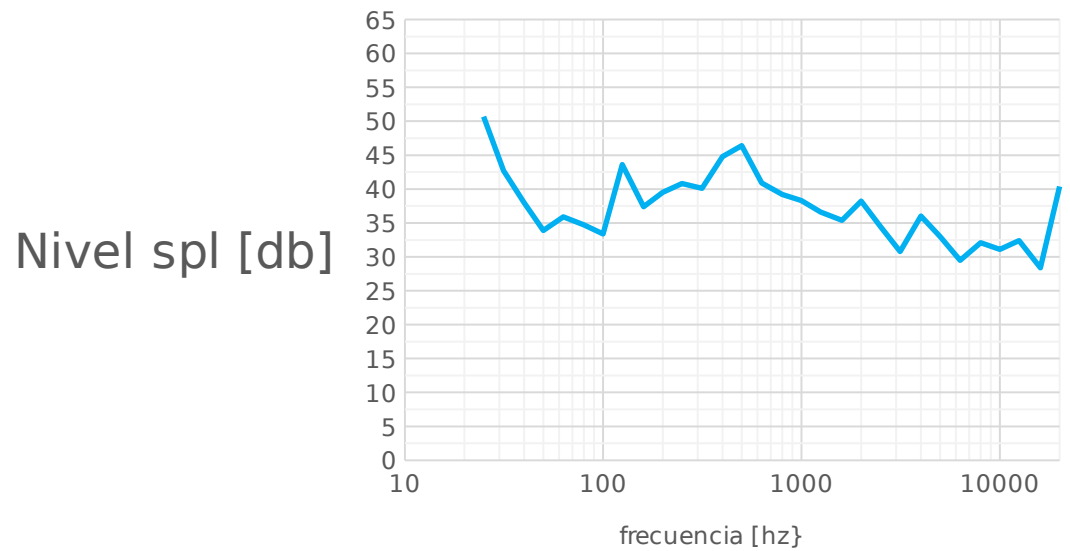
Gráfica 6 Medición día cuatro del ruido de fondo de la sala.

Ruido de Fondo Medición.5



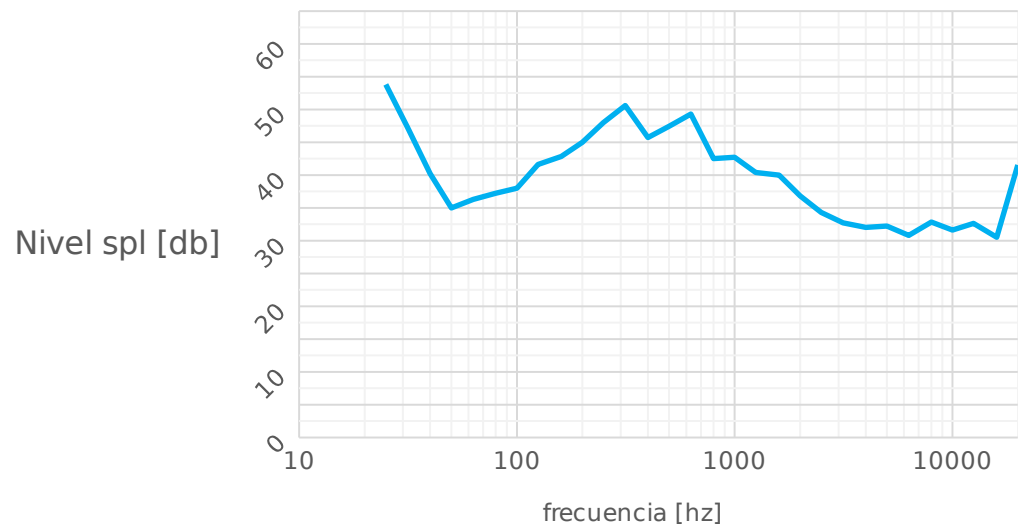
Gráfica 7 Medición día cinco del ruido de fondo de la sala.

Ruido de Fondo Medición.6



Gráfica 8 Medición día seis del ruido de fondo de la sala.

Ruido de Fondo Medición.7



Gráfica 9 Medición día siete del ruido de fondo de la sala.

Anexo 5

Las pruebas fisiológicas y psicométricas aplicadas fueron tabuladas y arrojaron los siguientes datos:

Lizeth Sofia Fontalvo Romero	0	22	3	83,514	0,355	82,472	83,779	82,699	85,221	83,868	86,217	0,470	0,389	0,347	0,440
Margarita Portillo Castro	0	21	3	62,585	-0,533	63,143	62,860	63,201	63,408	63,131	64,815	-0,663	-0,831	-1,284	
Javier Beltran	1	23	3	78,437	0,144	74,066	78,893	81,797	81,246	78,385	77,180	0,165	0,159	0,136	0,130
Laura Cristina Galindo	0	21	3	66,860	0,073	63,701	67,054	68,280	68,332	69,996	66,688	0,130	0,162	0,087	0,068
Alejandra Campos Martínez	0	22	4	102,682	0,273	94,647	95,502	95,067	91,463	97,819	99,828	0,194	0,108	0,001	-0,065
Juan Camilo Plazas	1	21	4	80,433	0,431	85,811	86,011	0,353				1,945	1,958	0,404	0,301
Ana María Araujo Duarte	0	21	4	67,842	-0,351	68,996	65,261	67,490	68,107	68,425	68,847	-0,195	-0,208	-0,220	-0,228
Juan Sebastian Calderon	1	22	4	81,638	0,498	66,784	66,614	67,172	66,132	66,827	66,759	0,296	0,365	0,354	0,224
Jonathan Stivel Ussa Alvarez	1	22	4	84,776	0,238	83,055	77,477	80,304	71,989	77,393	73,770	0,234	0,235	0,233	0,227
Jessica Andrea Carrascal Monsalve	0	20	4	66,799	0,274	69,101	72,393	73,232	71,909	73,039	73,161	0,273	0,286	0,308	0,318
Alexandra Mendoza	0	23	4	73,019	0,234	74,809	74,109	72,981	80,186	75,577	73,899	0,211	0,185	0,163	0,148
Liliana Andrea Arevalo Zabaleta	0	22	4	83,529	-0,020	89,079	85,417	83,170	85,549	82,213	83,832	-0,076	-0,138	-0,222	-0,289
Paola Comba Niño	0	22	4	67,341	0,246	67,045	65,543	68,360	64,989	65,371	62,497	0,234	0,231	0,228	0,221
Katerine Xiomara Carracho	0	18	4	73,572	0,094	75,021	74,030	78,057	75,312	75,514	79,693	0,069	0,049	0,007	-0,040
Sergio Esteban Ríveros Galán	1	24	4	86,861	0,245	86,831	84,487	84,261	82,280	82,032	82,374	0,230	0,238	0,220	0,212
Pablo Javier Medina	1	23	4	68,358	0,318	64,828	63,026	62,956	61,620	61,157	62,063	0,318	0,317	0,317	0,316
Francisco Antonio Monroy Olano	1	22	4	101,859	0,282	108,352	106,205	103,012	104,014	103,826	100,112	0,295	0,325	0,269	0,269
Carlos Andres Peña Gil	1	22	4	83,846	0,126	84,580	83,516	83,715	81,016	83,202	80,234	0,406	0,314	0,154	-0,057
Luis Alejandro Sierra Polanco	1	24	4	62,869	0,393	64,287	63,743	68,497	67,001	65,421	65,566	0,443	0,478	0,507	0,442
Carlos Prieto	1	22	5	63,631	0,161	64,387	66,583	65,717	66,433	64,737	63,490	0,161	0,140	0,159	0,135
Andres Felipe Osorio	1	24	5	87,409	0,359	84,356	84,495	85,031	84,203	83,717	83,635	0,359	0,292	0,267	0,235
Juan Pablo Estrada	1	22	5	61,211	0,322	63,900	64,190	61,704	59,302	61,848	61,022	0,322	0,319	0,313	0,309
Oscar Samiento	1	22	5	78,613	0,148	75,894	74,552	77,611	79,897	76,931	75,032	0,148	-0,228	-1,385	-0,227
David Ricardo Cepeda	1	22	5	98,386	0,346	84,625	87,341	81,474	96,606	81,599	84,896	0,346	0,361	0,338	0,436
Kaylee Danae Paez Hooker	0	18	5	76,556	0,298	74,853	74,527	73,722	72,943	73,339	73,705	0,298	0,211	0,136	0,094
Natalia Molano Vasquez	0	21	5	92,780	0,321	96,479	91,616	92,306	90,386	91,259	93,201	0,321	0,372	0,468	0,334
Wendy Rodríguez	0	21	5	91,860	0,101	85,837	92,011	94,662	91,502	89,902	88,887	0,101	0,082	0,062	0,041
Luisa Fernanda Parra	0	24	5	58,141	-0,100	55,120	55,785	59,300	56,433	56,973	57,731	-0,100	-0,133	-0,177	-0,206
Daisy Tatiana Casallas	0	21	5	81,409	0,215	83,424	81,693	80,445	76,703	81,732	83,114	0,215	0,201	0,191	0,175
Luz Angela Ibarra	0	18	5	83,821	-0,341	77,572	74,815	76,130	79,567	80,134	82,681	-0,341	-1,053		
María Paula Claro	0	21	5	80,409	0,277	77,605	74,926	76,717	75,271	76,382	73,304	0,277	0,253	0,223	0,199
Cristian Estiven Pachon	1	19	5	59,399	0,423	57,261	57,953	58,742	59,637	60,662	59,709	0,423	0,440	0,458	0,472
Nicolas Gomez	1	22	5	75,662	0,478	81,129	78,371	78,952	76,281	76,723	80,671	0,478	0,469	0,513	0,588
Sara Santacruz	0	23	5	72,293	0,136	75,055	74,326	74,344	77,374	74,256	74,656	0,136	0,143	0,150	0,137

Tabla 17 Datos tabulados de la frecuencia cardiaca (FC) y Respuesta galvánica de la piel (GSR) listo para análisis de resultados

Anexo 6

Datos pruebas Psicométricas SAM tabuladas.

En este anexo se presentan los datos tabulados de las pruebas psico

A continuación se presentan los datos tabulados de las pruebas psicométricas realizadas en cada uno de los grupos del experimento

#	SUJETO	SEXO	EDAD	G1 FRECUENCIA 880-890					
				V1	A1	D1	V2	A2	V2
1	Alejandra Campos Martinez	0	22	4	7	6	7	4	5
2	Juan Camilo Plazas	1	21	5	7	8	5	7	8
3	Ana María Araujo Duarte	0	21	9	1	9	9	1	7
4	Juan Sebastian Calderon	1	22	5	7	7	1	9	5
5	Jonathan Stivel Ussa Alvarez	1	22	7	7	7	5	5	7
6	Jessica Andrea Carrascal Monsalve	0	20	3	9	5	5	3	7
7	Alexandra Mendoza	0	23	3	1	9	7	7	5
8	Liliana Andrea Arevalo Zabaleta	0	22	7	7	5	9	7	3
9	Paola Comba Niño	0	22	1	5	7	1	7	5
10	Katerine Xiomara Camacho	0	18	7	2	8	2	5	2
11	Sergio Esteban Riveros Galán	1	24	5	7	9	7	3	9
12	Pablo javier Medina	1	23	5	1	3	5	1	3
13	Francisco Antonio Monroy Olano	1	22	7	2	9	8	2	9
14	Carlos Andres Peña Gil	1	22	7	6	7	4	8	4
15	Luis Alejandro Sierra Polanco	1	24	4	3	5	3	3	3

Tabla 18 Tabulación resultados prueba SAM para el grupo de 880-890Hz.

#	SUJETO	SEXO	EDAD	G1 FRECUENCIA 660-670					
				V1	A1	D1	V2	A2	V2
1	Alejandra Echeverry Casas	0	20	3	3	3	1	5	5
2	Angélica María Rincón	0	21	5	3	5	1	1	3
3	Daniel Sabogal Giraldo	1	23	7	7	5	9	1	1
4	Felipe García Gil	1	22	1	7	7	7	3	3
5	Rafael Andrés Santamaría Beltrán	1	21	7	7	4	3	1	3
6	Federico Tejada G	1	18	2	9	3	8	1	9
7	Carlos José Poveda F.	1	20	8	8	3	6	2	9
8	María Alejandra Silva Martínez	0	20	1	5	5	7	5	9
9	Andrés Urrea Orjuela	1	24	7	8	8	5	6	7
10	Andres Araujo Duarte	1	19	9	7	5	5	5	7
11	Ana María Quintero Peña	0	22	2	7	5	5	6	7
12	Lizeth Sofía Fontalvo Romero	0	22	7	5	7	7	7	7
13	Margarita Portillo Castro	0	21	7	9	5	3	1	5
14	Javier Beltran	1	23	7	4	9	4	6	5
15	Laura Cristina Galindo	0	21	7	3	9	3	5	7

Tabla 19 Tabulación resultados prueba SAM para el grupo de 660-670Hz.

NUMERO	SUJETO	SEXO	EDAD	G3 FRECUENCIA (432-442)						
				V1	A1	D1	V2	A2	V2	
1	Nicolas Felipe Palacios León	1	18	3	5	9	5	3	9	
2	Santiago Urrego Díaz	1	24	5	5	8	3	5	7	
3	Catalina Andrea Ortiz Marín	0	21	9	7	5	7	3	9	
4	Estefanía Quintero	0	20	7	3	5	5	5	5	
5	María Clara Betancourt	0	21	9	1	5	1	9	9	
6	Ana Beatriz Sayago	0	22	2	4	5	4	2	5	
7	Juan David Fernandez	1	24	7	6	6	5	8	7	
8	Jonatan Javier González	1	18	5	3	7	5	1	9	
9	Juan López	1	22	5	3	5	3	5	7	
10	Fredy Mauricio Muñoz	1	22	1	1	1	1	1	1	
11	Giusseppe Rodríguez	1	20	7	1	5	9	7	5	
12	Santiago Pardo Lozano	1	21	7	7	7	7	6	5	
13	Wendy Johanna Dimas	0	18	5	7	5	5	5	7	
14	Lisbeth Parada	0	18	1	9	5	1	8	5	
15	Angie Jimenez	0	19	9	1	9	1	9	1	

Tabla 20 Tabulación resultados prueba SAM para el grupo de 432-442Hz.

NUMERO	SUJETO	SEXO	EDAD	G2 FRECUENCIA (150-160)					
				V1	A1	D1	V2	A2	V2
1	Luis Felipe Caceres	1	22	3	3	5	2	5	7
2	Daniel Ricardo Cortes	1	21	7	3	7	7	5	5
3	Cristian Leonardo Soto	1	20	5	3	3	5	5	3
4	Nicolas Rodriguez Zamora	1	19	7	3	5	7	5	5
5	Felipe Ochoa	1	24	9	3	9	9	5	7
6	Andres Gonzalo Vargas	1	21	5	3	7	5	7	4
7	Tatiana Romero Alegría	0	18	1	7	9	1	4	9
8	Melani Rubiano Ramos	0	21	5	7	4	6	6	4
9	Diana Marcela Varon	0	19	3	5	1	7	1	3
10	Angie Natalia Guerrero	0	19	2	5	5	1	9	1
11	Gustavo Peña Morales	1	21	3	9	3	5	9	1
12	Miguelangel Lopez	1	23	5	7	3	5	7	1
13	Marcela Mejia	0	22	6	6	7	3	8	4
14	Paola Roza Sanchez	0	20	5	7	7	3	9	3
15	Paola Aquino Guerrero	0	18	9	1	9	6	3	7

Tabla 21 Tabulación resultados prueba SAM para el grupo de 150-160Hz.

NUMERO	SUJETO	SEXO	EDAD	G5 GRUPO DE CONTROL						
				V1	A1	D1	V2	A2	V2	
1	Carlos Prieto	1	22	1	3	2	1	3	2	
2	Andres Felipe Osorio	1	24	3	5	2	3	5	2	
3	Juan Pablo Estrada	1	22	1	1	1	1	1	1	
4	Oscar Samiento	1	22	9	1	5	9	1	5	
5	David Ricardo Cepeda	1	22	7	7	5	7	7	5	
6	Kaylee Danae Paez Hooker	0	18	8	3	7	8	3	7	
7	Natalia Molano Vasquez	0	21	7	5	7	7	5	7	
8	Wendy Rodríguez	0	21	7	1	3	7	1	3	
9	Luisa Fernanda Parra	0	24	8	4	4	8	4	4	
10	Daisy Tatiana Casallas	0	21	9	3	5	9	3	5	
11	Luz Angela Ibarra	0	18	7	5	5	7	5	5	
12	María Paula Claro	0	21	3	4	3	3	4	3	
13	Cristian Estiven Pachon	1	19	8	3	6	8	3	6	
14	Nicolas Gomez	1	22	9	3	5	9	3	5	
15	Sara Santacruz	0	23	9	3	9	9	3	9	

Tabla 22 Tabulación resultados prueba SAM para el grupo de CONTROL.

ANEXO 7

SINTAXIS DE PROGRAMACIÓN DEL ANÁLISIS DE RESULTADOS EN EL SOFTWARE SPSS.

DATASET ACTIVATE DataSet1.

GLM FC0 LBFC1 FC1 POSTFC1 LBFC2 FC2 POSTFC2 BY Grupo

/WSFACTOR=Tiempo 7 Polynomial

/MEASURE=FC

/METHOD=SSTYPE(3)

/POSTHOC=Grupo(BONFERRONI)

/EMMEANS=TABLES(Grupo) COMPARE ADJ(BONFERRONI)

/EMMEANS=TABLES(Tiempo) COMPARE ADJ(BONFERRONI)

/EMMEANS=TABLES(Grupo*Tiempo) COMPARE (Grupo) ADJ(BONFERRONI)

/EMMEANS=TABLES(Grupo*Tiempo) COMPARE (Tiempo) ADJ(BONFERRONI)

/PRINT=DESCRIPTIVE ETASQ OPOWER PARAMETER HOMOGENEITY

/CRITERIA=ALPHA(.05)

/WSDESIGN=Tiempo

/DESIGN=Grupo.

GLM FC0 LBFC1 FC1 POSTFC1 LBFC2 FC2 POSTFC2 BY Grupo Sexo

/WSFACTOR=Tiempo 7 Polynomial

/MEASURE=FC

/METHOD=SSTYPE(3)

/POSTHOC=Grupo Sexo(BONFERRONI)

/EMMEANS=TABLES(Grupo) COMPARE ADJ(BONFERRONI)

/EMMEANS=TABLES(Sexo) COMPARE ADJ(BONFERRONI)

/EMMEANS=TABLES(Tiempo) COMPARE ADJ(BONFERRONI)

/EMMEANS=TABLES(Grupo*Sexo)

/EMMEANS=TABLES(Grupo*Tiempo) COMPARE (Grupo) ADJ(BONFERRONI)

/EMMEANS=TABLES(Grupo*Tiempo) COMPARE (Tiempo) ADJ(BONFERRONI)

/EMMEANS=TABLES(Sexo*Tiempo)

/EMMEANS=TABLES(Grupo*Sexo*Tiempo) COMPARE (Grupo) ADJ(BONFERRONI)

/EMMEANS=TABLES(Grupo*Sexo*Tiempo) COMPARE (Sexo) ADJ(BONFERRONI)

/EMMEANS=TABLES(Grupo*Sexo*Tiempo) COMPARE (Tiempo) ADJ(BONFERRONI)

```

/PRINT=DESCRIPTIVE ETASQ OPOWER PARAMETER HOMOGENEITY
/CRITERIA=ALPHA(.05)
/WSDESIGN=Tiempo
/DESIGN=Grupo Sexo Grupo*Sexo.
GLM FC0 LBFC1 FC1 POSTFC1 LBFC2 FC2 POSTFC2 BY Grupo WITH Sexo
/WSFACTOR=Tiempo 7 Polynomial
/MEASURE=FC
/METHOD=SSTYPE(3)
/EMMEANS=TABLES(Tiempo) WITH(Sexo=MEAN)COMPARE ADJ(BONFERRONI)
/EMMEANS=TABLES(Grupo) WITH(Sexo=MEAN)COMPARE ADJ(BONFERRONI)

/EMMEANS=TABLES(Grupo*Tiempo) WITH(Sexo=MEAN) COMPARE (Grupo) ADJ(BONFERRONI)
/EMMEANS=TABLES(Grupo*Tiempo) WITH(Sexo=MEAN) COMPARE (Tiempo) ADJ(BONFERRONI)
/PRINT=DESCRIPTIVE ETASQ OPOWER PARAMETER HOMOGENEITY
/CRITERIA=ALPHA(.05)
/WSDESIGN=Tiempo
/DESIGN=Sexo Grupo.
GLM GSR0 LBGSR1 GSR1 POSTGSR1 LBGSR2 GSR2 POSTGSR2 BY Grupo
/WSFACTOR=Tiempo 7 Polynomial
/MEASURE=GSR
/METHOD=SSTYPE(3)
/POSTHOC=Grupo(BONFERRONI)
/EMMEANS=TABLES(Tiempo) COMPARE ADJ(BONFERRONI)
/EMMEANS=TABLES(Grupo) COMPARE ADJ(BONFERRONI)
/EMMEANS=TABLES(Grupo*Tiempo) COMPARE (Grupo) ADJ(BONFERRONI)
/EMMEANS=TABLES(Grupo*Tiempo) COMPARE (Tiempo) ADJ(BONFERRONI)
/PRINT=DESCRIPTIVE ETASQ OPOWER PARAMETER HOMOGENEITY
/CRITERIA=ALPHA(.05)
/WSDESIGN=Tiempo
/DESIGN=Grupo.
GLM GSR0 LBGSR1 GSR1 POSTGSR1 LBGSR2 GSR2 POSTGSR2 BY Grupo WITH Sexo
/WSFACTOR=Tiempo 7 Polynomial
/MEASURE=GSR

```

```

/METHOD=SSTYPE(3)
/EMMEANS=TABLES(Tiempo) WITH(Sexo=MEAN)COMPARE ADJ(BONFERRONI)
/EMMEANS=TABLES(Grupo) WITH(Sexo=MEAN)COMPARE ADJ(BONFERRONI)
/EMMEANS=TABLES(Grupo*Tiempo) WITH(Sexo=MEAN) COMPARE (Grupo) ADJ(BONFERRONI)
/EMMEANS=TABLES(Grupo*Tiempo) WITH(Sexo=MEAN) COMPARE (Tiempo) ADJ(BONFERRONI)
/PRINT=DESCRIPTIVE ETASQ OPOWER PARAMETER HOMOGENEITY
/CRITERIA=ALPHA(.05)
/WSDESIGN=Tiempo
/DESIGN=Sexo Grupo.

```

DATASET ACTIVATE DataSet0.

GLM V1 V2 BY Grupo WITH Sexo

```

/WSFACTOR=Tiempo 2 Polynomial
/MEASURE=Valencia
/METHOD=SSTYPE(3)
/EMMEANS=TABLES(Grupo) WITH(Sexo=MEAN)COMPARE ADJ(BONFERRONI)
/EMMEANS=TABLES(Tiempo) WITH(Sexo=MEAN)COMPARE ADJ(BONFERRONI)
/EMMEANS=TABLES(Grupo*Tiempo) WITH(Sexo=MEAN) COMPARE (Grupo) ADJ(BONFERRONI)
/EMMEANS=TABLES(Grupo*Tiempo) WITH(Sexo=MEAN) COMPARE (Tiempo) ADJ(BONFERRONI)
/PRINT=DESCRIPTIVE ETASQ OPOWER PARAMETER HOMOGENEITY
/CRITERIA=ALPHA(.05)
/WSDESIGN=Tiempo
/DESIGN=Sexo Grupo.

```

DATASET ACTIVATE DataSet0.

GLM A1 A2 BY Grupo WITH Sexo

```

/WSFACTOR=Tiempo 2 Polynomial
/MEASURE=Arousal
/METHOD=SSTYPE(3)
/EMMEANS=TABLES(Grupo) WITH(Sexo=MEAN)COMPARE ADJ(BONFERRONI)
/EMMEANS=TABLES(Tiempo) WITH(Sexo=MEAN)COMPARE ADJ(BONFERRONI)
/EMMEANS=TABLES(Grupo*Tiempo) WITH(Sexo=MEAN) COMPARE (Grupo) ADJ(BONFERRONI)
/EMMEANS=TABLES(Grupo*Tiempo) WITH(Sexo=MEAN) COMPARE (Tiempo) ADJ(BONFERRONI)
/PRINT=DESCRIPTIVE ETASQ OPOWER PARAMETER HOMOGENEITY
/CRITERIA=ALPHA(.05)

```

```
/WSDESIGN=Tiempo  
/DESIGN=Sexo Grupo.  
DATASET ACTIVATE DataSet0.
```

GLM D1 D2 BY Grupo WITH Sexo

```
/WSFACTOR=Tiempo 2 Polynomial  
/MEASURE=Dominancia  
/METHOD=SSTYPE(3)  
/EMMEANS=TABLES(Grupo) WITH(Sexo=MEAN)COMPARE ADJ(BONFERRONI)  
/EMMEANS=TABLES(Tiempo) WITH(Sexo=MEAN)COMPARE ADJ(BONFERRONI)  
/EMMEANS=TABLES(Grupo*Tiempo) WITH(Sexo=MEAN) COMPARE (Grupo) ADJ(BONFERRONI)  
/EMMEANS=TABLES(Grupo*Tiempo) WITH(Sexo=MEAN) COMPARE (Tiempo) ADJ(BONFERRONI)  
/PRINT=DESCRIPTIVE ETASQ OPOWER PARAMETER HOMOGENEITY  
/CRITERIA=ALPHA(.05)  
/WSDESIGN=Tiempo  
/DESIGN=Sexo Grupo.
```

ANEXO 8

TABLAS DE RESULTADOS ANALISIS ESTADISTICO

ANALISIS ANOVA REFERENTES A LOS DATOS DE FRECUENCIA CARDIACA Y GSR

Frecuencia cardiaca

Tiempo	Dependent Variable
1	FC0
2	LBFC1
3	FC1
4	POSTFC1
5	LBFC2
6	FC2
7	POSTFC2

Nota: FC = Frecuencia cardiaca; LB = Línea de base;
POST = Después del pulso bineural; 1 = Primer pulso bineural;
2 = Segundo pulso bineural

Tabla 23 Descripción de las etiquetas de los siete momentos de tiempo analizados dentro del estudio.

Frecuencia cardiaca ANOVA grupo por tiempo detallado

Grupo			Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^b	95% Confidence Interval for Difference ^b	
						Lower Bound	Upper Bound
150-160	1	2	-,099	1,650	1,000	-5,309	5,112
		3	-,896	1,476	1,000	-5,557	3,765
		4	-1,982	1,611	1,000	-7,069	3,106
		5	-2,291	1,682	1,000	-7,604	3,021
		6	-2,848	1,514	1,000	-7,629	1,933
		7	-2,044	1,537	1,000	-6,898	2,810
	2	1	,099	1,650	1,000	-5,112	5,309
		3	-,798	,785	1,000	-3,278	1,683
		4	-1,883	,968	1,000	-4,941	1,175
		5	-2,193	1,232	1,000	-6,084	1,698
		6	-2,750	,872	,051	-5,504	,005
		7	-1,945	1,026	1,000	-5,186	1,295
	3	1	,896	1,476	1,000	-3,765	5,557
		2	,798	,785	1,000	-1,683	3,278
		4	-1,086	,636	1,000	-3,096	,924
		5	-1,395	,882	1,000	-4,179	1,389
		6	-1,952	,616	,048	-3,897	-,007
		7	-1,148	,750	1,000	-3,516	1,220
	4	1	1,982	1,611	1,000	-3,106	7,069
		2	1,883	,968	1,000	-1,175	4,941
		3	1,086	,636	1,000	-,924	3,096
		5	-,310	,951	1,000	-3,313	2,694
		6	-,866	,688	1,000	-3,038	1,305
		7	-,062	,912	1,000	-2,942	2,817
	5	1	2,291	1,682	1,000	-3,021	7,604
		2	2,193	1,232	1,000	-1,698	6,084

	3	1,395	,882	1,000	-1,389	4,179	
	4	,310	,951	1,000	-2,694	3,313	
	6	-,557	,879	1,000	-3,334	2,221	
	7	,248	1,031	1,000	-3,009	3,504	
	6	1	2,848	1,514	1,000	-1,933	7,629
		2	2,750	,872	,051	-,005	5,504
		3	1,952*	,616	,048	,007	3,897
		4	,866	,688	1,000	-1,305	3,038
		5	,557	,879	1,000	-2,221	3,334
		7	,804	,678	1,000	-1,338	2,947
	7	1	2,044	1,537	1,000	-2,810	6,898
		2	1,945	1,026	1,000	-1,295	5,186
		3	1,148	,750	1,000	-1,220	3,516
		4	,062	,912	1,000	-2,817	2,942
		5	-,248	1,031	1,000	-3,504	3,009
		6	-,804	,678	1,000	-2,947	1,338
432-442	1	2	4,087	1,536	,205	-,764	8,938
		3	1,888	1,374	1,000	-2,451	6,228
		4	1,359	1,500	1,000	-3,377	6,096
		5	1,484	1,566	1,000	-3,461	6,430
		6	1,371	1,409	1,000	-3,079	5,822
		7	,152	1,431	1,000	-4,367	4,671
	2	1	-4,087	1,536	,205	-8,938	,764
		3	-2,199	,731	,078	-4,508	,110
		4	-2,728	,901	,074	-5,575	,119
		5	-2,603	1,147	,556	-6,225	1,019
		6	-2,716*	,812	,028	-5,280	-,152
		7	-3,935*	,955	,002	-6,952	-,918
	3	1	-1,888	1,374	1,000	-6,228	2,451
		2	2,199	,731	,078	-,110	4,508
		4	-,529	,592	1,000	-2,400	1,342
		5	-,404	,821	1,000	-2,996	2,188
		6	-,517	,573	1,000	-2,328	1,294
		7	-1,736	,698	,323	-3,941	,469
	4	1	-1,359	1,500	1,000	-6,096	3,377
		2	2,728	,901	,074	-,119	5,575
		3	,529	,592	1,000	-1,342	2,400
		5	,125	,885	1,000	-2,671	2,921
		6	,012	,640	1,000	-2,010	2,033
		7	-1,207	,849	1,000	-3,888	1,474
	5	1	-1,484	1,566	1,000	-6,430	3,461
		2	2,603	1,147	,556	-1,019	6,225
		3	,404	,821	1,000	-2,188	2,996
		4	-,125	,885	1,000	-2,921	2,671
		6	-,113	,819	1,000	-2,699	2,472
		7	-1,332	,960	1,000	-4,363	1,699
	6	1	-1,371	1,409	1,000	-5,822	3,079
		2	2,716*	,812	,028	,152	5,280
		3	,517	,573	1,000	-1,294	2,328
		4	-,012	,640	1,000	-2,033	2,010
		5	,113	,819	1,000	-2,472	2,699
		7	-1,219	,632	1,000	-3,213	,776
	7	1	-,152	1,431	1,000	-4,671	4,367
		2	3,935*	,955	,002	,918	6,952
		3	1,736	,698	,323	-,469	3,941
		4	1,207	,849	1,000	-1,474	3,888
		5	1,332	,960	1,000	-1,699	4,363
		6	1,219	,632	1,000	-,776	3,213
660-670	1	2	,687	1,536	1,000	-4,164	5,538
		3	,651	1,374	1,000	-3,688	4,991
		4	-,374	1,500	1,000	-5,110	4,362
		5	-,224	1,566	1,000	-5,170	4,721
		6	-,812	1,409	1,000	-5,262	3,639
		7	-1,718	1,431	1,000	-6,237	2,800
	2	1	-,687	1,536	1,000	-5,538	4,164
		3	-,036	,731	1,000	-2,345	2,274

	4	-1,060	,901	1,000	-3,907	1,787	
	5	-,911	1,147	1,000	-4,533	2,711	
	6	-1,498	,812	1,000	-4,063	1,066	
	7	-2,405	,955	,298	-5,422	,612	
3	1	-,651	1,374	1,000	-4,991	3,688	
	2	,036	,731	1,000	-2,274	2,345	
	4	-1,025	,592	1,000	-2,896	,846	
	5	-,875	,821	1,000	-3,467	1,716	
	6	-1,463	,573	,274	-3,274	,348	
	7	-2,370	,698	,024	-4,574	-,165	
	4	1	,374	1,500	1,000	-4,362	5,110
2		1,060	,901	1,000	-1,787	3,907	
3		1,025	,592	1,000	-,846	2,896	
5		,149	,885	1,000	-2,647	2,945	
6		-,438	,640	1,000	-2,460	1,583	
7		-1,345	,849	1,000	-4,026	1,336	
5		1	,224	1,566	1,000	-4,721	5,170
	2	,911	1,147	1,000	-2,711	4,533	
	3	,875	,821	1,000	-1,716	3,467	
	4	-,149	,885	1,000	-2,945	2,647	
	6	-,587	,819	1,000	-3,173	1,998	
	7	-1,494	,960	1,000	-4,526	1,537	
	6	1	,812	1,409	1,000	-3,639	5,262
2		1,498	,812	1,000	-1,066	4,063	
3		1,463	,573	,274	-,348	3,274	
4		,438	,640	1,000	-1,583	2,460	
5		,587	,819	1,000	-1,998	3,173	
7		-,907	,632	1,000	-2,901	1,088	
7		1	1,718	1,431	1,000	-2,800	6,237
	2	2,405	,955	,298	-,612	5,422	
	3	2,370	,698	,024	,165	4,574	
	4	1,345	,849	1,000	-1,336	4,026	
	5	1,494	,960	1,000	-1,537	4,526	
	6	,907	,632	1,000	-1,088	2,901	
	880-890	1	2	,541	1,590	1,000	-4,480
		3	1,976	1,422	1,000	-2,515	6,468
		4	1,194	1,552	1,000	-3,708	6,096
		5	2,388	1,621	1,000	-2,732	7,507
		6	1,941	1,459	1,000	-2,666	6,548
		7	2,311	1,481	1,000	-2,366	6,989
2		1	-,541	1,590	1,000	-5,562	4,480
		3	1,435	,757	1,000	-,955	3,825
		4	,653	,933	1,000	-2,294	3,600
		5	1,846	1,187	1,000	-1,903	5,596
		6	1,400	,840	1,000	-1,254	4,054
		7	1,770	,989	1,000	-1,353	4,893
	3	1	-1,976	1,422	1,000	-6,468	2,515
		2	-1,435	,757	1,000	-3,825	,955
		4	-,782	,613	1,000	-2,719	1,155
		5	,411	,849	1,000	-2,271	3,094
		6	-,035	,594	1,000	-1,910	1,839
		7	,335	,723	1,000	-1,947	2,617
4		1	-1,194	1,552	1,000	-6,096	3,708
		2	-,653	,933	1,000	-3,600	2,294
		3	,782	,613	1,000	-1,155	2,719
		5	1,193	,916	1,000	-1,701	4,088
		6	,747	,663	1,000	-1,346	2,839
		7	1,117	,879	1,000	-1,658	3,892
	5	1	-2,388	1,621	1,000	-7,507	2,732
		2	-1,846	1,187	1,000	-5,596	1,903
		3	-,411	,849	1,000	-3,094	2,271
		4	-1,193	,916	1,000	-4,088	1,701
		6	-,447	,847	1,000	-3,123	2,230
		7	-,076	,994	1,000	-3,214	3,062
6		1	-1,941	1,459	1,000	-6,548	2,666
		2	-1,400	,840	1,000	-4,054	1,254

Control	3		,035	,594	1,000	-1,839	1,910
	4		-,747	,663	1,000	-2,839	1,346
	5		,447	,847	1,000	-2,230	3,123
	7		,370	,654	1,000	-1,694	2,435
	7	1	-2,311	1,481	1,000	-6,989	2,366
		2	-1,770	,989	1,000	-4,893	1,353
		3	-,335	,723	1,000	-2,617	1,947
		4	-1,117	,879	1,000	-3,892	1,658
		5	,076	,994	1,000	-3,062	3,214
		6	-,370	,654	1,000	-2,435	1,694
	1	2	1,606	1,536	1,000	-3,245	6,456
		3	1,893	1,374	1,000	-2,446	6,232
		4	1,648	1,500	1,000	-3,088	6,384
		5	1,270	1,566	1,000	-3,676	6,215
		6	2,092	1,409	1,000	-2,358	6,543
		7	1,723	1,431	1,000	-2,796	6,242
	2	1	-1,606	1,536	1,000	-6,456	3,245
		3	,287	,731	1,000	-2,022	2,597
		4	,043	,901	1,000	-2,804	2,890
		5	-,336	1,147	1,000	-3,958	3,286
		6	,487	,812	1,000	-2,078	3,051
		7	,117	,955	1,000	-2,899	3,134
	3	1	-1,893	1,374	1,000	-6,232	2,446
		2	-,287	,731	1,000	-2,597	2,022
		4	-,245	,592	1,000	-2,116	1,626
		5	-,623	,821	1,000	-3,215	1,968
		6	,199	,573	1,000	-1,612	2,010
		7	-,170	,698	1,000	-2,375	2,035
	4	1	-1,648	1,500	1,000	-6,384	3,088
		2	-,043	,901	1,000	-2,890	2,804
		3	,245	,592	1,000	-1,626	2,116
		5	-,379	,885	1,000	-3,175	2,417
		6	,444	,640	1,000	-1,577	2,466
		7	,075	,849	1,000	-2,606	2,755
	5	1	-1,270	1,566	1,000	-6,215	3,676
		2	,336	1,147	1,000	-3,286	3,958
		3	,623	,821	1,000	-1,968	3,215
		4	,379	,885	1,000	-2,417	3,175
		6	,823	,819	1,000	-1,763	3,408
		7	,453	,960	1,000	-2,578	3,485
	6	1	-2,092	1,409	1,000	-6,543	2,358
		2	-,487	,812	1,000	-3,051	2,078
		3	-,199	,573	1,000	-2,010	1,612
		4	-,444	,640	1,000	-2,466	1,577
		5	-,823	,819	1,000	-3,408	1,763
		7	-,369	,632	1,000	-2,364	1,625
	7	1	-1,723	1,431	1,000	-6,242	2,796
		2	-,117	,955	1,000	-3,134	2,899
		3	,170	,698	1,000	-2,035	2,375
		4	-,075	,849	1,000	-2,755	2,606
		5	-,453	,960	1,000	-3,485	2,578
		6	,369	,632	1,000	-1,625	2,364

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

Tabla 24. Datos detallados del análisis ANOVA con respecto a la frecuencia cardiaca por medio de los grupos en el tiempo.

Respuesta Galvanica ANOVA grupo por tiempo detallado

Grupo			Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^b	95% Confidence Interval for Difference ^b	
						Lower Bound	Upper Bound
150-160	1	2	,028	,061	1,000	-,165	,220
		3	,024	,062	1,000	-,171	,220

	4		,044	,029	1,000	-,048	,135
	5		,096	,034	,144	-,013	,205
	6		,069	,035	1,000	-,041	,179
	7		,047	,045	1,000	-,096	,190
2	1		-,028	,061	1,000	-,220	,165
	3		-,003	,013	1,000	-,045	,038
	4		,016	,062	1,000	-,181	,213
	5		,069	,066	1,000	-,142	,279
	6		,041	,067	1,000	-,172	,255
	7		,019	,074	1,000	-,214	,252
3	1		-,024	,062	1,000	-,220	,171
	2		,003	,013	1,000	-,038	,045
	4		,019	,059	1,000	-,168	,206
	5		,072	,063	1,000	-,129	,273
	6		,045	,065	1,000	-,162	,251
	7		,022	,071	1,000	-,204	,249
4	1		-,044	,029	1,000	-,135	,048
	2		-,016	,062	1,000	-,213	,181
	3		-,019	,059	1,000	-,206	,168
	5		,052	,019	,135	-,006	,111
	6		,025	,024	1,000	-,052	,102
	7		,003	,038	1,000	-,117	,123
5	1		-,096	,034	,144	-,205	,013
	2		-,069	,066	1,000	-,279	,142
	3		-,072	,063	1,000	-,273	,129
	4		-,052	,019	,135	-,111	,006
	6		-,027	,022	1,000	-,098	,044
	7		-,049	,037	1,000	-,166	,067
6	1		-,069	,035	1,000	-,179	,041
	2		-,041	,067	1,000	-,255	,172
	3		-,045	,065	1,000	-,251	,162
	4		-,025	,024	1,000	-,102	,052
	5		,027	,022	1,000	-,044	,098
	7		-,022	,018	1,000	-,080	,036
7	1		-,047	,045	1,000	-,190	,096
	2		-,019	,074	1,000	-,252	,214
	3		-,022	,071	1,000	-,249	,204
	4		-,003	,038	1,000	-,123	,117
	5		,049	,037	1,000	-,067	,166
	6		,022	,018	1,000	-,036	,080
432-442	1	2	-,019	,052	1,000	-,183	,146
		3	-,004	,053	1,000	-,171	,164
		4	,023	,025	1,000	-,055	,101
		5	,042	,029	1,000	-,051	,135
		6	,055	,030	1,000	-,039	,149
		7	,062	,039	1,000	-,060	,185
	2	1	,019	,052	1,000	-,146	,183
		3	,015	,011	1,000	-,021	,051
		4	,042	,053	1,000	-,127	,210
		5	,061	,057	1,000	-,119	,241

	6	,073	,058	1,000	-,109	,256
	7	,081	,063	1,000	-,119	,281
	3 1	,004	,053	1,000	-,164	,171
	2	-,015	,011	1,000	-,051	,021
	4	,027	,051	1,000	-,133	,187
	5	,046	,054	1,000	-,126	,218
	6	,059	,056	1,000	-,118	,235
	7	,066	,061	1,000	-,128	,260
	4 1	-,023	,025	1,000	-,101	,055
	2	-,042	,053	1,000	-,210	,127
	3	-,027	,051	1,000	-,187	,133
	5	,019	,016	1,000	-,031	,070
	6	,032	,021	1,000	-,034	,098
	7	,039	,032	1,000	-,064	,142
	5 1	-,042	,029	1,000	-,135	,051
	2	-,061	,057	1,000	-,241	,119
	3	-,046	,054	1,000	-,218	,126
	4	-,019	,016	1,000	-,070	,031
	6	,013	,019	1,000	-,048	,073
	7	,020	,031	1,000	-,080	,120
	6 1	-,055	,030	1,000	-,149	,039
	2	-,073	,058	1,000	-,256	,109
	3	-,059	,056	1,000	-,235	,118
	4	-,032	,021	1,000	-,098	,034
	5	-,013	,019	1,000	-,073	,048
	7	,007	,016	1,000	-,042	,057
	7 1	-,062	,039	1,000	-,185	,060
	2	-,081	,063	1,000	-,281	,119
	3	-,066	,061	1,000	-,260	,128
	4	-,039	,032	1,000	-,142	,064
	5	-,020	,031	1,000	-,120	,080
	6	-,007	,016	1,000	-,057	,042
660-670	1 2	-,032	,058	1,000	-,216	,152
	3	-,013	,059	1,000	-,200	,174
	4	,041	,028	1,000	-,047	,128
	5	,008	,033	1,000	-,096	,112
	6	,047	,033	1,000	-,059	,152
	7	,052	,043	1,000	-,085	,189
	2 1	,032	,058	1,000	-,152	,216
	3	,019	,013	1,000	-,021	,059
	4	,073	,059	1,000	-,115	,261
	5	,040	,063	1,000	-,161	,242
	6	,079	,064	1,000	-,125	,283
	7	,084	,070	1,000	-,140	,307
	3 1	,013	,059	1,000	-,174	,200
	2	-,019	,013	1,000	-,059	,021
	4	,054	,056	1,000	-,125	,233
	5	,021	,061	1,000	-,171	,214
	6	,060	,062	1,000	-,138	,257
	7	,065	,068	1,000	-,152	,281

880-890	4	1	-.041	,028	1,000	-.128	,047
		2	-.073	,059	1,000	-.261	,115
		3	-.054	,056	1,000	-.233	,125
		5	-.033	,018	1,000	-.089	,024
		6	,006	,023	1,000	-.068	,080
		7	,011	,036	1,000	-.104	,126
	5	1	-.008	,033	1,000	-.112	,096
		2	-.040	,063	1,000	-.242	,161
		3	-.021	,061	1,000	-.214	,171
		4	,033	,018	1,000	-.024	,089
		6	,039	,021	1,000	-.029	,106
		7	,044	,035	1,000	-.068	,155
	6	1	-.047	,033	1,000	-.152	,059
		2	-.079	,064	1,000	-.283	,125
		3	-.060	,062	1,000	-.257	,138
		4	-.006	,023	1,000	-.080	,068
		5	-.039	,021	1,000	-.106	,029
		7	,005	,017	1,000	-.051	,060
	7	1	-.052	,043	1,000	-.189	,085
		2	-.084	,070	1,000	-.307	,140
		3	-.065	,068	1,000	-.281	,152
		4	-.011	,036	1,000	-.126	,104
		5	-.044	,035	1,000	-.155	,068
		6	-.005	,017	1,000	-.060	,051
	1	2	-.106	,052	,943	-.271	,058
		3	-.098	,053	1,000	-.265	,070
		4	,037	,025	1,000	-.041	,115
		5	,085	,029	,107	-.008	,179
		6	,100'	,030	,029	,005	,194
		7	,113	,039	,099	-.009	,236
	2	1	,106	,052	,943	-.058	,271
		3	,009	,011	1,000	-.027	,045
		4	,144	,053	,185	-.025	,312
		5	,192'	,057	,027	,012	,372
		6	,206'	,058	,015	,023	,389
		7	,220'	,063	,019	,020	,420
	3	1	,098	,053	1,000	-.070	,265
		2	-.009	,011	1,000	-.045	,027
		4	,135	,051	,204	-.025	,295
		5	,183'	,054	,028	,011	,355
		6	,197'	,056	,016	,020	,374
		7	,211'	,061	,021	,017	,405
	4	1	-.037	,025	1,000	-.115	,041
		2	-.144	,053	,185	-.312	,025
		3	-.135	,051	,204	-.295	,025
		5	,048	,016	,076	-.002	,099
		6	,062	,021	,084	-.004	,128
		7	,076	,032	,473	-.027	,179
	5	1	-.085	,029	,107	-.179	,008
		2	-.192'	,057	,027	-.372	-,012

	3	-,183°	,054	,028	-,355	-,011	
	4	-,048	,016	,076	-,099	,002	
	6	,014	,019	1,000	-,046	,075	
	7	,028	,031	1,000	-,072	,127	
6	1	-,100°	,030	,029	-,194	-,005	
	2	-,206°	,058	,015	-,389	-,023	
	3	-,197°	,056	,016	-,374	-,020	
	4	-,062	,021	,084	-,128	,004	
	5	-,014	,019	1,000	-,075	,046	
	7	,014	,016	1,000	-,036	,063	
7	1	-,113	,039	,099	-,236	,009	
	2	-,220°	,063	,019	-,420	-,020	
	3	-,211°	,061	,021	-,405	-,017	
	4	-,076	,032	,473	-,179	,027	
	5	-,028	,031	1,000	-,127	,072	
	6	-,014	,016	1,000	-,063	,036	
Control	1	2	-1,110E-16	,056	1,000	-,177	,177
		3	,014	,057	1,000	-,166	,194
		4	,018	,026	1,000	-,066	,102
		5	,030	,032	1,000	-,070	,130
		6	,039	,032	1,000	-,063	,140
		7	,041	,042	1,000	-,091	,172
	2	1	1,110E-16	,056	1,000	-,177	,177
		3	,014	,012	1,000	-,024	,053
		4	,018	,057	1,000	-,162	,199
		5	,030	,061	1,000	-,163	,223
		6	,039	,062	1,000	-,158	,235
		7	,041	,068	1,000	-,174	,255
	3	1	-,014	,057	1,000	-,194	,166
		2	-,014	,012	1,000	-,053	,024
		4	,004	,054	1,000	-,168	,176
		5	,016	,058	1,000	-,169	,201
		6	,024	,060	1,000	-,166	,214
		7	,026	,066	1,000	-,182	,234
	4	1	-,018	,026	1,000	-,102	,066
		2	-,018	,057	1,000	-,199	,162
		3	-,004	,054	1,000	-,176	,168
		5	,012	,017	1,000	-,043	,066
		6	,020	,022	1,000	-,051	,091
		7	,022	,035	1,000	-,088	,133
	5	1	-,030	,032	1,000	-,130	,070
		2	-,030	,061	1,000	-,223	,163
		3	-,016	,058	1,000	-,201	,169
		4	-,012	,017	1,000	-,066	,043
	6	,009	,021	1,000	-,057	,074	
	7	,011	,034	1,000	-,096	,118	
6	1	-,039	,032	1,000	-,140	,063	
	2	-,039	,062	1,000	-,235	,158	
	3	-,024	,060	1,000	-,214	,166	
	4	-,020	,022	1,000	-,091	,051	

	5	-,009	,021	1,000	-,074	,057
	7	,002	,017	1,000	-,051	,055
7	1	-,041	,042	1,000	-,172	,091
	2	-,041	,068	1,000	-,255	,174
	3	-,026	,066	1,000	-,234	,182
	4	-,022	,035	1,000	-,133	,088
	5	-,011	,034	1,000	-,118	,096
	6	-,002	,017	1,000	-,055	,051

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

Tabla 25. Datos detallados del análisis ANOVA con respecto a la respuesta galvánica de la piel por medio de los grupos en el tiempo.

ANALISIS ANCOVA REFERENTES A LOS DATOS DE FRECUENCIA CARDIACA Y GSR

Frecuencia cardiaca ANCOVA Grupo por tiempo detallado

Grupo			Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^b	95% Confidence Interval for Difference ^b	
						Lower Bound	Upper Bound
150-160	1	2	-,130	1,659	1,000	-5,373	5,113
		3	-,899	1,488	1,000	-5,601	3,803
		4	-1,982	1,624	1,000	-7,113	3,150
		5	-2,299	1,696	1,000	-7,657	3,059
		6	-2,855	1,526	1,000	-7,676	1,967
		7	-2,026	1,548	1,000	-6,917	2,866
	2	1	,130	1,659	1,000	-5,113	5,373
		3	-,769	,785	1,000	-3,248	1,710
		4	-1,852	,969	1,000	-4,915	1,210
		5	-2,169	1,239	1,000	-6,083	1,745
		6	-2,725	,874	,057	-5,488	,038
		7	-1,896	1,017	1,000	-5,111	1,319
	3	1	,899	1,488	1,000	-3,803	5,601
		2	,769	,785	1,000	-1,710	3,248
		4	-1,083	,641	1,000	-3,110	,944
		5	-1,400	,888	1,000	-4,207	1,408
		6	-1,956	,621	,051	-3,917	,006
		7	-1,126	,752	1,000	-3,502	1,249
	4	1	1,982	1,624	1,000	-3,150	7,113
		2	1,852	,969	1,000	-1,210	4,915
		3	1,083	,641	1,000	-,944	3,110
		5	-,317	,958	1,000	-3,345	2,712
		6	-,873	,693	1,000	-3,062	1,316
		7	-,044	,916	1,000	-2,940	2,853
	5	1	2,299	1,696	1,000	-3,059	7,657
		2	2,169	1,239	1,000	-1,745	6,083
		3	1,400	,888	1,000	-1,408	4,207
		4	,317	,958	1,000	-2,712	3,345
		6	-,556	,887	1,000	-3,358	2,246
		7	,273	1,035	1,000	-2,997	3,544

432-442	6	1	2,855	1,526	1,000	-1,967	7,676
		2	2,725	,874	,057	-,038	5,488
		3	1,956	,621	,051	-,006	3,917
		4	,873	,693	1,000	-1,316	3,062
		5	,556	,887	1,000	-2,246	3,358
		7	,829	,677	1,000	-1,311	2,970
		7	1	2,026	1,548	1,000	-2,866
	2	1,896	1,017	1,000	-1,319	5,111	
	3	1,126	,752	1,000	-1,249	3,502	
	4	,044	,916	1,000	-2,853	2,940	
	5	-,273	1,035	1,000	-3,544	2,997	
	6	-,829	,677	1,000	-2,970	1,311	
	1	2	4,114	1,544	,203	-,766	8,995
		3	1,891	1,385	1,000	-2,486	6,268
		4	1,360	1,512	1,000	-3,417	6,137
		5	1,491	1,578	1,000	-3,497	6,478
		6	1,377	1,420	1,000	-3,111	5,865
		7	,137	1,441	1,000	-4,417	4,690
		2	1	-4,114	1,544	,203	-8,995
	3	-2,224	,730	,070	-4,531	,084	
4	-2,755	,902	,068	-5,606	,096		
5	-2,624	1,153	,549	-6,267	1,020		
6	-2,738'	,814	,027	-5,310	-,166		
7	-3,978'	,947	,002	-6,971	-,985		
3	1	-1,891	1,385	1,000	-6,268	2,486	
	2	2,224	,730	,070	-,084	4,531	
	4	-,531	,597	1,000	-2,418	1,356	
	5	-,400	,827	1,000	-3,014	2,213	
	6	-,514	,578	1,000	-2,340	1,312	
	7	-1,754	,700	,307	-3,966	,457	
	4	1	-1,360	1,512	1,000	-6,137	3,417
2	2,755	,902	,068	-,096	5,606		
3	,531	,597	1,000	-1,356	2,418		
5	,131	,892	1,000	-2,688	2,950		
6	,017	,645	1,000	-2,021	2,055		
7	-1,223	,853	1,000	-3,919	1,473		
5	1	-1,491	1,578	1,000	-6,478	3,497	
	2	2,624	1,153	,549	-1,020	6,267	
	3	,400	,827	1,000	-2,213	3,014	
	4	-,131	,892	1,000	-2,950	2,688	
	6	-,114	,825	1,000	-2,722	2,494	
	7	-1,354	,963	1,000	-4,399	1,690	
	6	1	-1,377	1,420	1,000	-5,865	3,111
2	2,738'	,814	,027	,166	5,310		
3	,514	,578	1,000	-1,312	2,340		
4	-,017	,645	1,000	-2,055	2,021		
5	,114	,825	1,000	-2,494	2,722		
7	-1,240	,631	1,000	-3,233	,752		
7	1	-,137	1,441	1,000	-4,690	4,417	
	2	3,978'	,947	,002	,985	6,971	

	3	1,754	,700	,307	-,457	3,966
	4	1,223	,853	1,000	-1,473	3,919
	5	1,354	,963	1,000	-1,690	4,399
	6	1,240	,631	1,000	-,752	3,233
660-670	1 2	,714	1,544	1,000	-4,166	5,594
	3	,654	1,385	1,000	-3,723	5,030
	4	-,373	1,512	1,000	-5,150	4,403
	5	-,218	1,578	1,000	-5,206	4,770
	6	-,806	1,420	1,000	-5,294	3,682
	7	-1,734	1,441	1,000	-6,288	2,819
	2 1	-,714	1,544	1,000	-5,594	4,166
	3	-,060	,730	1,000	-2,368	2,248
	4	-1,087	,902	1,000	-3,938	1,764
	5	-,932	1,153	1,000	-4,575	2,712
	6	-1,520	,814	1,000	-4,092	1,052
	7	-2,448	,947	,251	-5,441	,545
	3 1	-,654	1,385	1,000	-5,030	3,723
	2	,060	,730	1,000	-2,248	2,368
	4	-1,027	,597	1,000	-2,914	,860
	5	-,872	,827	1,000	-3,485	1,742
	6	-1,460	,578	,293	-3,286	,366
	7	-2,388	,700	,023	-4,599	-,177
	4 1	,373	1,512	1,000	-4,403	5,150
	2	1,087	,902	1,000	-1,764	3,938
	3	1,027	,597	1,000	-,860	2,914
	5	,155	,892	1,000	-2,664	2,974
	6	-,433	,645	1,000	-2,470	1,605
	7	-1,361	,853	1,000	-4,057	1,335
	5 1	,218	1,578	1,000	-4,770	5,206
	2	,932	1,153	1,000	-2,712	4,575
	3	,872	,827	1,000	-1,742	3,485
	4	-,155	,892	1,000	-2,974	2,664
	6	-,588	,825	1,000	-3,196	2,020
	7	-1,516	,963	1,000	-4,561	1,528
	6 1	,806	1,420	1,000	-3,682	5,294
	2	1,520	,814	1,000	-1,052	4,092
	3	1,460	,578	,293	-,366	3,286
	4	,433	,645	1,000	-1,605	2,470
	5	,588	,825	1,000	-2,020	3,196
	7	-,928	,631	1,000	-2,921	1,064
	7 1	1,734	1,441	1,000	-2,819	6,288
	2	2,448	,947	,251	-,545	5,441
	3	2,388	,700	,023	,177	4,599
	4	1,361	,853	1,000	-1,335	4,057
	5	1,516	,963	1,000	-1,528	4,561
	6	,928	,631	1,000	-1,064	2,921
880-890	1 2	,541	1,598	1,000	-4,508	5,591
	3	1,976	1,433	1,000	-2,552	6,504
	4	1,194	1,564	1,000	-3,748	6,136
	5	2,388	1,633	1,000	-2,773	7,548

	6	1,941	1,469	1,000	-2,702	6,585
	7	2,311	1,491	1,000	-2,400	7,022
2	1	-,541	1,598	1,000	-5,591	4,508
	3	1,435	,756	1,000	-,953	3,823
	4	,653	,933	1,000	-2,297	3,602
	5	1,846	1,193	1,000	-1,923	5,616
	6	1,400	,842	1,000	-1,261	4,061
	7	1,770	,980	1,000	-1,326	4,867
3	1	-1,976	1,433	1,000	-6,504	2,552
	2	-1,435	,756	1,000	-3,823	,953
	4	-,782	,618	1,000	-2,734	1,170
	5	,411	,856	1,000	-2,293	3,116
	6	-,035	,598	1,000	-1,924	1,854
	7	,335	,724	1,000	-1,953	2,623
4	1	-1,194	1,564	1,000	-6,136	3,748
	2	-,653	,933	1,000	-3,602	2,297
	3	,782	,618	1,000	-1,170	2,734
	5	1,193	,923	1,000	-1,723	4,110
	6	,747	,667	1,000	-1,361	2,855
	7	1,117	,883	1,000	-1,672	3,907
5	1	-2,388	1,633	1,000	-7,548	2,773
	2	-1,846	1,193	1,000	-5,616	1,923
	3	-,411	,856	1,000	-3,116	2,293
	4	-1,193	,923	1,000	-4,110	1,723
	6	-,447	,854	1,000	-3,145	2,252
	7	-,076	,997	1,000	-3,226	3,074
6	1	-1,941	1,469	1,000	-6,585	2,702
	2	-1,400	,842	1,000	-4,061	1,261
	3	,035	,598	1,000	-1,854	1,924
	4	-,747	,667	1,000	-2,855	1,361
	5	,447	,854	1,000	-2,252	3,145
	7	,370	,652	1,000	-1,691	2,432
7	1	-2,311	1,491	1,000	-7,022	2,400
	2	-1,770	,980	1,000	-4,867	1,326
	3	-,335	,724	1,000	-2,623	1,953
	4	-1,117	,883	1,000	-3,907	1,672
	5	,076	,997	1,000	-3,074	3,226
	6	-,370	,652	1,000	-2,432	1,691
Control	1 2	1,578	1,544	1,000	-3,302	6,459
	3	1,890	1,385	1,000	-2,486	6,267
	4	1,648	1,512	1,000	-3,129	6,425
	5	1,263	1,578	1,000	-3,724	6,251
	6	2,086	1,420	1,000	-2,402	6,575
	7	1,739	1,441	1,000	-2,815	6,292
	2 1	-1,578	1,544	1,000	-6,459	3,302
	3	,312	,730	1,000	-1,996	2,620
	4	,070	,902	1,000	-2,781	2,920
	5	-,315	1,153	1,000	-3,959	3,328
	6	,508	,814	1,000	-2,064	3,080

	7	,160	,947	1,000	-2,832	3,153
3	1	-1,890	1,385	1,000	-6,267	2,486
	2	-,312	,730	1,000	-2,620	1,996
	4	-,242	,597	1,000	-2,129	1,645
	5	-,627	,827	1,000	-3,241	1,987
	6	,196	,578	1,000	-1,630	2,022
	7	-,152	,700	1,000	-2,363	2,060
4	1	-1,648	1,512	1,000	-6,425	3,129
	2	-,070	,902	1,000	-2,920	2,781
	3	,242	,597	1,000	-1,645	2,129
	5	-,385	,892	1,000	-3,204	2,434
	6	,439	,645	1,000	-1,599	2,476
	7	,091	,853	1,000	-2,605	2,787
5	1	-1,263	1,578	1,000	-6,251	3,724
	2	,315	1,153	1,000	-3,328	3,959
	3	,627	,827	1,000	-1,987	3,241
	4	,385	,892	1,000	-2,434	3,204
	6	,823	,825	1,000	-1,785	3,431
	7	,476	,963	1,000	-2,569	3,520
6	1	-2,086	1,420	1,000	-6,575	2,402
	2	-,508	,814	1,000	-3,080	2,064
	3	-,196	,578	1,000	-2,022	1,630
	4	-,439	,645	1,000	-2,476	1,599
	5	-,823	,825	1,000	-3,431	1,785
	7	-,348	,631	1,000	-2,340	1,645
7	1	-1,739	1,441	1,000	-6,292	2,815
	2	-,160	,947	1,000	-3,153	2,832
	3	,152	,700	1,000	-2,060	2,363
	4	-,091	,853	1,000	-2,787	2,605
	5	-,476	,963	1,000	-3,520	2,569
	6	,348	,631	1,000	-1,645	2,340

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

Tabla 26. Datos detallados del análisis ANCOVA con respecto a la frecuencia cardiaca por medio de los grupos en el tiempo.

Respuesta galvanica ANCOVA Grupo por tiempo detallado

Grupo	Mean Difference (I-J)			Std. Error	Sig. ^b	95% Confidence Interval for Difference ^b	
						Lower Bound	Upper Bound
150-160	1	2	,024	,061	1,000	-,169	,218
		3	,020	,062	1,000	-,176	,215
		4	,042	,029	1,000	-,050	,134
		5	,094	,034	,173	-,015	,203
		6	,065	,034	1,000	-,043	,173
		7	,040	,044	1,000	-,098	,179
	2	1	-,024	,061	1,000	-,218	,169
		3	-,005	,013	1,000	-,046	,037
		4	,018	,063	1,000	-,180	,216
		5	,070	,067	1,000	-,143	,282

	6	,040	,068	1,000	-,175	,256
	7	,016	,074	1,000	-,219	,251
	3 1	-,020	,062	1,000	-,215	,176
	2	,005	,013	1,000	-,037	,046
	4	,023	,059	1,000	-,165	,211
	5	,074	,064	1,000	-,128	,277
	6	,045	,066	1,000	-,164	,254
	7	,021	,072	1,000	-,208	,249
	4 1	-,042	,029	1,000	-,134	,050
	2	-,018	,063	1,000	-,216	,180
	3	-,023	,059	1,000	-,211	,165
	5	,052	,019	,158	-,008	,111
	6	,023	,024	1,000	-,053	,099
	7	-,002	,037	1,000	-,119	,116
	5 1	-,094	,034	,173	-,203	,015
	2	-,070	,067	1,000	-,282	,143
	3	-,074	,064	1,000	-,277	,128
	4	-,052	,019	,158	-,111	,008
	6	-,029	,022	1,000	-,100	,041
	7	-,054	,036	1,000	-,168	,061
	6 1	-,065	,034	1,000	-,173	,043
	2	-,040	,068	1,000	-,256	,175
	3	-,045	,066	1,000	-,254	,164
	4	-,023	,024	1,000	-,099	,053
	5	,029	,022	1,000	-,041	,100
	7	-,024	,018	1,000	-,081	,033
	7 1	-,040	,044	1,000	-,179	,098
	2	-,016	,074	1,000	-,251	,219
	3	-,021	,072	1,000	-,249	,208
	4	,002	,037	1,000	-,116	,119
	5	,054	,036	1,000	-,061	,168
	6	,024	,018	1,000	-,033	,081
432-442	1 2	-,018	,052	1,000	-,184	,147
	3	-,004	,053	1,000	-,171	,163
	4	,023	,025	1,000	-,056	,102
	5	,042	,029	1,000	-,051	,136
	6	,055	,029	1,000	-,037	,147
	7	,062	,037	1,000	-,056	,181
	2 1	,018	,052	1,000	-,147	,184
	3	,015	,011	1,000	-,021	,050
	4	,041	,053	1,000	-,128	,211
	5	,061	,057	1,000	-,121	,242
	6	,073	,058	1,000	-,111	,258
	7	,081	,063	1,000	-,120	,282
	3 1	,004	,053	1,000	-,163	,171
	2	-,015	,011	1,000	-,050	,021
	4	,027	,051	1,000	-,134	,187
	5	,046	,055	1,000	-,127	,219
	6	,059	,056	1,000	-,120	,237
	7	,066	,062	1,000	-,129	,261

	4	1	-,023	,025	1,000	-,102	,056
		2	-,041	,053	1,000	-,211	,128
		3	-,027	,051	1,000	-,187	,134
		5	,019	,016	1,000	-,032	,070
		6	,032	,020	1,000	-,033	,097
		7	,039	,032	1,000	-,061	,140
	5	1	-,042	,029	1,000	-,136	,051
		2	-,061	,057	1,000	-,242	,121
		3	-,046	,055	1,000	-,219	,127
		4	-,019	,016	1,000	-,070	,032
		6	,013	,019	1,000	-,047	,073
		7	,020	,031	1,000	-,078	,118
	6	1	-,055	,029	1,000	-,147	,037
		2	-,073	,058	1,000	-,258	,111
		3	-,059	,056	1,000	-,237	,120
		4	-,032	,020	1,000	-,097	,033
		5	-,013	,019	1,000	-,073	,047
		7	,008	,015	1,000	-,041	,056
	7	1	-,062	,037	1,000	-,181	,056
		2	-,081	,063	1,000	-,282	,120
		3	-,066	,062	1,000	-,261	,129
		4	-,039	,032	1,000	-,140	,061
		5	-,020	,031	1,000	-,118	,078
		6	-,008	,015	1,000	-,056	,041
660-670	1	2	-,026	,059	1,000	-,212	,160
		3	-,005	,059	1,000	-,193	,183
		4	,043	,028	1,000	-,045	,132
		5	,012	,033	1,000	-,093	,117
		6	,054	,033	1,000	-,050	,158
		7	,063	,042	1,000	-,071	,196
	2	1	,026	,059	1,000	-,160	,212
		3	,022	,013	1,000	-,018	,061
		4	,070	,060	1,000	-,121	,260
		5	,038	,064	1,000	-,166	,242
		6	,081	,065	1,000	-,127	,288
		7	,089	,071	1,000	-,137	,315
	3	1	,005	,059	1,000	-,183	,193
		2	-,022	,013	1,000	-,061	,018
		4	,048	,057	1,000	-,133	,229
		5	,017	,061	1,000	-,178	,212
		6	,059	,063	1,000	-,142	,260
		7	,068	,069	1,000	-,152	,287
	4	1	-,043	,028	1,000	-,132	,045
		2	-,070	,060	1,000	-,260	,121
		3	-,048	,057	1,000	-,229	,133
		5	-,031	,018	1,000	-,089	,026
		6	,011	,023	1,000	-,062	,084
		7	,020	,036	1,000	-,093	,133
	5	1	-,012	,033	1,000	-,117	,093
		2	-,038	,064	1,000	-,242	,166

	3	-.017	,061	1,000	-.212	,178
	4	,031	,018	1,000	-.026	,089
	6	,042	,021	1,000	-.025	,110
	7	,051	,035	1,000	-.059	,161
	6 1	-.054	,033	1,000	-.158	,050
	2	-.081	,065	1,000	-.288	,127
	3	-.059	,063	1,000	-.260	,142
	4	-.011	,023	1,000	-.084	,062
	5	-.042	,021	1,000	-.110	,025
	7	,009	,017	1,000	-.046	,063
	7 1	-.063	,042	1,000	-.196	,071
	2	-.089	,071	1,000	-.315	,137
	3	-.068	,069	1,000	-.287	,152
	4	-.020	,036	1,000	-.133	,093
	5	-.051	,035	1,000	-.161	,059
	6	-.009	,017	1,000	-.063	,046
880-890	1 2	-.106	,052	,960	-.271	,059
	3	-.097	,053	1,000	-.265	,070
	4	,037	,025	1,000	-.041	,116
	5	,086	,029	,107	-.008	,179
	6	,100'	,029	,023	,008	,192
	7	,114	,037	,074	-.005	,232
	2 1	,106	,052	,960	-.059	,271
	3	,009	,011	1,000	-.026	,044
	4	,144	,053	,196	-.026	,313
	5	,192'	,057	,029	,010	,373
	6	,206'	,058	,016	,022	,390
	7	,220'	,063	,020	,019	,421
	3 1	,097	,053	1,000	-.070	,265
	2	-.009	,011	1,000	-.044	,026
	4	,135	,051	,209	-.026	,295
	5	,183'	,055	,029	,010	,356
	6	,197'	,056	,018	,019	,376
	7	,211'	,062	,023	,016	,406
	4 1	-.037	,025	1,000	-.116	,041
	2	-.144	,053	,196	-.313	,026
	3	-.135	,051	,209	-.295	,026
	5	,048	,016	,080	-.003	,099
	6	,062	,020	,071	-.002	,127
	7	,076	,032	,400	-.024	,177
	5 1	-.086	,029	,107	-.179	,008
	2	-.192'	,057	,029	-.373	-.010
	3	-.183'	,055	,029	-.356	-.010
	4	-.048	,016	,080	-.099	,003
	6	,014	,019	1,000	-.046	,074
	7	,028	,031	1,000	-.070	,126
	6 1	-.100'	,029	,023	-.192	-.008
	2	-.206'	,058	,016	-.390	-.022
	3	-.197'	,056	,018	-.376	-.019
	4	-.062	,020	,071	-.127	,002

	5	-.014	,019	1,000	-,074	,046
	7	,014	,015	1,000	-,035	,062
	7 1	-,114	,037	,074	-,232	,005
	2	-,220	,063	,020	-,421	-,019
	3	-,211	,062	,023	-,406	-,016
	4	-,076	,032	,400	-,177	,024
	5	-,028	,031	1,000	-,126	,070
	6	-,014	,015	1,000	-,062	,035
Control	1 2	-,003	,056	1,000	-,181	,175
	3	,010	,057	1,000	-,170	,190
	4	,017	,027	1,000	-,067	,102
	5	,028	,032	1,000	-,072	,129
	6	,035	,031	1,000	-,064	,134
	7	,035	,040	1,000	-,093	,163
	2 1	,003	,056	1,000	-,175	,181
	3	,013	,012	1,000	-,025	,051
	4	,020	,058	1,000	-,162	,203
	5	,031	,062	1,000	-,164	,226
	6	,038	,063	1,000	-,160	,236
	7	,038	,068	1,000	-,178	,254
	3 1	-,010	,057	1,000	-,190	,170
	2	-,013	,012	1,000	-,051	,025
	4	,007	,054	1,000	-,166	,180
	5	,018	,059	1,000	-,169	,204
	6	,025	,061	1,000	-,167	,217
	7	,025	,066	1,000	-,185	,235
	4 1	-,017	,027	1,000	-,102	,067
	2	-,020	,058	1,000	-,203	,162
	3	-,007	,054	1,000	-,180	,166
	5	,011	,017	1,000	-,044	,066
	6	,018	,022	1,000	-,052	,088
	7	,018	,034	1,000	-,090	,126
	5 1	-,028	,032	1,000	-,129	,072
	2	-,031	,062	1,000	-,226	,164
	3	-,018	,059	1,000	-,204	,169
	4	-,011	,017	1,000	-,066	,044
	6	,007	,020	1,000	-,058	,071
	7	,007	,033	1,000	-,098	,112
	6 1	-,035	,031	1,000	-,134	,064
	2	-,038	,063	1,000	-,236	,160
	3	-,025	,061	1,000	-,217	,167
	4	-,018	,022	1,000	-,088	,052
	5	-,007	,020	1,000	-,071	,058
	7	,000	,017	1,000	-,052	,053
	7 1	-,035	,040	1,000	-,163	,093
	2	-,038	,068	1,000	-,254	,178
	3	-,025	,066	1,000	-,235	,185
	4	-,018	,034	1,000	-,126	,090
	5	-,007	,033	1,000	-,112	,098
	6	,000	,017	1,000	-,053	,052

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

Tabla 27. Datos detallados del análisis ANCOVA con respecto a la respuesta galvánica de la piel por medio de los grupos en el tiempo.

ANEXO 8

RESULTADOS ANÁLISIS DE DATOS POR MEDIO DEL ESTADÍSTICO ANCOVA PRUEBA SAM

En este anexo se presentan los datos y tablas del análisis ANCOVA realizado para las pruebas psicométricas SAM. Obteniendo como resultados los valores promedio y de significancia para cada una de las dimensiones trabajadas: valencia, activación y Dominancia.

Valencia

Grupo		Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
150-160	1	5,265 ^a	,672	3,925	6,606
	2	5,194 ^a	,666	3,865	6,522
432-442	1	5,332 ^a	,672	3,991	6,673
	2	4,927 ^a	,666	3,598	6,256
660-670	1	5,465 ^a	,672	4,125	6,806
	2	4,127 ^a	,666	2,798	5,456
880-890	1	4,999 ^a	,672	3,658	6,340
	2	4,794 ^a	,666	3,465	6,122
Control	1	6,405 ^a	,673	5,063	7,747
	2	6,425 ^a	,667	5,095	7,755

Nota: a = Co-variables evaluadas: Sexo = ,52.

Tabla 28 Datos promedios analizados del SAM con respecto a la valencia de los sujetos, por medio de un análisis ANCOVA, mirando el comportamiento de cada uno de los grupos por los pulsos.

Arousal

Grupo		Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
150-160	1	4,799 ^a	,608	3,586	6,011
	2	4,807 ^a	,608	3,595	6,019
432-442	1	6,132 ^a	,608	4,919	7,345
	2	3,673 ^a	,608	2,462	4,885
660-670	1	4,199 ^a	,608	2,986	5,411
	2	5,140 ^a	,608	3,928	6,352
880-890	1	4,799 ^a	,608	3,586	6,011
	2	5,873 ^a	,608	4,662	7,085

Control	1	3,405 ^a	,609	2,191	4,619
	2	3,373 ^a	,608	2,160	4,586

Nota: a = Co-variables evaluadas: Sexo = ,52.

Tabla 29 Datos promedios analizados del SAM con respecto a la activación de los sujetos, por medio de un análisis ANCOVA, mirando el comportamiento de cada uno de los grupos por los pulsos.

Dominancia

Grupo		Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
150-160	1	6,939 ^a	,548	5,846	8,032
	2	5,470 ^a	,622	4,228	6,711
432-442	1	5,539 ^a	,548	4,446	6,632
	2	5,803 ^a	,622	4,561	7,044
660-670	1	5,806 ^a	,548	4,713	6,899
	2	6,070 ^a	,622	4,828	7,311
880-890	1	5,606 ^a	,548	4,513	6,699
	2	4,270 ^a	,622	3,028	5,511
Control	1	4,577 ^a	,549	3,482	5,671
	2	4,589 ^a	,623	3,346	5,831

Nota: a = Co-variables evaluadas: Sexo = ,52.

Tabla 30 Datos promedios analizados del SAM con respecto a la dominancia de los sujetos, por medio de un análisis ANCOVA, mirando el comportamiento de cada uno de los grupos por los pulsos.

Valencia grupo por tiempo detallado

Grupo			Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^a	95% Confidence Interval for Difference ^a	
						Lower Bound	Upper Bound
150-160	1	2	,072	,686	,917	-1,298	1,441
	2	1	-,072	,686	,917	-1,441	1,298
432-442	1	2	,405	,686	,557	-,964	1,774
	2	1	-,405	,686	,557	-1,774	,964
660-670	1	2	1,338	,686	,055	-,031	2,708
	2	1	-1,338	,686	,055	-2,708	,031
880-890	1	2	,205	,686	,766	-1,164	1,574
	2	1	-,205	,686	,766	-1,574	1,164
Control	1	2	-,020	,687	,977	-1,391	1,351
	2	1	,020	,687	,977	-1,351	1,391

a. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

Tabla 31 Datos significativos analizados del SAM con respecto a la valencia de los sujetos, por medio de un análisis ANCOVA, mirando el comportamiento de cada uno de los grupos por los pulsos.

Arousal grupo por tiempo detallado

Grupo			Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^b	95% Confidence Interval for Difference ^a	
						Lower Bound	Upper Bound
150-160	1	2	-,008	,745	,991	-1,495	1,479
	2	1	,008	,745	,991	-1,479	1,495
432-442	1	2	2,459*	,745	,002	,972	3,945
	2	1	-2,459*	,745	,002	-3,945	-,972
660-670	1	2	-,941	,745	,211	-2,428	,545
	2	1	,941	,745	,211	-,545	2,428
880-890	1	2	-1,075	,745	,154	-2,562	,412
	2	1	1,075	,745	,154	-,412	2,562
Control	1	2	,032	,746	,966	-1,456	1,521
	2	1	-,032	,746	,966	-1,521	1,456

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

Tabla 32 Datos significativos analizados del SAM con respecto a la activación de los sujetos, por medio de un análisis ANCOVA, mirando el comportamiento de cada uno de los grupos por los pulsos.

Dominancia grupo por tiempo detallado

Grupo			Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. ^b	95% Confidence Interval for Difference ^a	
						Lower Bound	Upper Bound
150-160	1	2	1,470*	,601	,017	,270	2,669
	2	1	-1,470*	,601	,017	-2,669	-,270
432-442	1	2	-,264	,601	,662	-1,463	,936
	2	1	,264	,601	,662	-,936	1,463
660-670	1	2	-,264	,601	,662	-1,463	,936
	2	1	,264	,601	,662	-,936	1,463
880-890	1	2	1,336*	,601	,030	,137	2,536
	2	1	-1,336*	,601	,030	-2,536	-,137
Control	1	2	-,012	,602	,984	-1,212	1,189
	2	1	,012	,602	,984	-1,189	1,212

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

b. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

Tabla 33 Datos significativos analizados del SAM con respecto a la dominancia de los sujetos, por medio de un análisis ANCOVA, mirando el comportamiento de cada uno de los grupos por los pulsos.

Anexo Digital 1:

Anexo digital 1.PDF

Anexo Digital 2:

Anexo Digital 2.PDF

Estos anexos se encuentran en el DVD correspondiente al proyecto de grado.

