



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESCUELA DE FÍSICA Y MATEMÁTICA**

**CARRERA DE BIOFÍSICA**

**“UN ESTUDIO PILOTO PARA EXAMINAR LOS EFECTOS DE PULSOS  
BINAURALES SOBRE LA FLUIDEZ VERBAL”**

**TESIS DE GRADO**

Previa la obtención del título de:

**BIOFÍSICO**

**AUTOR: LÓPEZ ÁGUILA MARCO ANTONIO**

**TUTOR: DR. RICHARD PACHACAMA**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2015**

**NOMBRE**

**FIRMA**

**FECHA**

---

Dra. Nancy Veloz

**Decano Facultad de Ciencias**

---

Dra. Jenny Orbe

**Dra. Esc. de Física y Matemática**

---

Dr. Richard Pachacama

**Director de Tesis**

---

Dr. Robert Cazar

**Miembro del Tribunal**

---

COORDINADOR SISBIB ESPOCH

---

**Nota de la Tesis Escrita**

---

Yo, Marco Antonio López Águila, soy responsable de las ideas, propuestas, conclusiones y resultados presentes en el interior de esta Tesis de grado y su patrimonio intelectual pertenece a la “ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO”.

Marco Antonio López Águila

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

AM	Amplitud modulada
CD	Compact Disc
EEG	Electroencefalograma
FFR	Frecuencia después de la respuesta
FM	Frecuencia modulada
gl	grados de libertad
Hz	Hertz
M	media
N	Número de participantes
p	Probabilidad de que ocurra un evento
SD	desviación típica
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Sciences</i>
t	valor estadístico de la prueba t-test para dos muestras relacionadas
TMI	The Institute Monroe
T-test	Prueba <i>t</i> de Student
USFQ	Universidad San Francisco de Quito
VAMS	Visual Analogue Mood Scale

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	i
ABSTRACT.....	ii
INTRODUCCIÓN.....	iii
ANTECEDENTES.....	iv
JUSTIFICACIÓN.....	vi
OBJETIVOS.....	vii
<b>CAPÍTULO I</b>	
1. <b>MARCO TEORICO</b> .....	1
1.1. <b>Pulsos binaurales</b> .....	1
1.2. <b>Efectos neurofisiológicos</b> .....	2
1.3. <b>Comparación con los pulsos monoaurales</b> .....	6
1.4. <b>Atención: vigilia y estado de ánimo subjetivo</b> .....	7
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>PARTE EXPERIMENTAL</b> .....9	
2. <b>Tipo De Estudio</b> .....	9
2.1. <i>Métodos Y Técnicas</i> .....	10
2.1.1. <i>Procedimiento</i> .....	10
2.2. <b>Participantes</b> .....	12
2.2.1. <i>Criterios de selección</i> .....	12

2.2.2. <i>Riesgos y beneficios de los participantes</i> .....	13
2.2.3. <i>Ventajas potenciales de la sociedad</i> .....	14
2.2.4. <i>Consentimiento informado</i> .....	14
2.3. <b>Recolección de datos</b> .....	15
2.3.1. <i>Tabulación y análisis</i> .....	15
2.3.2. <i>Publicación de datos</i> .....	16
2.4. <b>Implicaciones éticas</b> .....	16
 <b>CAPÍTULO III</b>	
3. <b>LÍNEA DE INVESTIGACIÓN</b> .....	17
3.1. <b>Cálculos</b> .....	17
3.2. <b>Análisis de datos</b> .....	17
3.3. <b>Fidelidad del proceso</b> .....	18
3.4. <b>Resultados</b> .....	18
3.4.1. <i>Prueba t-test 1 de fluidez verbal test de categorías</i> .....	18
3.4.2. <i>Prueba t-test 2 de fluidez verbal test de fluidez fonética</i> .....	19
3.4.3. <i>Prueba t-test 3 de fluidez verbal test de fluidez de diseños</i> .....	19
3.4.4. <i>Prueba t-test 4 de fluidez verbal test de usos alternativos</i> .....	20
3.4.5. <i>Prueba t-test 5 de fluidez verbal test de VAMS</i> .....	21
3.5. <b>Propuesta</b> .....	22
3.6. <b>Discusión de resultados</b> .....	22
<b>CONCLUSIONES</b> .....	25
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	26

**BIBLIOGRAFÍA.....27**

**ANEXOS.....31**

## RESUMEN

Se examinó la relación entre la exposición a Pulsos Binaurales con frecuencia theta (6 Hz) y el desempeño en la fluidez verbal. Esta investigación se llevó a cabo en el Colegio de Ciencias Sociales y Humanidades de la Universidad San Francisco de Quito, en la ciudad de Quito.

La estrategia global de investigación está compuesto por medidas repetidas, doble ciego, y de diseño experimental crossover. Se experimentó con 12 participantes, todos ellos estudiantes de la Universidad San Francisco de Quito; se tomó dos condiciones, siendo una de estas de control.

Los pulsos binaurales fueron creados usando el software Audacity. Los resultados esperados del estudio propuesto se identifican y discuten efectivamente tomadas de la investigación. Los resultados indicaron que la media de los participantes que reaccionaron con una respuesta de miedo mientras escuchaban los pulsos binaurales fue de  $M=12.42$ ,  $SD=13.480$  y la media para la condición de control fue  $M=4.75$ ,  $SD=4.595$ . El valor de  $t=2.246$  y  $p=0.046$  están dentro del intervalo de confianza,  $p<0.05$ . El experimento sugiere que al exponerse a pulsos binaurales con frecuencia theta de 6 Hz puede causar cambios en el estado de ánimo, específicamente el participante se siente más asustado. Se recomienda que se realice un experimento análogo con medición por neuroimagen como EEG para una más eficiente obtención de resultados.

## **ABSTRACT**

The relationship between the exposure on Binaural Beats with theta frequency (6 Hz) and performance on verbal fluency was examined. This research was conducted at the Colegio de Ciencias Sociales y Humanidades de la Universidad San Francisco de Quito, Quito.

The overall research strategy consists of repeated measures, double-blind, and crossover experimental design. We experiment with 12 participants were experimented, all students from Universidad San Francisco de Quito; two conditions were taken one of those was control. Binaural Beats were created using Audacity software. The expected results of the proposed study are identified and discussed actually, taken from the research. The results indicated that the average of the participants who reacted about a fear response while listening to the binaural beats was:  $M=12.42$ ,  $SD=13.480$  and the average for the control condition was:  $M=4.75$ ,  $SD=4.595$ . The measure  $t=2.246$  and  $p=0.046$  are within the limit,  $p<0.05$ . The experiment suggests that the exposition on Binaural Beats with theta frequency 6 Hz can change in mood, specifically the participant feels scared. It is recommended that a similar experiment with neuroimaging measuring as EEG for obtaining more efficient outcome.

# INTRODUCCIÓN

Este trabajo es resultado final de una colaboración entre la Escuela superior Politécnica de Chimborazo y la Universidad San Francisco de Quito para la obtención del título de Biofísico. La Biofísica para el entendimiento de muchos se encarga del estudio del comportamiento de la materia viva y sistemas vivos obedeciendo a las leyes de la naturaleza siendo por definición la Física en el intento de explicar la vida en el universo. Para mayor claridad, el autor de la siguiente propuesta tiene la intención de trabajar en el campo de la investigación de la conciencia durante su carrera futura. Para complementar sus metas educativas y profesionales, este trabajo consistirá en una propuesta de estudio de investigación cuantitativa, el objetivo de examinar la relación entre la exposición a theta binaural beats y la cognición. Esto es porque dado que la Biofísica se encarga de estudiar la vida solamente los sistemas vivos son capaces de reconocerse, y solamente ellos poseen conciencia (claro esto podría cambiar un poco dependiendo como avanza la investigación en el campo de la inteligencia artificial), y la mente es un sistema que le corresponde a las ciencias naturales como es la Física en su forma Biofísica por lo que en este estudio se combinan campos como la neuropsicología y la psicoacústica.

Una exhaustiva investigación de los estudios hallados sobre la sincronización de ondas cerebrales se propondrá en la literatura (Capítulo 1). La estrategia global de investigación y la neuropsicología experimental también se discutirá (capítulo 2); esta estrategia se compone de unas medidas repetidas, doble ciego, de diseño experimental crossover. Más allá de esto, los resultados esperados del estudio propuesto se identificarán y discutirán (Capítulo 3.4 - 3.6).

Para dar al lector algunos antecedentes, los Pulsos Binaurales son "respuestas auditivas del tronco cerebral" generados cuando los tonos de dos frecuencias diferentes se reproducen a través de auriculares estéreo para que una frecuencia diferente se escuche en cada oreja (Padmanabhan, R. 2005. pp 874-

877).

Cuando una persona escucha Pulsos Binaurales dentro de un rango de frecuencia particular, sus ondas cerebrales tienden a sincronizarse con ese rango de frecuencias. Este proceso a menudo se llama sincronización de onda cerebral. (HUANG, Tina. 2008. (paper))

Más adelante se tomarán estudios reales, disponibles en la bibliografía, sobre el estudio de la sincronización de ondas cerebrales, sin embargo es muy poco el avance, se espera poder contar en el futuro con dispositivos especiales que empleen la psicoacústica para resolver problemas de salud mental, y este estudio es una pequeña contribución para su desarrollo.

## **ANTECEDENTES**

La revisión bibliográfica y documental, permitirá hallar un conjunto de resultados que serán ordenados en orden cronológico, las cuales guardarán relación con las variables propuestas.

El esquema de selección será heurístico, mediante los métodos de la investigación científica.

1. 1893: El físico alemán Heinrich Wilhelm Dove (1803–1879) descubre el fenómeno de sincronización. (Filimon R. C., 2010. pp 106. (paper)).
2. 1957: George von Békésy encontró por observación visual directa de que un sonido de una determinada frecuencia hará que el abultamiento de la membrana basilar sea más perceptible en un cierto lugar. (OSTER, G., 1973. pp. 94-102. (paper))

3. 1958: Se funda The Institute Monroe por Robert Allan Monroe (1915-1995) ex-locutor de radio, en California; primera organización en dedicarse al estudio y promoción de los pulsos binaurales. El TMI se auto-describe como: "Una organización educativa y de investigación dedicado a la premisa de que la conciencia contiene soluciones definitivas a las preguntas de la experiencia humana. Una mayor comprensión de dicha conciencia se puede lograr a través de esfuerzos coordinados de investigación con un enfoque interdisciplinario". (TUROW, Gabe. 2005. pp 51-69)

En sus experimentos, Monroe demostró que ciertos sonidos pueden ser mezclados y su resultado modificará la actividad cerebral, lo que provocó un cambio en el estado de ánimo de la persona desde la relajación profunda o sueño a estados de conciencia expandida. (R.C. Filimon, 2010. pp 106. (paper))

4. 1959: En experimentos con gatos, Robert Galambos demostró que los clics fuertes al estimular ambos oídos y generan impulsos nerviosos que se encuentran en el núcleo olivar superior.
5. 1960: Aparece su relevancia en el campo comercial.
6. 1973: La primera respuesta a los efectos de los pulsos binaurales, detalladas por el biofísico americano Oster G. (1918-1993) (OSTER, G., pp. 94-102. (paper)), publicados en la revista Scientific American.
7. 1975: Monroe desarrolló la tecnología Hemi-Sync. (Filimon, R.C., 2010. pp 106. (paper))
8. 1990: Foster D. S. hace una distinción entre biofeedback y pulsos binaurales: "El biofeedback de ondas alfa es considerado una autoregulación de la conciencia mientras

que la estimulación por frecuencias de pulsos binaurales es considerada una regulación de la consciencia". (BUDZYNSKI, Thomas. 2006. pp. 7-8. (paper))

## **JUSTIFICACIÓN**

En el presente estudio se comprueba la hipótesis de que la fluidez verbal puede ser influenciada por los pulsos binaurales, un proceso de sincronización de ondas cerebrales. El objetivo será investigar si los pulsos binaurales afectan fluidez verbal. Los pulsos serán creados con frecuencias de ondas beta. Los participantes llenarán test psicométricos como forma de medir los resultados.

Esta investigación es parte del campo de la Neurociencia cognitiva y al Psicoacústica, su importancia reside en la evidencia de la potencialidad de la ciencia física para buscar explicaciones de fenómenos que se asocian al cerebro en especial al comportamiento cognitivo que son los mecanismos biológicos subyacentes a la cognición; gracias al desarrollo de la neurociencia con un enfoque específico en los sustratos neurales de los procesos mentales y sus manifestaciones conductuales. Se pretende explicar cómo los procesos psicológicos se desarrollan en las redes neuronales. Por otro lado la Neurotecnología desarrolla herramientas que permiten analizar e influir sobre el sistema nervioso, por ejemplo los sistemas de Electroencefalografía. También se encarga de desarrollar herramientas informáticas para simulación de los distintos procesos neuropsicológicos, aspecto que será aprovechado para aplicar el principio de sincronización a las ondas cerebrales.

Se espera llevar a cabo la comprobación de la teoría de sincronización de ondas cerebrales mediante los pulsos binaurales sobre un grupo de sujetos sanos.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General:**

- Evaluar a un grupo de estudiantes a través de pruebas neuropsicológicas para determinar si escuchando pulsos binaurales se puede mejorar el rendimiento de las tareas cognitivas.

En caso de tener resultados favorables, la investigación nos mostraría que se puede mejorar las aptitudes cognitivas de las personas escuchando pulsos binaurales, esto nos daría un aporte positivo a la teoría y en el futuro se podría dar recomendaciones para estudios posteriores dirigidos a la aplicación del experimento.

### **Objetivos Específicos:**

- Identificar si al escuchar pulsos binaurales se puede mejorar el rendimiento en las tareas de iniciación verbal (tareas de fluidez verbal).

- Identificar si al escuchar pulsos binaurales se puede mejorar el rendimiento en las tareas de creatividad verbal (tareas alternativas).

# CAPÍTULO I

## 1. MARCO TEÓRICO

### 1.1. Pulsos Binaurales

Se ha encontrado que cuando el cerebro es sometido a un impulso visual, sonoro o eléctrico, tiene una tendencia natural a sincronizarse con el impulso transmitido. El fenómeno se llama frecuencia-Después de Respuesta (FFR). (FILIMON, R.C. 2010. pp 106. (paper))

La experiencia consiste en oír un tono con cierta frecuencia dada por un oído, y por el otro escuchar un tono con una frecuencia diferente, originando un tercer tono con frecuencia resultante como la diferencia de las anteriores.

Los pulsos binaurales son mejor percibidos cuando la frecuencia portadora es de 440 Hz, por encima de esa frecuencia se vuelven menos percibirles y superior a aproximadamente 1000 Hz desaparezan por completo. (OSTER, G., pp. 94-102. (paper))

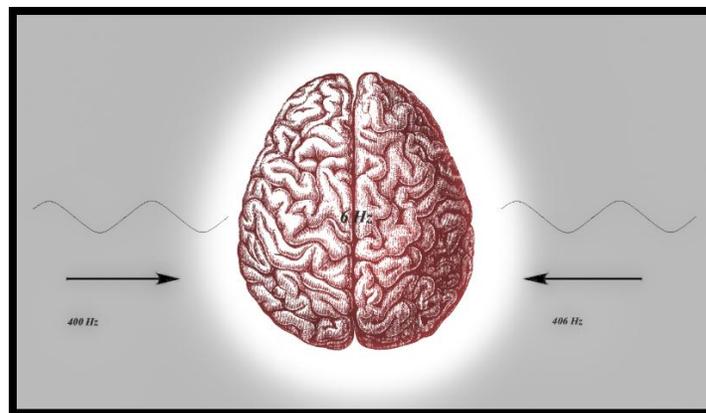
## 1.2. Efectos neurofisiológicos:

Entonces se produce una respuesta auditiva en el tronco cerebral que se origina en el núcleo olivar superior de cada hemisferio (centro de procesamiento de sonido). (BUDZYNSKI, Thomas. 2006. pp. 7-8) Un fenómeno similar ocurre cuando las señales auditivas de similares frecuencia se presentan por separado a la oreja izquierda y la derecha a través auriculares estéreo. (LANE, J., et.al. 1998. pp 249-252.) Este ritmo binaural no se escucha en el sentido ordinario de la palabra (el rango de la audición humana es de 20-20.000 Hz). Se percibe como un latido auditivo y, teóricamente, puede ser utilizado para arrastrar los ritmos neuronales específicos. Por lo tanto, es teóricamente posible utilizar una frecuencia por pulsos binaurales específicos como una técnica de gestión de la conciencia para arrastrar un ritmo cortical específico.

Son de hecho un mensaje subliminal auditivo, porque no pueden ser captados por el oído humano y se perciben inconscientemente a nivel cerebral. (FILIMON, R.C. 2010. pp 106. (paper))

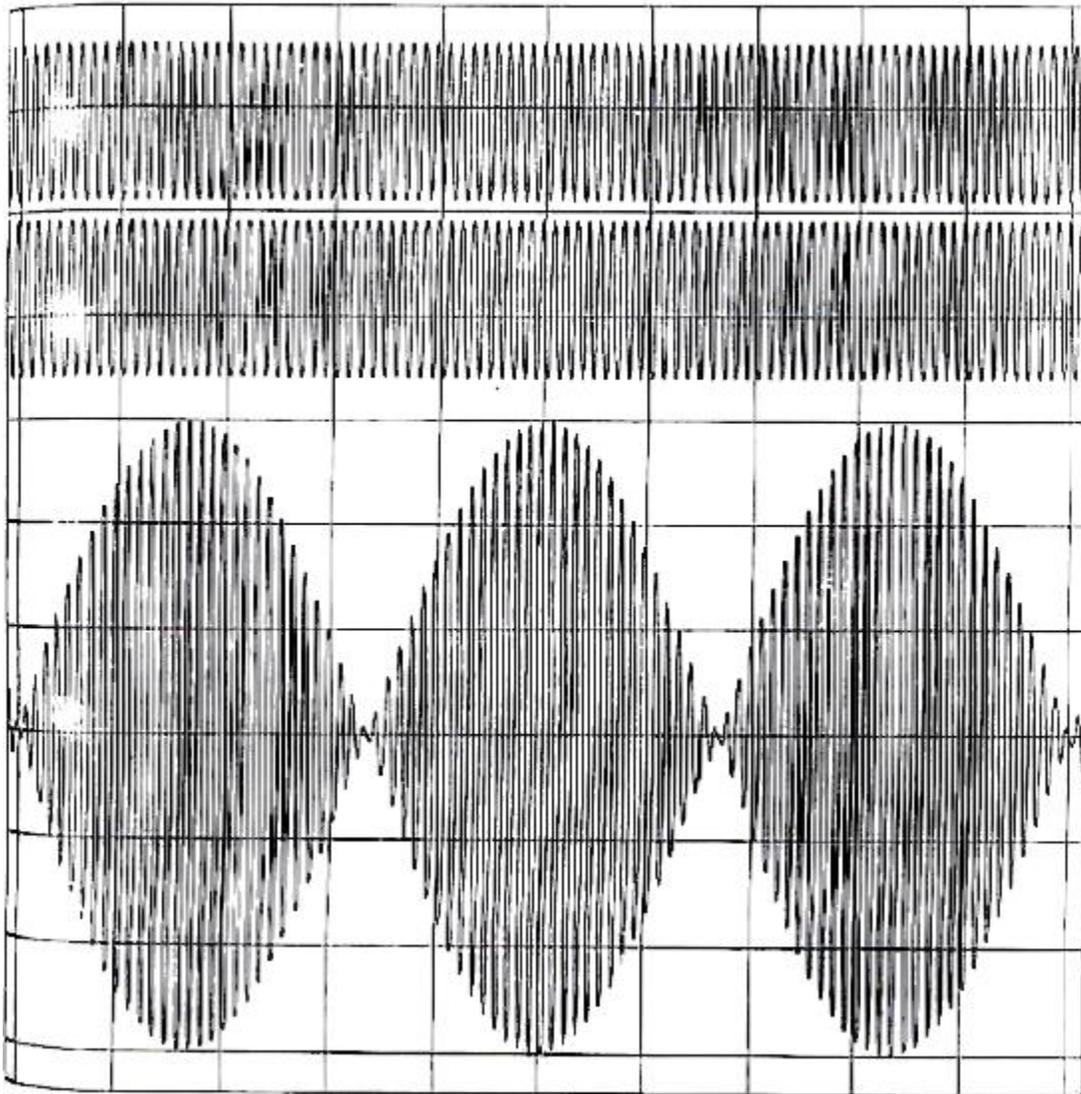
Por ejemplo, si un sonido de frecuencia de 510 Hz se libera en la oreja derecha y el otro de 500 Hz se lanza simultáneamente en la oreja izquierda, la diferencia de 10 Hz será percibida y decodificada por el cerebro, que a su vez se estimuló como una reacción al nuevo sonido generado (Fig. 1, 2). (FILIMON, R.C. 2010. pp 106. (paper))

**Fig. 1: Representación gráfica de los pulsos binaurales**



Realizado por: Marco López

**Fig. 2: Representación Oscilatoria de los pulsos binaurales**



**Fuente:** Oster, G., 1973. Auditory beats in the brain.

Las gráficas de la figura 2 representan combinación de dos ondas sinusoidales para producir pulsos en esta ilustración basada en trazas de un osciloscopio. Las dos ondas en la parte superior son ligeramente diferentes de la frecuencia, y cuando se combinan, la onda resultante en la parte inferior varía lentamente en amplitud. Las variaciones son latidos y se perciben acústicamente como modulaciones en la intensidad. Si las dos señales se presentaron por separado a cada oído, los pulsos binaurales serían percibidos. Estos difieren en carácter de los pulsos monoaurales, o normales, ya que se generan dentro del cerebro. (OSTER, G., pp. 94-102. (paper))

Escuchando los latidos binaurales produce la ilusión de que los sonidos se encuentran en algún lugar dentro de la cabeza. (OSTER, G., pp. 94-102. (paper)) Cada hemisferio tiene su propio núcleo olivar que recibe las señales de cada oído. De acuerdo con esta estructura fisiológica, cuando se percibe un pulso binaural en realidad hay dos ondas estacionarias de igual amplitud y frecuencia, uno en cada hemisferio. (ATWATER, F. H. 1988. (paper))

Este movimiento aparente puede explicarse por la conexión entre latidos binaurales y el mecanismo por el cual el cerebro detecta la dirección de los sonidos.

Para señales de baja frecuencia, tales como los utilizados para producir pulsos binaurales, el sonido se localiza principalmente mediante la detección de la diferencia de fase entre los sonidos que llegan a los dos oídos. (ROSENZWEIG, Mark R. 1961. pp 613-656)

En resumen, la formación reticular es justo el tipo de estructura del cerebro capaz de integrar la información auditiva con estados de excitación. ¿Qué pasaría si se indujo señales auditivas muy rítmicas? Los investigadores del Instituto Monroe teorizan que estas señales sincronizarán a las neuronas de la formación reticular que a su vez envía señales similares hasta la corteza para inducir ciertas frecuencias de ondas cerebrales. Así que en teoría, si una persona escucha a un pulso de 7 Hz durante el tiempo suficiente, la formación reticular arrastrará a esta frecuencia. (TUROW, Gabe. 2005. pp 51-69) Para probar esto, Monroe hizo una cinta que induciría una frecuencia muy lenta (delta) por pulsos binaurales en el cerebro, y cuando él la reprodujo rápidamente se quedó dormido. (HUTCHISON, Michael. 1986. pp 128-159.)

Muchas especies evolucionadas pueden detectar latidos binaurales a causa de su estructura cerebral. En el ser humano, los pulsos binaurales se pueden detectar cuando las ondas portadoras están por debajo de aproximadamente 1000 Hz. Por debajo de 1.000 Hz, la longitud de onda de la señal es más largo que el diámetro del cráneo humano. Por lo tanto, las señales por debajo de

1000 Hz curva alrededor del cráneo por difracción. El mismo efecto se puede observar con la propagación de ondas de radio. Baja frecuencia (mayor longitud de onda) ondas de radio (como la radio AM) viajan alrededor de la Tierra una y entre montañas y estructuras. Ondas de mayor frecuencia (menor longitud de onda) de radio (como la radio FM, TV y microondas) viajan en línea recta y no puede curva alrededor de la tierra. Montañas y estructuras bloquean estas señales de alta frecuencia. Debido a que las frecuencias inferiores a 1.000 Hz curva alrededor del cráneo, las señales de entrada por debajo de 1000 Hz son escuchadas por ambos oídos. Pero debido a la distancia entre las orejas, el cerebro "escucha" las aportaciones de las orejas como fuera de fase entre sí. A medida que la onda de sonido pasa alrededor del cráneo, cada oído recibe una porción diferente de la onda. Es esta diferencia de fase de forma de onda que permite la localización precisa de sonidos por debajo de 1000 Hz. La dirección de audio a frecuencias más altas es menos precisa de lo que es para frecuencias por debajo de 1000 Hz. En 8000 Hz el pabellón auricular (oído externo) se hace efectiva como una ayuda para la localización. Prácticamente todos los sonidos de animales están por debajo de 1000 Hz. Es fácil imaginar por qué los animales desarrollaron la capacidad de detectar con precisión la ubicación de los sonidos de los demás. El problema relevante aquí, sin embargo, es que es esta capacidad innata del cerebro para detectar una diferencia de fase de forma de onda, le permite percibir los pulsos binaurales.

(ATWATER, F. H. 1988. (paper))

La potente tecnología binaural-beat alteran el medio electroquímico del cerebro permite que la mente-conciencia tener experiencias diferentes. (ATWATER, F. H. 1988. (paper))

Los pulsos binaurales proporcionan un mecanismo para estimular el sistema auditivo a frecuencias muy bajas, por debajo de la frecuencia umbral de la audición similar a lo que ocurre por una estimulación fónica de bajas frecuencias. Produciendo susceptibilidad hipnótica (MAURER, RL. 1997. pp 130-45.) , estados de relajación y estados de tipo chamánico de consciencia. (MANDELL, A. 1980. pp 379-464.

(paper))

Hoy en día los pulsos binaurales se consiguen de manera digital “comercial”, pretendiendo ofrecer tratamiento a las personas o relajación.

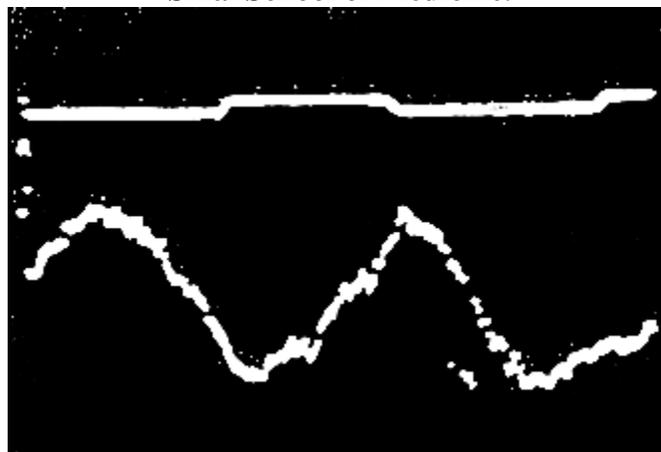
En 1990, Foster examinó como parte de su tesis que la estimulación con frecuencia alfa, resultó como un incremento en las ondas alfa. <sup>(BUDZYNSKI, Thomas. 2006. pp. 7-8)</sup> Y se produce una respuesta auditiva del tronco cerebral. <sup>(FOSTER, D. S., 1996. (paper))</sup>

### 1.3. Comparación con los pulsos monoaurales:

Según, Oster al mezclar ruido en la frecuencia reduce el volumen de los pulsos monoaurales, mientras que aumenta el volumen de los pulsos binaurales. <sup>(LANE, J., et.al. 1998. pp 249-252.)</sup>

Oster demostró que los potenciales evocados producidos por los pulsos binaurales y monoaurales difieren cualitativamente y cuantitativamente, lo que indica que se procesan de forma diferente (Fig. 3). <sup>(OSTER, G., pp. 94-102. (paper))</sup>

**Fig. 3: pantalla del osciloscopio captada por Adán Atkin y Neil Wetherspoon en el Mount Sinai School of Medicine.**



Los potenciales evocados para los sujetos que escuchan latidos monoaurales se muestran en una fotografía de una pantalla de osciloscopio hecha por el autor Adán Atkin y Neil Wetherspoon en el Mount Sinai School of Medicine. Tonos de 300 Hz y 303 Hz se presentaron a cada oído; un electrodo unido al cuero cabelludo se utilizó para medir los potenciales eléctricos en la piel provocados por la actividad eléctrica en el cerebro subyacente. Mediante la sincronización del barrido horizontal del osciloscopio con la frecuencia de batido que era posible correlacionar estos pequeños potenciales medidos (en microvoltios) con el estímulo. La forma de onda escalonada en la parte superior de la pantalla es una señal utilizada para el tiempo de barrido del osciloscopio; la subida de cada impulso corresponde al momento de máxima intensidad de los latidos. La onda periódica por debajo de ella registra los potenciales evocados. Se compone de los valores medios para cada punto de la curva, determinada por un pequeño ordenador (un promediador de señal) después de muchas iteraciones del procedimiento. (OSTER, G., pp. 94-102. (paper))

## 1.4. Atención: vigilancia y estado de ánimo subjetivo

La estimulación por pulsos binaurales puede influir en los procesos psicomotores y los procesos afectivos. En los rangos delta y theta se dice que está asociado con mayor creatividad y mejora del sueño. (LANE, J., et.al. 1998. pp 249-252.)

Ciertos estudios experimentales sugieren que los pulsos binaurales en frecuencias de rango beta pueden mejorar la atención y el desempeño de tareas de memoria (Kennerly, R. C., 1994. (paper)), y que aquellos en el rango de frecuencia alfa pueden aumentar la producción alfa y relajación subjetiva. (FOSTER, D. S., 1996. (paper))

Durante la estimulación, los participantes reportan experiencias subjetivas similares a la meditación, trance, o estados hipnagógicas. (LANE, J., et.al. 1998. pp 249-252.) Esto quiere decir que la estimulación por pulsos binaurales provoca cambios en el estado de consciencia.

Adultos que escuchan ritmos auditivos con pulsos binaurales durante una tarea de vigilancia de 30 minutos mejoró el rendimiento y reportaron cambios positivos en el estado de ánimo asociados a la tarea. (LANE, J., et.al. 1998. pp 249-252.)

**Susceptibilidad hipnótica:** En 1997 en un estudio de la Northern Arizona Univeristy, informaron que 5 de cada 6 participantes en el estudio mostraron una elevada presencia de ondas theta en su EEG y que de acuerdo a la Stanford Hypnotic Susceptibility Scale demostraron un mayor grado de susceptibilidad hipnótica. <sup>(HIPNOSIS)</sup>

**Ansiedad:** Si las frecuencias por pulsos binaurales resuenan por todo el cerebro a través de la 'Frecuencia de respuesta siguiente' (FFR), esto puede causar alteraciones en los niveles de excitación a través de la activación del sistema de activación reticular del tálamo. Esta sincronización también puede medirse dentro de la corteza cerebral mediante EEG.

El audio con pulsos binaurales tienen el potencial para producir ansiolisis en muchos ámbitos hospitalarios pre-procedimiento en que la sedación farmacológica es indeseable. Los resultados son consistentes con la conclusión de que la ansiedad aguda se reduce a la mitad aproximadamente, utilizando pulsos binaurales en audios apropiados. <sup>(PADMANABHAN, R., et.al. 2005. pp 874-877)</sup>

La oferta de audio con pulsos binaurales 1 hora antes de los procedimientos, podría servir para provocar ansiolisis en la mayoría de los pacientes sin impactar negativamente en el funcionamiento del postoperatorio. <sup>(PADMANABHAN, R., et.al. 2005. pp 874-877)</sup>

## **CAPÍTULO II**

### **PARTE EXPERIMENTAL**

#### **2. TIPO DE ESTUDIO**

Será un estudio experimental crossover de dos condiciones, mediante el uso de un placebo, consistirá en escuchar música y pulsos binaurales que son tonos con determinadas frecuencias. En varias ocasiones durante el procedimiento se le pedirá que realice algunas tareas cognitivas simples, que le harán pensar y decir palabras.

Se utilizarán medidas repetidas de diseño experimental sencillo con la presencia de pulsos binaurales como variable independiente y las medidas cognitivas y del estado de ánimo como las variables dependientes. Los datos se analizarán utilizando muestras pareadas en pruebas-t.

## **2.1. Métodos y Técnicas.**

### ***2.1.1. Procedimiento***

Cada participante será examinado individualmente en la oficina de Graham Pluck de la USFQ en Cumbayá (Newton 215). Solo el investigador (Marco López Águila) y co-investigador (Dr. Graham Pluck) estarán presentes. Se tomarán medidas para garantizar que cada participante se sienta seguro y para que su confidencialidad no se vea comprometida. La mitad de los participantes realizarán una Condición A y luego B. La otra mitad se presentará en la Condición B y luego en la Condición A. Habrá un descanso de diez minutos entre las condiciones.

En la condición A, el participante escuchará música relajante durante 15 minutos. Esta música contendrá un fondo con pulsos binaurales en frecuencia theta. Este es un tono inofensivo añadido en la música. A continuación, se les pide que desempeñen varias tareas verbales cortas que duran aproximadamente 10 minutos. La primera será para decir tantas palabras que comienzan con una letra en particular que se les ocurra en un minuto (fluidez fonológica). (FINK, Andreas., et.al. 2007. pp 68-76. (paper))

A continuación se les pedirá que piensen en palabras de una categoría semántica en particular (por ejemplo, frutas) durante un minuto (fluidez semántica). (BORKOWSKI, John G., et.al. 2002. pp 135-140.) A continuación se le pedirá que dibujen tantos diseños diferentes como puedan en un minuto, utilizando sólo cinco líneas (fluidez de diseño). (BALDO, Juliana V., et.al. 2001. pp 586-596. (paper)) Las siguientes tareas se utilizan con frecuencia para medir la creatividad. Se le pedirá al participante que produzca la mayor cantidad de usos que puedan para objetos comunes (por ejemplo, un clip), se les dará un minuto para cada uno de tres objetos comunes. Esto se llama pruebas alternativas.

Las pruebas de fluidez verbal y de uso alternativo son pruebas cognitivas utilizadas regularmente en la psicología experimental y la investigación neuropsicología. Tales pruebas se consideran generalmente para ser independiente de la cultura de procedencia; la medición de los procesos

cognitivos básicos, y como tal no suelen estar sujetos a procedimientos de validación. Cuando se requiere la comparación con una persona promedio en una población todavía necesitan ser normados por dichas pruebas. Sin embargo, sólo se tiene la intención de comparar entre las condiciones, no en contra de una muestra normativa. Por lo tanto no se requiere ni la validación, ni la normalización de estas pruebas.

Se les preguntará sobre el estado actual de ánimo utilizando la *Visual Analogue Mood Scales* (NYENHUIS, David L. 1997. pp 407-415.) *en tres momentos, antes de la primera condición, al finalizar la primera condición y al finalizar todo el proceso. Si bien la escala es bastante simple y subjetiva, también es muy rápido valorarla, de esta manera también es posible al finalizar comparar las evidencias.* El participante se presenta con varias líneas con una emoción en un extremo, por ejemplo, “Feliz”, indicado por la palabra y una imagen de una cara que muestra esa emoción. En el otro extremo de la línea es la de una imagen de la cara neutral con la palabra "neutral". El participante simplemente indica en la línea el punto en la línea que se sienten en ese momento. Hay 8 estados de ánimo cubiertos por el VAMS: miedo, confusión, tristeza, enojo, enérgico, cansancio, felicidad y tensión. Esta evaluación del estado de ánimo sólo se tarda aproximadamente 1 minuto en completarse.

Visual Analogue Mood Scales son generalmente de nivel local, estudio para estudio, y esto es una autocrítica de ellos. Sin embargo, la versión que se optó por utilizar es una de los pocos que ha sido ampliamente validada. Sin embargo, se realizaron los estudios de validación en el idioma Inglés. Desafortunadamente, no hay una versión disponible en español. Sin embargo, hemos optado por utilizar esta evaluación, con nuestra propia traducción en español, ya que se basa en el original (Inglés) Versión bien validada. Aunque no es ideal, ya que sólo estamos tratando de hacer comparaciones intra-sujetos (esto es un simple diseño de medidas repetidas), problemas con la traducción debe ser mínimo (y la traducción en el total comprende sólo 8 palabras).

En cuanto a la condición B, el procedimiento es idéntico pero con dos modificaciones: 1. La música que el participante escucha durante 15 minutos no contiene ningún ritmo binaural. 2. Las formas alternativas se utilizan para la fluidez y usos alternativos de las tareas, por lo que, por ejemplo al participante se le pide que nombre palabras que comienzan con una letra diferente, y pensar en usos alternativos para diferentes objetos. La secuencia de las formas alternativas será compensada a través de las condiciones.

Todo el procedimiento se llevará aproximadamente 70 minutos.

## **2.2. Participantes**

### **2.2.1. Criterios de selección:**

#### **Inclusión:**

Esta investigación contará con 12 participantes que cumplan con los criterios de inclusión:

- *Buena salud*
- *Edad entre 20-28 años*
- *Libre de medicamentos o sustancias psicotrópicas*
- *Audición saludable*

Se preguntará a los participantes potenciales acerca de cada uno de los criterios de inclusión, por ejemplo, "¿cómo está su audición?, ¿alguna vez ha sido diagnosticado con un problema de audición?, ¿Utiliza actualmente medicamentos recetados ... '

Dividiremos los datos finales en función del sexo para poder sacar conclusiones sobre las posibles diferencias, caso contrario no habrá ninguna variación y se tomará la información como un único universo.

Su participación durará aproximadamente 70 minutos.

### **Exclusión:**

- Los participantes que presenten síntomas de alguna enfermedad.
- Edad fuera de los límites establecidos.
- Participantes que hayan ingerido medicamentos o sustancias psicotrópicas.
- Participantes con problema de audición.

### ***2.2.2 Riesgos y Beneficios:***

Los CD's que contienen grabaciones con pulsos binaurales están libremente disponibles en una variedad de productos de salud alternativa. Sin embargo, para un mayor control experimental vamos a producir nuestras propias pistas auditivas utilizando Audacity, un programa de software de uso libre. Los participantes pueden que se cansen en las pruebas cognitivas. Si esto sucede, se les ofrecerá un breve descanso. La ausencia de riesgos que involucren la salud del paciente está justificada por los estudios previos existentes en el área, en los que no ha habido casos de riesgo.

No hay beneficios directos para los participantes. Sin embargo, se permitirá que los participantes tengan acceso a los resultados del estudio contactando con los investigadores.

### ***2.2.3 Ventajas potenciales a la sociedad:***

Dado que no existen suficientes estudios controlados, esta investigación será un aporte de conclusiones para el campo de la Psicoacústica.

### ***2.2.4 Consentimiento informado:***

El formulario de consentimiento se distribuirá a los estudiantes de la USFQ en el campus principal en Cumbayá. El Dr. Graham Pluck lo distribuirá a los estudiantes y explicará el propósito de la investigación. Ellos serán principalmente los estudiantes de pregrado de las clases de psicología de la escuela de verano. Ellos tendrán la oportunidad de hacer preguntas y tomar conclusiones antes de decidir participar o no. Si deciden continuar, en el día del experimento, el investigador (Marco López Águila) confirmará que han leído el formulario de consentimiento y darles oportunidad de formular preguntas. Si ellos están de acuerdo de comenzar el experimento, entonces firmarán el formulario de consentimiento y entonces esto será firmado por el investigador.

## **2.3 Recolección de los Datos:**

La recolección de datos será por medio de la aplicación de una batería de pruebas cuyas observaciones serán registradas y un test de estado de ánimo. Los datos serán recolectados a través de papel y pluma. El único lugar que se utilizará un nombre real estará en los formularios de consentimiento, todos los demás documentos serán marcados con los códigos de identificación, que serán asignados y utilizados a partir de la firma del formulario de consentimiento en adelante. Los formularios de consentimiento se almacenarán por separado de los otros documentos.

Estos datos crudos se almacenarán por el Dr. Graham Pluck en su oficina de la USFQ. Se conservarán durante al menos 7 años, y luego destruida de manera segura. Resumen de los datos que no contengan información que pueda identificar a los individuos serán almacenados en archivos de Excel y SPSS. Éstos serán guardados en los ordenadores protegidos con contraseña en poder de los investigadores. Los datos no serán transmitidos a nadie más que a los dos investigadores mencionados en esta solicitud (Marco López Águila y Graham Pluck).

### **2.3.1 Tabulación y Análisis:**

Para la prueba de fluidez verbal y las alternativas, se calcularán las puntuaciones medias promedio para cada participante. Para la Visual Analogue Mood Scale, las puntuaciones individuales (medidas en milímetros) se registrarán para cada sentimiento para cada participante. La comparación básica será la diferencia de medias (entre los participantes) entre las puntuaciones, ya sea con o sin estimulación binaural. Para el análisis inferencial (es decir, la probabilidad de resultados fortuitos), primero la normalidad de las distribuciones se puede

determinar con Kolmogorov-Smirnoff One Sample Tests. A continuación, los que se distribuye normalmente se compararán de forma paramétrica (por ejemplo, una de muestras pareadas t-test), y si no con los procedimientos no paramétricos (por ejemplo, prueba de Wilcoxon). Todas las pruebas serán de dos colas con el valor crítico establecido en  $p = 0,05$ . Todos los análisis se realizaron con SPSS v21.

### ***2.3.2 Publicación de los Datos:***

Si se encuentran resultados interesantes a continuación vamos a considerar la publicación en una revista académica respetable y también por la presentación de una conferencia. En cualquier forma de publicación serán reportadas sólo las puntuaciones medias y los participantes individuales serán identificables.

## **2.4 Implicaciones éticas**

La presente investigación ha pasado por un análisis de estudios previos sobre el área, revisando papers y revistas ya publicadas y ha solicitado la revisión y aprobación del Comité de Bioética de la USFQ, quien tendrá acceso a los datos para verificar que los métodos y procedimientos que se apliquen estén de acuerdo a las normas de bioética internacionales.

## **CAPÍTULO III**

### **3. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Cálculos**

La siguiente discusión se resumirá en la presentación de los datos recogidos en el estudio propuesto. Además, se discutirán diversos resultados hipotéticos para este estudio.

#### **3.2. Análisis de datos:**

Desde el diseño del estudio propuesto se compone de grupos independientes y de medidas repetidas, de análisis por t-test adaptado a las necesidades del estudio. Como tal, el programa de análisis estadístico SPSS debe utilizarse para analizar los resultados con un t-test de medidas repetidas.

Este procedimiento de análisis de datos se utilizará para probar la hipótesis del estudio en forma controlada y eficaz de los efectos de los pulsos binaurales sobre la realización de tareas cognitivas como la fluidez verbal, muestra datos claros de una diferencia ( $p < 0.05$ ) respecto al procedimiento sin pulsos binaurales, por lo que se puede inferir el efecto beneficioso que produce este tratamiento.

### 3.3 Fidelidad del proceso.

Se optó por tener una disciplina controlada con los participantes:

Los 12 participantes completaron eficientemente la examinación y cumplieron con 10 minutos de descanso entre las condiciones.

Todos fueron estudiantes de la USFQ en el rango de edad establecido.

Todos firmaron el consentimiento informado y cumplieron con los requisitos.

### 3.4. Resultados

#### 3.4.1 Prueba t-test 1 de Fluidez verbal test de categorías:

**Tabla I. Prueba de muestras relacionadas para la fluidez semántica.**

	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 Category Fluency with Binaural Beats (Average of trials 1-3) - Category Fluency Control Condition (Average of trials 1-3)	,575	2,627	,758	-1,094	2,244	,758	11	,464

Realizado por: Marco López

### 3.4.2 Prueba t-test 2 de Fluidez fonológica:

**Tabla II. Prueba de muestras relacionadas para la fluidez fonológica.**

	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 Phonemic Fluency with Binaural Beats (Average of trials 1-3) - Phonemic Fluency Control Condition (Average of trials 1-3)	-,639	1,883	,543	-1,835	,557	-1,176	11	,265

Realizado por: Marco López

### 3.4.3 Prueba t-test 3 de Fluidez de diseños:

**Tabla III. Prueba de muestras relacionadas para la fluidez de diseños.**

	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 Design Fluency with Binaural Beats (1st task of DKEFS) - Design Fluency Control Condition (1st task of DKEFS)	,333	2,674	,772	-1,366	2,032	,432	11	,674

Realizado por: Marco López

### 3.4.4 Prueba t-test 4 de Usos alternativos:

Tabla IV. Prueba de muestras relacionadas para usos alternativos.

	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)	
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia					
				Inferior	Superior				
Par 1	Alternative uses test with Binaural Beats (1 minute) Total unique uses - Alternative uses test Control Condition (1 minute) Total unique uses	1,583	4,522	1,305	-1,290	4,456	1,213	11	,251
Par 2	Alternative uses test with Binaural Beats (1 minute) Total categories of uses - Alternative uses test Control Condition (1 minute) Total categories of uses	1,583	4,231	1,221	-1,105	4,272	1,296	11	,221

Realizado por: Marco López

### 3.4.5 Prueba t-test 5 VAMS:

Tabla V. Prueba de muestras relacionadas para VAMS.

		Diferencias relacionadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior				Superior
Par 1	VAMS Asustado (Afraid) Binaural Beats - VAMS Asustado (Afraid) Control Condition	7,667	11,827	3,414	,152	15,181	2,246	11	,046
Par 2	VAMS Confundido (Confused) Binaural Beats - VAMS Confundido (Confused) Control Condition	6,500	26,162	7,552	-10,123	23,123	,861	11	,408
Par 3	VAMS Trieste (Sad) Binaural Beats - VAMS Trieste (Sad) Control Condition	11,750	24,878	7,182	-4,057	27,557	1,636	11	,130
Par 4	VAMS Enojado (Angry) Binaural Beats - VAMS Enojado (Angry) Control Condition	13,750	36,038	10,403	-9,148	36,648	1,322	11	,213
Par 5	VAMS Energetico (Energetic) Binaural Beats - VAMS Energetico (Energetic) Control Condition	1,083	26,678	7,701	-15,867	18,034	,141	11	,891
Par 6	VAMS Cansado (Tired) Binaural Beats - VAMS Cansado (Tired) Control Condition	-,583	15,623	4,510	-10,510	9,343	-,129	11	,899
Par 7	VAMS Feliz (Happy) Binaural Beats - VAMS Feliz (Happy) Control Condition	,167	18,605	5,371	-11,654	11,988	,031	11	,976
Par 8	VAMS Tenso (Tense) Binaural Beats - VAMS Tenso (Tense) Control Condition	3,833	29,541	8,528	-14,936	22,603	,450	11	,662

Realizado por: Marco López

### 3.5. Propuesta

Los resultados sugieren que la exposición a pulsos binaurales con la frecuencia theta de 6 Hz puede afectar al estado de ánimo. La estimulación afectaría a los cambios del estado de ánimo asociados con la tarea monótona.

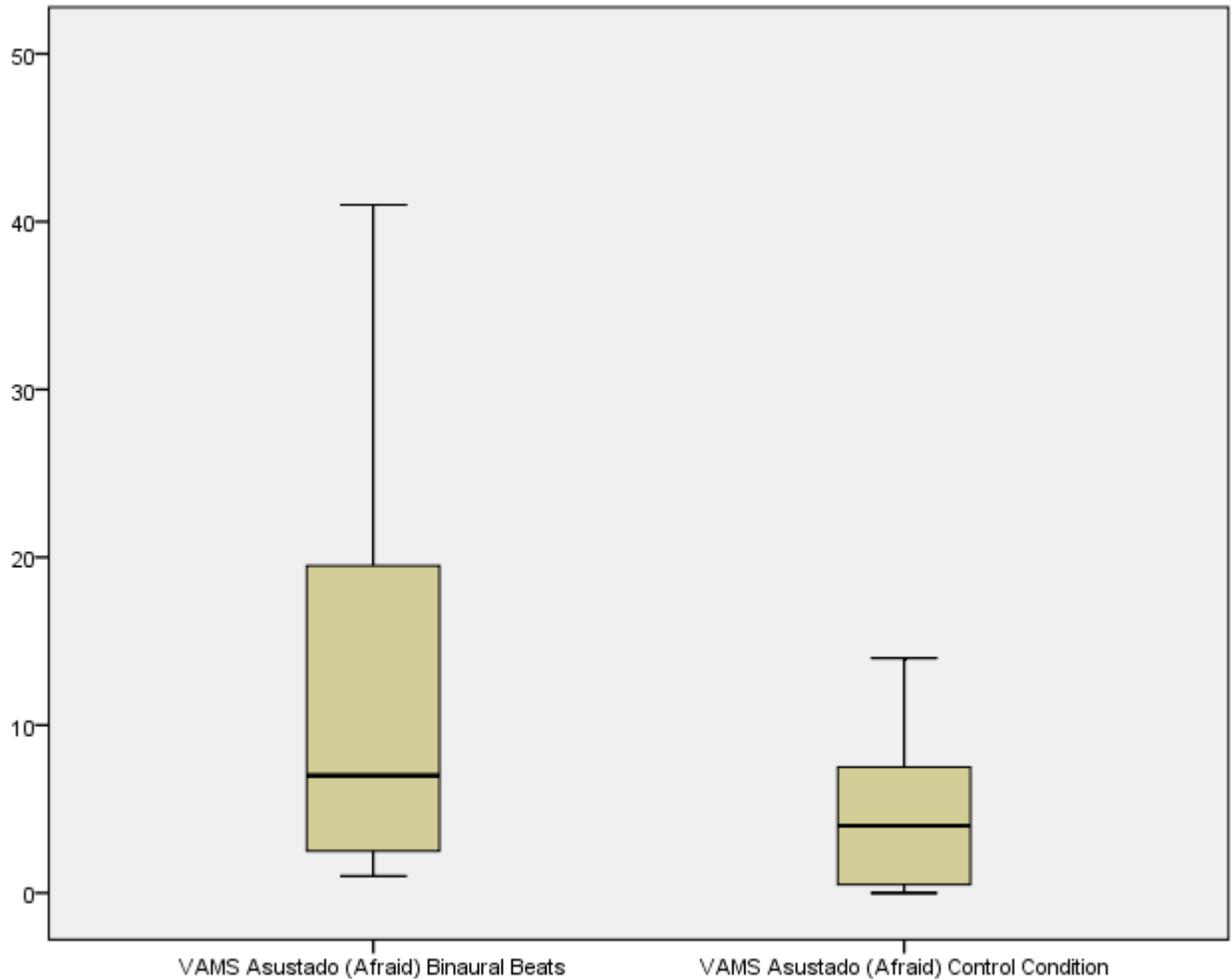
### 3.6. Discusión de resultados

Tabla VI. Estadísticos de muestras relacionadas para VAMS afraid.

	Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Par 1 VAMS Asustado (Afraid) Binaural Beats	12,42	12	13,480	3,891
VAMS Asustado (Afraid) Control Condition	4,75	12	4,595	1,326

Realizado por: Marco López

**Fig. 4. Gráfica de caja y bigote del VAMS para Afraid.**



**Realizado por:** Marco López

Se realizó una prueba t para muestras correlacionadas para evaluar si el estudio en forma controlada y eficaz de los efectos de los pulsos binaurales sobre la realización de tareas cognitivas como la fluidez verbal, muestra datos claros de una diferencia respecto al procedimiento sin pulsos binaurales.

Los resultados indicaron que la media de los participantes que reaccionaron con una respuesta de miedo mientras escuchaban los pulsos binaurales fue de  $M=12.42$ ,  $SD=13.480$  y la media para la

condición de control fue  $M=4.75$ ,  $SD=4.595$ . El valor de  $t=2.246$  y  $p=0.046$  están dentro del intervalo de confianza,  $p<0.05$

Los resultados de este estudio proporcionan evidencia de que la presentación de estímulos de pulsos binaurales con ondas theta durante el experimento crossover de dos condiciones puede afectar tanto a la ejecución de la tarea y los cambios en el estado de ánimo asociados a la tarea.

Los efectos observados fueron consistentes con nuestras predicciones sobre los efectos sobre el estado de ánimo “miedo” particularmente, sin embargo los resultados de las demás categorías, no solo respecto al estado de ánimo no son fiables.

En conjunto, estas escalas sugieren que los cambios negativos en el estado de ánimo producidos por una tarea monótona pudieron verse afectados por la presencia de las ondas theta. Estos resultados fueron reproducidos a doble ciego, para asegurar su veracidad.

Partimos de que los efectos en el comportamiento y estado de ánimo fueron mediados por cambios en el nivel de excitación del sistema nervioso central inducido por la estimulación de los pulsos binaurales.

Si la estimulación auditiva por pulsos binaurales puede influir en el comportamiento y estado de ánimo, entonces este tipo de estimulación puede tener aplicaciones útiles para el autocontrol de la excitación, la atención y el rendimiento.

La actividad de las ondas theta se inicia en la parte posterior del cerebro, en el centro del control emocional, en este caso el miedo - la amígdala, - y luego interactúa con el centro de memoria del cerebro - el hipocampo - antes de viajar al lóbulo frontal, donde se encuentran las áreas de procesamiento de pensamientos. (DELAROSA, Bambi L., et.al. 2014. 54-61.(paper))

Las emociones de frustración relacionados con el ritmo theta con niños, cuando muestran el temor de un evento y tienen miedo al fracaso, una explosión surge inmediatamente con abundantes ondas theta con un pico alto. (FOUNDATION'S Dr. Jordi Mas i Manjon, paper)

Poco se sabe acerca de los mecanismos que pueden estar implicados en la transducción de señales auditivas simples en los cambios en el estado de ánimo y el rendimiento demostrados aquí. Por lo que se espera que esta investigación sea un aporte más a las investigaciones futuras.

## CONCLUSIONES

- Después de evaluar a todo el grupo de estudiantes el experimento sugiere que al exponerse a pulsos binaurales con frecuencia theta de 6 Hz puede causar cambios en el estado de ánimo, específicamente el participante se siente más asustado.
- Respecto al desempeño de la fluidez categórica, fonética, diseño y categórica no se presentaron resultados positivos fiables. Se especula que la estimulación theta solo afecta al estado de ánimo y no afecta al desempeño creativo-verbal.

## **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda que se realice un experimento análogo en el que además de del uso de instrumentos psicométricos se utilice algún tipo de medición por neuroimagen como EEG para una comparación y más eficiente obtención de resultados.
- También se podría evaluar, si los participantes tienen una actitud autónoma o heterónoma, para saber su susceptibilidad hipnótica y determinar cómo afecta esto a los resultados.

## BIBLIOGRAFÍA

1. **ATWATER, F. H.** 1988. The Monroe Institute's Hemi- Sync process: A theoretical perspective. Faber, VA: Monroe Institute.  
<http://www.randomcollection.info/mcf/hambone/hemi-sync.html>  
2014-02-16
2. **BALDO, Juliana V., et.al.** 2001. Verbal and design fluency in patients with frontal lobe lesions. *Journal of the International Neuropsychological Society.* 7, Cambridge University, pp 586-596.  
[ist-socrates.berkeley.edu/~shimlab/2001\\_Baldo\\_Fluency-JINS.pdf](http://ist-socrates.berkeley.edu/~shimlab/2001_Baldo_Fluency-JINS.pdf)  
2014-03-15
3. **BORKOWSKI, John G., et.al.** 2002. Word fluency and brain damage. *Neuropsychologia.* Vol. 5, No. 2, Neurosensory Center and Departments of Neurology and Psychology University of Iowa, Iowa City, Iowa, U.S.A., pp 135-140.
4. **BUDZYNSKI, Thomas.** 2006. Section one: Selected Research on Sound/Light, Stanford University, pp. 7-8  
<http://web.stanford.edu/group/brainwaves/2006/theclinicalguidetosoundandlight.pdf>  
2014-02-15
5. **DELAROSA, Bambi L., et.al.** 2014. Electrophysiological spatiotemporal dynamics during implicit visual threat processing. *Brain and Cognition..Vol. 91 , 54-61.*

[http://ist-socrates.berkeley.edu/~shimlab/2001\\_Baldo\\_Fluency-JINS.pdf](http://ist-socrates.berkeley.edu/~shimlab/2001_Baldo_Fluency-JINS.pdf)

2014-04-10

6. **FILIMON, R.C.** 2010. Beneficial Subliminal Music: Binaural Beats, Hemi-Sync and Metamusic, Proceedings of the 11th WSEAS international conference on Acoustics & music: theory & applications, University of Arts. Romania, pp 106.

<http://www.wseas.us/e-library/conferences/2010/Iasi/AMTA/AMTA-18.pdf>

2014-02-16

7. **FINK, Andreas., et.al.** 2007. Creativity meets neuroscience: Experimental tasks for the neuroscientific study of creative thinking. Elseiver. Institute of Psychology, University of Graz, Universitaetsplatz 2/III, A-8010 Graz, Austria, pp 68-76.

[http://www.researchgate.net/profile/Roland\\_Grabner/publication/6394816\\_Creativity\\_meets\\_neuroscience\\_experimental\\_tasks\\_for\\_the\\_neuroscientific\\_study\\_of\\_creative\\_thinking/links/0deec53bb9e6d32282000000.pdf](http://www.researchgate.net/profile/Roland_Grabner/publication/6394816_Creativity_meets_neuroscience_experimental_tasks_for_the_neuroscientific_study_of_creative_thinking/links/0deec53bb9e6d32282000000.pdf)

2014-1-02-16

8. **FOSTER, D. S.,** 1996. EEG and subjective correlates of alpha-frequency binaural-beat stimulation combined with alpha biofeedback. Memphis State University.

[http://www.stealthskater.com/Documents/Lucid\\_07.pdf](http://www.stealthskater.com/Documents/Lucid_07.pdf)

2014-02-15

9. **FOUNDATION'S Dr. Jordi Mas i Manjon,** Graphics E.E.G. sample field study of emotions - Emotions of frustration. Fundación J-Mas. Barcelona, Spain.

<https://archive.org/details/memori002>

2014-04-10

10. **HIPNOSIS**

<http://www.monroeinstitute.org/research/hypnotic.html>.

2014-02-15.

11. **HUANG, Tina.** 2008. "A Comprehensive Review of the Psychological Effects of Brainwave Entrainment" *Alternative Therapies* Vol. 14 No. 5.  
<http://www.transparentcorp.com/research/Huang-PsychologicalEffectsBrainwaveEntrainmentPDF.php>  
2014-02-16
12. **HUTCHISON, Michael.** 1986. *Megabrain: New tools and techniques for brain Growth and mind expansion.* New York, Ballantine Books, pp 128-159.
13. **KENNERLY, R. C.,** 1994. An empirical investigation into the effect of beta frequency binaural-beat audio signals on four measures of human memory. Center for Neuroacoustic Research. Department of Psychological, West Georgia College, Carrolton, Georgia  
<http://www.MonroeInstitute.org/research/humanmemory-kennerly.html>  
2014-02-15
14. **LANE, J., et.al.** 1998. Binaural auditory beats affect vigilance performance and mood. *Physiology & Behavior.* Vol. 63, No. 2, pp 249-252.
15. **MANDELL, A.** 1980. Toward a psychobiology of transcendence: god in the brain. In: Davidson D, Davidson R, *The Psychobiology of Consciousness.* New York, NY: Plenum Press; pp 379-464.  
[http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4684-3456-9\\_14#page-1](http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4684-3456-9_14#page-1)  
2014-02-15
16. **MAURER, RL.** 1997. "Phenomenological experience in response to monotonous drumming and hypnotizability." *The American Journal of Clinical Hypnosis* Vol. 40, No. 2. University West Chester, pp 130-45.

17. **NYENHUIS, David L.** 1997. Chie Yamamoto, Robert A. Stern, Tracy Luchetta & James E. Arruda. Standardization and validation of the visual analog mood scales. *The Clinical Neuropsychologist*, Volume 11, No 4. England and Wales, pp 407-415.
18. **OSTER, G.,** 1973. Auditory beats in the brain. *Scientific American*, pp. 94-102.  
<http://www.amadeux.net/sublimen/documenti/G.OsterAuditoryBeatsintheBrain.pdf>  
2014-02-15
19. **PADMANABHAN, R., et.al.** 2005. "A prospective, randomised, controlled study examining binaural beat audio and pre-operative anxiety in patients undergoing general anaesthesia for day case surgery". *Journal of the Association of Anaesthesia of Great Britain and Ireland*. Vol. 60, No. 9. England, pp 874-877
20. **ROSENZWEIG, Mark R.** 1961. "Auditory Localization" *SCIENTIFIC AMERICAN*. Vol. 9, No. 14. London, pp 613-656
21. **TUROW, Gabe.** 2005. Auditory Driving as Ritual Technology: A Review and Analysis – Overview of entrainment techniques. Stanford University. s.ed, pp 51-69.







**Tabla X: Test de Usos Alternativos. Al participante se le da un minuto para pensar en tantas usos alternativos como sea posible para cada objeto.**

ladrillo	neumático	barril	lápiz	zapato	percha
<b>Total=</b>	<b>Total=</b>	<b>Total=</b>	<b>Total=</b>	<b>Total=</b>	<b>Total=</b>

Realizado por: Graham Pluck

**Tabla XII: Test para Visual Analogue Mood Scales.**



Neutral

Realizado por: Graham Pluck



Triste

## ANEXO B:

Imagen:

**Fig. 5: Captura del procedimiento en curso:**



Realizado por: Graham Pluck and Marco López