



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA
CARRERA DE PSICOLOGÍA**

**PROCESAMIENTO EMOCIONAL DE ARMONÍAS
CONSONANTES – DISONANTES: UN ESTUDIO
ELECTROFISIOLÓGICO**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADO EN PSICOLOGÍA
P R E S E N T A:
PABLO GONZALEZ FRANCISCO**

**DIRECTOR: MTRO. TORRES AGUSTÍN RUBÉN
ASESORA: DRA. MESTAS HERNÁNDEZ LILIA
ASESOR: DR. FRANCISCO ABELARDO ROBLES AGUIRRE
SINODAL: DR. VALDÉS CRUZ ALEJANDRO
SINODAL: DR. MAGDALENO MADRIGAL VICTOR MANUEL**



CIUDAD DE MÉXICO

ABRIL, 2024



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

¿Cómo ser un buen psicólogo?

*Ni siquiera sé a qué se refiere
Disque en la carrera se aprende
La Psique ni se comprende*

¿Cómo ser un buen psicólogo?

*Si el mundo no la acepta
Si la salud mental no se cuida
Si el que cuida no se cuida*

¿Cómo ser un buen psicólogo?

*Si mis padres no lo aceptan
Bueno, no la entienden
Es más, la niegan*

¿Cómo ser un buen psicólogo?

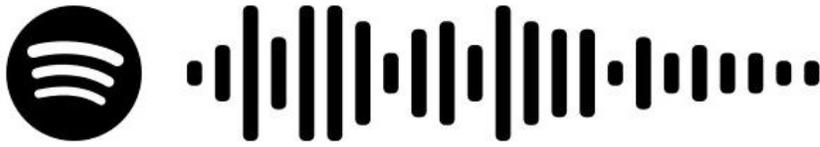
*Si pareciera idealizada
Una profesión complicada
Estigmas entre teorías*

¿Cómo ser un buen psicólogo?

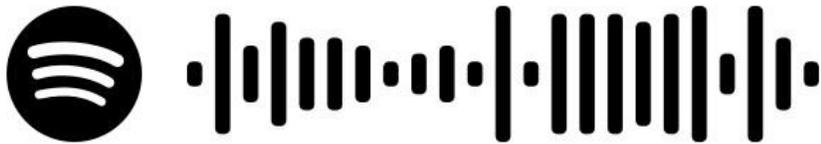
*Si la gente no confía,
Devalúa...
Pero no es su culpa... es mía*

*Debo ejercer bien la Psicología
Aunque lo anterior me persiga
Aunque no pueda, aunque no quiera
Hoy justo mi alma está a ella.*

A mi FAMILIA...



Teresita...



Mi querido viejo...



Wakanda Forever...



Estoy clavado, estoy herido...



I'll love you for a thousand more...



Soy un príncipe que ya está desteñado...

Vos siempre vas a ser mi Si bemol...



Estando juntos todo marcha bien...

What i've done...



Así empezó este circo...

Que la abundancia alimente mi vagancia...



Las metáforas son solo pajas del intelecto..

Soy un ejemplo del desastre...



Florentinos y ferminas...

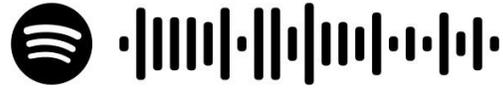
Cada uno en su vereda...





Mi sonrisa siempre fue una mala actriz...

Debió llamarse Jirones...



And let it go...

Ahora que soy cantante...



Tanto y tanto para ser quien fui ayer...

I'm still standing...



Me mueve mis recuerdos...

Nunca imagine...



Mirando el reloj de arena...

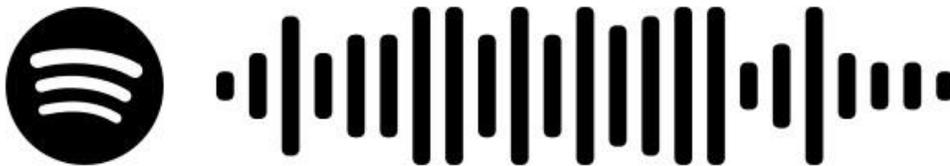
Por la terapia!...



Mis Inspiraciones...



Avengers...



Creo en Pablo...



Tantos kilómetros...



Designios...



Mi música, mi Álbum.

ÍNDICE

RESUMEN	15
INTRODUCCIÓN	16
I. MÚSICA	17
1.1 Antecedentes.....	18
1.2 Dimensiones musicales.....	22
1.3 La música en el desarrollo	29
II. EMOCIONES	32
2.1 Emociones Básicas	33
2.2 Bases Biológicas.....	35
2.3 La Música y Las Emociones.....	39
2.4 Consonancia – Disonancia	43
III. BASES NEURALES DE LA MÚSICA.....	49
3.1 La Música y El Cerebro.....	52
3.2 Proceso Cognitivo Musical.....	57
IV. POTENCIALES RELACIONADOS A EVENTOS	64
4.1 Procesamiento Emocional	70
4.2 Música y Procesamiento Emocional.....	76
V. MÉTODO	79
5.1 Planteamiento Del Problema	79
5.2 Justificación	79
5.3 Preguntas De Investigación	81
5.4 Hipótesis	81
5.5 Objetivos.....	82
5.6 Diseño De Estudio	82

VI. RESULTADOS	94
6.1 Anovas de medidas repetidas en P300	96
6.2 Anovas de medidas repetidas en LPP.....	98
6.3 Gráficas de los potenciales	99
6.4 Anova de un factor en P300	107
6.5 Anova de un factor en LPP.....	109
VII. DISCUSIÓN	113
VIII. CONCLUSIÓN	122
REFERENCIAS	123

Índice de tablas

Tabla 1. Relación de la conducta y los modos griegos.	19
Tabla 2. Fórmula para obtener los modos o escalas musicales	26
Tabla 3. Ejemplo de las escalas en el tono de DO	27
Tabla 4. Dimensiones musicales y su característica principal	29
Tabla 5. Nombre y distancia de los intervalos	44
Tabla 6. Intervalos consonantes y disonantes	48
Tabla 7. Diferencias entre valencia, arousal y dominancia	87
Tabla 8. Anovas de medidas repetidas del componente P300.....	96
Tabla 9. Anovas de medidas repetidas del componente LPP.....	98
Tabla 10. Anovas de un factor del componente P300.....	107
Tabla 11. Anovas de un factor del componente LPP	110

Índice de figuras

Figura 1. Gráficos de las frecuencias sonoras	23
Figura 2. Figuras musicales del pentagrama	24
Figura 3. Escala de DO en un pentagrama.	25
Figura 4. Acordes en el pentagrama de una escala armónica en DO.	28
Figura 5. Representación en Hz de intervalos consonantes y disonantes.....	45
Figura 6. Principales vías que subyacen a las respuestas autonómicas y musculares a la música. ...	54
Figura 7. Regiones corticales correlacionados al nivel de consonancia y disonancia.....	55
Figura 8. Proceso Cognitivo Musical	61
Figura 9. Ejemplo de un PRE.....	66
Figura 10. Ejemplos de armonías consonantes y disonantes.....	86
Figura 11. Ejemplo de imagen positiva, neutra y negativa	88

Figura 12. Muestra grafica de la prueba en milisegundos.....	89
Figura 13. Porcentaje de respuestas correctas	94
Figura 14. Promedio de tiempos de reacción	95
Figura 15. Topográfica de la actividad cerebral entre los 290 a los 310 ms.	97
Figura 16. Topografía de la actividad cerebral ente los 590 a los 610 ms	99
Figura 17. Gráficas de la actividad electrofisiológica de las condiciones Consonante – Positivo..	101
Figura 18. Gráficas de la actividad electrofisiológica de las condiciones Consonante – Neutro....	102
Figura 19. Gráficas de la actividad electrofisiológica de las condiciones Consonante – Negativo	103
Figura 20. Gráficas de la actividad electrofisiológica de las condiciones Disonante – Positivo.....	104
Figura 21. Gráficas de la actividad electrofisiológica de las condiciones Disonante – Neutro.....	105
Figura 22. Gráficas de la actividad electrofisiológica de las condiciones Disonante – Negativo ...	106
Figura 23. Comparación entre Consonante - Positivo y Disonante – Positivo en P3.....	108
Figura 24. Comparación entre Consonante – Negativo y Disonante – Negativo en los electros F4 y Cz	109
Figura 25. Comparación entre Consonante – Negativo y Disonante – Negativo en el electrodo F4....	110
Figura 26. Comparación entre Consonante – Negativo y Disonante – Negativo en el electrodo Cz y C4.....	111
Figura 27. Comparación entre Consonante – Negativo y Disonante – Negativo en los electrodos Pz y P4... ..	1122

Glosarios de abreviaciones

.png	Gráfico de red portátil
.wav	Formato de audio digital
AMYG	Amígdala
b	Bemol
Bpm	Bits por minuto
CAC	Corteza cingulada anterior
CI	Colículo inferior
CN	Núcleos cocleares
EEG	Electroencefalograma
Hz	Hertz
IAPS	Sistema Internacional de imágenes afectivas
M1	Corteza motora primaria
MCC	Corteza cingulada media
MGB	Cuerpo geniculado medial
ms	Milisegundos
NAc	Núcleo accumbens
OFC	Corteza orbitofrontal
PMC	Corteza premotora
PRE	Potencial relacionado a eventos
T	Tono
RCZ	Zona cingulada rostral
SNA	Sistema nervioso autónomo
ST	Semitono
VN	Núcleos vestibulares
#	Sostenido

RESUMEN

La forma en que las emociones se relacionan con la música es muy amplia, desde una perspectiva meramente artística, hasta fines terapéuticos y de investigación, aplicadas en Psicología de la música y las Neurociencias. Esta investigación explora, el efecto que tienen los intervalos musicales consonantes y disonantes en el procesamiento emocional, registrado por un electroencefalograma para la recopilación de los potenciales relacionados a eventos (PRE), relacionados a este proceso. La tarea consistió en exponer a los participantes a un estímulo musical (consonante o disonante), seguido de una imagen (positiva, negativa o neutra) del Internacional Affective Picture System (IAPS) que tenían que calificar como agradable o desagradable, para así registrar los potenciales asociados al proceso emocional con el objetivo de identificar que componentes PRE estaban asociados al procesamiento emocional después de un estímulo musical, así como el comportamiento del componente P300 ante las consonancias y las disonancias en la tarea dada. Los resultados mostraron que existieron diferencias significativas en la amplitud de las condiciones, en específico en los electrodos F4, Cz, C4, P3, Pz y P4, también se encontraron diferencias significativas en la latencia, principalmente dando como resultado el componente LPP como un componente que trata de ampliar la información emocional condicionada por los estímulos musicales.

Palabras claves: PRE, intervalos musicales, consonancia, disonancia, procesamiento emocional, procesamiento musical.

INTRODUCCIÓN

Los individuos están en constante cambio e interacción con diferentes estímulos, todas las emociones, procesos cognitivos y comportamientos generan conexiones nerviosas (Saavedra, 2011). Factores físicos, biológicos y sociales rodean a los seres humanos, las emociones juegan un papel muy importante en la vida diaria, que, al presentarse dificultades en la relación de estos factores, provoca varios problemas en la salud, ya sean físicos o mentales. Por lo anterior es importante poder reconocer las emociones propias y las de los demás, para poder adaptarse a los problemas que suceden cada día.

La música constituye un tipo de expresión o de lenguaje para la comunicación de estados emocionales, según Flores-Gutiérrez & Díaz (2009) hay un acuerdo significativo en la evocación de las emociones a segmentos musicales. La psicoacústica, psicología de la música y las neurociencias, exploran y ofrecen información de cómo las emociones se relacionan con la música y a su vez como la música puede evocar emociones en las personas.

Con el fin de abarcar la relación que tiene la música con las emociones, desde un punto de vista neurofisiológico, este trabajo se centrará en cómo la consonancia y la disonancia musical resultan en diferentes respuestas de actividad cerebral. Se realizará una prueba que consta de un *prime* musical seguido por una imagen que personas sin ningún adiestramiento en la música catalogaran como agradable o desagradable; esto para hacer un contraste con la información que describe cómo la música llega a tener gran relevancia en las emociones en personas que tocan algún instrumento y por ende cuentan con más recursos para procesar la información de los estímulos musicales.

I. MÚSICA

La música no tiene un origen en términos geográficos, y culturalmente son muchas las civilizaciones, que desde sus perspectivas empezaron a abordarla, por lo que esta no es unicultural; en cada cultura, la música fue utilizada de diferentes modos, así como la manera de ser interpretada. Es posible considerar que existe mucho antes de que las primeras civilizaciones se formaran (Agudelo et al., 2004).

Realmente no se tiene una evidencia exacta de cómo la música surgió, lo que se sabe es que está muy ligada con el ser humano, la cuestión es, si fue con el ritmo o la voz; qué ritmo era el que se tocaba, qué se cantaba, cómo y de qué manera se estructuraba una pieza musical (López, 2011). Aproximadamente entre los diez mil años y los tres mil años se encuentran los primeros instrumentos que los seres humanos utilizaban en rituales de apareamiento o de trabajo en conjunto.

Desde el Australopithecus se intuye que se usaban objetos para generar música percusiva con la intención de poder acompañar su día a día, por otra parte, conseguían música con la voz humana, este con el fin de imitar ruidos de animales, comunicarse y hacer plegarias para sus dioses. El hombre primitivo para acompañar su canto empezó dando palmadas o golpeando el suelo con los pies, para posteriormente golpear piedras, troncos e incluso huesos; hasta que llegó la construcción de instrumentos (Cannova & Eckmeyer, 2016).

La cultura mesopotámica introdujo muchos conceptos y formas de tocar música que en la actualidad siguen persistiendo en la música árabe, se empezó a plantear una forma de transcribir música, y si bien, esta no era precisa, tenían un acercamiento a lo que conocemos hoy en día, utilizaban diferentes instrumentos arcaicos como arpas, oboes y violines (Suárez,

2007). Todo este conocimiento musical se extendió por muchas regiones, pero lo más importante de la música mesopotámica es que terminó por influenciar a la griega.

Pitágoras (569-475 a. C.) fabricó un instrumento llamado monocordio, que consistía en una tabla de manera plana, la cual tenía dos clavos fijos y una cuerda fija que los conectaba, tenía tres puentes de madera (triángulos) dos fijos en cada extremo, y uno movable al cual se le llama puente. Pitágoras descubrió que el sonido de la cuerda cambiaba cada vez que el puente se movía, con esto nacieron las diferentes notas musicales; a las cuales, posteriormente el italiano Guido d'Arezzo por medio del "Himno a San Juan" se basó para dar los nombres DO, RE, MI, FA, SOL, LA y SI; después se agregarían los sostenidos / bemoles (Abad, 2017).

1.1 Antecedentes

Una gran dificultad que la música ha tenido es que regularmente se suele confundir su relación con la religión y la salud, muchos de los tratamientos o de terapia arcaica que las civilizaciones tenían, se confunden con rituales religiosos. La conducta del ser humano siempre estuvo ligada con la música. Un ejemplo es la civilización egipcia que tenía en sus escritos, cómo la música se relacionaba con el ser humano, resaltaban el poder de la música para sanar tanto el cuerpo como la mente y la utilizaban para incrementar la fertilidad en la procreación (Cannova & Eckmeyer, 2016).

Los griegos propusieron siete modos de como formar a la música en una melodía o una canción, que en la actualidad son llamados los 7 modos griegos, que consisten en una serie de sonidos que forman una estructura o un sentido musical. Estos modos se estructuraban de una forma en que se elegían siete notas de las 12. A las cuales llamaron

Dórico, Frigio, Lidio, Mixolidio, Hipodorico, Hipofrigio e Hipolidio, que algunas se siguen usando actualmente y otras con ligeros cambios tanto en el nombre como en la ordenación de las notas musicales.

Aristóteles (384-322 a. C) indicó que los modos afectaban el carácter humano, el Mixolidio provoca tristeza; el Frigio, entusiasmo; el Dórico, tranquilidad y templanza. A esto se propuso una teoría de cómo la música guarda una relación con los sentimientos y en específico con el carácter humano, a esta teoría se le llama Ethos (Palacios, 2001).

Tabla 1

Relación de la conducta y los modos griegos.

<i>Teoría de Ethos</i>	<i>Conducta</i>
Modo Jónico	Alegre
Modo Dórico	Oscuro
Modo Frigio	Siniestro
Modo Lidio	Místico
Modo Mixolidio	Despreocupado
Modo Eólica	Tristeza
Modo Locria	Inestabilidad

Según la teoría Ethos, los modos griegos provocan ciertas emociones y sensaciones, lo que podría considerarse el inicio de la musicoterapia. Tanto Platón como Aristóteles mencionaron cómo los modos influían en las conductas. La educación de los niños en la antigua Grecia se basaba en la elección de un modo griego que se le enseñaba al niño, con la intención de que estas conductas relacionadas con el modo griego se desarrollaran (García, 1988). Esta teoría tuvo mucha relevancia posteriormente, al grado que esta relación, que los

griegos propusieron, es una de las bases más sólidas para construir bandas sonoras. En la tabla 1, se describe cómo los griegos entendían esta relación de las conductas con la música.

Durante el Renacimiento y el Barroco, la teoría Ethos retomó relevancia entre los estudios de la música y la salud, sin embargo, durante la primera época, nacieron dos obras sobre la influencia de la música en el hombre, el primero es “Efectum Musicae” publicado por Joannes Tinctoris y la segunda “Música Práctica” por Bartolomé Ramos de Pareja en 1492; en esta última se habla de la relación de los intervalos con la consonancia y disonancia.

Palacios (2001) indica que durante el Barroco se desarrolla la ópera con gran influencia en los modos griegos, el autor Atanasio Kircher habla de los acordes y discordes como él definía a la consonancia y disonancia en los intervalos que componían un acorde dentro de una escala musical. En 1729 Richard Brown publicó su obra llamada “Medicina Musical”, en donde abarcaba como el canto podía ayudar al tratamiento de enfermedades como neumonía y asma. Debido a la publicación que Brown hizo, durante esta época se vinculó más a la música con la fisiología humana y no con las emociones.

Los avances que surgieron en el área de la medicina provocaron que las investigaciones en el ámbito musical tuvieran más impacto, autores como Héctor Chomet y su publicación “La influencia de la música en la salud y la vida” (Payés, 2014); Francisco Vidal y Careta y su publicación “La música en sus relaciones con la medicina” (Palacios, 2001), exponían que la música tenía un efecto calmante en los pacientes, si bien no podían asegurar que la música fuera el tratamiento eficaz ante sus padecimientos, sí era de ayuda para moderar las dolencias de cada persona.

Esta aplicación de la música en los pacientes, tuvo su mayor uso durante las dos guerras mundiales, mientras los soldados permanecían en los hospitales o campamentos; se utilizaba la música para amenizar el proceso de los heridos, esto logró que se contrataran personas específicamente para tocar música en estos lugares. Esto provoca que en 1950 se crea la primera institución con la finalidad de que la musicoterapia sea una carrera universitaria (Agudelo et al., 2004).

La Asociación Nacional de Musicoterapia fue fundada en 1950 con la intención de dar a conocer la disciplina; esto provoca que muchos países, que empiezan su movimiento de música, funden sus propias instituciones con el mismo propósito. Actualmente, la musicoterapia se encuentra como una disciplina emergente, es decir, no es considerada indispensable, pero sí una con un nuevo campo de investigación hacia la salud, tanto en medicina, psicología, entre otras.

Así también la cultura poco a poco dejó de ser denominada por una región, los ideales se vuelven un peso más importante en comunidades, y estas son las que empiezan a generar su propio estilo musical con el sentido de acompañar estas subculturas, que estaban surgiendo mostrando sus propias formas musicales, y con esto nuevas formas de estructura y de entender a la música.

Muchos experimentos en la estructura de la música surgieron, la música atonal proponía alejarse de las doce notas musicales tocando en diferentes frecuencias alejadas de la frecuencia que hoy se conocen, la micro tonal tiene como base dividir el espectro sonoro en más de 12 partes, dodecafónica que trata de utilizar todas las doce notas sin ningún centro tonal que también puede ser llamada cromática. El Jazz se volvió uno de los desarrollos musicales más extensos durante el siglo XX (López, 2011). Si bien estas corrientes musicales

eran importantes, la música modal que venía de los modos griegos se volvió más importante y mejor aplicada, la mayoría de las estructuras melódicas en diferentes países ya tenía muy impregnado esta forma de hacer música, ya sea en piano, guitarra, en bandas u orquestas (Agudelo et al., 2004).

La música en el Siglo XX se volvió tan voluble con diferentes géneros, conceptos, estructuras en todo el mundo, y junto con la tecnología lo volvió algo más alcanzable para las personas, aunque de cierto modo se volvió más fugaz y la producción en masa de músicos y canciones aumentó, volviéndose una industria que en el aspecto global económico es importante. La música es algo vital en el transcurso de la historia por cómo el ser humano ha ido jugando y experimentando con ella y lo que ha logrado hacer (Piñeiro, 2004).

1.2 Dimensiones musicales

Si bien esta investigación aborda como personas sin ningún adiestramiento musical, son influenciadas por intervalos musicales, consonantes y disonantes, es importante plantear cómo funciona la música, su teoría y reglas. En la música el ritmo, la melodía, la armonía y el timbre son los aspectos principales para hacer música, logran una expresión más sólida de un sonido a música (Bruscia, 2007), por lo cual, así como las propiedades de un cubo, le dan dimensiones a su todo, estos componentes son las dimensiones de la música, ya que forman algo más que cada una por separado (Abad, 2017).

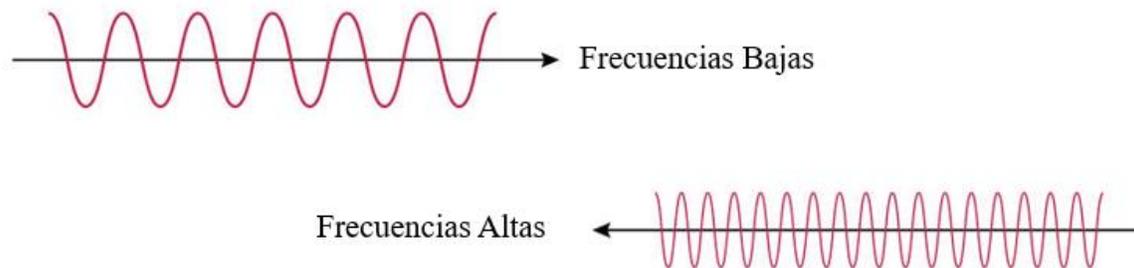
1.2.1 Sonido

La parte más elemental, la unidad mínima de la música, es el sonido; esto puede explicarse de dos maneras: lo físico y lo sensitivo. Lo físico corresponde a la medición de frecuencias en movimiento vibratorio que le llamamos Hertz (Hz), En la figura 1 se observa

que entre más Hz tenga una vibración más aguda será y entre menos tenga el sonido será más grave.

Figura 1

Gráficos de las frecuencias sonoras.



La vibración se vuelve sonido cuando algo codifica este movimiento, en este caso, cómo el oído humano interpreta estas vibraciones y les da un sentido, es aquí cuando empezamos a diferenciar el sonido y el ruido. La principal diferencia es que el sonido tiene una vibración estable, mientras que el ruido no vibra de esa manera. Esto no significa que no se pueda hacer música con los dos, sin embargo, esto es algo a tomar en cuenta al momento de indagar en cómo la música interacciona con las emociones.

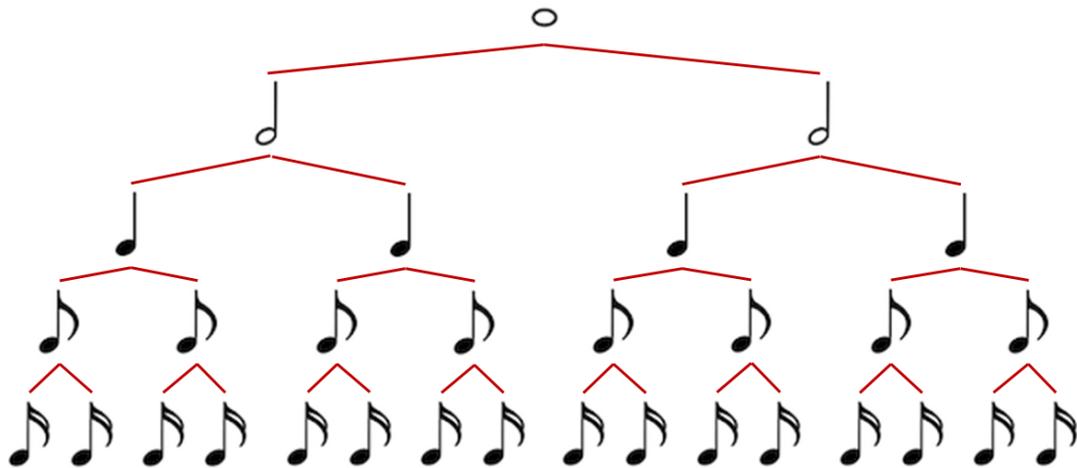
Entender el sonido nos permite saber cómo funciona una dimensión de la música, el timbre, ya que la voz o cualquier instrumento musical tiene un sonido en particular que lo hace diferenciarse de los demás; esto es importante porque hablar de timbre es hablar de armónicos que son vibraciones equivalentes al sonido principal y que le dan ese sonido tan peculiar, el ejemplo más claro es la voz humana. Como se mencionó antes, Pitágoras inventó un instrumento llamado Monocordio para medir exactamente los armónicos y las equivalencias de las frecuencias.

1.2.2 Ritmo

La segunda dimensión de la música es el ritmo, se define como ordenación de sonidos o ruidos y silencios en el tiempo, siguiendo la periodicidad de un patrón. La parte fundamental del ritmo es el pulso, debido a que es lo mínimo de tiempo que habrá en una canción, a lo que se le conoce como Tempo, es decir, la velocidad de una canción. La duración es lo que vemos representado en una partitura, cuando lo observamos de primera mano; por ejemplo, las corcheas (♩) que indican la duración en la que una nota debe ser tocada.

Figura 2

Figuras musicales del pentagrama.



En la figura 2 está representada las formas musicales utilizadas en el pentagrama, están organizadas según su equivalencia en tiempo, la primera se le denomina redonda y equivale a un compás, después siguen la blanca que equivale a la mitad del compás, la negra equivale a un cuarto de compás, corchea equivale a un octavo de compás y la semicorchea equivale a un dieciseisavo de compás. Existen más figuras, pero son menos utilizadas en las piezas musicales.

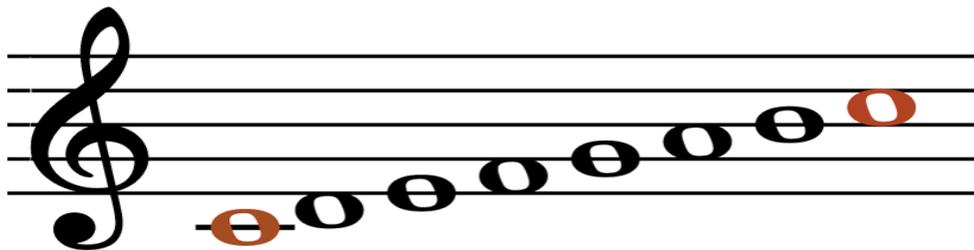
A esto también debemos agregar el compás que prácticamente hace que un género se distinga de otro, el compás se refiere al medio que emplea el lenguaje musical para representar la acentuación propia de un ritmo, los más comunes en la música son el binario, terciario y cuaternario, que se ven en géneros como el country, vals, pop/rock.

1.2.3 Melodía

El tercer aspecto importante es la melodía, que las personas identifican como lo más representativo de una canción. La melodía es una serie de sonidos a diferentes tiempos y alturas, esta serie de sonidos son consecutivos o simultáneos. Estos sonidos son estructurados basados en una escala. Una escala es una selección de notas regularmente siete con un sentido de estructura musical, debemos tener en cuenta que existe una nota base, que en música se le denomina centro de gravedad, véase en la figura 3.

Figura 3

Escala de DO en un pentagrama.



Nota. Las figuras en color rojo (blancas) corresponden al centro tonal (DO).

Las escalas se establecieron en su mayoría en Grecia por lo cual se les llamaron modos griegos, en total son siete. Es importante remarcar que los modos griegos son muy diferentes a como se tocan actualmente, lo que se mantiene en la actualidad son solo los nombres de las escalas. Hay 12 notas musicales; DO, DO#, RE, RE#, MI, FA, FA#, SOL, SOL#, LA, LA#, SI. La distancia entre DO y DO# es un semitono, (ST) así como entre SOL

y SOL# o MI y FA, por ser consecutivos; La distancia entre DO y RE es un tono (T), así como FA y SOL o LA y SI.

Tabla 2

Fórmula para obtener los modos o escalas musicales.

<i>Modos Griegos</i>	<i>Fórmula</i>						
Jónica / Mayor	T	T	ST	T	T	T	ST
Dórica	T	ST	T	T	T	ST	T
Frigia	ST	T	T	T	ST	T	T
Lidia	T	T	T	ST	T	T	ST
Mixolidia	T	T	ST	T	T	ST	T
Eólica / Menor	T	ST	T	T	ST	T	T
Locria	ST	T	T	ST	T	T	T

La “fórmula” para construir una escala es usando los términos T y ST. La escala mayor de DO se construye de la siguiente manera; DO, RE MI, FA, SOL, LA, SI. En la fórmula sería T + T + ST + T + T + T + ST. Ya se ha dicho que debe existir una nota base, en este ejemplo es DO, esa es la nota central, la fórmula indica que primero hay un tono cuál la distancia sería RE, después MI, luego hay un semitono FA, luego SOL, LA, SI y al final un semitono que cerraría la escala con un DO de una octava arriba. Con esta fórmula se pueden hacer todas las escalas mayores de las doce notas, solo dependerá de cuál será la nota central. Estas son las fórmulas de los modos griegos o escalas modales y en la tabla 3 su ejemplo cuando la nota central es DO.

Tabla 3

Ejemplo de las escalas en el tono de DO.

<i>Modos en DO</i>	<i>Notas musicales</i>						
DO Mayor	RE	MI	FA	SOL	LA	SI	DO
DO Dórico	RE	Mib	FA	SOL	LA	SIb	DO
DO Frigio	REb	Mib	FA	SOL	LA ^b	SIb	DO
DO Lidio	RE	MI	FA [#]	SOL	LA	SI	DO
DO Mixolidio	RE	MI	FA	SOL	LA	SIb	DO
DO Menor	RE	Mib	FA	SOL	LA ^b	SIb	DO
DO Locrio	REb	Mib	FA	SOL ^b	LA ^b	SIb	DO

La unidad de la melodía son las notas musicales: Do, Re, Mi, Fa, Sol, La, Si; a lo que se le adhieren las alteraciones o conocidos como sostenidos (#) o bemoles (b): Do# o Reb, Re# o Mib, Fa# o Solb, Sol# o Lab, La# o Sib; en total 12. La escala es el orden en donde son acomodadas 7 notas musicales donde predomina la 1° nota tocada, ya que será el eje hacia las demás notas (Abad, 2017).

Aparte de las escalas, algo importante a especificar son los intervalos. Estos son dos notas tocadas simultáneamente o consecutivas con una distancia. En la música hay intervalos consonantes o disonantes, en este tema hay postulaciones tanto físicas como culturales, pero la mayoría de los teóricos apuntan a estos intervalos como consonantes o disonantes.

1.2.4 Armonía

La última dimensión es la armonía, unión y combinación de sonidos simultáneos y diferentes, en esta dimensión se encuentran los acordes, que son notas tocadas simultáneamente que dan diferentes sensaciones y llenan de textura a la música por cómo se perciben, como en la melodía, las escalas hacen una selección de tono con una intención. En

la armonía se usa esa intención para componer polifonías, en este caso los acordes, es decir tres o más notas tocadas al mismo tiempo, véase en la figura 4.

Figura 4

Acordes en el pentagrama de una escala armónica en DO.



Estos acordes están en función de la escala dependiendo de cuál sea: Mayor, Menor u otra, sea cual sea la escala utilizada, cada nota tiene un apellido, es decir, un distintivo; menor, mayor; y características especiales como los intervalos. Así como las escalas tienen una fórmula, los acordes también; aunque estos son diversos, solo se explicarán los más importantes mayor y menor.

El acorde mayor se construye partiendo de la nota central del acorde, esto no es lo mismo que la nota central de la escala. Por ejemplo, el acorde mayor de DO es tocando al mismo tiempo DO, MI y SOL, o mejor dicho, a partir de DO cuatro semitonos (Mi) y de ahí tres semitonos (SOL); y el acorde menor es DO, Mib y SOL, de DO tres semitonos adelante (Mib) y de ahí cuatro semitonos (SOL). Hay muchos más acordes con diferentes estructuras y con más de tres notas, pero las explicadas son las más usadas.

Por lo cual, la característica más importante de cada dimensión musical es: del ritmo, el tempo; de la armonía, acordes; de la melodía, las escalas y del sonido, el timbre. Cada uno de estos aspectos ayuda mucho a la composición de lo que oímos en una canción y todos estos factores ayudan a formar una emoción que es expresada y percibida (Tabla 4).

Tabla 4

Dimensiones musicales y su característica principal.

<i>Dimensiones musicales</i>	<i>Característica</i>
<i>Sonido.</i>	Frecuencias sonoras.
<i>Timbre.</i>	Sonido característico del emisor.
<i>Melodía.</i>	Modos / Escalas
<i>Armonía.</i>	Notas musicales sonando simultáneamente.

1.3 La música en el desarrollo

La relación que el ser humano tiene con la música es muy estrecha, tiene como antecedentes miles de años de desarrollo, e involucra aspectos que tienen un impacto tanto en lo fisiológico como en lo cognitivo. Desde los inicios de la humanidad la música ha tenido gran relación con las emociones y el comportamiento, se han propuesto hipótesis que afirman que la forma de comunicación del hombre primitivo era a través de la música debido a la falta de un lenguaje más estructurado (Agudelo et al., 2004).

Gallo et al., (2008) indican que la música tiene gran relación con la memoria verbal y las emociones, facilita aprender información y el poder leer, aumenta la conciencia de los sonidos del habla; mejorando la forma de escuchar y de reproducir. De manera progresiva se ha avanzado en la música hasta llegar a los campos de psicomusicología, sociología de la música, etnomusicología y en conjunto con otras disciplinas a la musicoterapia.

Durante la gestación de un bebé se presentan factores determinantes para desarrollar un sentido musical y emocional; el ritmo de la respiración y principalmente los latidos de la madre influyen mucho en la tranquilidad del bebé y en el desarrollo del embarazo; Esto ha dado pauta a la investigación de la estimulación temprana (Casas, 2006). Rojas (2009) indica

que los niños en incubadoras que escucharon música clásica, en especial la de Mozart, ganaban más peso, reducían estrés y salían del hospital en un promedio de cinco días menos que quienes no la escuchaban.

Exponer a un recién nacido a la música, desarrolla diferentes habilidades como la conciencia auditiva, emocional y aptitud musical, esto genera vínculos con sus padres y mejora el sistema inmunológico (Rojas, 2009). Los soldados heridos durante las guerras tenían personas específicas que les tocaban música para calmar sus dolencias; los niños también experimentan relajación, seguridad y tranquilidad al escucharla.

Esta relación que se genera con la música, se vuelve más amplia entre más tiempo se escucha, el cómo influye a personas que no tienen ningún conocimiento musical es diverso, genera comportamientos y actitudes, sin embargo, hay que considerar que las personas sin adiestramientos, logran tener un vínculo más significativo con la melodía que con el ritmo, armonía o el sonido, su proceso de crecimiento y experiencia hace que algunas impacten más en las emociones que otras (Payés, 2014).

Las personas que han tenido un adiestramiento en la música desarrollan habilidades más específicas de percepción, motrices y cognitivas. Principalmente, la creatividad y las emociones, además, al momento de dominar la destreza musical se genera un mejoramiento en la memoria y en la respuesta emocional (Carvajal, 2011).

La música como tratamiento ha sido abordado de muchas formas, el usarlo como una técnica de tratamiento ha provocado que se investigue en diferentes padecimientos tales como enfermedad de Párkinson, amnesia, trastornos del estado de ánimo, depresión, ansiedad, y autismo. Lacárcel (2003), indica que la música, ya sea mediante el

comportamiento de interpretación, escucha o composición, si esta llega a ser significativa para la persona, conduce a una rearmonización del estado de ánimo y de los sentimientos.

La relación del ser humano con la música es extensa, a diario y en todo momento se escucha música de diferentes tipos de género. Un objetivo importante de este estudio es saber más acerca de la relación de la música con las emociones, así como explorar sus correlatos neurofisiológicos y cerebrales.

II. EMOCIONES

La emoción es un sistema de análisis y procesamiento de información. Fernández-Abascal & Jiménez (2010) indican que las emociones se producen a través de procesos cognitivos y que, por lo tanto, van a depender de la interpretación que cada persona haga de las distintas situaciones. Se asume que las emociones ocurren debido a una valoración (positiva o negativa) de las situaciones y así, una misma situación puede provocar en distintas personas emociones diferentes.

Todas las emociones tienen alguna función que les confiere utilidad y permite que el sujeto ejecute con eficacia las reacciones conductuales apropiadas, esto con independencia de la cualidad hedónica que generen. Incluso las emociones más desagradables tienen funciones importantes en la adaptación social y el ajuste personal.

Según Reeve en 1994 (citado en Chóliz, 2005), la emoción tiene tres funciones principales:

- Funciones adaptativas: Preparar el organismo para que ejecute una conducta exigida por las condiciones ambientales.
- Funciones sociales: Expresiones emocionales y conductas que mejoran el proceso de relación interpersonal.
- Funciones motivacionales: Motiva una conducta, una emoción energizada provoca una conducta de forma más vigorosa.

Quizá una de las funciones más importantes de la emoción sea la de preparar al organismo para que ejecute eficazmente la conducta exigida por las condiciones ambientales,

movilizando la energía necesaria para ello, así como dirigiendo la conducta (acercando o alejando) hacia un objetivo determinado (Fernández-Abascal & Jiménez, 2010).

2.1 Emociones Básicas

Autores como Ekman, Levenson y Friesen (1993) mencionan, que son seis las emociones básicas (ira, alegría, asco, tristeza, sorpresa y miedo), sin embargo, la cuestión de la existencia de emociones básicas es un tema controvertido, sobre el que no existe todavía el suficiente consenso entre los investigadores (Belmonte, 2007). Sin embargo, Cossini et al., en 2017, indican que las emociones de miedo/sorpresa y enojo/asco comparten los mismos códigos de procesamiento, por lo que consideran que hay cuatro emociones básicas (enojo, alegría, tristeza y miedo).

A partir de los aportes realizados por Fernández-Abascal y Domínguez (2001) y Chóliz (2005), se presenta a continuación la descripción de las emociones básicas:

2.1.1 Alegría

Características. Favorece la recepción e interpretación positiva de los diversos estímulos ambientales. No es fugaz, como el placer, sino que pretende una estabilidad emocional duradera.

Función. Incremento en la capacidad para disfrutar de diferentes aspectos de la vida. Genera actitudes positivas hacia uno mismo y los demás, favorece el altruismo y empatía. Establece nexos y favorecer las relaciones interpersonales.

Actividad Fisiológica. Aumento en actividad en el hipotálamo, septum y núcleo amigdalino. Aumento en frecuencia cardiaca, si bien la reactividad cardiovascular es menor que en otras emociones, como ira y miedo.

Procesos Cognitivos Implicados. Favorece el rendimiento cognitivo, solución de problemas y creatividad, así como el aprendizaje y la memoria.

2.1.2 Ira

Características. La ira es el componente emocional del complejo AHI (Agresividad-Hostilidad-Ira). La hostilidad hace referencia al componente cognitivo y la agresividad al conductual.

Función. Eliminación de los obstáculos que impiden la consecución de los objetivos deseados y generan frustración.

Actividad Fisiológica. Elevada actividad neuronal y muscular. Reactividad cardiovascular intensa (elevación en los índices de frecuencia cardíaca, presión sistólica y diastólica).

Procesos Cognitivos Implicados. Focalización de la atención en los obstáculos externos que impiden la consecución del objetivo o son responsables de la frustración.

2.1.3 Tristeza

Características. Es una forma de displacer que se produce por la frustración de un deseo apremiante, cuya satisfacción se sabe que resulta imposible. Los desencadenantes de la tristeza son la separación física o psicológica, la pérdida o el fracaso.

Función. Cohesión con otras personas, especialmente con aquellos que se encuentran en la misma situación. Disminución en el ritmo de actividad. Valoración de otros aspectos de la vida que antes de la pérdida no se les prestaba atención.

Actividad Fisiológica. Actividad neurológica elevada y sostenida. Ligero aumento en frecuencia cardíaca, presión sanguínea y resistencia eléctrica de la piel.

Procesos Cognitivos Implicados. Valoración de pérdida o daño que no puede ser reparado. Focalización de la atención en las consecuencias a nivel interno de la situación.

2.1.4 Miedo

Características. Se activa por la percepción de un peligro presente e inminente, por lo cual se encuentra muy ligada al estímulo que la genera. Es una señal emocional de advertencia que se aproxima un daño físico o psicológico; implica una inseguridad respecto a la propia capacidad para soportar o manejar una situación de amenaza. La intensidad de la respuesta emocional de miedo depende de la incertidumbre sobre los resultados

Función. Al prestar una atención casi exclusiva al estímulo temido, facilita que el organismo reaccione rápidamente ante el mismo. Moviliza gran cantidad de energía. El organismo puede ejecutar respuestas de manera mucho más intensa que en condiciones normales.

Actividad Fisiológica. Aceleración de la frecuencia cardíaca, incremento de la conductancia y de las fluctuaciones de la misma

Procesos Cognitivos Implicados. Valoración primaria: amenaza. Valoración secundaria: ausencia de estrategias de afrontamiento apropiadas. Reducción de la eficacia de los procesos cognitivos, obnubilación. Focalización de la percepción casi con exclusividad en el estímulo temido.

2.2 Bases Biológicas

Las respuestas emocionales que se conocen en los humanos son una variedad de felicidad, sorpresa, enojo, miedo y tristeza. Todas ellas presentan dos características comunes, una respuesta motora visceral y una respuesta motora estereotipada somática. La

respuesta motora visceral se involucra en la fisiología interna dadas por la emoción. La respuesta somática involucra principalmente movimiento de los músculos faciales, acompañada de elementos subjetivos difíciles de describir, pero que se encuentran preservados universalmente en las diferentes culturas, y que, por lo tanto, nos permiten identificar las emociones de los demás (López et al., 2009).

La primera evidencia que relaciona al sistema límbico con las emociones se tiene registrada en 1955, cuando Heinrich Klüver y Paul Bucy describieron un síndrome conductual inducido en el laboratorio, el cual incluía un cambio sustancial en la conducta emocional. En sus experimentos observaron que los monos, que eran tranquilos en extremo, sufrían cambios emocionales como: agresividad y pérdida del miedo luego de ser sometidos a una lobotomía bilateral de los lóbulos temporales, la cual también incluyó la amígdala, la formación parahipocampal y una estructura hasta el momento no considerada como estructura límbica: la corteza temporal (López et. al. 2009).

Cuando se estimula eléctricamente la actividad de la amígdala a través de experimentos, en los humanos se produce miedo y aprehensión (Bartolomei et al., 2007) mientras que, en los animales, quitar la amígdala genera una conducta de ausencia de miedo.

De este modo, el conjunto de núcleos cerebrales que regulan las emociones forman el sistema límbico (área ventral tegmental, núcleo accumbens, hipocampo, núcleos septales laterales, fórnix e hipotálamo). Recientemente, otras estructuras han sido adicionadas al sistema límbico tradicional como la amígdala, la corteza orbitofrontal y el cíngulo (Gelder et al., 2005).

Este conjunto de estructuras, procesan los estímulos emocionales y los integran a funciones cerebrales complejas, las cuales incluyen: decisiones racionales, expresión e interpretación de conductas sociales e incluso la generación de juicios morales, entendiéndose estos últimos como los actos mentales que afirman o niegan el valor moral frente a una situación o comportamiento (Kandel, 2000).

Un estímulo emocional con una intensidad significativa activa sistemas sensoriales que envían la información hacia el hipotálamo, el cual genera una respuesta capaz de modular la frecuencia cardiaca, la tensión arterial y la frecuencia respiratoria.

La información de este estímulo es llevada hasta la corteza cerebral, de modo que el estímulo y la información son llevados indirectamente desde los órganos periféricos (los cuales perdieron su estado homeostático debido al estímulo) y directamente desde el hipotálamo, la amígdala y las estructuras relacionadas.

Papez (1929) señala que la comunicación entre el hipocampo y la corteza cerebral se lleva a cabo de manera recíproca, es decir, están en comunicación constante y una estructura influye en la otra por medio del giro cingulado. llevando la información de la siguiente manera: la formación hipocampal procesa la información que proviene del giro cingulado y la lleva hasta los cuerpos mamilares del hipotálamo vía fórnix.

La interpretación de las emociones tanto propias como ajenas se da por la activación de neuronas que se encuentran en el giro cingulado; la emoción se etiqueta y se proyecta a las regiones superiores, esta definición se realiza en menos de ocho segundos después de haber aparecido el detonante emotivo, podemos copiar conductas y emociones (risa o

sorpresa), entenderlas (llanto, asco o enojo) en forma inmediata, ya sea para tener actividad prosocial o para alejarnos de aquellas que nos generan incomodidad (Calixto, 2018).

Gracias al avance técnico en la obtención de imágenes cerebrales y al análisis de algunos estudios especializados, como las tomografías, ha sido posible conocer el circuito neuronal y fisiológico de las emociones. Una de las estructuras más importantes del sistema límbico, es la amígdala cerebral, esta genera o inicia un proceso emotivo en forma inmediata (300 milisegundos), en paralelo se activan áreas cerebrales relacionadas con la liberación de la dopamina. Estas áreas son el área tegmental ventral y el núcleo accumbens.

Si la liberación de dopamina sucede de forma abrupta, la conducta está relacionada con procesos negativos como ira, enojo o furia. En cambio, si la liberación de dopamina es lenta, gradual y desarrollada con niveles de expectativas muy altos, entonces las emociones que se generan están en función de obtener una recompensa, una motivación, felicidad o incluso el llanto (Calixto, 2018).

Cuando la secuencia de activación llega al hipocampo, se desarrolla una actividad eléctrica neuronal, lo que permite incrementar procesos como la memoria y el aprendizaje; de esta manera, la emoción incrementa también la atención y la cognición, lo que nos permite capturar detalles del entorno que difícilmente se olvidan, haciéndolo más significativo.

Menos de cinco segundos después de haberse iniciado, la emoción al cerebro, el incremento de la actividad de las estructuras límbicas, va disminuyendo la lógica, la congruencia y los procesos sociales que se llevan a cabo en la corteza prefrontal. Esto explicaría por qué, conforme más emocionados estamos, somos menos racionales.

El cerebro tiene una etapa crítica para conectar los sitios anatómicos que inician y mantienen las emociones: entre los ocho y los doce años de edad la amígdala cerebral, el giro del cíngulo y el hipocampo se conectan de una manera dinámica, por lo que si a esa edad una persona experimenta violencia, agresión, humillaciones y abandono, las conexiones neuronales se llevarán a cabo de manera errónea, de tal manera que los procesos negativos de la sociedad condicionan al cerebro y sus neuronas a normalizar de una manera muy rápida la violencia y las conductas negativas. Es importante señalar que las emociones positivas contribuyen a provocar un mejor estado de salud, ayudan a soportar los procesos dolorosos, a controlar mejor el miedo, y las personas se vuelven más renuentes a la depresión y el estrés.

2.3 La Música y Las Emociones

La música, a diferencia de cualquier ruido, es el arte de combinar los sonidos de la voz humana como de instrumentos, o de unos y otros a la vez, de forma que produzcan deleite, conmoviendo la sensibilidad emocional (Abad, 2017). Pero no solo se trata de combinar aleatoriamente sonidos, si no dentro de la música hay componentes que ayudan a la percepción emocional.

Hay diferentes componentes musicales que hacen un todo, pero cada una influye en las emociones. Estas dimensiones musicales tienen gran peso en la composición, pero todas actúan de diferentes maneras, y cada una tiene sus propias características para poder dar los matices adecuados para crear la emoción adecuada; Flores-Gutiérrez & Díaz, (2009) plantean que la más grande diferencia se encuentra en la polaridad de la alegría y tristeza, debido a que son emociones primarias en la música y tienen una permanencia fuerte en este.

Abad (2017) indica que, en la teoría musical, la armonía funcional, es un sistema donde cada tono tiene una relación con otros tonos, estos enlaces se rigen por la nota central, manteniendo una jerarquía, las cuales son tónica, dominante y subdominante. Este sistema de la música tonal da paso a los intervalos musicales y estas a las escalas musicales, y se utiliza para acumular la tensión por medio de estas relaciones de tonos al momento de escuchar una pista.

Cada nota de una escala va a tener una tensión diferente, la nota central o también llamado primer grado (en el ejemplo de la escala de DO) expresa en paz y tranquilidad, el grado 4 (Fa) representa una tensión más inclinada a la alegría, pero expresada como esperanza y aspiracional, mientras que el quinto grado es una felicidad más externa de motivación. Esto es porque son acordes mayores, mientras que los menores son más tristes, como el grado 6 (La) es una tristeza suave, mientras que el grado 3 (Mi) es más triste y en el grado 2 (Re) es más profundo, más interior y de meditación. Mientras que de la escala menor lo importante es saber que tiene una forma más pasiva. Así, el primer grado representa paz, el grado 4 es una tristeza profunda, melancólica, y el 5 desesperación, el grado 7 es una percepción más agresiva, el 3 representa desilusión y el 6 aspiracional.

Las notas musicales dependiendo de las dimensiones que se empleen, podrán acentuar o atenuar las emociones que se quieren transmitir, debido a que las notas son las claves de poder componer canciones con diferentes sensaciones al momento de que una persona las escuche. Por lo tanto, hay que contemplar la influencia que representa la música en su totalidad para el cuerpo, la mente, la emoción, y cómo se relacionan las personas con la naturaleza y el medio social (Aleixo et al., 2017).

El placer que se obtiene al escuchar música y su influencia en las emociones, tiene claros fundamentos biológicos que se originan en una zona situada por debajo el tálamo (zona del tálamo). La liberación de dopamina en este nivel, es la que genera respuestas de reforzamiento positivo y de recompensa, tal y como se ha podido evidenciar en los casos de conductas adictivas y de consumo de sustancias psicoactivas (Aleixo et al., 2017). La conexión del núcleo accumbens con la ínsula y el hipotálamo, dos estructuras que regulan la actividad del sistema nervioso autónomo (SNA) y que serán las responsables de los cambios fisiológicos asociados con una respuesta relajante de la música, tales como: las disminuciones de la frecuencia cardíaca, la presión arterial, el ritmo respiratorio, la actividad cerebral y la conductancia de la piel.

Desde 1997, Krumhansl habla de dos posturas: la cognitivista, que asume que la música solo expresa emociones que la gente reconoce, sin sentir la emoción necesariamente, y la postura emotivista, que asume que la música puede inducir emociones. La música tiene una gran relación con las emociones; la activación cerebral es específica al momento de escuchar música, pero esta va dependiendo de cómo esté compuesta (Caballero-Meneses & Menez, 2010).

Gagnon y Peretz (2003) postulan los factores determinantes para la percepción emocional, el tempo y el modo, estas son muy estudiadas al momento de estudiar las emociones conforme a la música, pero hay otras que se dejan de lado. La armonía y el timbre son poco estudiadas. El ritmo es un componente de importancia en la expresión musical, la alegría y la tristeza están determinadas por los bits por minuto (Bpm) y el tempo, entre más lento, tiene rasgos más tristes, en cambio, entre más rápido, más alegre. Esto es propuesto desde los estudios de Gagnon y Peretz (2003). La melodía afianza la emoción, pero se verá

limitado por el ritmo y armonía, aun así, esta tiene mayor facilidad de ser recordado y aprendido. La armonía es la estructura que acompaña el ritmo, tiene una estructura y depende del modo, de igual forma esta tiene variaciones que ayudarán a que la percepción emocional sea más fuerte.

Es posible notar que nuestra percepción tanto física como emocional influye a causa de la música; este estímulo despierta un estado emocional, que, a su vez, genera una manifestación a través de cambios corporales, esto quiere decir que un evento o la mera percepción de un evento no es suficiente para producir una emoción. Esta involucra necesariamente una evaluación personal de la significación del incidente (Melamed, 2016) y la música cuenta con estos aspectos, puesto que tiene mucha relación a lo largo de los recuerdos y encuentran una significación en la cognición.

Las formas en la que la música puede expresar un sentimiento es tan diverso; pero principalmente estas son las cualidades más importantes al momento de escucharla, Gómez y Danuser (2007) investigaron la contribución de diversas características estructurales de la música (tempo, timbre, modo y articulación rítmica) sobre respuestas psicofisiológicas y realizaron evaluaciones subjetivas del estado emocional. Entre sus resultados se encuentran cambios psicofisiológicos (inducción de respuestas fisiológicas similares a las que se producen con otros métodos de inducción de emociones como cambios en la respuesta galvánica de la piel, la tasa cardíaca y la emisión hormonal); activación cerebral (en áreas relacionadas con emociones como la amígdala, corteza orbito-frontal y núcleo accumbens); respuestas conductuales.

No es necesario que se adquiriera conocimiento de la música debido a que es algo innato, algo que las personas perciben si ponen atención, al momento de escuchar una pieza musical, este va a activar neurotransmisores que regularan las emociones, es decir el estado anímico y afectivo. De igual forma está vinculada con la experiencia de risa, placer, adicción y miedo (Fustinoni, 2018).

Escuchar música desarrolla la sensibilidad, la creatividad y la capacidad de abstracción o análisis, incita a descubrir un mundo interior, la comunicación con “el otro” o “los otros” y la captación y apreciación del mundo exterior. La música conduce a una rearmonización del estado de ánimo y de los sentimientos, formando un mecanismo de retroalimentación, en el que no solamente el estado de ánimo produce una expresión emocional, sino que a su vez esta expresión tiende a despertar o mantener el estado de ánimo.

2.4 Consonancia – Disonancia

Es fundamental señalar el papel que desempeña la tonalidad, la cual puede entenderse como un sistema formado por un conjunto de sonidos, en el cual cada uno de estos sonidos y combinaciones de los mismos desempeña una función sonora distinta. El hecho de cambiar una sola nota en la armonía puede cambiar el sentido de cómo se percibe un sonido; es importante retomar que cada modo musical, se distingue por los intervalos.

Se entiende por intervalo a la distancia media entre las alturas de dos sonidos sucesivos o simultáneos. Dos sonidos que suenan sucesivamente en el tiempo forman un intervalo melódico y dos sonidos que suenan simultáneamente forman un intervalo armónico. Los intervalos pueden ser de 2^a, 3^a, 4^a, 5^a, 6^a, 7^a y 8^a, y dentro de estas categorías existen otras más específicas (como mayores y menores, aumentadas y disminuidas) dando doce

intervalos, estos constituyen el fundamento de las melodías musicales y son la base de la formación de los acordes.

Tabla 5

Nombre y distancia de los intervalos.

<i>Distancia del intervalo</i>	<i>Nombre del intervalo</i>	<i>Ejemplo en DO</i>
1 semitono	Segunda menor	Do – Do#
2 semitonos	Segunda mayor	Do – Re
3 semitonos	Tercera menor	Do – Re#
4 semitonos	Tercera mayor	Do – Mi
5 semitonos	Cuarta justa	Do – Fa
6 semitonos	Cuarta aumentada	Do – Fa#
7 semitonos	Quinta justa	Do – Sol
8 semitonos	Sexta menor	Do – Sol#
9 semitonos	Sexta mayor	Do – La
10 semitonos	Séptima menor	Do – La#
11 semitonos	Séptima mayor	Do – Si
12 semitonos	Octava justa	Do - Do

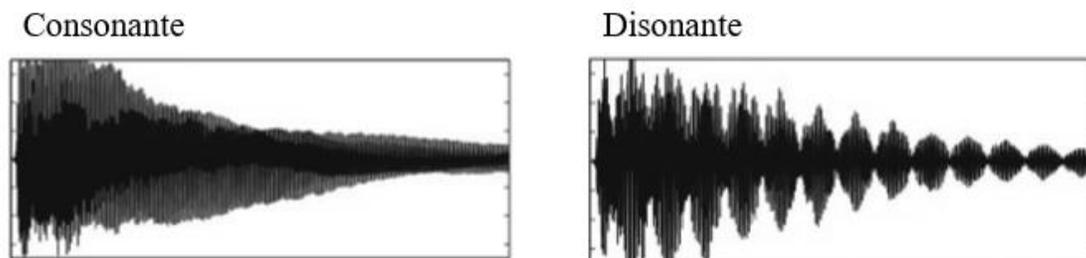
Estos doce intervalos se dividen en dos características, la consonancia y la disonancia, el contraste entre consonancia y disonancia es una característica crucial de la música occidental, y juega un papel vital en hacer que la música sea emocionalmente significativa al proporcionar una sensación de variedad y movimiento.

Los intervalos consonantes son pares de tonos que golpean el oído con cierta regularidad; esta regularidad consiste en que los pulsos entregados por los dos tonos, en el mismo intervalo de tiempo, serán conmensurables en número, para no mantener el tímpano en perpetuo tormento. El intervalo disonante surge, de las vibraciones discordantes de dos

tonos diferentes que golpean el oído fuera de tiempo. Especialmente entre notas cuyas frecuencias son inconmensurables (Lahdelma & Aerola, 2020). La figura 5 representa en Hz un intervalo consonante y disonante.

Figura 5

Representación en Hz de intervalos consonantes y disonantes.



Lahdelma y Aerola (2020) indican que la consonancia y la disonancia no constituyen cualidades absolutas. Para que un intervalo sea considerado consonante o disonante, es necesario que exista un parámetro establecido con el cual se pueda comparar. Para ello cada intervalo o acorde debe ser analizado tanto individual como contextualmente. Si consideramos aisladamente un intervalo, su cualidad más o menos consonante o disonante depende del grado de compatibilidad e incompatibilidad que existe entre los sonidos que lo forman. Sin embargo, si consideramos un intervalo dentro de un contexto armónico, su cualidad consonante o disonante no depende solo de su naturaleza, sino también de su posición y función dentro del contexto musical. Retomemos algo importante en la melodía, hay un centro de gravedad dependiendo del modo en el que se esté y las diferentes notas con relación a esa genera una tensión más que otra, esto tiene relación con las irregularidades que tiene el sonido, por no mantener el sonido constante.

Por lo general, consonante denota connotaciones como armonioso, agradable y estable, mientras que disonante, a su vez, connotaciones como, desagradable y que necesita resolución, es decir, regresar a la nota que es el centro de gravedad. La consonancia/disonancia tiene un aspecto tanto vertical como horizontal: los intervalos aislados simples (dos tonos concurrentes) y los acordes (tres o más tonos concurrentes) representan consonancia / disonancia vertical, mientras que las relaciones secuenciales entre estas en melodías y progresiones de acordes representan consonancia / disonancia horizontal.

Uno de los primeros experimentos para clasificar los intervalos formados por dos notas de una misma octava según su consonancia. En 1918, Malmberg utilizó un grupo formado por músicos y por oyentes experimentados. Las indicaciones de fusión, dulzura, pureza y mezcla se utilizaron para definir los intervalos propuestos. Los resultados fueron unánimes entre los doce expertos (Morant et al., 2006).

- Consonancias absolutas: Octava.
- Consonancias perfectas: Quinta y cuarta.
- Consonancias medias: Tercera mayor y sexta mayor.
- Consonancias imperfectas: Tercera menor y sexta menor.
- Disonancias: Segundas, séptimas y tritono.

Otros estudios como el hecho por Butler y Daston en 1963 hicieron comparaciones sobre la consonancia en intervalos de dos notas, el resultado era idéntico al de Malmberg. De igual forma; otra prueba determinante fue realizada a 308 japoneses, en este caso se comprobó cuáles estaban familiarizados con la música oriental y cuáles con la occidental.

Todos estos estudios vinieron a determinar que la consonancia de los intervalos tiene una realidad perceptiva, sin que le afecten las consideraciones de formación implícita o explícita.

Esta diferencia categoriza la división consonante/disonante, los intervalos que tengan una diferencia regular como la octava era considerado consonante y el irregular disonante; Tyndall (1867) menciona que cuando más simple es la relación de frecuencias entre los sonidos, más consonante será el intervalo que conforman. Helmholtz (1877) explicó la consonancia y disonancia, apoyándose exclusivamente en la presencia o ausencia de batidos, es decir, frecuencias diferentes, que se producían entre los sonidos fundamentales y sus armónicos. Bekesy y Plomp en 1965 aportaron que la presencia de batidos no siempre es desagradable. Si la frecuencia es baja, el oído aprecia un trémolo, en donde las frecuencias suenan tan rápidas y de la misma forma, a la nota fundamental, que no se aprecia una disonancia. Dos sonidos lo suficientemente distantes producirán sensación de aspereza o rugosidad. Se denomina banda crítica al campo de frecuencias dentro del que se perciben la sonoridad áspera y los batidos (Morant, et al., 2006).

La relación que tienen los intervalos con las emociones es estudiada de amplia manera, la descripción que los autores detallan de los intervalos en la emoción en cuestión de la consonancia / disonancia se aplica de muchas maneras. Según Cano-Campos y Custodio (2017) puede producir emociones positivas como negativas, a sujetos no músicos cuando escuchaban acordes consonantes y disonantes, mostró que los acordes consonantes activan el área orbitofrontal y región subcallosa del hemisferio derecho; mientras que los acordes disonantes activaron el giro para hipocámpico ipsilateral y fueron relacionados con sensaciones desagradables.

Tabla 6*Intervalos consonantes y disonantes.*

<i>Consonantes</i>	<i>Disonantes</i>
Octava justa	Segunda menor
Quinta justa	Segunda mayor
Cuarta justa	Séptima menor
Tercera mayor	Séptima mayor
Tercera menor	Cuarta aumentada
Sexta mayor	
Sexta menor	

Nota. Adaptado de *Intervalos consonantes y disonantes* (p. 208), por Abad, 2017, Berenice.

Las emociones tienen relación con los intervalos musicales tanto consonantes como disonantes, es por eso que es importante entender como ayudará a describir el impacto musical y su relación con las personas. En este trabajo se identificará como estos procesos suceden en personas que no tienen ningún adiestramiento musical, esto es importante debido a que a continuación se mencionaran los modelos cognitivos y los procesos neuronales. Es fundamental describir que tanto la música impacta en el proceso emocional, que pasa cuando se presentan intervalos consonantes o disonantes y como se percibe para resultar en un estado emocional.

III. BASES NEURALES DE LA MÚSICA

El proceso evolutivo que los humanos pasaron permitió que el cerebro tuviera mecanismos para el proceso de información, como categorizar y organizar imágenes, sonidos o señales táctiles (Tirapu, 2010); su propósito es poder dar control sistemático por medio de las conexiones nerviosas que se desplazan por todo el cuerpo. La importancia que tiene el cerebro en procesos tan complejos como escuchar e interpretar música, es muy amplia, ya que incluye, audición, visión y motricidad.

Portellano (2005) indica que la neurociencia es el estudio multidisciplinar del sistema nervioso, investiga cuál es la función que ejerce el cerebro desde la perspectiva de las diferentes disciplinas. Los primeros avances que la neurociencia hizo mediante el análisis de daño cerebral evidencio cómo se relacionaban con cambios en la conducta; a lo largo de estas investigaciones surge la neurociencia cognitiva.

La neurociencia cognitiva es una rama de las neurociencias, que tiene por objetivo el estudio del procesamiento de la información en el sistema nervioso, tratando de relacionar los procesos neurobiológicos y los psicobiológicos (Benedet, 2002). Al principio la disciplina se encargó de examinar cómo este daño cerebral se relacionaba con la cognición y conducta; pero ahora se centra en el análisis que tienen los procesos cognitivos como la memoria, lenguaje, pensamiento, funciones ejecutivas, percepción, motricidad y emociones (Montañés & Brigard, 2005).

El cerebro se mantiene bajo un proceso de información y acción, en donde los sentidos se encargan de recoger la información del mundo exterior, estas entradas son enviadas al encéfalo en un análisis perceptivo. Esta información es procesada de forma serial

o de forma paralela, permitiendo el almacenamiento para después ser evocado lo que se llama análisis semántico o sistema de procesamiento de información. Todas estas sensaciones analizadas en la unidad sensorial son enviadas al procesamiento de salida que se encarga de transformar esa información en alguna acción o pensamiento (Portellano, 2005).

Cada sensación y respuesta a esta, pasa por el sistema nervioso, donde zonas específicas del encéfalo y dependiendo de qué tipo de sensación este siendo analizada se ejecuta una acción. El cerebro es un sistema complejo preparado para analizar información de manera veloz, en cuestiones de milisegundos es capaz de codificar y mandar las señales para activar la respuesta (Tirapu, 2010).

Esto es una breve descripción de cómo el cerebro se relaciona con los estímulos del exterior, pero hay descripciones más amplias y precisas, de fenómenos en concreto. La neurociencia cognitiva estudia tanto las acciones conscientes como las inconscientes, que ayudan a la conducta y la cognición, con ayuda de los modelos psicológicos, empezaron a determinar los modelos anatómicos y fisiológicos (Arnedo et al., 2019).

Benedet (2002) indica que la psicología cognitiva describió modelos teóricos del procesamiento de información de los procesos cognitivos, mientras que la neurociencia ofreció la metodología para poder detallar neurológicamente estos procesos. La neurociencia cognitiva se contrapone a las ideas enfocadas en la enfermedad, donde la investigación era a partir del daño cerebral. En cambio, se centró en describir el proceso de información y su relación con otros procesos. La neurociencia cognitiva trata de proporcionar una explicación de los procesos cognitivos a partir de las relaciones entre la conducta y los sistemas de procesamiento, y no basándose en a la relación entre anatomía cerebral y conducta tal cual, como hacía la neuropsicología tradicional.

González & León, (2013) mencionan que los procesos cognitivos son la expresión dinámica de la mente, de la cognición, del sistema encargado de la construcción y del procesamiento de la información que permite la elaboración y asimilación de conocimiento. Se propusieron tres procesos cognitivos básicos percepción, atención y memoria, y los superiores, que son aprendizaje, pensamiento, inteligencia y lenguaje (Fuenmayor & Villasmil, 2008).

Por último, la emoción es un proceso psicológico que nos prepara para adaptarnos y responder al entorno, de ahí que la función principal sea la adaptación, clave para entender la máxima premisa de cualquier organismo vivo: la supervivencia. Habitualmente se entiende como una experiencia multidimensional con al menos tres sistemas de respuesta: cognitivo/subjetivo; conductual/expresivo y fisiológico/adaptativo; cada una de estas dimensiones puede adquirir especial relevancia en una emoción en concreto, en una persona en particular, o ante una situación determinada (Fernández-Abascal & Jiménez, 2010).

Estos procesos suceden constantemente ante las situaciones ambientales, el cerebro siempre está analizando y categorizando la información. Los procesos básicos a los que hace referencia son: observar, definir, memorizar, analizar, sintetizar y comparar; mientras que los de alto nivel son: pensamiento crítico y creativo, resolver problemas, tomar decisiones, actuar en incertidumbre, reflexión y aplicación (Tirapu, 2010).

Con esto planteado es importante determinar cómo el proceso de análisis del estímulo musical sucede dentro del cerebro, cuál es el modelo cognitivo y cuál es la vía de información que sucede cuando el estímulo musical llega del oído al cerebro.

3.1 La Música y El Cerebro

Como se ha mencionado, la evolución del ser humano y de la música están muy relacionadas, García-Casares et al., (2011) mencionan que Darwin en su libro *El origen del hombre y de la selección en relación al sexo* (1871) describe a la música como un don misterioso que le han dado al ser humano, además de no poder determinar la función biológica de la música en el desarrollo evolutivo. Actualmente, se hace énfasis en que la música es un precursor del lenguaje, además de tener relación con las emociones y el estado fisiológico de la persona, hasta una relación en conjunto o individual de los procesos cognitivos.

Por ejemplo, en el caso de la amusia, que es la pérdida de las facultades que permiten procesar las informaciones musicales, se ha comprobado que los pacientes son incapaces de entonar con precisión ninguna nota y que no logran reconocer fragmentos musicales que les eran familiares antes del accidente, pero no han sufrido ninguna merma de la memoria a largo plazo, juzgan sin dificultad el carácter triste o alegre de las melodías que ya no reconocen (Díaz, 2010).

Poco a poco se han ido desechando las ideas de un centro anatómico donde se realice el proceso musical. La música conlleva varios procesos por las dimensiones que la conforman (sonido, ritmo, melodía y armonía), y esto se ve ejemplificado en la neuroanatomía del proceso del cerebro; en este hay zonas que procesan diversos componentes de la música, tales como el tono, la vibración, la armonía; mientras que el cerebelo parece encargarse del ritmo (Cano-Campos & Custodio 2017).

La corteza auditiva primaria está tonotópicamente organizada: diferentes partes de esta área cerebral pueden ser activadas por sonidos de diferentes tonos. Además de la corteza auditiva primaria, otras áreas cerebrales están comprometidas en el procesamiento del sonido, e incluyen a la corteza auditiva secundaria, área auditiva posterior y el área auditiva anterior.

Koelsch (2014) indica que el sistema auditivo evolucionó filogenéticamente a partir del sistema vestibular. Curiosamente, el nervio vestibular contiene una cantidad sustancial de fibras que responden acústicamente. Los órganos otolíticos (el sáculo y el utrículo) son sensibles a los sonidos y las vibraciones, y el complejo nuclear vestibular ejerce una influencia importante sobre las neuronas motoras espinales (y oculares) en respuesta a sonidos fuertes con bajas frecuencias o con aparición repentina.

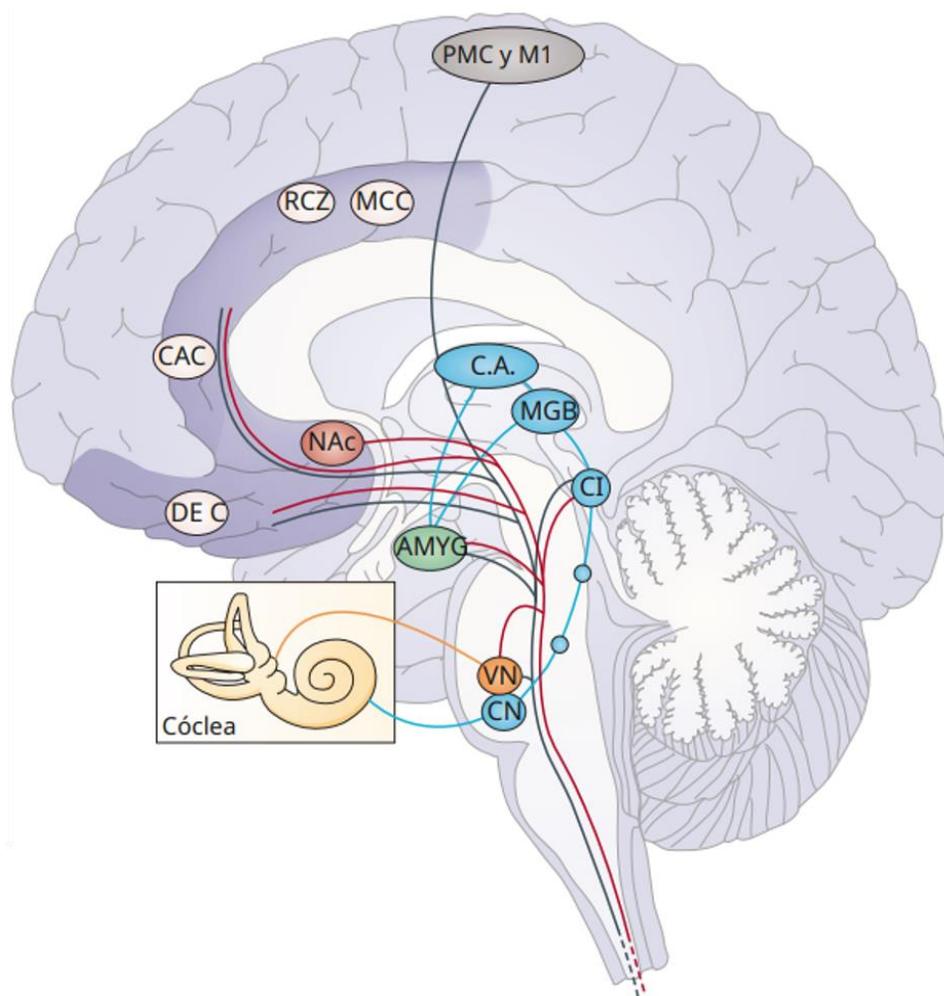
El núcleo vestibular como el núcleo coclear se proyectan hacia la formación reticular, y el núcleo vestibular también se proyecta hacia el núcleo parabraquial, un sitio de convergencia para el procesamiento vestibular, visceral y autónomo. Estas proyecciones inician y apoyan movimientos y contribuyen a los efectos excitantes de la música.

Al momento de escuchar música, el cerebro se encarga de codificar, el ritmo, el timbre, la melodía, el tono, la sintaxis musical; estas son estudiadas cada una independientemente y en paralelo como módulos mentales que se diferencian de la información que procesan, esto ayuda a generar modelos del proceso de información musical. Como se mencionaba en el apartado de cerebro, el daño cerebral permitió obtener información, en este caso acerca del proceso musical, pero la neuroimagen permitió detallar estos modelos de procesamiento musical donde se describe el proceso de percepción de

información y de producción (Abraham & Justel, 2015). Además de como el procesamiento neuronal de la música y la emoción están estrechamente vinculadas.

Figura 6

Principales vías que subyacen a las respuestas autonómicas y musculares a la música.



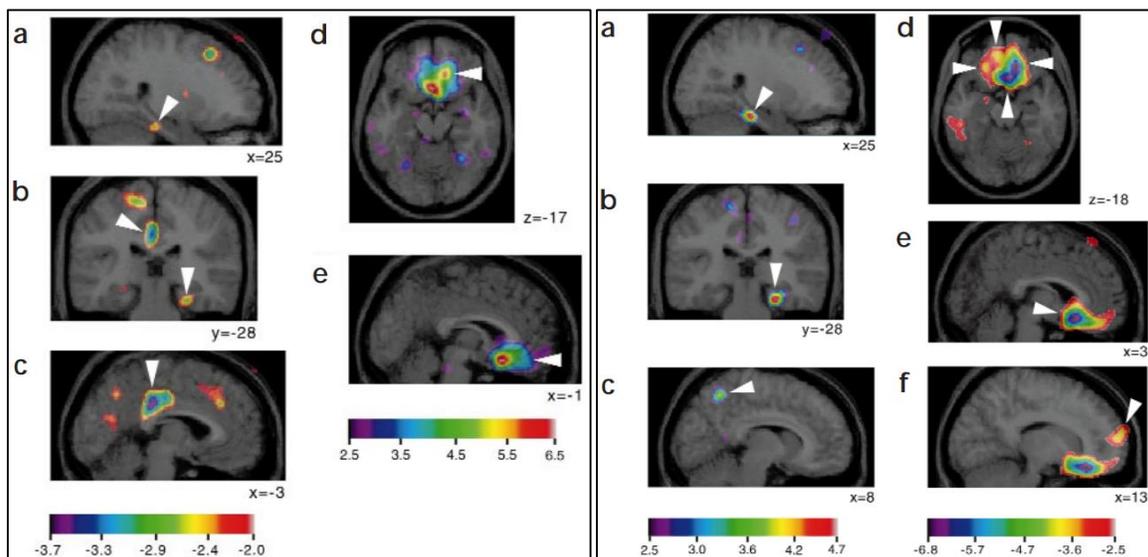
Nota. En la imagen se muestra las diferentes vías del procesamiento de la música y las emociones. Representado del color azul la vía auditiva-límbica, de color negro el sistema motor somático, el color rojo el sistema visceromotor (autonómico) y el color naranja la vía vestibular activada acústicamente. CAC, corteza cingulada anterior; CN, núcleos cocleares; CI, colículo inferior; M1, corteza motora primaria; MCC, corteza cingulada media; MGB,

cuerpo geniculado medial; NAc, núcleo accumbens; PMC, corteza premotora; RCZ, zona cingulada rostral; VN, núcleos vestibulares. Recuperado de “Brain correlates of music-evoked emotions” (p.172), por Koelsch 2014, Nature Reviews Nuerociencia, 5 (1).

Además de lo mostrado en la figura 6, también hay que mencionar que la corteza auditiva también se proyecta hacia la corteza orbitofrontal (OFC) y la corteza cingulada. Además, la amígdala (AMYG), la OFC y la corteza cingulada envían numerosas proyecciones al hipotálamo, y, por tanto, también influyen en el sistema endocrino, incluido el sistema motor neuroendocrino.

Figura 7

Regiones corticales correlacionadas al nivel de consonancia y disonancia.



Nota. Del lado derecho se muestra las regiones corticales correlacionados con la consonancia – disonancia, y del lado izquierdo con las calificaciones de agradable – desagradable, en una tomografía por emisión de positrones, en un estudio realizado por Blood et al., (1999) con la intención de exponer los correlatos emocionales y musicales.

Las áreas paralímbicas y neocorticales específicas que se sabe que están involucradas en el procesamiento afectivo se correlacionan con una creciente disonancia o consonancia. Estos incluyen la circunvolución parahipocámpica derecha, la precuneus derecha, la órbita orbitofrontal bilateral, la cingulada subcallosa medial y las regiones polares frontales derechas.

Los hallazgos hasta la fecha indican que la amígdala, el núcleo de accumbens y el hipocampo son estructuras cerebrales demasiado vinculadas con la música. La amígdala superficial tiene un papel central en el procesamiento de estímulos con significado socioafectivo universal (como la música), el placer evocado por la música está asociado con la actividad de la vía de recompensa mesolímbica dopaminérgica (incluido el núcleo accumbens) y la formación del hipocampo está involucrada en las emociones relacionadas con los apegos sociales Koelsch (2014).

Es importante diferenciar el proceso de información musical entre personas con conocimiento musical y sin conocimiento; debido a la reorganización que puede tener la corteza cerebral, como las reorganizaciones corticales en personas invidentes; Cano-Campos y Custodio (2017) indican que el cuerpo calloso tiene más volumen en personas con adiestramiento en la música, además de tener un cerebelo más grande, aunque esto solo se ha encontrado en hombres, estas diferencias que el adiestramiento musical desarrolla, es más significativo entre más temprano se tenga el entrenamiento musical.

El estudio de la música y su relación en el desarrollo cognitivo ha sido abordado de diferentes maneras, lo que ha llevado a que se generen hipótesis como, que los músicos tienen mayor coeficiente intelectual, que tienen más facilidad para las matemáticas o que los matemáticos cuentan con la habilidad de ser músicos, o que los músicos tienen un

aprovechamiento escolar mejor; o el más conocido, el llamado “Efecto Mozart” que es la exposición de la música clásica para desarrollar en los bebés inteligencia superior al promedio; todas estas hipótesis no llegan a ser significativas en estudios hechos y hasta ahora no se ha demostrado que esto sea cierto.

Las investigaciones demuestran que todas las personas tienen evolutivamente una facilidad para procesar la información musical, pero el desarrollo que tiene un músico implica también un desarrollo neuronal para mejorar el procesamiento y reacción; es necesario resaltar que esto no genera un cambio evolutivo superior a una persona sin adiestramiento, las habilidades que desarrolla un músico, no son las mismas que un deportista; la práctica o el entrenamiento en alguna actividad desarrolla cambios neurológicos, biológicos y fisiológicos; y esto se vuelve mayor si se empieza a una menor edad.

Hay diferencias marcadas en términos de desarrollo en músicos, en el siguiente apartado se describe cómo es que el cerebro procesa la información en cada uno de estos módulos musicales y como procesa la información musical además de las partes neuroanatómicas relacionadas con estas.

3.2 Proceso Cognitivo Musical

Cualquier acercamiento con la música sigue tres aspectos importantes que ayuda en el proceso de información musical; el primero es la entrada, que consiste en recoger los estímulos musicales por medio de los sentidos, el órgano más importante para codificar la música es el oído, pero no es el único involucrado, la visión también es necesaria en la información musical principalmente en personas con adiestramiento musical, de igual manera la sensopercepción también es un factor importante dependiendo de los decibeles del

sonido. La segunda es el procesamiento, en este punto esta información se vuelve modular, la información se divide en los diferentes componentes que ayudan analizar a la música como; la letra de la música, tono, intervalos, timbre y ritmo. La tercera es la salida, que consiste en la respuesta al estímulo, esto puede englobar muchas cosas; mover un pie al ritmo, cantar, bailar, o el tocar un instrumento (Abraham & Justel, 2015).

3.2.1 Percepción del tono

Todo sonido es una frecuencia, pero la música tiene frecuencias en específico, por ejemplo, la nota La₄ (que se encuentra a la mitad del piano) tiene una frecuencia de 440 Hz y sus equivalencias en Hz como 220, 110 y 55, son un LA más graves, o 880 que es un LA más agudo, el cerebro reconoce esto de la música, por lo que es muy fácil procesar un tono. Lo que diferencia un tono musical al ruido, como se ha establecido antes, es que el tono tiene una vibración estable, mientras que el ruido son ondas aleatorias sin ninguna relación.

Luego que el input acústico llega a la cóclea en el oído interno, las vibraciones chocan con las células ciliadas haciendo transducción de la información de Hz y armónicos, esta se desplaza por el nervio auditivo a través del mesencéfalo, para hacer sinapsis en el núcleo coclear, de donde se dirige hacia el cuerpo geniculado medial y a la corteza auditiva, pero esta información se va decodificando de dos maneras, uno denominado el sistema melódico donde se encuentran los módulos de tono, timbre y melodía; y el segundo es el sistema temporal donde se encuentra; el ritmo, métrica y tempo, los dos participan de forma independiente y al mismo tiempo, decodificando la información musical recibida (García-Casares et al, 2011).

El sistema melódico discrimina entre tonos y sonidos para darle forma al input acústico; la corteza auditiva primaria está localizada en el giro transversal de Heschl en la

fisura lateral, donde esta información es analizada, no obstante, una pequeña parte se extiende hacia la superficie lateral del lóbulo temporal, además de las zonas auditivas secundarias.

La información auditiva recibida es tonotópica, esto significa que las células ciliadas al ser estimuladas envían la información de tono y ubicación a la corteza auditiva, en donde es procesada. Segura (2019) indica que en el área primaria auditiva se encuentran zonas específicas para un rango de frecuencias, es decir, hay una zona encargada de codificar las señales de las frecuencias cercanas a 50 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz, 8000 Hz y 16 000 Hz.

El segundo sistema, el temporal abarca el ritmo, métrica y tempo; las células ciliadas reciben este patrón de las frecuencias sonoras que son enviadas además de la corteza auditiva, a los ganglios basales y al cerebelo, así como la corteza premotora dorsal y el área motora suplementaria, encargadas del control motor y de la percepción temporal; en este sistema se fracciona el sonido basado en la duración temporal y la extracción de una regularidad temporal subyacente o compás (Soria-Urios et al., 2011).

La información que el sistema temporal analiza en el tiempo es a través de otros dos componentes: ritmo (duración de las notas) y métrica musical (partes fuertes y débiles por unidad de tiempo conformado el compás musical [compás de 2/4; compás de 6/8] (García-Casares et al., 2011).

En este proceso de analizar el input acústico, el tono, además de ser analizado en la corteza auditiva, una parte de este, es analizada en el área prefrontal izquierda, el timbre en el giro y surco temporal superior derecho principalmente, y el contorno melódico en el giro temporal dorsal. El proceso neurológico de la audición tiene dos vías, la primera y la

secundaria; la primera se encarga de analizar las frecuencias acústicas que vienen desde la cóclea, y la segunda es donde se hace un análisis relacionado con la percepción de otros sentidos.

Oído Absoluto. Hay dos condiciones para procesar la información del input acústico; el primero es el oído absoluto, que es una condición que permite que una persona pueda reconocer los tonos y ser consciente de sus armónicos, ser capaz de replicarlos a perfección, así también de sin ningún estímulo producirlos; para esto el cerebro tiene una estrecha y fija categorización de los tonos y posee un nombre para cada una de estas categorizaciones. Así, el oído absoluto es un resultado del aprendizaje. Esta condición tiene antecedentes genéticos, pero también de desarrollo a temprana edad en la música (Soria-Urios, et al, 2011).

El oído absoluto permite la reproducción de diferentes grados de intensidad del sonido, reproducción de timbres, comprensión y reproducción de la melodía, tanto desde el punto de vista de la línea melódica como del ritmo, la reproducción de las voces de acompañamiento, la comprensión y reproducción de obras musicales, la memoria musical, en la que se distingue la memoria de la altura, la de los acordes, la de los ritmos, la de las melodías, etc.

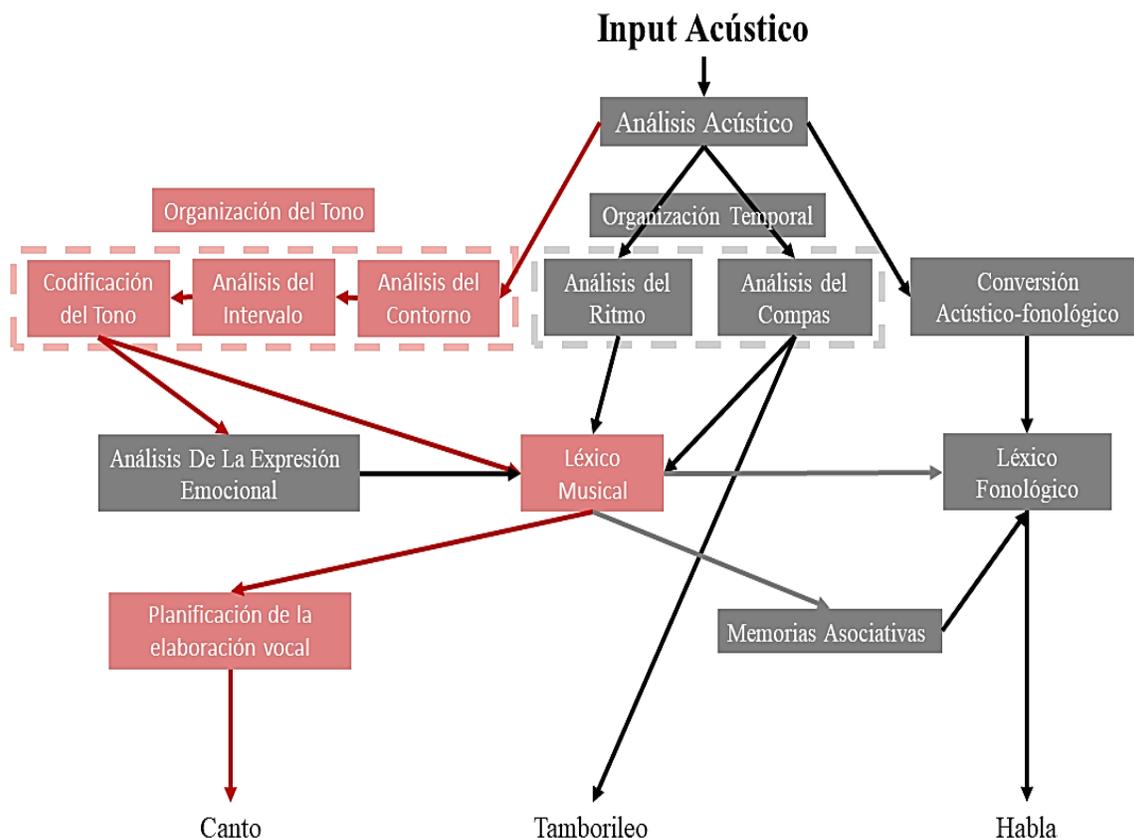
Oído Relativo. La mayoría de las personas lo desarrollan o con entrenamiento lo pueden adquirir, es un proceso evolutivo, ya que es como se percibe normalmente la información musical; y este tiene gran relación con las emociones, el oído relativo se le llama a la diferencia de los tonos percibidos, no es como el oído absoluto que percibe el tono tal cual, en el oído relativo se detecta la diferencia entre tonos, por ejemplo, si se toca un La que equivale a 440 Hz y un Do que equivale 523 Hz, para procesar el sonido, el cerebro identifica la diferencia entre estas frecuencias que sería 83 Hz.

3.2.2 Léxico musical

El análisis acústico está organizado en dos subsistemas paralelos y en gran medida independientes cuyas funciones son especificar, respectivamente, el contenido tonal (el contorno melódico y las funciones tonales de los intervalos tonales sucesivos) y el contenido temporal, representando también la organización métrica, véase en la figura 8 (Peretz & Coltheart, 2003).

Figura 8

Proceso Cognitivo Musical.



Nota. Cada cuadro representa un componente de procesamiento y las flechas representan vías de flujo de información o comunicación entre componentes de procesamiento. Recuperado de “Modularity of music processing” (p.690), por Peretz y Coltheart, 2003, Nature Neuroscience, 6 (7).

Esta información del sistema melódico y el sistema temporal, ya analizados, se dirigen al léxico musical, que es donde encuentra toda la información musical que las personas van adquiriendo a lo largo de su vida (Cano-Campos & Custodio 2017). El léxico musical tiene mucha relación con la memoria asociativa que se encarga de relacionar el estímulo con la información ya guardada, por ejemplo, cuando vamos a recordar una melodía para cantarla al mismo tiempo de la música, o el timbre de un sonido y así reconocer si es una guitarra o un piano (Abraham & Justel, 2015).

Principalmente, los procesos se resumen en el input acústico de donde se envía la información a la corteza auditiva, donde se procesa el tono, el timbre y la melodía; y de forma paralela en el cerebelo y ganglios basales, el ritmo y tempo, y estas terminan en el léxico musical para obtener la información musical obtenida previamente para ejecutar una acción; pero durante estos sistemas hay dos procesos que suceden paralelamente que también son importantes.

Soria-Urios, et al. (2011) menciona que el análisis musical se divide en módulos que pueden contar con las siguientes características: especificidad neuronal, empaquetamiento de la información, especificidad para una determinada área cognitiva, procesamiento automático, rapidez y, en algunos casos, carácter innato. Podemos afirmar que el procesamiento de la música es modular, ya que está comprobado que pueden aparecer alteraciones selectivas de la música. Por lo tanto, afirmando la existencia de un sistema modular para el procesamiento musical, afirmamos que existe un sistema de la información mental específico para el procesamiento de la música, el cual está formado por módulos más pequeños específicos para procesar sus distintos componentes.

La memoria es parte fundamental en el procesamiento musical, debido a que, si bien no se tiene un recuerdo exacto de una pieza musical, en la memoria se mantiene lo esencial. el surco temporal superior derecho e izquierdo, el área motora suplementaria y el giro inferofrontal izquierdo son áreas implicadas en el reconocimiento de melodías familiares, siendo el área crucial el surco temporal superior derecho (Soria-Urios, et al, 2011).

El análisis emocional se relaciona con la melodía, tonos, los intervalos y la polifonía y el *input* acústico fonológico relacionado con el canto y la letra de las canciones, además de las estructuras musicales como la armonía. Estos dos aspectos son muy importantes en el proceso de información musical, pero son aspectos que merecen detallarse, debido a que los últimos años la relación de la música y las emociones, han sido abordadas de diferentes maneras.

IV. POTENCIALES RELACIONADOS A EVENTOS

Los modelos cognitivos fueron detallados por las técnicas de neuroimagen, estos ayudaron a encontrar rutas de información sobre los procesos cognitivos, además permitió monitorear la actividad cerebral ante diversas tareas. Sin embargo, todavía es un campo en desarrollo, debido a la misma naturaleza de los procesos psicológicos, que describir su complejidad se vuelve difícil sin ser invasivo en el cerebro humano.

El sistema nervioso tiene la característica de que la actividad cerebral produce actividad eléctrica, esta característica ha permitido monitorear estas señales eléctricas con varias técnicas; una de las principales, que ha permitido poder describir las partes fisiológicas de los procesos cognitivos, es el potencial relacionado a eventos (PRE); lo que ha permitido conocer la actividad neuronal fuera del daño cerebral.

El método de potenciales relacionado con eventos, precisa de un registro de la actividad eléctrica, para esto se apoya del electroencefalograma (EEG), que son electrodos en el cuero cabelludo, que registran el cambio de voltajes en el tiempo; específicamente a los 100 milisegundos (ms) desde el estímulo y hasta los 1000 ms; a lo que se le llama época, el tiempo de registro de las señales eléctricas respecto al estímulo. Dependiendo de cada sujeto, los voltajes registrados van del -100 a los +100 microvoltios.

Hillyard y Picton en 1987 (citado en Silva-Pereira, 2008) definen al método (PRE) como cambios en los patrones de voltaje del EEG en curso, que están ligados en el tiempo a eventos sensoriales, motores o cognoscitivos. Para obtener un PRE debe haber presentaciones repetidas del estímulo para obtener el promedio de la actividad eléctrica.

El PRE se divide en dos tipos: exógenos y endógenos. Los exógenos son aquellos en los que las características de sus componentes dependen de las propiedades físicas del estímulo sensorial y no son afectados por la manipulación cognitiva; mientras que los endógenos o cognitivos dependen de la naturaleza de la interacción del sujeto con el estímulo y varían según la atención, relevancia de la tarea que los genera y la naturaleza del procesamiento requerido. Silva-Pereira (2008) indica que los componentes exógenos se presentan antes de los 100 ms, y los componentes endógenos se presentan después de los 100 ms, ya que los sujetos son sensibles a los cambios psicológicos.

Los PRE representan campos eléctricos asociados con la actividad de poblaciones neuronales, los PRE reflejan principalmente potenciales postsinápticos que se generan en las células piramidales de la corteza cerebral; las neuronas que forman parte un proceso cognitivo deben activarse sincronizadamente, haciendo que sus campos eléctricos individuales se sumen para formar un dipolo, es decir, campos de cargas positivas y negativas para que pueda fluir la corriente eléctrica.

En un PRE se busca marcar los picos y los valles de acuerdo a su latencia y polarización, con esto se forman los componentes PRE, para esto hay varios parámetros que se buscan para medir un PRE, estas son:

- Amplitud: Es el voltaje que puede ser negativa o positiva, medida en microvoltios (μV); para esto debe compararse la amplitud en el preestímulo; hay que aclarar que una amplitud negativa aparece graficada hacia arriba y una positiva hacia abajo.

que en un PRE se debe determinar en qué parte de la distribución topográfica se encuentra el componente; y ante un estímulo el cerebro trabaja en conjunto y puede ocasionar que otras localizaciones se activen.

Se han propuesto varios métodos para lograr esto, es la estimación directa de las fuentes generadoras de los PRE por medio de algoritmos matemáticos, otra forma es identificar los datos PRE en las fuentes comunes de varianza en un conjunto de datos, para detectar las variaciones de amplitud, de tiempo, y localización. Sin embargo, aún no se ha encontrado una manera óptima de aislar partes específicas de los procesos cognitivos.

Se han estudiado diferentes componentes para situaciones concretas, a continuación, describiremos las características de algunos de los componentes más representativos, por ejemplo, la P1 es un potencial positivo que inicia entre los 60 y 90 ms y alcanza su pico máximo entre los 100 a 130 se localiza en la corteza extraestriada dorsal; la causa es por el contraste visual. Otro potencial es la N1 que se relaciona con la atención espacial, sucede en las zonas posteriores y anteriores de la corteza parietal y corteza occipital lateral. N170 está relacionado con la identificación de caras y aparece entre regiones occipito-temporales. Estos componentes se relacionan con los estímulos visuales.

Otros componentes, pero relacionados con los estímulos auditivos son, potenciales auditivos de tallo cerebral (PACT) que se denominan así a las ondas que aparecen 10 ms después del estímulo; N1 es parecido a la N1 visual, sin embargo, la N1 auditiva, tiene un componente en los 75 ms, originado en la corteza auditiva, un componente a los 100 ms y uno a los 150 ms, originado en el giro temporal superior.

El componente P200, está relacionado con la evaluación del estímulo y la atención selectiva, estudios han demostrado que entre más edad tenga el sujeto, menos amplitud tendrá el componente P200, debido a que los adultos generan estrategias para procesar más eficientemente los estímulos.

El componente N200 refleja los controles en el proceso de toma de decisiones de respuestas conductuales, en tareas de discriminación sensorial (Bobés et al. 2015), este componente tiene dos variantes una es: onda negativa de disparidad o mismatch negativity (MMN) o también llamado N2a, que aparece a los 160-220 ms, relacionada con la atención involuntaria refleja un proceso que compara los estímulos auditivos entrantes con el anterior cuando se expone a sonidos recurrentes; y el N2b que es un componente del N200 más tardío.

N400, es un componente se relaciona con el proceso de comprensión y reconocimiento de palabras, este se genera a partir de un estímulo que no tiene relación con los estímulos previos, que no tiene una relación semántica con los estímulos previos; La N400 parece ser producida por palabras cuyo significado no se relaciona o no puede ser predicho por un contexto de palabras previo los registros corticales de pacientes microquirúrgicos reportan una clara evidencia de actividad N400 en el lóbulo temporal medial anterior izquierdo (Sellan, 1991).

El componente P600 se inicia a los 500 ms después de la presentación de una palabra sintácticamente anómala y que persiste durante varios cientos de milisegundos. P600 refleja un reanálisis sintáctico se presenta ante varios tipos de violaciones sintácticas como estructura de frase, subcategorización, concordancia sujeto-verbo, y concordancia pronombre-antecedente reflexivo, que involucran diferentes aspectos gramaticales.

Por último, P300 es uno de los componentes más estudiados, este consiste en una serie de estímulos frecuentes e infrecuentes, donde el sujeto tiene que responder de alguna forma a los estímulos infrecuentes, se puede presentar entre los 300 a 900 ms. Estos encontrados generalmente en la zona medial del lóbulo parietal (Sellan, 1991). Se proponen dos componentes de la P300; P3a y P3b.

P3a se presenta cuando hay un tercer estímulo, diferente a los otros dos, este nuevo evento se refleja una mayor amplitud positiva en comparación de P3b, en la parte parietal frontal; P3a se relaciona en la captura involuntaria de la atención por eventos sobresalientes, el proceso atencional durante la tarea se relaciona con este componente.

P3b se relaciona con el proceso atencional y de la memoria, además de la búsqueda visual por el tiempo de la tarea de los dos estímulos, este se representa en la parte parietal-central. P300 refleja un proceso llamado “actualización del contexto”, es decir, la memoria se actualiza por el modelo actual del medio ambiente, esta se modifica en función de la información entrante (Silva-Pereira, 2008)

El componente P300 se relaciona con la memoria a corto plazo, su amplitud está relacionado con recursos atencionales y su latencia con la evaluación del estímulo; este componente se obtiene utilizando el paradigma Oddball, que como se mencionó consiste en dos estímulos uno frecuente y uno infrecuente, el participante debe catalogar esto apretando un botón (Corral et al., 2004). El estudio de los componentes PRE ha tenido mucha relación con el estudio de la música, en componentes como MMN, P200, P300 y N400, el estímulo auditivo es muy importante debido a que la actividad neuronal nos permite identificar de qué manera los campos eléctricos son identificados por el PRE; muchos autores han explicado esta relación de la música, emociones y el PRE.

4.1 Procesamiento Emocional

Debido a la naturaleza subjetiva de las emociones no se ha encontrado un camino experimental que pueda describir de una manera más exacta el proceso emocional, sin embargo, el PRE se ha convertido en un método fundamental en la investigación de las emociones, que debido a los paradigmas subjetivos se han dejado de lado en otras áreas psicológicas, el procesamiento emocional se define como el proceso neuronal que se lleva a cabo ante estímulos emocionales (Olofsson et al., 2008).

Para comenzar la exploración de la actividad cerebral con respecto al proceso de las emociones ha sido estudiado con técnicas de neuroimagen como el EEG, la identificación de los componentes, ha ayudado entender la relevancia que tienen las emociones con la actividad eléctrica en el cerebro.

El procesamiento emocional es fundamentado en la descripción neurológica por medio del EEG utilizando estímulos afectivos, usando comúnmente el Sistema Internacional de imágenes afectivas o por su sigla en inglés (IAPS), son un conjunto de imágenes con la intención de preparar estímulos estandarizados; estas imágenes son clasificadas con respecto a su categoría de valencia (negativas/positivas) y nivel de *arousal* en una escala de nueve puntos tanto por mujeres como por hombres adultos jóvenes; el sistema IAPS es el más usado en un PRE afectivo.

Según Olofsson et al. (2008) la evaluación del procesamiento de imágenes afectivas con PRE se produjo en parte debido a la supuesta relevancia motivacional intrínseca de estímulos emocionales; esto revelo hallazgos sobre la respuesta neurológica, y definen dos conceptos valencia que se asocia con lo placentero o displacentero y *arousal* que se define

como el grado de excitación; se han encontrado potenciales relacionados con el proceso emocional como P1, N1 y P300.

Autores como Campos–Uznaga, et al., (2015) definen otra dimensión más aparte de la valencia y el *arousal*, esta es la dominancia que se define como el grado de control que se tiene sobre la respuesta emocional. El procesamiento afectivo se basa en un modelo bioinformacional de las emociones el cual concibe a la emoción como una predisposición para la acción a partir de la activación de los sistemas defensivo y apetitivo; el primero se activa ante contextos relacionados con la amenaza que generan conductas de escape y retirada en situaciones de amenazas; y el segundo se activa en situaciones que promueven la supervivencia.

El estudio de los PRE ha permitido teorizar y proponer ciertas posturas acerca del procesamiento cerebral y las emociones. Entre ellas se encuentran la del desplazamiento negativo ("negativity-bias") hablándose de un procesamiento rápido en la amígdala ante situaciones displacenteras y, por lo tanto, de recursos atencionales encaminados prioritariamente hacia este tipo de valencia. En contraste, se debate la postura de que la atención selectiva se dirige hacia el *arousal* producto de la motivación que genera el estímulo, sin importar la categorización de la valencia.

Según Olofsson et al. (2008) los componentes que se han relacionado en el procesamiento emocional durante un PRE afectivo se dividen en tres latencias, el primero es de latencia corta que va de los 100 a los 200 ms, componentes como P1 y P2 se relacionan al procesamiento de la corteza extraestriada visual responden a la atención selectiva. Los resultados en diversos estudios del procesamiento afectivo de imágenes sugieren una

amplitud más grande para imágenes displacenteras que para placenteras, mostrando posiblemente mayor atención en el análisis temprano de las displacenteras.

La latencia media ocurre entre los 200 y los 300, encontraron que diversos estudios reportaban una temprana negatividad posterior ("early posterior negativity": EPN) que consiste en una desviación de amplitud negativa sobre sitios fronto-centrales y en sitios temporo-occipitales una amplitud de onda positiva.

La latencia tardía va después de los 300 ms, relacionados con el componente P300 se reporta una mayor amplitud de P3 basándose en la relevancia de la tarea, significado motivacional y nivel de *arousal*. En P3a la valencia de la imagen no altera al componente, mientras que en P3b la valencia sí lo hace, siendo las placenteras las que provocan componentes más amplios cuando la imagen es relevante para la tarea. Dada su sensibilidad a la variación de valencia y *arousal*, se sugiere que tales factores están influenciados por el procesamiento del objetivo/blanco.

El componente P300 según Campos-Uznaga et al. (2015) se relaciona con los estímulos de procesamiento afectivo principalmente en el lóbulo parietal, su relación es con los estímulos visuales P300, se han obtenido efectos de excitación emocional para pasivos (visualización) y procedimientos activos (discriminación de efectos), así como para imágenes presentadas como estímulos de distracción u objetivo en una tarea extraña.

Más detalladamente, el componente P3a y P3b también se ven relacionados con situaciones específicas de la tarea, por ejemplo; la relación entre las condiciones de estímulo afectivo para estos subcomponentes, se han abordado utilizando análisis del componente principal temporal. La imagen del nivel de valencia no altera P3a, pero influye en P3b

amplitud, de modo que las imágenes agradables provoquen componentes más grandes que las imágenes desagradables cuando las imágenes son relevantes para la tarea. Sin embargo, cuando las imágenes afectivas son distractores irrelevantes para la tarea, P3a su amplitud se hace mayor en los sitios frontales / centrales para estímulos desagradables y agradables en relación con imágenes neutrales (Olofsson et al., 2008).

El estímulo visual ha permitido detallar el procesamiento afectivo por medio de diferentes tareas, estos sistemas motivacionales involucrados están integrados en circuitos neurales del cerebro y, posiblemente, están íntimamente relacionados con las estructuras cerebrales que regulan los sistemas somático y autónomo implicados en la atención y en la acción. Es por eso que, cuando alguno de estos sistemas se activa, se producen cambios a nivel cortical, autonómico y conductual que varían en cuanto a su intensidad. La dimensión de valencia afectiva indicaría el sistema motivacional —apetitivo o defensivo— que se ha activado, mientras que el *arousal* reflejaría la intensidad de esa activación.

Hajcak y Foti (2020) plantean que el componente P300 es simplemente una versión más breve del Potencial Positivo Tardío (LPP) y la diferencia en duración entre ambos está relacionada con la presentación del estímulo. Esta cuestión plantea interrogantes sobre la relación entre estos dos componentes y cómo pueden diferir en función y duración. La diferencia en el curso del tiempo en la actividad del cerebro puede no ser suficiente para distinguir entre el P300 y el LPP.

El LPP es un componente de respuesta cerebral que ha sido objeto de un creciente interés en el campo de la neurociencia. Este componente está estrechamente relacionado con el procesamiento de estímulos emocionalmente evocadores y ha demostrado ser un marcador

útil para comprender cómo interactúan las emociones con la actividad cerebral (Myruski et al., 2019).

Dennis y Hajcak (2009) indican que se puede presentar de los 400 ms a los 3000 ms y puede proporcionar información valiosa sobre la reactividad emocional y las habilidades de regulación emocional. La capacidad de regular las emociones es crucial para el bienestar emocional y la salud mental. El LPP ha demostrado ser un biomarcador clínicamente relevante para evaluar la regulación emocional durante la regulación cognitiva de las emociones, el LPP. Esto sugiere que el LPP podría utilizarse en la evaluación y tratamiento de trastornos del estado de ánimo y desregulación emocional. (Mehmood & Hyo Jong, 2016).

La amplitud del LPP después de interpretaciones dirigidas se ha correlacionado con el bienestar emocional. Las amplitudes mayores del LPP se han asociado con mayores síntomas de ansiedad, depresión, quejas somáticas y abstinencia, así como con signos de desregulación emocional en niños. Estos hallazgos subrayan la importancia de comprender cómo el LPP puede servir como un indicador del bienestar emocional (Dennis y Hajcak, 2009).

Aunque gran parte de la investigación mencionada sobre el LPP se ha centrado en niños, también se ha observado su presencia en adultos. En adultos, el LPP parece ser modulado a través de la reevaluación de los estímulos emocionales, tanto a corto como a largo plazo después de la presentación del estímulo (Liu et al., 2012). Esto sugiere que el LPP desempeña un papel importante en la respuesta emocional en adultos y puede influir en la forma en que las personas procesan y regulan sus emociones (McLean et al., 2020)

Myruski et al., (2019) indican que la regulación emocional evoluciona a lo largo del tiempo y se relaciona con diferentes manifestaciones de problemas emocionales. LPP es generada y modulada por una extensa red cerebral compuesta de estructuras corticales y subcorticales asociadas con el procesamiento visual y emocional, y el grado de contribución de cada una de estas estructuras a la modulación de la LPP es específico de la valencia. Una hipótesis interesante es que el procesamiento afectivo mejorado en etapas tempranas y automáticas, a menudo denominado "ventana temprana", puede ser un mecanismo central en el desarrollo de síntomas relacionados con el estado de ánimo, como la ansiedad. Por otro lado, un procesamiento afectivo más elaborado y consciente en períodos de tiempo posteriores puede ser más relevante para los síntomas que implican regulación conductual, como quejas somáticas y abstinencia (Brown et al., 2012)

El procesamiento afectivo ocurre durante varias etapas, la valencia se involucra principalmente en los componentes tempranos y medios, mientras que el *arousal* en los componentes posteriores en una amplitud positiva. Las imágenes han sido un buen medio para investigar el procesamiento afectivo, ya que el instrumento de IAPS junto con un PRE ha otorgado información de la actividad cerebral (Esteller, et al. 2013)

Campos – Uznaga, et al. (2015) han explorado la relación de las dimensiones del procesamiento emocional con el instrumento IAPS encontraron que las imágenes con valencia apetitiva generan alto *arousal* al igual que las aversivas; por el contrario, las imágenes con valencia neutral generan bajo *arousal*.

4.2 Música y Procesamiento Emocional

Con relación a la música se ha investigado cada dimensión musical en un PRE. En un principio se encontraron que ante un efecto *priming*, que es un estímulo que influye en la respuesta, ya sea a nivel perceptivo, semántico o conceptual de posteriores estímulos, la melodía como una frase indican los mismos estados fisiológicos donde se activa el procesamiento semántico. Se expusieron acordes y oraciones semánticamente erróneas y otras no, en resultado se encontró una relación del componente N400 con la semántica tanto musical como del lenguaje (Quintero-Rincón, 2015). La música y las emociones tienen una gran relación principalmente en cómo la música afecta a los estados afectivos, es decir, el procesamiento afectivo. A continuación, describiremos estudios que abordan como la música influye en la actividad eléctrica cerebral apoyada del procesamiento afectivo.

Con relación a las emociones, la música ha tenido diferentes campos de investigación desde una perspectiva meramente fisiológica hasta la relación de las IAPS y el procesamiento emocional; hay diversos estudios que exploran esta relación, por ejemplo, Spreckelmeyer et al., (2006), realizaron un estudio en donde abordaron la relación del instrumento IAPS y grabaciones de voces; en el cual se mostró que las imágenes felices y música feliz afectaron al componente P200, mientras que las imágenes y música tristes se registraron en potenciales tardíos posteriores.

En un estudio realizado por Blood et al., (1999) donde utilizó diez voluntarios que fueron escaneados mientras escuchaban seis versiones de un pasaje musical novedoso que variaba sistemáticamente en el grado de disonancia, encontró que el aumento de la actividad en ciertas regiones durante las emociones negativas parece estar asociado con una disminución correspondiente en la actividad en las regiones que están activas durante las

emociones positivas. Las correlaciones positivas de la actividad cingulada orbitofrontal y subcallosa con la actividad en la corteza polar frontal bilateral durante condiciones más consonantes también sugieren interacciones funcionales entre regiones dentro de un tipo determinado de respuesta afectiva.

Chena et al., (2008) indicaron que las emociones influyen en el procesamiento para la identificación de estos componentes, realizaron un estudio donde exponían a sujetos a música alegre o triste para posteriormente calificar imágenes como positivas o negativas, lo cual encontraron que la música triste inducía a un estado anímico negativo lo cual mostrada mayor amplitud entre los 200 ms y los 500 a 700 ms (negativa/positiva) cuando había un estímulo de una imagen negativa.

Baumgartner et al., (2006) llevaron a cabo un estudio de estímulos de imágenes (IAPS) y música, en donde a los participantes se les mostraba una imagen y después extractos de música clásica; los resultados de este estudio confirman la idea de que la música es un poderoso desencadenante de emociones y puede mejorar notablemente la experiencia emocional en el contexto de la presentación de imágenes afectivas.

Se ha encontrado en estudios hechos por Benítez et al., (2018) que los niños a una exposición de música pueden reconocer más fácil las imágenes con valencia positiva y negativa que la neutra, este estudio fue longitudinal en el cual, con cada exposición a las imágenes, después de haber escuchado música por varios días; encontraron que los niños reconocían más fácilmente estas valencias de las imágenes, concluyendo que la música afecta la memoria afectiva con el paso del tiempo.

En otro estudio (Baumgartner, Lutz et al., 2006) se encontró una mayor activación en áreas del cerebro que se sabe que están involucradas en los procesos de integración auditiva, auditiva y neutra y emocional, la condición combinada (música e imágenes) mostró una mayor activación en muchas estructuras que se sabe que están involucradas en el procesamiento de las emociones por ejemplo, la amígdala, el hipocampo, el parahipocampo, ínsula, cuerpo estriado, corteza frontal ventromedial, cerebelo, circunvolución fusiforme, que con la condición de solo imagen. En resumen, cuando se presenta la música y las imágenes hay una mayor amplitud a los 200 ms es decir en el componente P200 y también después de los 400 ms a 600 ms; en estas latencias hay una gran relación con la ejecución de la tarea, expuesto tanto en la investigación de Chena et al. (2008) y Spreckelmeyer et al. (2006); y se relaciona principalmente los potenciales tempranos con una valencia positiva y los potenciales tardíos a una valencia negativa.

Se han descrito diferentes resultados del efecto que produce la música en el procesamiento afectivo o emocional, es importante indagar como este procesamiento afectivo se ve afectado por la consonancia/disonancia, con base a la teoría descrita por Tyndall (1867), Helmholtz (1877), (Morant et al., 2006). Tomando en cuenta que la música “triste y “alegre” tiene un efecto en la valencia y *arousal* de estímulos afectivos, hasta de memoria emocional hacia la tarea al paso del tiempo. Concluyendo, la relación que tienen las emociones y la música ha sido una incógnita, pero trabajos hechos por Chena et al. (2008), Baumgartner, Lutz et al., (2006), Spreckelmeyer et al. (2006), Baumgartner, Esslen et al., (2006); pueden abrir paso a entender que el contexto emocional inducido por la música influye en el proceso en la categorización de imágenes positivas, neutras o negativas.

V. MÉTODO

5.1 Planteamiento del problema

La relación de la música con el proceso emocional se ha abordado de diferentes formas, en varias disciplinas se ha tratado de dar explicación a estos procesos en conjunto, sin embargo, no se ha podido detallar con exactitud cuál, y como es esa relación, entre la música y las emociones. Este trabajo abordó cómo la melodía musical, es decir, el estímulo prime (intervalos consonantes o disonantes) influye en la percepción emocional ante la tarea de clasificar imágenes positivas, negativas y neutras (IAPS); en agradables o desagradables, registrando esta información por un EEG y evaluando los componentes obtenidos con la intención de conocer si los intervalos influyen en el contexto para el procesamiento emocional por medio de los PRE.

El identificar como ocurre este proceso y de qué manera la música afecta al procesamiento afectivo, ayudará a establecer el efecto de estas dos, además de ampliar la información sobre los componentes PRE relacionados a estos procesos, así como las diferencias obtenidas entre condiciones, principalmente en la consonancia y disonancia.

5.2 Justificación

El procesamiento afectivo relacionado con el procesamiento musical ha sido un tema que la mayoría de las personas parece entender, pero es poca la información que menciona cómo y por qué sucede esta, es por eso que se trató de abordar la relación de estos dos procesos desde una visión de la neurociencia cognitiva, para complementar investigaciones sobre la respuesta eléctrica cerebral por medio del análisis de los potenciales relacionados a eventos principalmente el componente P300.

Entender el procesamiento emocional de armonías consonantes y disonantes es de suma importancia debido a su impacto en la experiencia humana, relevancia clínica, aplicaciones en la composición musical, avances en neurociencia cognitiva y contribución al conocimiento científico. En primer lugar, la música es una forma de arte universal que ejerce un profundo efecto en las emociones y el bienestar emocional de las personas. Entender cómo el cerebro procesa las armonías consonantes y disonantes puede proporcionar información valiosa sobre cómo la música afecta nuestras emociones y experiencias subjetivas.

Además, la música se utiliza en diversas intervenciones terapéuticas para abordar problemas de salud mental como la ansiedad, la depresión y el estrés. Comprender cómo diferentes tipos de armonías musicales afectan la respuesta emocional puede informar el desarrollo de terapias más efectivas y personalizadas.

Para los músicos y compositores, comprender cómo las armonías consonantes y disonantes son procesadas a nivel cerebral puede ser fundamental para crear música que sea más efectiva en la transmisión de emociones y narrativas específicas. Desde una perspectiva científica, investigar el procesamiento emocional de la música en personas sin adiestramiento musical, ofrece una oportunidad única para comprender los mecanismos neurales subyacentes a las experiencias emocionales. Esto puede tener implicaciones más amplias para la comprensión de la cognición humana y los procesos emocionales en general.

En resumen, este trabajo aporta información sobre el efecto de un estímulo musical, en el procesamiento afectivo. También como la consonancia y la disonancia tendrán un efecto en los potenciales PRE, tanto en la latencia como en la amplitud; además de que se analizó el proceso musical y afectivo en el registro del electroencefalograma.

5.3 Preguntas De Investigación

- ¿Cuál es el efecto de la armonía consonante - disonante en la percepción emocional en un estudio de potenciales relacionados con eventos?
- ¿Existen diferencias en un PRE cuando se presentan los diferentes estímulos de armonías consonantes y disonantes?
- ¿Qué potencial relacionado con eventos estará asociado con los estímulos musicales y el procesamiento afectivo de imágenes?

5.4 Hipótesis

- Existirán diferencias en la amplitud del componente P300 ante las imágenes positivas, negativas o neutras en función de la armonía consonante – disonante presentada antes.
- Existirán diferencias en la latencia del componente P300 cuando se expongan los estímulos prime de consonancia y disonancia en el procesamiento afectivo.
- El potencial P300 tendrá una mayor amplitud cuando se exponga a un estímulo prime disonante a comparación de un estímulo prime consonante, en el procesamiento afectivo.

5.5 Objetivos

- Analizar las características del componente P300 ante la tarea de percepción emocional posterior a un estímulo *prime* (sonidos de intervalos consonantes / disonantes en la percepción emocional).
- Analizar la amplitud y latencia cuando el estímulo *prime* es consonante o disonante en el componente P300.
- Analizar otros componentes PRE resultantes ante la tarea de la percepción emocional posterior a un estímulo musical consonante o disonante.

5.6 Diseño De Estudio

Es un estudio cuasi experimental, de una sola medición.

5.6.1 Tipo De Estudio

- Por objetivo: correlacional.
- Por lugar: cuasi experimental, de laboratorio.
- Por tiempo: transversal.

5.6.2 Muestra

La investigación se realizó en una muestra no probabilística de 30 participantes, 15 hombres y 15 mujeres, entre 20 – 28 años con lateralidad diestra, sin ningún adiestramiento en la música, procedentes del Estado de México y de la Ciudad de México, con un nivel académico de licenciatura, ningún participante estaba bajo algún tratamiento.

Criterios de inclusión:

- No tener ningún adiestramiento musical
- Hombres y mujeres entre 20 – 28 años
- Estudios de nivel licenciatura

Criterios de exclusión:

- Enfermedades auditivas
- Tocar algún instrumento o tener adiestramiento musical
- Estar consumiendo medicamentos que alteren el estado cognoscitivo y emocional al momento de realizar el estudio
- Padecer algún trastorno psiquiátrico

Criterios de Eliminación:

- Presentarse bajo los efectos de drogas o estupefacientes al momento del estudio
- Mostrar somnolencia excesiva al momento del estudio
- Presencia de ruidos o artefactos en el estudio electroencefalográfico
- Rechazo del consentimiento informado
- Abandono del estudio antes de su finalización

5.6.3 Variables

Armonía musical, Procesamiento emocional.

Definiciones conceptuales

Armonía musical. Se define como unión y combinación de sonidos simultáneos, busca el equilibrio de las proporciones (Hz) musicales entre los sonidos, provocando sensaciones agradables o desagradables. Los intervalos y los acordes juegan con estas tensiones y proporciones para generar diferentes texturas. Los intervalos podrían considerarse la base para crear y quitar la armonía musical en una pieza (Abad, 2016).

- Intervalo consonante: Par de tonos cuyas vibraciones de ambos sonidos lleguen al oído con cierta regularidad (Lahdelma & Aerola, 2020).
- Intervalo disonante: Vibraciones discordantes de dos tonos que golpean el oído en diferentes vibraciones no equivalentes. (Lahdelma & Aerola, 2020).

Procesamiento emocional. Modelo bioinformacional de las emociones, el cual concibe a la emoción como una predisposición para la acción a partir de la activación de los sistemas defensivo y apetitivo (Campos-Uznaga et al., 2015). Se define como el proceso neuronal que se lleva a cabo ante estímulos afectivos, comúnmente utilizando el sistema IAPS. (Olofsson et al., 2008).

- IAPS. Conjunto de imágenes con la intención de preparar estímulos afectivos estandarizados; estas imágenes son clasificadas con respecto a su categoría de valencia (negativas/positivas) y nivel de *arousal*.

Definiciones operacionales.

Armonía musical. Un archivo de audio .wav, compuesto por cuatro intervalos musicales, con una duración de 5 segundos, que termina con un intervalo consonante o disonante. Utilizado como estímulo *prime*.

- Intervalos consonantes: Octava justa, Quinta justa, Cuarta justa, Tercera mayor, Tercera menor, Sexta mayor, Sexta menor.
- Intervalos disonantes: Segunda menor, Segunda mayor, Séptima menor, Séptima mayor, Cuarta aumentada.

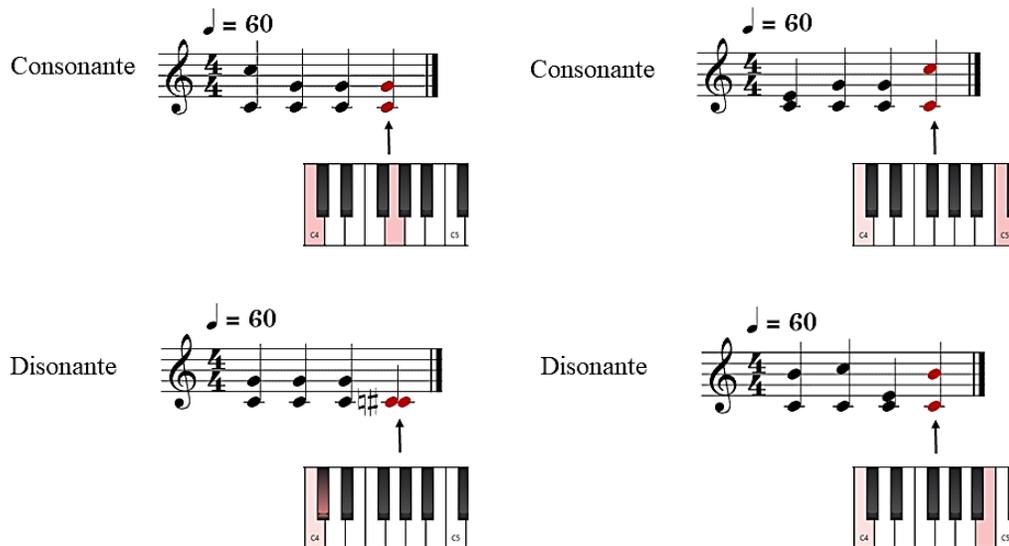
Procesamiento emocional. Estimulo visual por medio de imágenes del sistema IAPS, se conformó de 116 Imágenes positivas, 116 neutras y 116 negativas. Los participantes tenían que evaluar las imágenes como agradables o desagradables. Se registró por medio de un electroencefalograma.

5.6.4 Instrumentos

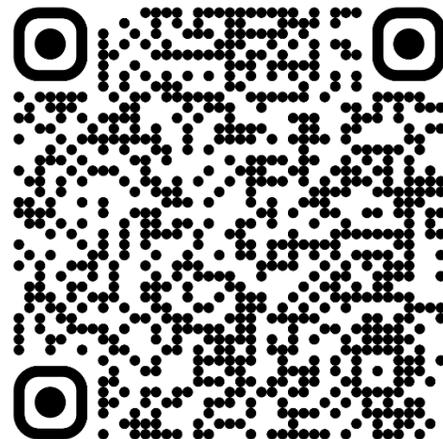
El experimento se generó por el programa Psychopy 2022.1.2, de forma pseudoaleatorio, consta de un estímulo *prime* que estuvo compuesta por un archivo de audio con formato “.wav”, que tenía cuatro intervalos tocados a piano en la escala de DO con una duración de 5 segundos, los cuales se dividirán en Consonantes y Disonantes. Los 4 sonidos de los intervalos fueron ordenados de forma aleatoria utilizando los 12 intervalos. Teniendo en total 174 audios consonantes y 174 audios disonantes, haciendo un total de 348 estímulos *prime*. En la figura 10 se observan ejemplos de los intervalos usados.

Figura 10

Ejemplos de armonías consonantes y disonantes.



Nota. Representación de consonantes y disonantes en un pentagrama, ejemplificando los intervalos tocados, marcando en rojo los intervalos que determinan el estímulo consonante y disonante, en un compás de 4/4 en un tempo de 60 bits por minuto. Archivo .wav de los ejemplos de consonancia y disonancia en el QR.



Posteriormente, siguió una imagen positiva, una imagen negativa o imagen neutra; estas se eligieron de manera pseudoaleatoria del International Affective Picture System (IAPS), además que por medio del IAPS: Instruction manual and affective ratings (Lang et al., 2005), se evaluó el promedio de la valencia, *arousal* y dominancia de las 116 imágenes positivas, 116 imágenes negativas y 116 imágenes neutras, véase en la figura 11.

Tabla 7*Diferencias entre valencia, arousal y dominancia.*

<i>Medias de las Imágenes</i>			Positivas	Neutras	Negativos
<i>Valencia</i>	1	Muy desagradable			
	2				
	3	Desagradable			3.2137
	4				
	5	Neutral		5.3314	
	6				
	7	Agradable	7.0002		
	8				
	9	Muy Agradable			
<i>Arousal</i>	1	Muy Calmado			
	2				
	3	En Calma		3.3924	
	4		4.1786		
	5	Neutral			5.6167
	6				
	7	Activación			
	8				
	9	Alta Activación			
<i>Dominio</i>	1	Muy Abrumado			
	2				
	3	Abrumado			3.9789
	4				
	5	Neutral		5.7869	
	6		6.2357		
	7	Dominio			
	8				
	9	Alto Dominio			

Nota. Los valores representan el promedio dominio, *arousal* y valencia, de las imágenes que conformaron la prueba (116 imágenes positivas, 116 neutras y 116 negativos), por medio del, International affective picture system (IAPS): Instruction manual and affective ratings (Lang et al., 2005).

- **Valencia.** Hace referencia a la respuesta a nivel emocional, la cual puede percibirse como positiva o negativa. La escala de IAPS va de 1-3 para imágenes negativas, 4-6 para imágenes neutras y 7-9 para imágenes positivas.
- **Arousal.** También llamada activación, es el grado de exaltación hacia los estímulos; puede ir de los valores 1-3 para una respuesta calmada, 4-6 para una respuesta neutral, a valores de 7-9 para una excitación o activación alta.
- **Dominancia.** Es el grado de control que se tiene sobre las emociones, valora qué tan agobiado o controlado se encuentra un individuo acerca de sus emociones. Los valores van de 1-3 para abrumado, 4-6 para un estado neutral y 7-9 para un estado de control.

Figura 11

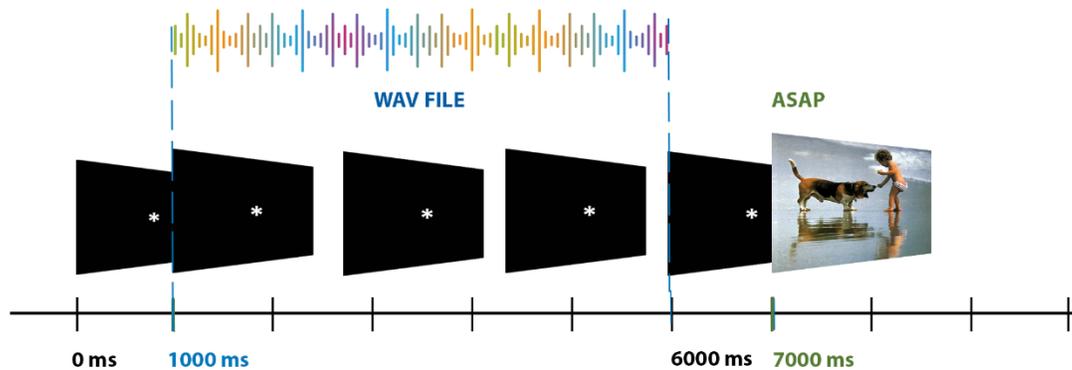
Ejemplo de imagen positiva, neutra y negativa.



La prueba se terminó conformando por un total de 348 estímulos con una duración promedio de 45 minutos. 58 consonantes e Imagen positiva. 58 consonantes e imagen negativa. 58 consonantes e imagen neutral. 58 disonantes e Imagen positiva. 58 disonantes e imagen negativa. 58 disonantes e imagen neutral. En la figura 12 se detalla un estímulo del experimento en milisegundos.

Figura 12

Muestra gráfica de la prueba en milisegundos.



La tarea experimental se registró en un electroencefalograma (EEG) continuo y digitalizado mediante el software EEGLAB, con un ancho de banda de 1 – 30 Hz, a una tasa de muestreo de 250 Hz y por medio de un amplificador digital monopolar Contec, del modelo KT88 De 19 canales de EEG más 5 canales de multiparámetro. Las impedancias se mantuvieron por debajo de los 10 mΩ. Se colocaron 19 electrodos de estaño de acuerdo al Sistema Internacional 10-20 (Jasper, 1958) (Fp1, Fp2, F3, F4, Fz, F7, F8, C3, C4, Cz, T3, T4, P3, P4, Pz, T5, T6, O1 y O2) montados en una gorra.

5.6.5 Materiales

1. Alcohol etílico
2. Algodón
3. Amplificador de 19 canales para el registro encefalográfico
4. Audífonos Diadema
5. Botonera de respuesta
6. Cinta micropoore
7. Computadora de escritorio para estimulación mediante el software Psychopy
8. Electrodo de copa de estaño con recubrimiento de oro
9. Escritorio
10. Gel electroconductor
11. Gorra (sistema 10 – 20)
12. Laptop para el registro encefalográfico
13. Teclado y Ratón
14. Silla

5.6.6 Procedimiento

Todos los experimentos fueron realizados dentro de las instalaciones de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. Los participantes fueron preparados para colocarles la gorra para el registro del EEG, realizaron la prueba sentados, en un asiento cómodo, en frente de una computadora con una botonera. Se les indicó que en la prueba iban a escuchar un sonido, posteriormente iba a aparecer una imagen, la cual tenían que calificar como agradable o desagradable, pulsando el botón correspondiente a “Desagradable” o el botón “Agradable” en la botonera.

A los participantes se les presentó una prueba de 348 estímulos, cada uno con una duración de 7 segundos, compuesta de un *prime* (sonido consonante o disonante de 5 segundos) seguido de una imagen que se mostró en la pantalla sin tiempo definido.

Una vez obtenido el registro del electroencefalograma se procesó mediante un EEGLAB, una Toolbox que procesa datos de EEG que corre dentro de un entorno de MATLAB (2018), para las seis condiciones. Para la obtención para los potenciales relacionados con eventos se utilizó la Toolbox ERPLAB.

Se generó de mapas de Calor para Datos del EEG mediante Python y Google Colab. Se implementó una metodología basada en Python y Google Colab para generar mapas de calor que representan esta actividad de manera visual, utilizando datos de EEG obtenidos de la muestra. La implementación en Python y Google Colab facilitó el análisis computacional en un entorno interactivo y reproducible, permitiendo un procesamiento de datos eficiente y accesible. Se generaron ventanas de 1000 ms posterior a la aparición del estímulo target, en este caso, las imágenes de la prueba IAPS, dejando un periodo de 200 ms como línea base, obteniendo como resultados una ventana de 1200 ms de acuerdo a Silva-Pereira (2008); dicha

ventana se utilizó para generar los gráficos de las ondas y los mapas de calor para los electrodos de interés. A continuación, se describe el procedimiento para su realización.

La implementación del análisis fue realizada en Python (Python Software Foundation, 2021), un lenguaje de programación versátil y ampliamente utilizado en neurociencia computacional, utilizando Google Colab (Google LLC, 2021), una plataforma que permite la ejecución de código en la nube, facilitando así el acceso y la colaboración entre investigadores.

El procesamiento y análisis de datos se realizó utilizando la biblioteca MNE-Python. Los intervalos temporales específicos de interés, en este caso, 290-310 ms y 590-610 ms, fueron identificados y extraídos basándose en la relevancia atribuida a estos intervalos para el estudio de respuestas evocadas específicas.

El mapa de calor fue generado utilizando las funciones proporcionadas por MNE-Python, aplicando una interpolación para estimar la distribución continua de la amplitud a través del cuero cabelludo. Los mapas de calor fueron visualizados tanto en forma cuadrada como circular, simulando la forma de una cabeza bidimensional para explorar las distribuciones espaciales de las amplitudes en los intervalos de tiempo especificados.

La interpretación de los mapas de calor se centró en identificar regiones de elevada actividad eléctrica, representadas por colores más cálidos en la paleta utilizada, y su correlación con eventos experimentales específicos. La interacción y comparación de estas visualizaciones permiten una comprensión intuitiva de los patrones de activación neuronal en respuesta a los estímulos presentados durante el experimento, proporcionando así una base para futuras investigaciones y análisis.

De forma similar, se implementó un procedimiento computacional usando Python para procesar y visualizar las ondas cerebrales promediadas y su respectiva desviación estándar o error estándar. La implementación se realizó utilizando la plataforma Google Colab, un entorno de Jupyter Notebook en la nube que permite la ejecución de código Python sin requerir instalación local y facilita el acceso a recursos de computación de alto rendimiento.

Para la manipulación y análisis de los datos, se empleó la biblioteca Pandas en Python, facilitando la carga de los archivos de EEG y la manipulación de los datos en un formato tabular. Se cargaron los datos de ambas pestañas para cada conjunto de datos utilizando la función `pd.read_excel()`, especificando la pestaña correspondiente y asegurando que los encabezados de las columnas fueran interpretados correctamente.

Para la visualización de los datos, se utilizó la biblioteca Matplotlib, la cual permite una amplia gama de opciones para la creación de gráficos. Se crearon gráficos lineales de las ondas PRE promedio para los electrodos seleccionados, y se incorporó un sombreado alrededor de la línea del promedio para representar la variabilidad de los datos mediante la desviación estándar o el error estándar, según correspondiera.

Subsecuentemente, se procedió a realizar análisis comparativos entre diferentes condiciones experimentales, generando gráficos que superponen las ondas PRE de las condiciones a comparar, con sombreados representando la variabilidad en cada una. Las diferencias visuales en los patrones de onda y las ubicaciones del error estándar proporcionan una visualización intuitiva de las diferencias entre las condiciones.

Finalmente, cada gráfico fue meticulosamente etiquetado y titulado para una interpretación clara y luego exportado como un archivo “.png” utilizando la función savefig() de Matplotlib, asegurando que las visualizaciones puedan ser fácilmente integradas en documentos y presentaciones.

5.6.7 Análisis Estadísticos

Se realizaron los datos descriptivos, una prueba T para muestras relacionadas para el porcentaje de aciertos y errores, una prueba de Anova de un factor para los tiempos de respuesta de la prueba. Se llevaron a cabo ANOVAs de medidas repetidas (A-MR) con los electrodos como factor intrasujeto (F3, Fz, F4, C3, Cz, C4, P3, Pz y P4). Además, se llevó a cabo ANOVAs de un factor para las amplitudes de los electrodos individuales.

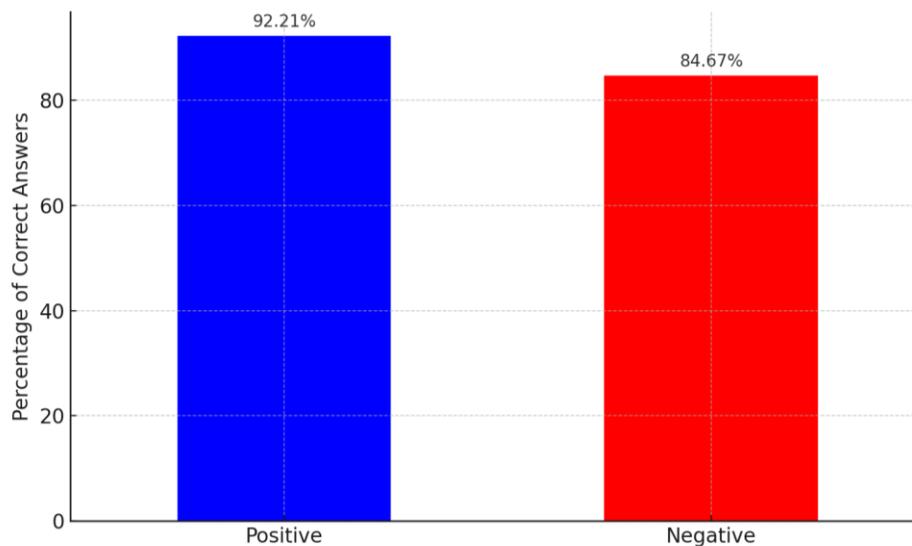
Todos los análisis se llevaron a cabo con el software IBM SPSS Statistics, y el nivel de significancia estadística se estableció en $p < 0.05$.

VI. RESULTADOS

Para los datos obtenidos de las respuestas conductuales (agradables – desagradables) del instrumento, se realizó una Prueba T para muestras relacionadas a los aciertos obtenidos; para los aciertos positivos, se obtuvo una media de 107.20, Desviación Estándar de 10.53, el promedio de la Desviación Error 1.917, en una población de 30. Para los aciertos negativos se obtuvo una media de 97.60, Desviación Estándar de 14.369, el promedio de la Desviación Error 2.623, de igual forma con una población de 30, con una significancia del .005.

Figura 13

Porcentaje de respuestas correctas.

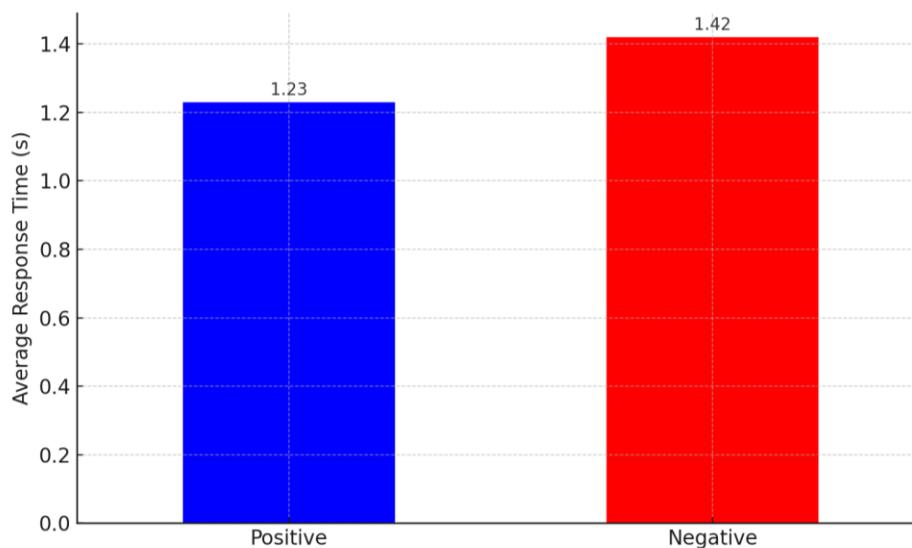


En la barra azul se observa el porcentaje de aciertos en las imágenes positivas, de 92.21%, mientras que la barra roja representa el porcentaje de las imágenes negativas, con un porcentaje de 84.67%. Representan los aciertos que los participantes tuvieron al elegir imágenes positivas con agradable e imágenes negativas con desagradable.

Se realizó una prueba Anova de un factor en los tiempos de reacción, que se obtuvieron de las respuestas conductuales, en la suma de cuadrados se obtuvo .951, gl fue de 2, una media cuadrática de .476, una F de 2.091, entre grupos. Dentro de grupos una suma cuadrática de 19.789, gl de 87 y una media cuadrática de .227. Resultando un final de 20.741 y gl de 89, con una significancia de .130.

Figura 14

Promedio de tiempos de reacción



La gráfica representa los segundos en responder el estímulo visual como agradable o desagradable, la gráfica azul es para las imágenes positivas y las rojas para las imágenes negativas. En las imágenes negativas a los participantes tardaron más en contestar.

Posterior a estos análisis, se realizó la prueba de Anova de medidas repetidas en los datos obtenidos en los electros del encefalograma, principalmente de la actividad de los componentes PRE obtenidos en las diferentes condiciones. Obteniendo como resultado diferencias en el componente P300 y componentes tardíos (LPP), además de tener la aparición del componente N200.

En todas las condiciones hubo una actividad electrofisiológica negativa alrededor de los 200 ms, la condición Consonante-Neutro tuvo una amplitud mayor de 1.890 uV a los 165 ms, seguido por la condición Disonante-Neutro con una amplitud 1.865 uV a los 180 ms, Consonante-Positivo de 1.826 uV a los 180 ms, Disonante-Negativo de 1.531 uV a los 185 ms, Consonante–Negativo de 1.398 uV a los 165 ms y Disonante-Positivo de 220 uV a los 1.265 ms. Estas diferencias no fueron estadísticamente significativas. Sin embargo, la aparición de N200 se presentó en todas las condiciones.

6.1 Anovas de medidas repetidas en P300

En el análisis de Anova en el componente P300 se obtuvo un tamaño de efecto en la variable de la Armonía (Consonancia y Disonancia) con un valor F de 6.708 con una significancia de .015. Además, se encontró un tamaño de efecto de 7.201 en la variable Anteroposterior (Anterior, Central y Posterior), con una significancia de .006.

Tabla 8

Anovas de medidas repetidas del componente P300.

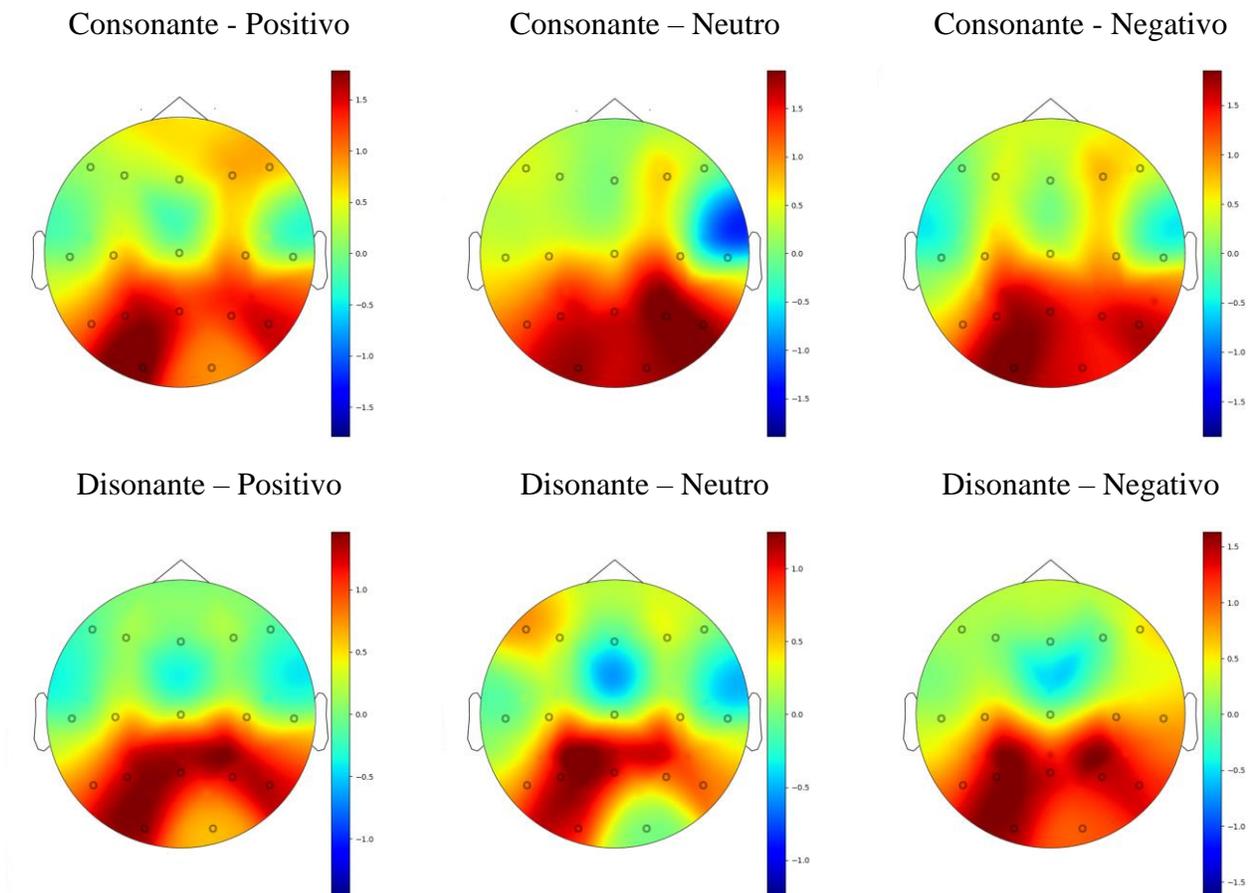
<i>Variable</i>	<i>F</i>	<i>p*</i>
Armonía	6.708	0.015
Anteroposterior	7.201	0.006

En la figura 15 se observan las diferencias que hay en la actividad eléctrica entre las seis condiciones, como la variable de armonía tuvo relevancia en la actividad cerebral y la diferencia que se observa en los electrodos frontales, centrales y posteriores. Además de observar donde se presenta la mayor actividad eléctrica de los componentes PRE por electro.

En las condiciones positivas las diferencias surgen en los electrodos P3, Pz y P4, en la condición Disonante-Positivo el electrodo P4 tiene mayor actividad que en el Consonante-Positivo. En las condiciones neutras la actividad cambia de lateralidad. En las condiciones Disonantes-Negativas, P3 y P4 son electrodos con mayor actividad en comparación a las condiciones Consonantes-Negativas. Otro electrodo a resaltar que no tiene una actividad elevada, pero sí hay diferencias entre consonantes y disonantes es F4.

Figura 15

Topográfica de la actividad cerebral entre los 290 a los 310 ms.



6.2 Anovas de medidas repetidas en LPP

En el componente LPP, las variables que tuvieron un efecto fueron la lateralidad y anteroposterior; la lateralidad tuvo un valor F de 9.013, con una significancia de .001, y en la variable anteroposterior tuvo un valor F de 5.616, con una significancia de .002.

Tabla 9

Anovas de medidas repetidas del componente LPP.

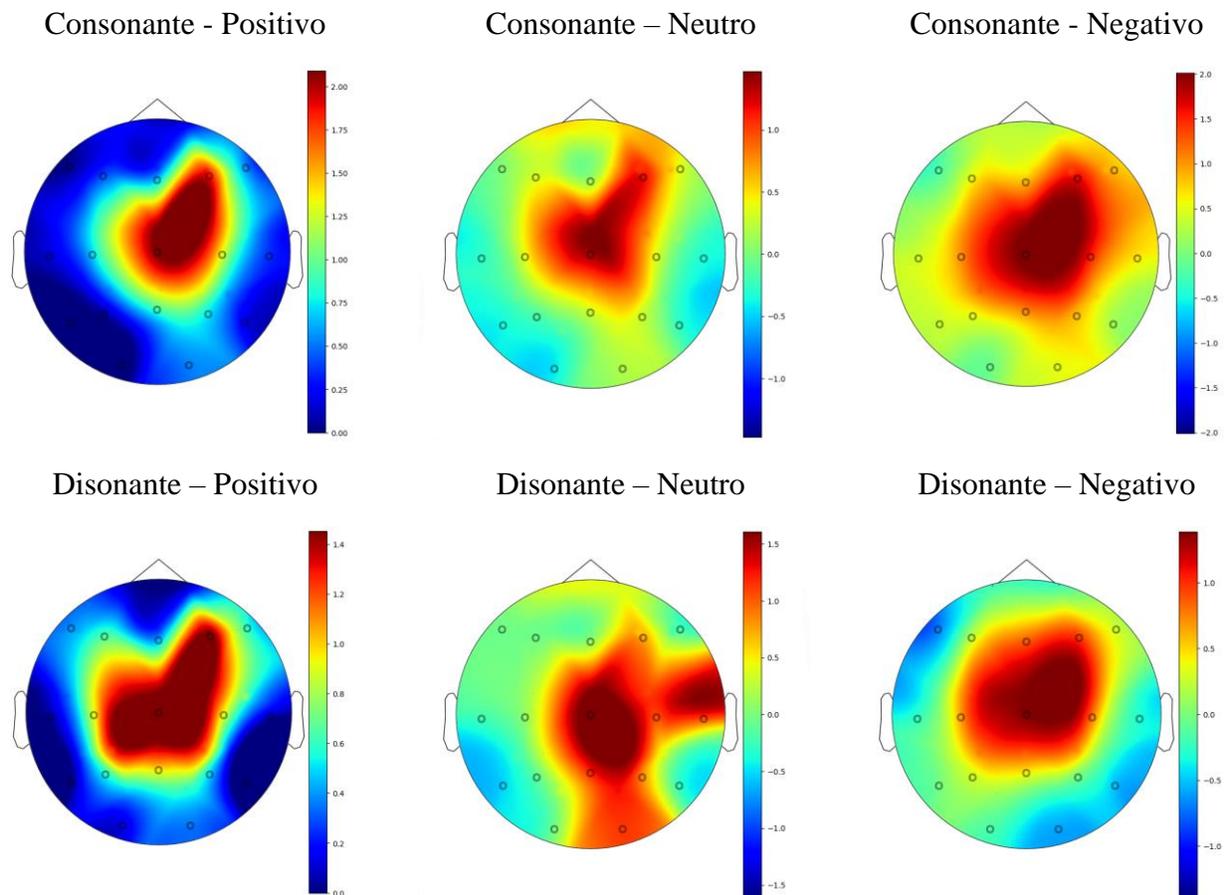
<i>Variable</i>	<i>F</i>	<i>p*</i>
Lateralidad	9.013	0.001
Anteroposterior	5.616	0.002

Así como en el componente P300, el componente del LPP tuvo una diferencia en la variable anteroposterior, además de la lateralidad, donde en la topografía se ve una mayor actividad eléctrica del lado derecho que del izquierdo, además de que predominen el electrodo F4.

En la figura 16 se muestra que los electrodos mayormente involucrados en el procesamiento emocional son Cz, C4 y F4, a comparación de la figura 13 que son zonas posteriores. Las condiciones positivas muestran una diferencia a las neutras y negativas en los demás electrodos a los mencionados, ya que registran una actividad menor, representado del color azul. En las condiciones neutras, la actividad eléctrica se localiza más central que la condición consonante. En las condiciones negativas la actividad se centra en los electrodos Cz, C4 y F4, específicamente la condición Disonante–Negativo, se presenta menor actividad a comparación de la condición consonante.

Figura 16

Topografía de la actividad cerebral ente los 590 a los 610 ms.



A continuación, se muestran las gráficas de los electros obtenidos por condiciones en los electrodos F3, Fz, F4, C3, Cz, C4, P3, Pz y P4, debido a que en esos electrodos se mostraron el componente P300 y LPP, principalmente en las zonas centrales y posteriores.

6.3 Gráficas de los potenciales

Las gráficas están acomodadas según el sistema 10–20 de la posición de los electrodos. Todas muestran la actividad cerebral promedio, la actividad positiva es

representada hacia abajo de la gráfica y la negativa hacia arriba, el color sombreado de las gráficas representa la distribución de los electros de toda la muestra.

En todas las gráficas obtenidas de las seis condiciones hubo una amplitud negativa alrededor de los 200 ms, esta actividad se asemeja al componente N200. No hubo una diferencia significativa en este componente entre las diferentes condiciones. Sin embargo, en las gráficas se observa que es un componente involucrado en el procesamiento emocional inducido por estímulos musicales.

Se presenta una actividad cerebral alrededor de los 350 ms, a comparación de N200, esta actividad no está homogénea entre las condiciones, principalmente se puede observar que los electrodos en las zonas medias y posterior es donde se encuentra amplitudes más grandes, en la figura 17 que representa el Consonante-Positivo, así como en la figura 18 se ilustra estas amplitudes principalmente en P3, Pz, P4, C3, Cz y C4. En comparación en la figura 19, donde se observa la actividad de la condición Disonante-Negativo con menor amplitud.

Una amplitud tardía alrededor de los 550 ms, se muestra principalmente en las zonas centrales y derechas. Esta actividad muestra mayores amplitudes en las condiciones consonantes con respecto a las disonantes. En la figura 19 se observa amplitudes mayores cuando la condición Consonante-Negativo, mientras que en la figura 21 que es la condición Disonante-Neutro, no se visibiliza esta amplitud. Principalmente, los componentes N200, P300 y LPP son componentes involucrados en el procesamiento emocional inducido por el estímulo musical.

Figura 17

Gráficas de la actividad electrofisiológica de las condiciones Consonante-Positivo.

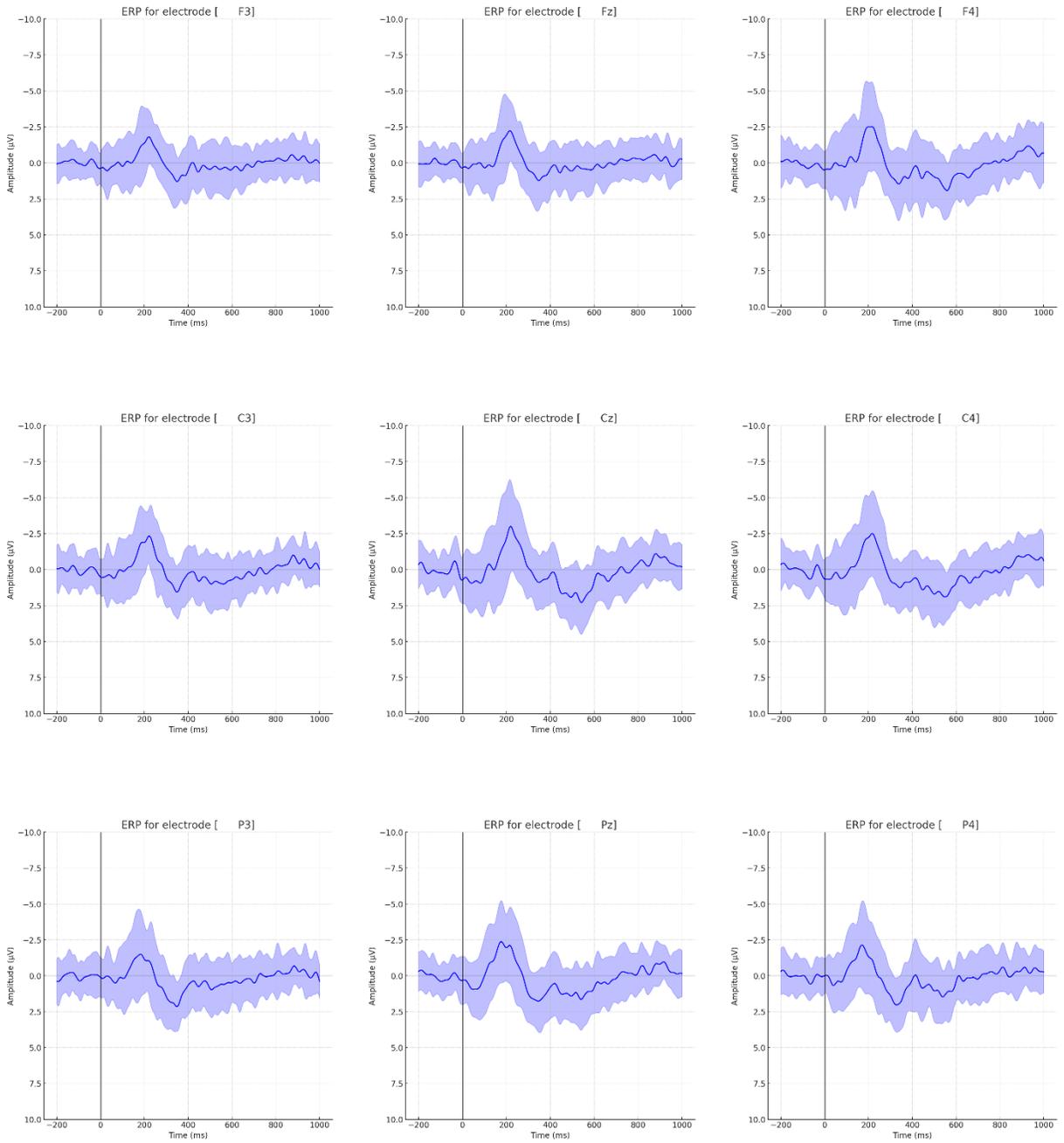


Figura 18

Gráficas de la actividad electrofisiológica de las condiciones Consonante-Neutro.

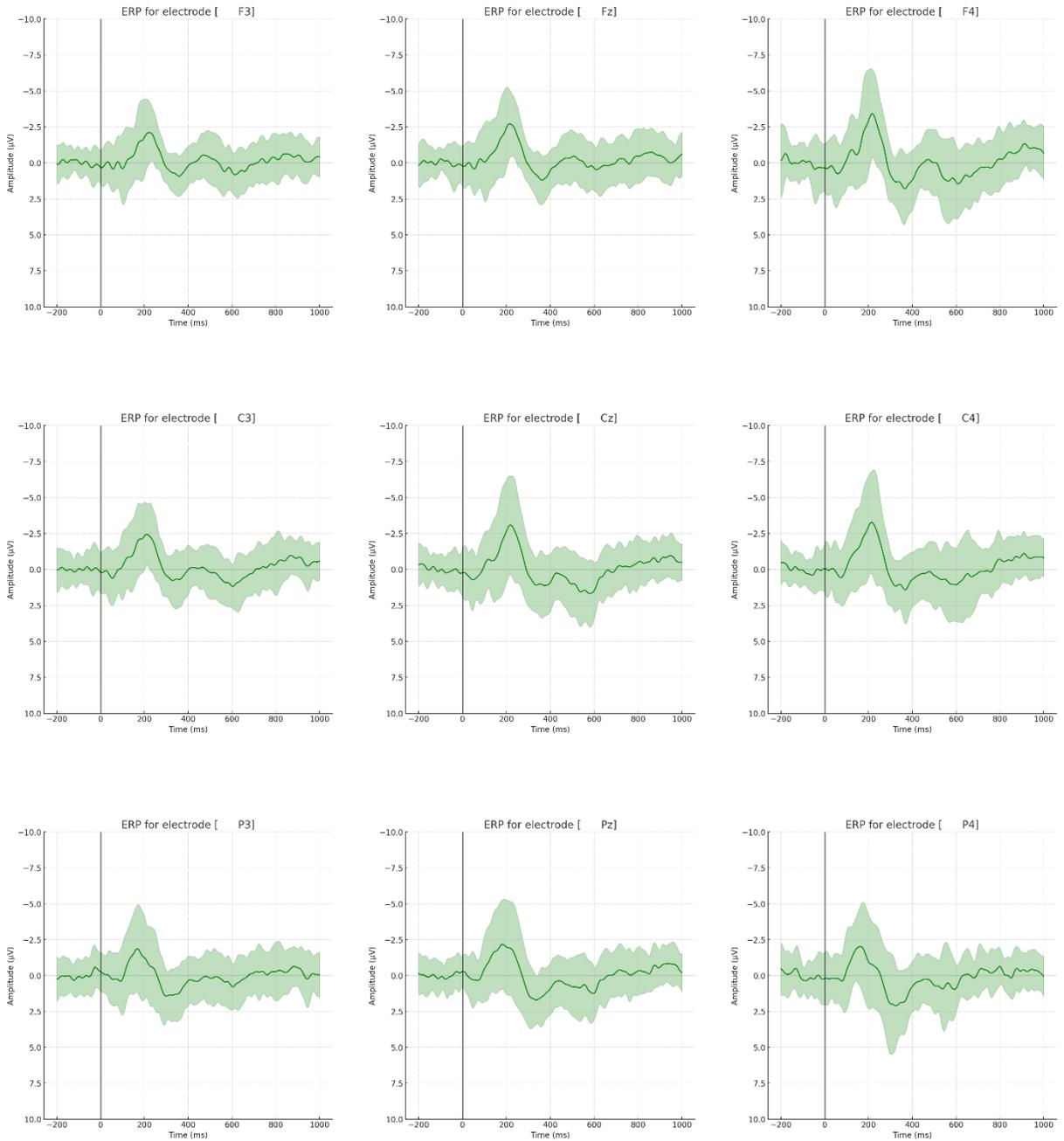


Figura 19

Gráficas de la actividad electrofisiológica de las condiciones Consonante–Negativo.

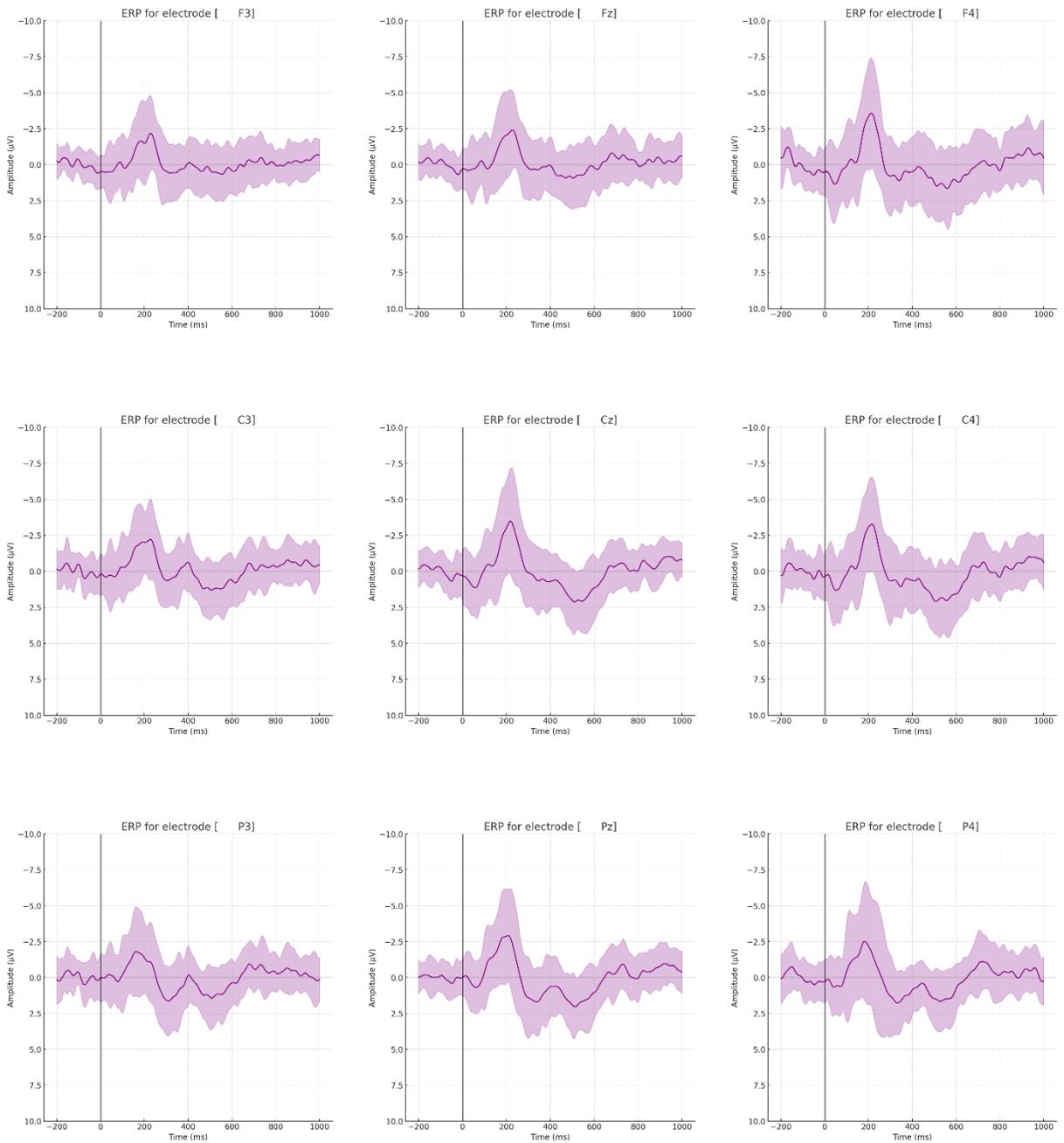


Figura 20

Gráficas de la actividad electrofisiológica de las condiciones Disonante-Positivo.

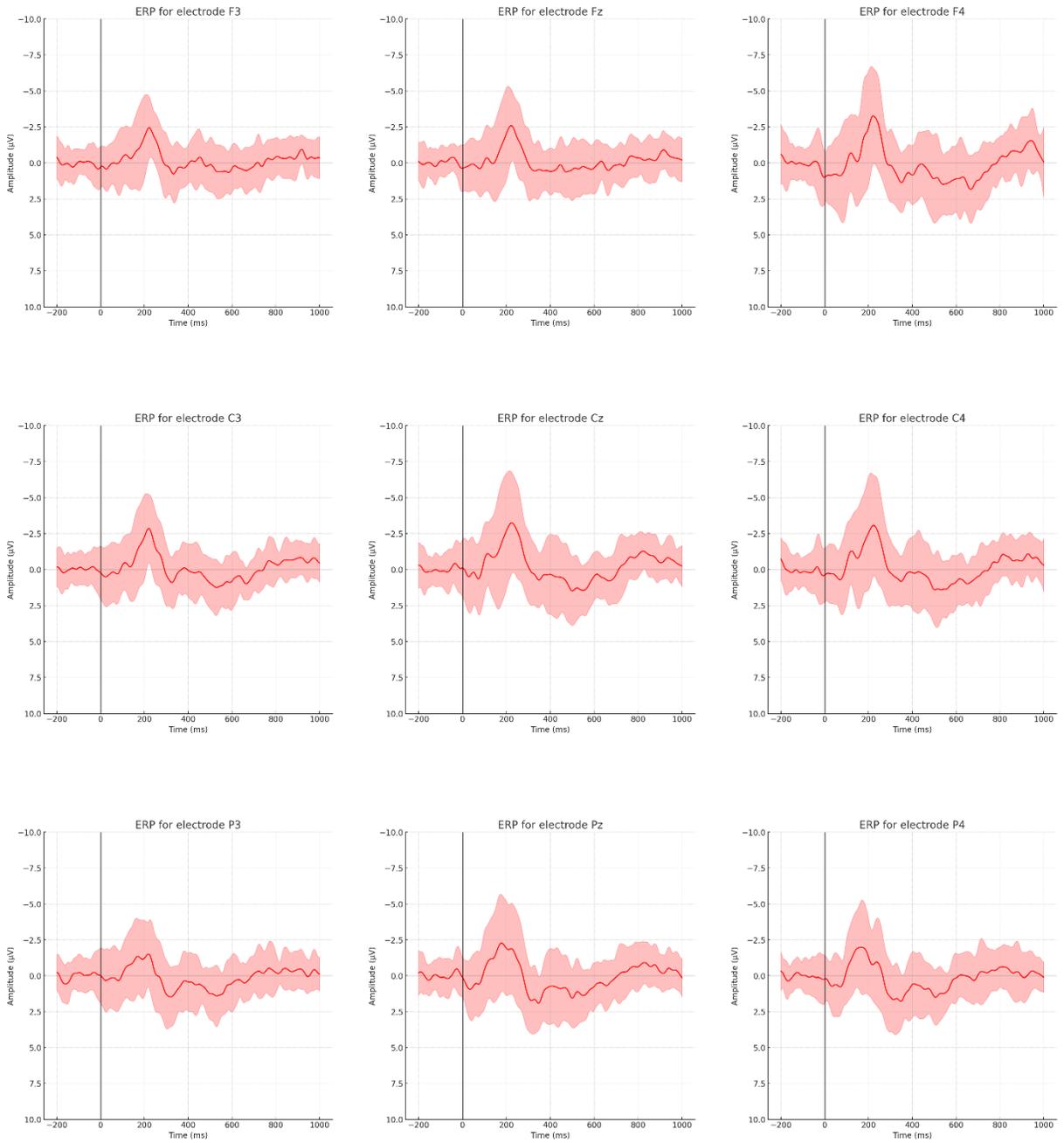


Figura 21

Gráficas de la actividad electrofisiológica de las condiciones Disonante–Neutro.

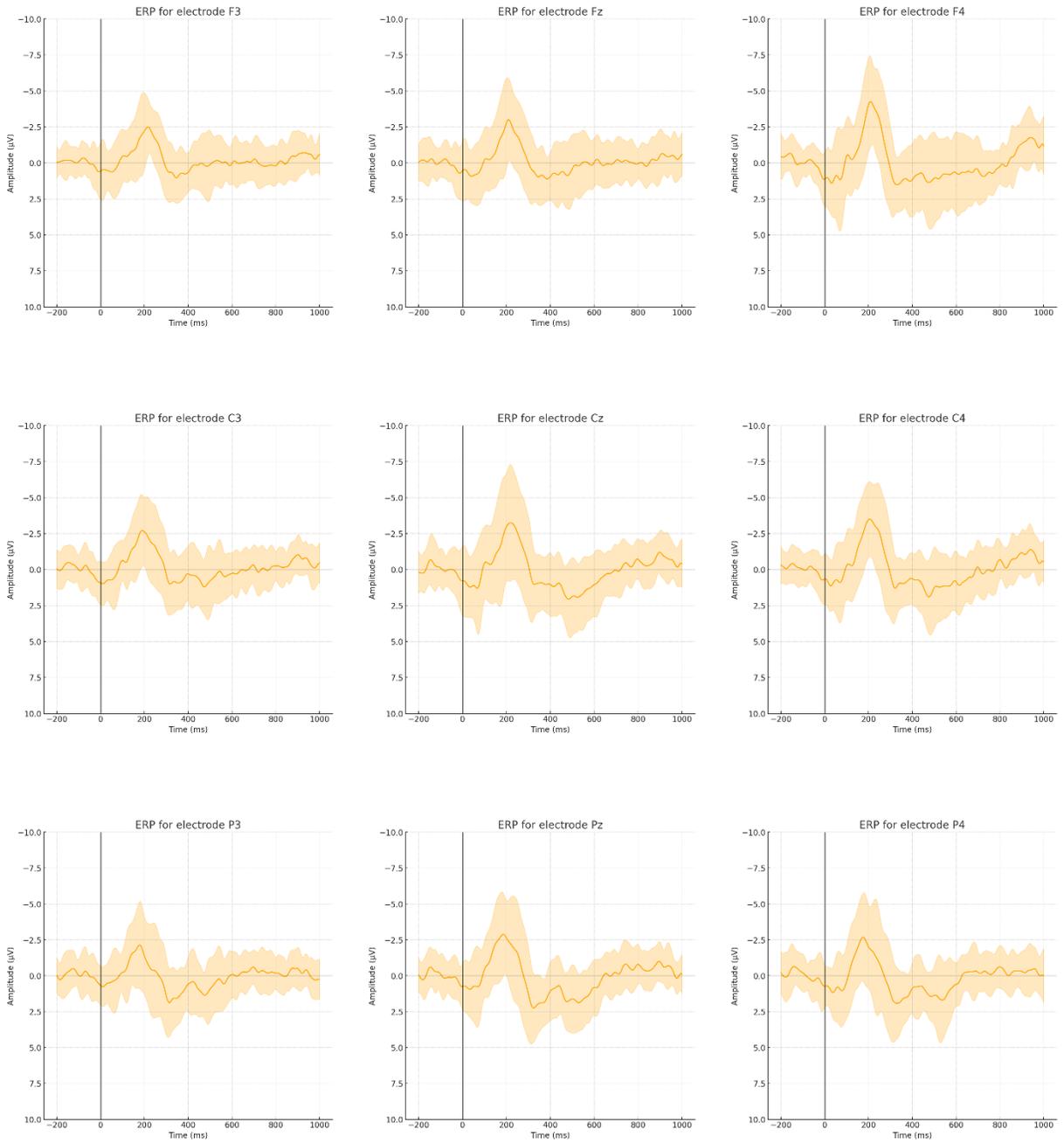
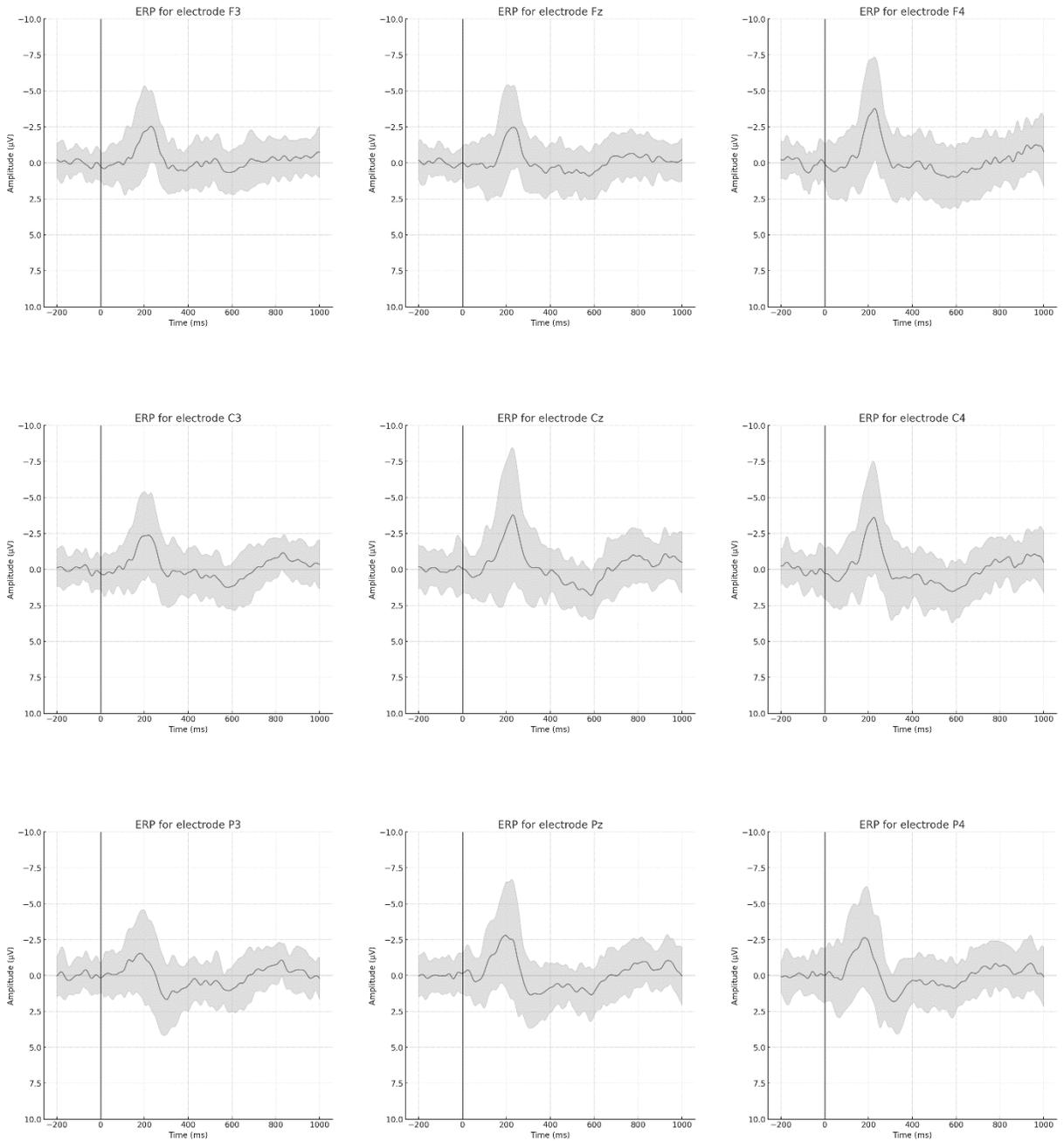


Figura 22

Gráficas de la actividad electrofisiológica de las condiciones Disonante–Negativo.



6.4 Anova de un factor en P300

Los datos obtenidos de las actividades eléctricas por electrodo se sometieron a un análisis de ANOVA de un factor, en el cual el componente P300 tuvo diferencias entre la armonía Disonante–Consonante, principalmente en las condiciones Consonante–Positivo y Disonante–Positivo en el electrodo P3 y en las condiciones Consonante–Negativo y Disonante–Negativo en el electrodo F4 y Cz. En la tabla 10 se muestra el resumen de los datos estadísticos obtenidos en los electrodos.

Tabla 10

Anovas de un factor del componente P300.

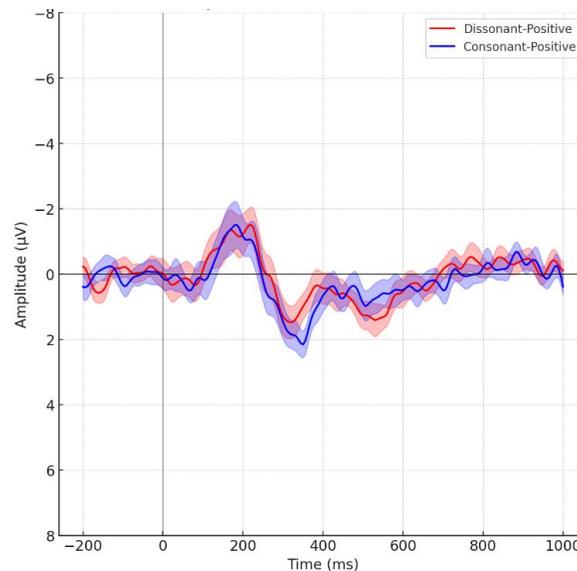
<i>Electrodo</i>	<i>Diferencias de Medias</i>	<i>p*</i>
Positivo VS Positivo		
P3	0.512	0.02
Negativo VS Negativo		
F4	0.633	0.04
Cz	0.792	0.01

Las gráficas mostradas a continuación expresan la actividad cerebral negativa hacia arriba y la actividad positiva hacia abajo, el sombreado representa la varianza de la muestra en las condiciones.

En el electrodo P3 hubo una diferencia en la amplitud de la actividad eléctrica de las condiciones Consonante–Positivo y Disonante–Positivo, alrededor de los 290 ms a los 350 ms, se presenta una amplitud denominada componente P300, teniendo que la condición Disonante tiene menor amplitud que la condición Consonante, el cual tiene una diferencia de medias de 0.512, con una significancia de 0.02.

Figura 23

Comparación Consonante - Positivo y Disonante-Positivo en P3.

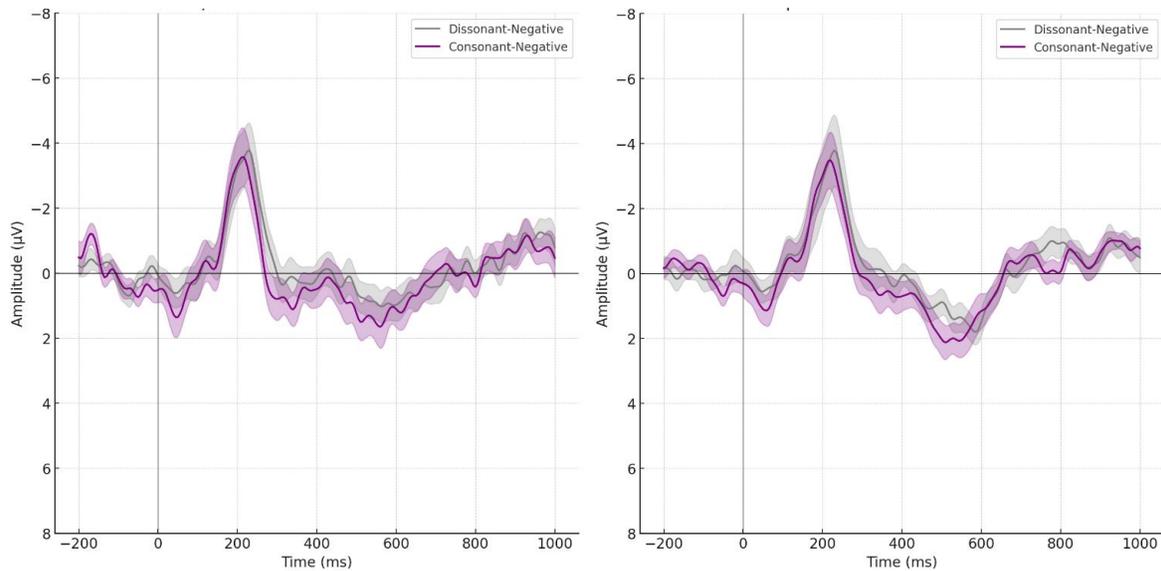


Nota. En la gráfica se muestra alrededor de los 300 ms, el componente P300. La línea azul representa la condición Consonante-Positivo y la roja Disonante-Positivo. En la gráfica se muestra esta diferencia de amplitud donde la condición consonante positiva tuvo una mayor amplitud que la condición disonante.

A comparación de las gráficas de las condiciones positivas, las condiciones negativas en el electrodo F4 tuvieron menor amplitud, se obtuvo una diferencia significativa en la amplitud entre los 290 ms a los 350 ms, teniendo una diferencia de medias de 0.633 con una significancia de 0.04. Además, en el electrodo Cz, la condición Disonante-Negativo tuvo una menor amplitud a comparación de la consonante-negativa, con una diferencia de la media de 0.792 con una significancia de 0.01.

Figura 24

Comparación Consonante–Negativo y Disonante–Negativo en los electros F4 y Cz.



La gráfica de la izquierda es del electrodo F4, y de la derecha del Cz. La línea morada representa la condición Consonante–Negativo, la línea gris representa la condición disonante-negativo, la amplitud alrededor de los 300 ms tiene mayor amplitud en la condición consonante.

6.5 Anova de un factor en LPP

Los datos obtenidos de la actividad electrofisiológica mostraron una amplitud alrededor de los 450 ms a los 600 ms, denominado LPP, las diferencias significativas en el componente LPP fueron en las condiciones negativas, indicando las diferencias en la armonía consonante y disonante, principalmente en el electrodo F4, Cz, C4, Pz y P4 donde estas diferencias fueron significativas. En la tabla 11 se muestra un resumen de los análisis estadísticos.

Tabla 11

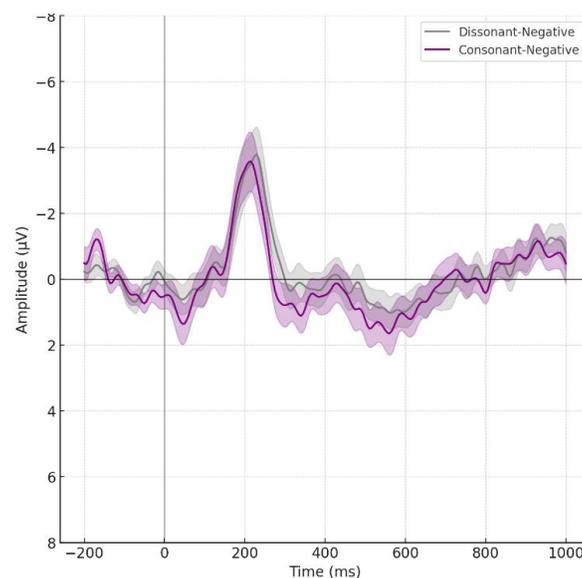
Anovas de un factor del componente LPP.

<i>Electrodo</i>	<i>Diferencias de Medias</i>	<i>p*</i>
Negativo vs. Negativo		
F4	0.565	0.009
Cz	0.484	0.006
C4	0.458	0.009
Pz	0.351	0.035
P4	0.431	0.010

Al igual que en el componente P300, el electrodo F4 tuvo una significancia en el componente P300. Así como en el componente LPP, tuvo una diferencia de las medias de 0.565 con una significancia de 0.009, la condición Consonante–Negativo su amplitud fue menor, mientras que la Consonante–Positivo tuvo una amplitud mayor.

Figura 25

Comparación Consonante–Negativo y Disonante–Negativo en el electrodo F4.

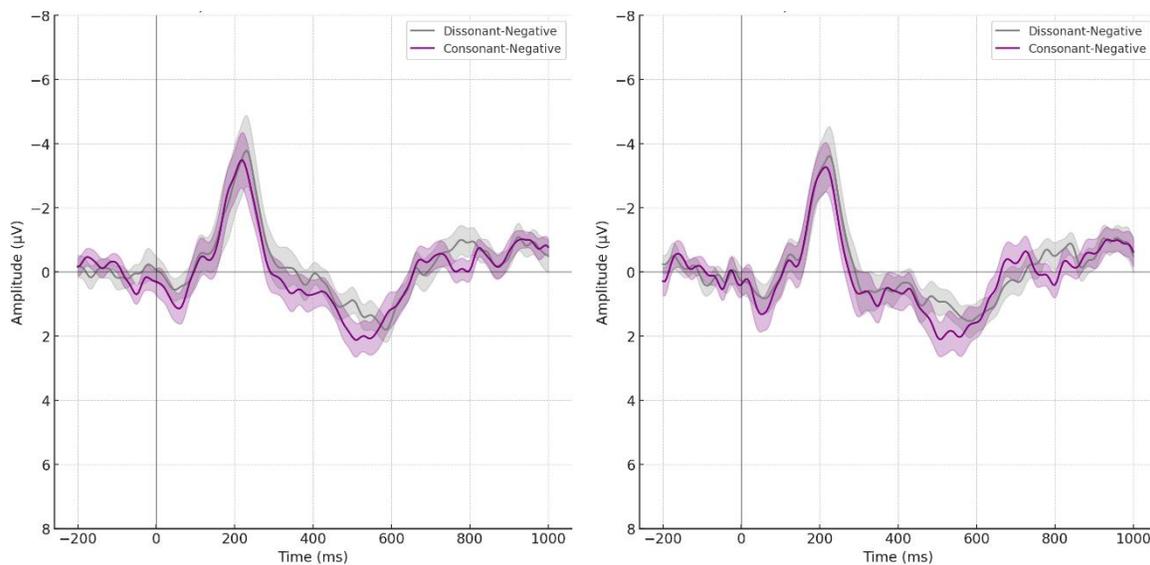


Nota. En la gráfica la línea morada representa la condición Consonante–Negativo, la línea gris representa Disonante–Negativo. Se observa una amplitud alrededor de los 550 ms donde la condición Consonante–Negativo tuvo una mayor.

En los electrodos Cz y C4, las condiciones Consonante–Negativo tuvieron una mayor amplitud en comparación de las condiciones Disonante–Positivo, teniendo una diferencia de media de 0.484, con una significancia de 0.006 para el electrodo de Cz y 0.458, con una significancia de 0.009 para C4.

Figura 26

Comparación Consonante – Negativo y Disonante – Negativo en el electrodo Cz y C4.

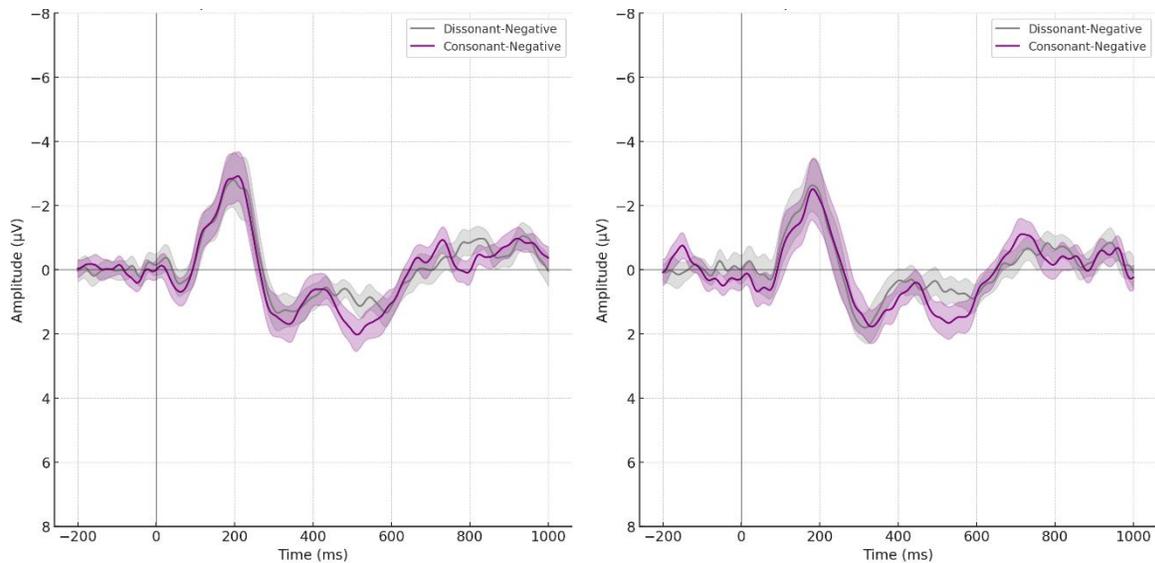


Nota. En las gráficas la línea morada representa la condición Consonante–Negativo, la línea gris representa Disonante–Negativo.

Para los electrodos Pz y P4, sucedió el mismo efecto, las condiciones consonantes tuvieron una amplitud mayor a comparación de las disonantes, teniendo una diferencia de medias de 0.351 con una significancia de 0.035 para Pz, y 0.431 para una significancia de 0.010. De igual forma, todos los electrodos donde se obtuvo una diferencia son de la línea media y el lado derecho correspondiente con la diferencia de las significancias de la Lateralidad en el componente LPP.

Figura 27

Comparación Consonante–Negativo y Disonante–Negativo en los electrodos Pz y P4.



Nota. En las gráficas la línea morada representa la condición Consonante–Negativo, la línea gris representa Disonante–Negativo. En las dos gráficas hay una diferencia en la amplitud alrededor de los 550 ms.

Es importante describir algunas diferencias en los electrodos en el componente LPP que no fueron significantes, en las condiciones Consonante–Neutro y Disonante–Neutro, con una diferencia de medias de 0.371 con una significancia de 0.07 en el electrodo Pz, y 0.338 con una significancia de 0.08. Mientras que en el electrodo F3 las condiciones Consonante–Negativo y Disonante–Negativo, tuvieron una diferencia de media de 0.299 con una significancia de 0.07. Remarcando que estas diferencias no fueron estadísticamente significativas.

VII. DISCUSIÓN

La música muestra una gran relación con el procesamiento emocional, debido a que el efecto prime de la tarea, provocó un componente P300 como un componente positivo tardío. Baumgartner, Esslen et al., (2006) indican que el estímulo musical seguido por un estímulo visual es un potenciador del procesamiento emocional debido a que guarda relación con las experiencias vividas. Por lo tanto, la relación de la música con el procesamiento emocional por medio de IAPS, evoca experiencias emocionales.

Como se mencionó todas las condiciones presentaron una amplitud entre los 150 ms a los 210 ms, semejante al componente N200. Olofsson et al., (2008) indican que la actividad electrofisiológica entre los 200 ms y 300 ms reflejan la atención selectiva, guiada por las cualidades perceptivas del estímulo, principalmente en las zonas posteriores del cerebro, además de que las amplitudes son más elevadas cuando las imágenes son de características negativas.

En la investigación de Chena et al. (2008), indica también la aparición de una actividad electrofisiológica positiva alrededor de los 200 ms, en donde las imágenes negativas tuvieron una amplitud menor con respecto a las imágenes positivas. Spreckelmeyer et al., (2006) también mencionan la relación de una actividad positiva en los 200 ms de las imágenes y sonidos, en su caso con la voz. Mientras que en este estudio la condición, Disonante – Positivo, tuvo la menor amplitud con respecto a las demás condiciones, y el Consonante – Neutro, tuvo la mayor amplitud, aunque no fueron significativas.

A diferencia de lo antes mencionado, hay una actividad negativa alrededor de los 200 ms, debido a que la tarea requiere un procesamiento visual, por la aparición de las imágenes,

lo cual se encuentra en todas las condiciones. Bobés et al. (2015) indican que la N200 refleja los controles en el proceso de toma de decisiones de respuestas conductuales, en tareas de discriminación sensorial. Olofsson et al., (2008) atribuyen la amplitud a la atención selectiva sobre los objetos de las imágenes, en el caso presente este estudio, la aparición del componente N200 refleja, el requerimiento para calificar las imágenes como agradables o desagradables después del estímulo prime.

Otro componente electrofisiológico se encuentra alrededor de los 250 y 350 ms, justo en la ventana de aparición del componente P300, esta se relaciona con el proceso atencional y de la memoria, además de la búsqueda visual, este se representa en la parte parietal-central. P300 refleja un proceso llamado “actualización del contexto”, es decir, la memoria se actualiza por el modelo actual del medio ambiente, esta se modifica en función de la información entrante (Silva-Pereira, 2008)

Los estímulos consonantes tuvieron una mayor amplitud, mientras que las disonantes tuvieron una amplitud menor, principalmente en el electrodo, P3 en las condiciones positivas, F4 y Cz en las condiciones negativas. El componente P300 se relaciona con la memoria a corto plazo, su amplitud está relacionada con recursos atencionales y su latencia con la evaluación del estímulo (Corral et al., 2004).

Olofsson et al., (2008) indican que dada su sensibilidad a la variación de valencia y *arousal*, se sugiere que tales efectos están influenciados por el procesamiento del objetivo. La amplitud de P3b, muestra que las imágenes agradables provocan componentes más grandes que las imágenes desagradables cuando las imágenes son relevantes para la tarea.

El tener un estímulo *prime* musical, en específico intervalos consonantes y disonantes, provocó una diferencia entre las amplitudes de las valencias, es decir que en este presente estudio las imágenes desagradables no provocaron componentes más grandes, sino que entre las condiciones Consonante – Negativo y Disonante - Negativo, hubo diferencias en la amplitud, así como también en las condiciones positivas.

Se ha demostrado que ciertos componentes de los potenciales relacionados a eventos, como el P300, están relacionados con la respuesta emocional y la atención hacia la música, los estímulos visuales y musicales emocionales evocan automáticamente un procesamiento emocional, que se ajustan a lo obtenido en este estudio (Spreckelmeyer et al., 2006).

P300 y las latencias de 400 ms a 600 ms, como puede ser LPP o P600, están relacionados con la capacidad del cerebro para detectar y procesar información que no encaja con las expectativas establecidas, una de naturaleza atencional y la otra con un procesamiento sintáctico y semántico. El P300 se ha asociado con la detección de novedades o desviaciones en el entorno, en este caso la consonancia y disonancia con las imágenes, positivas, neutras y negativas.

También se presentó una actividad electrofisiológica negativa alrededor de los 435 ms, únicamente en las condiciones neutras, esta actividad es similar al componente N400, que se relaciona con el proceso de compresión y reconocimiento de palabras, este se genera a partir de un estímulo que no tiene relación con los estímulos previos, que no tiene una relación semántica con los estímulos previos (Sellan, 1991).

Sin embargo, Olofsson et al., (2008) indican que la valencia afectiva y la excitación pueden modular de forma independiente los resultados de PRE en varios rangos de latencia

que se superponen parcialmente, principalmente entre 200 y 400 ms. En este presente estudio parece que la actividad electrofisiológica no se puede definir como un N400 debido a que la actividad cercana a los 300 ms es una latencia del componente P300 para estímulos emocionales.

En todas las condiciones se presentó una actividad positiva alrededor de los 590 ms, se encontró una diferencia en las condiciones negativas, mientras que en la consonante se presente a los 560 ms. Evaluando la actividad positiva registrada de esta tarea con otros estudios, se obtuvieron coincidencias en la latencia de los potenciales con lo mencionado por Chena et al. (2008), quien en su estudio obtuvo una actividad negativa alrededor de los 500 a 700 ms. Además del estudio de Spreckelmeyer et al., (2006) en el que se obtuvieron potenciales tardíos.

Chena et al. (2008) encontraron en su estudio que el procesamiento emocional es reflejado por la actividad de una onda negativa lenta (SNW) esta implica una referencia a las experiencias emocionales almacenadas en la memoria a largo plazo. La memoria de reconocimiento y los estímulos con mayor prominencia evocarían una mayor actividad de SNW en comparación con los estímulos de menor prominencia. Cabe mencionar que la música utilizada fue música clásica, que contiene la información de las cuatro características de la música, mientras que en la tarea presentada en el presente este estudio solo contenía una, la armonía.

Es importante indicar que en el estudio de Chena et al. (2006) el componente fue negativo y en el presente estudio, sin embargo, Silva-Pereira (2008) indica que la positividad o negatividad de un potencial no es relevante en el registro, debido a que esto puede cambiar por diferentes factores ya sea por la localización de los electrodos de referencia, la línea base

contra la cual el efecto del pre es comparado y la localización y orientación de los generadores intracerebrales. Por lo anterior, el componente encontrado no se asemeja al SNW, pero podría ser un campo de estudio de las diferencias entre estas.

En el registro electrofisiológico, las características de la actividad del potencial, se asemejan al componente P600; sin embargo, la aparición de un potencial positivo tardío (LPP) está asociada en búsqueda del componente del procesamiento afectivo (Olofsson et al., 2008), aunque P600 se asemeja a la actividad LPP, esta se relaciona en mayor medida con el proceso lingüístico semántico y sintáctico.

La tarea no involucra un procesamiento sintáctico entre los sonidos y las imágenes, sino calificarlas como agradables o desagradables, es decir, un procesamiento emocional, que no guarda ninguna relación con el procesamiento sintáctico. Según Abrahan & Justel, (2015) la música sí tiene una relación con la sintaxis, y si bien se ocuparon intervalos musicales que sí corresponden al área en donde se estructura una pieza musical, la actividad electrofisiológica registrada se presenta hasta un segundo después del estímulo prime. Con este análisis parece poco probable que los resultados obtenidos sean necesariamente del componente P600, ya sea por un procesamiento sintáctico o semántico.

LPP puede relacionarse con la detección y asociación del procesamiento afectivo con el léxico musical (Soria-Urios, et al, 2011). Posible reflejo de los procesos de monitoreo y evaluación cognitiva, así como la necesidad de actualizar o ajustar la representación mental de una situación o contexto. Mientras que P600 se relaciona con el procesamiento sintáctico (Silva-Pereira, 2008), el cual no se ajusta al componente obtenido.

El componente LPP es una respuesta neuronal que indica que se ha detectado un estímulo de importancia en el medio ambiente (Myruski et al., 2019). Está relacionado con el procesamiento de estímulos emocionalmente evocadores y la regulación de esta, se ha demostrado ser un marcador útil para comprender cómo interactúan las emociones con la actividad cerebral (Dennis & Hajcak, 2009).

En el presente estudio y debido a la naturaleza de la tarea, la actividad electrofisiológica se ajusta al componente LPP. La onda P300/lenta provocada con imágenes afectivas a veces se denomina LPP en las zonas centro parietales, con el hallazgo de que la última parte de la forma de onda PRE durante un amplio intervalo de latencia demuestra una positividad elevada a los estímulos de alta excitación (Cuthbert et al., 2000). Este componente muestra varias similitudes con el componente encontrado en el presente estudio, principalmente en los electrodos significativos.

Los resultados del estudio muestran que el procesamiento emocional puede generar diferentes componentes de onda según la tarea realizada por el sujeto, mientras que la amplitud elevada y duradera del PRE de las imágenes excitantes se relaciona con el componente positivo tardío en lugar del componente P300. Una positividad elevada y duradera del PRE a las imágenes excitantes es un hallazgo común (Olofsson et al., 2008).

Como menciona Hajcak y Foti (2020), los componentes P300 y LPP tienen una relación muy profunda debido a que la naturaleza de la tarea requerida puede resultar en variaciones en el tiempo de la actividad eléctrica, sin embargo, la función de estos dos componentes son la misma, indicando que LPP es simplemente una versión más sostenida de la P300.

En este presente estudio la aparición del componente P300 tiene menor amplitud en las seis condiciones que otros estudios mencionados, esto indicaría que el procesamiento fue reducido. La aparición del componente LPP, se debería una reevaluación del estímulo y la tarea requerida, por el estímulo *prime*, ya que la aparición de estas dos variables requeriría actualizar la información por medio de la atención y la memoria de reconocimiento.

En la información proporcionada por Koelsch (2014) señala a la amígdala como una estructura responsable para modular y regular las redes emocionales con respecto al inicio, mantenimiento y finalización de las emociones, además de su función en la integración de información cognitiva y emocional. Además, indica que el hipocampo funciona como una reguladora del estado emocional, permitiendo evocar emociones inducidas por la música. Esto se relaciona con la etapa del proceso de comparación en el léxico musical en el modelo de Peretz y Coltheart (2003).

Olofsson et al., (2008) indican que la relación que guarda este potencial positivo tardío con P300, se debe a la relevancia del estímulo en la tarea, además de involucrarse otros procesos, principalmente la memoria de reconocimiento que puede ser una explicación a la actividad tardía de P300 alrededor de los 600 ms por el contenido emocional que posee el estímulo. El LPP emerge aproximadamente entre 200 y 300 ms después del inicio del estímulo.

Con esto se podría decir que LPP, trata de ampliar en el funcionamiento de la atención y memoria aun cuando el componente P300 se presenta. Palomba et al., en 1997(citado en Olofsson et al., 2008) informaron que los estímulos excitantes provocaban PRE con mayor amplitud en el rango de 300 a 900 ms, con más frecuencia que los neutrales y estímulos relativamente poco excitantes. Complementando con Dennis y Hajcak (2009) que indica que

la ventana se encuentra entre los 400 ms a los 3000 ms, que se ajusta a lo encontrado en las condiciones neutras, ya que presentan una latencia menor, y una amplitud menor a comparación de las condiciones Positivas y Negativas.

Soria-Urios, et al., (2011) indican que la memoria es parte fundamental en el procesamiento musical, debido a que, si bien no se tiene un recuerdo exacto de una pieza musical, en la memoria se mantiene lo esencial. Así también en el procesamiento afectivo, lo que en conjunto en la actividad electrofisiológica genera la aparición de los dos componentes correspondientes para el análisis de la información tanto atencional como de memoria, P300 para la atención y LPP para la memoria de reconocimiento de la tarea.

En los datos conductuales, las respuestas negativas tuvieron una respuesta más tardía de 20 ms de diferencia entre las agradables y desagradables, aunque no termina siendo significativas mientras que el promedio de respuestas correctas positivas tuvieron más aciertos que los negativos, siendo significativo, esto indicando que el procesamiento afectivo en las condiciones negativas tuvo una respuesta más tardía apoyada con lo mencionado de la relación de la actividad.

La aparición del estímulo consonante es muy determinante para la valoración de agradable o desagradable en el procesamiento afectivo, esto debido al léxico musical con el que los intervalos se asocian con lo ya establecido en la memoria, en el estudio el comportamiento de los PRE negativos y neutros tuvieron una mayor amplitud acercándose a las condiciones positivas, además de lo ya mencionado en términos de la amplitud y latencia de la actividad eléctrica representada o en los componentes P300 y LPP.

En resumen, LPP ha demostrado ser un componente cerebral sensible y valioso en el estudio del procesamiento de estímulos emocionales y estímulos musicales. Se ha relacionado con el estado emocional, las diferencias de género y edad, la regulación de las emociones, el bienestar emocional, y más. Además, el LPP plantea preguntas interesantes sobre su relación con otros componentes cerebrales, como el P300, y cómo los estímulos emocionales influyen en la activación de sistemas motivacionales. En última instancia, el LPP ofrece una ventana única para comprender cómo nuestro cerebro responde y procesa las emociones, lo que tiene implicaciones significativas en el campo de la psicología y la neurociencia.

Las diferencias encontradas entre los estudios que utilizan los estímulos musicales y el procesamiento emocional, dan como resultado diferentes componentes, esto puede deberse a la naturaleza de la tarea, de igual forma es necesario saber que dimensión de la música se están usando y cómo afecta al procesamiento electrofisiológico, teniendo que el procesamiento afectivo con el musical, se relaciona con componente N200, P300, P600 y LPP.

VIII. CONCLUSIÓN

La investigación sugiere que la música y los estímulos emocionales desencadenan una respuesta cerebral que implica un procesamiento emocional y atencional. La amplitud y la latencia de estos componentes varían en función de las condiciones experimentales, lo que destaca la influencia de la música y la valencia emocional en el procesamiento cerebral.

En lugar de obtener únicamente el componente P300, se encontraron componentes electrofisiológicos N200 y LPP. La relación entre el componente P300 y LPP demuestra que la música y los estímulos visuales emocionales pueden generar una respuesta compleja en el cerebro, que involucra tanto la atención selectiva como la memoria de reconocimiento en el procesamiento de información emocional. Dada la actividad del componente P300, el componente LPP amplía el procesamiento afectivo ante un estímulo prime musical, incluso cuando el componente P300 está presente.

El léxico musical interviene en la evocación y mantenimiento de emociones, donde principalmente la amígdala, el hipocampo y el núcleo de accumbens son principales en intervenir en el proceso musical y emocional.

Este estudio aborda solamente la consonancia y disonancia en relación con el procesamiento emocional, es importante tener en cuenta que la relación entre la música, las emociones y los PRE es un campo de investigación en constante desarrollo y todavía hay mucho por descubrir. La música es un fenómeno complejo y la forma en que afecta nuestras emociones se refleja en los PRE puede variar entre individuos y depender de varios factores, como el contexto cultural y personal.

REFERENCIAS

- Abad, F. (2017). *¿Do re qué?* (7a ed.). Berenice.
- Abrahan, V. & Justel, N. (2015). La Improvisación Musical. Una Mirada Compartida entre la Musicoterapia y las Neurociencia. *Psicogente*, 18 (34), 365–377. <https://doi.org/10.17081/psico.18.34.512>
- Agudelo, G., Bárcena, P. & Zavala, J. (2004). *El hombre y la música*. (4a ed.). Patria.
- Aleixo, M., Santos, R. & Dourado, M. (2017). Efficacy of music therapy in the neuropsychiatric symptoms of dementia: systematic review. *Jornal Brasileiro de Psiquiatria*, 66 (1), 53 – 61. <https://doi.org/10.1590/0047-2085000000150>
- Arnedo, M., Bembibre, J. & Triviño, M. (2019). Percepción visual, *Neuropsicología de la percepción*. (1a., 1., 47 – 58). Síntesis.
- Bartolomei, F., Chauvel, P., Khalfa, S., Lanteaume, L., Marquis, P. & Régis, J. (2007). Emotion induction after direct intracerebral stimulations of human amygdala. *Cerebral Cortex*, 17 (6), 1307 – 1313. <http://dx.doi.org/10.1093/cercor/bhl041>
- Baumgartner, T., Esslen, M. & Jäncke T. (2006). From emotion perception to emotion experience: Emotions evoked by pictures and classical music. *International Journal of Psychophysiology*. 60 (1), 34-43. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2005.04.007>
- Baumgartner, T., Lutz, K., Schmidt, C. & Jäncke, T. (2006). The emotional power of music: How music enhances the feeling of affective pictures. *Brain Research*. 1 (23), 151-164. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2005.12.065>

- Belmonte, C. (2007). Emociones y cerebro. *Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. 101 (1), 59 – 68. <https://rac.es/ficheros/doc/00472.pdf>
- Benítez, M., Díaz Abrahan, V., Sarli, L., Bossio, M., Shifres, F. & Justel, N. (2018). Mejora de la memoria gracias al entrenamiento musical en niños en edad preescolar. En N. Alessandrini y M.I. Burcet, *La experiencia musical. Investigación, interpretación y prácticas educativas. Actas del 13.º Encuentro de Ciencias Cognitivas de la Música*. Buenos Aires.
- Benedet, M. (2002). *Neuropsicología cognitiva*. IMERSO.
- Bobés, M., Bravo, T., Días de Villarvilla, T., Guerra, S., Machado, M., Martín, M., Mendoza, R., Pedroso, M. & Reyes, A. (2015). Estudio de asociación familiar entre las alteraciones de los potenciales evocados N200/P300 y el fenotipo clínico en familias cubanas con esquizofrenia paranoide. *MedWave*. 15 (3), 1 – 12. <https://doi.org/10.5867/medwave.2015.03.6112>
- Blood, A., Zatorre, R., Bermudez, P., & Evans, A., (1999). Emotional responses to pleasant and unpleasant music correlate with activity in paralimbic brain regions. *Nature Neuroscience*. 2 (4), 382 – 387.
- Brown, S., Steenbergen, H., Band, G., Rover M. & Nieuwenhuis S., (2012). Functional Significance of the emotion-related late positive potential. *Frontiers in human neuroscience*. 6, 1 – 6. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2012.00033>
- Bruscia, K. (2007). *Musicoterapia*. (2a ed.). Pax.

- Caballero-Meneses, J. A. & Menez, M. (2010). Influencia del tempo de la música en las emociones. *Revista Colombiana de Psicología*, 24 (1), 61–83.
<https://doi.org/10.15446/rcp.v24n1.42314>
- Calixto, E. (2018). Emociones en el cerebro. *Revista de la Universidad de México*, 128- 132.
- Campos–Uznaga, Y., González, R., González, T. & Gantiva C. (2015). Valores normativos del sistema internacional de imágenes afectivas en población mexicana: diferencias entre Estados Unidos, Colombia y México. *Universitas Psychologica*, 17 (2), 1 – 9.
<https://doi.org/10.11144/Javeriana.upsy.17-2.vnsi>
- Cannova, M. & Eckmeyer, M. (2016). *Historia de la música y morfología musical. Algo más que una cuestión de formas*. II Congreso Virtual La Forma (Aportes disciplinares). Argentina.
- Cano-Campos, M. & Custodio, N. (2017). Efectos de la música sobre las funciones cognitivas. *Revista de Neuro-Psiquiatría*, 80 (1), 61 – 71.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=372050405008>
- Carvajal, M. (2011). El lenguaje musical y los procesos cognitivos: reflexiones en torno a la enseñanza del piano. *ESCENA*. 68 (1-2), 49 – 60.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=561158770003>
- Casas, P. (2006). Música ¡Cuanto antes, mejor!, *El Artista*, 1 (3), 170 – 174.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87400313>
- Castro – Cabrera, P., Flores, S., Peluffo – Ordóñez, G., Narvaéz, D. & Umaquina, A. (2017). Reflexión sobre el trastorno por déficit de atención/hiperactividad en niños:

Perspectiva psicopedagógica, neuropsicológica y neurofisiológica. Conference Paper. 1, 1 – 20.

Chena, J., Chena, C., Huang, H., Li, H. & Yuana, J. (2008). Music-induced mood modulates the strength of emotional negativity bias: An ERP study. *Neuroscience Letters*, 445, 135 – 139. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2008.08.061>

Chóliz, M. (2005). *Psicología de la emoción. El proceso emocional*. Valencia. <https://www.uv.es/=cholz/Proceso%20emocional.pdf>

Corral, M., Escera, C. & Núñez- Peña, M. (2004). Potenciales evocados cerebrales en el contexto de la investigación psicológica: una actualización. *Anuario de Psicología*. 35 (1). 3 – 21.

Cossini, F., Rubinstein, W. & Politis, D. (2017). ¿CUÁNTAS SON LAS EMOCIONES BÁSICAS? ESTUDIO PRELIMINAR EN UNA MUESTRA DE ADULTOS MAYORES SANOS. *Anuario de Investigaciones*, 24 (1), 253 – 257. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=369155966032>

Díaz, J. (2010). Música, lenguaje y emoción: una aproximación cerebral. *Salud Mental*, 33 (6), 543 – 551.

Delgado, J. (1992). *Sistema límbico*. McGraw Hill.

Dennis, T. & Hajcak, G. (2009). The late positive potential: a neurophysiological marker for emotion regulation in children. *Journal of child psychology and psychiatry, and allied disciplines*. 50 (11), 1373 – 1383. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2009.02168.x>

- Ekman, P., Levenson, R. & Friesen, W. (1983). Autonomic nervous system activity distinguishes among emotions. *Science*, 221 (4616), 1208 – 1210.
- Esteller, A., Fonfría, A., Moltó, J., López, R., Pastor, M., R., Poy. & Segarra, P. (2013). Adaptación española del – International Affective Picture Systeml (IAPS). Tercera parte. *Anales de Psicología*, 29 (3), 965 – 984.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=16728244036>
- Farber, D., Beteleva, T. & Ignat'eva, I. (2004). Functional Organization of the Brain during the Operation of Working Memory. *Human Physiology*, 30 (1), 129 – 136.
<https://doi.org/10.1023/B:HUMP.0000021639.46119.5d>
- Fernández-Abascal, E. & Jiménez, M. (2010). Psicología de la emoción, *Psicología de la emoción* (17 – 54). Universitaria Ramón Areces.
- Flores-Gutiérrez, E. & Díaz, J. (2009). La respuesta emocional a la música: Atribución respuesta de la emoción a segmentos musicales. *Salud Mental*, 32 (1), 21 – 34.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=58212260004>
- Fuenmayor, G. & Villasmil, Y. (2008). La percepción, la atención y la memoria como procesos cognitivos utilizados para la comprensión textual. *Revista de Artes y Humanidades UNICA*, 9 (22), 187-202.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=170118859011>
- Fustinoni, O. (2018). La música: química, emoción y cerebro. *Química Viva*, 15 (1). 4 – 6.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86347589002>

- Gagnon, L. & Peretz, I. (2003). Mode and tempo relative contributions to “happy-sad” judgements in equitone melodies. *Cognition and Emotion*, 17 (1), 25 – 40.
<https://doi.org/10.1080/02699930302279>
- Gallo, E., Reyzábal, M. & Santiuste, V. (2008). MÚSICA Y LINGÜÍSTICA. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 4 (1), 315 – 323.
- García, M., (1988). *Aristóteles: Política*, Gredos.
- García-Casares, N., Bertier, M., Froudíst, S. & González, P. (2011). Modelo de cognición musical y amusia. *Neurología*, 28 (3), 179 – 186.
<https://doi.org/10.1016/j.nrl.2011.04.010>
- Gelder, B., Morris, J. & Dolan, R. (2005). Unconscious fear influences emotional awareness of faces and voices. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102 (51), 18682-18687. <https://doi.org/10.1073/pnas.0509179102>
- Gómez, P. & Danuser, B. (2007). Relationships between musical structure and psychophysiological measures of emotion. *Emotion*, 7 (2), 377–387.
<https://doi.org/10.1037/1528-3542.7.2.377>
- González, B. & León, A. (2013). Procesos cognitivos: De la prescripción curricular a la praxis educativa. *Teoría y Didáctica de las Ciencias Sociales*. 1 (19), 49 – 67.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=65232225004>
- Hajcak, G., & Foti, D. (2020). Significance?... Significance! Empirical, methodological, and theoretical connections between the late positive potential and P300 as neural responses to stimulus significance: An integrative review. *Psychophysiology*, 57 (7), 1 – 15. <https://doi.org/10.1111/psyp.13570>

Izard, C., (1991). *The Psychology of emotions*. Plenum Press.
<https://psycnet.apa.org/doi/10.1007/978-1-4899-0615-1>

Kandel, E. (2000). *Principles of Neural science*. McGraw Hill.

Koelsch, S., (2014) Brain correlates of music-evoked emotions. *Nature Reviews Neuroscience*, 5 (1), 170 – 183.

Lacárcel, J., (2003). Psicología de la Música y emoción musical. *Educatio siglo XXI*, 20 (1), 213 – 226.

Lahdelma, I., & Aerola, T., (2020). Cultural familiarity and musical expertise impact the pleasantness of consonance/dissonance but not its perceived tension. *Scientific Reports*. 10 (1), 1 – 10. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-65615-8>

Lang, P., Bradley, M. & Cuthbert, B. (2005). International affective picture system (IAPS): Instruction manual and affective ratings. Technical Report A-6, The Center for Research in Psychophysiology, University of Florida.

Liu, Y., Huang, H., McGinnis-Deweese, M., Keil, A. & Ding, M. (2012). Neural substrate of the late positive potential in emotional processing. *The Journal of neuroscience : the official journal of the Society for Neuroscience*, 32 (42), 14563 – 14572.
<https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3109-12.2012>

López, J. (2011). *Breve Historia de la música*. Nowtilus.

López, D., Valdovinos A., Méndez M. & Mendoza, V. (2009), El Sistema Límbico y las Emociones: Empatía en Humanos y Primates. *Psicología Iberoamericana*, 17 (2), 60 – 69. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=133912609008>

- MATLAB. (2018). 9.7.0.1190202 (R2019b). Natick. Massachussetts: The MathWorks Inc.
- McLean, A., Van den Bergh, B., Baart, M., Vroomen, J. & Van den Heuvel M. (2020). The late positive potential (LPP): A neural marker of internalizing problems in early childhood. *International Journal of Psychophysiology*. 155. 78 – 76. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2020.06.005>.
- Mehmood, R. & Hyo Jong, L. (2016). Toward an analysis of emotion regulation in children using late positive potential. *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc*. 279 – 282. <https://doi.org/10.1109/embc.2016.7590694>
- Melamed, A., (2016). Las Teorías De Las Emociones Y Su Relación Con La Cognición: Un Análisis Desde La Filosofía De La Mente. *Cuadernos de la Facultad de humanidades y Ciencias Sociales, Universidad Nacional de Jujuy*, 1 (49), 13 – 38. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=18551075001>
- Montañés, P. & Brigard, F. (2005). *Neuropsicología Clínica y Cognoscitiva*. Bogotá, D.C.
- Morant, R., Alba, J. & Ramis J. (2006). *Percepción de la Consonancia Musical*. Técnica Acústica.
- Myruski, S., Bonanno, G., Cho, H., Fan, B. & Dennis-Tiwary, T. (2019). The late positive potential as a neurocognitive index of emotion regulatory flexibility. *Biological psychology*. 148 (107768), 1 – 22. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2019.107768>
- Olofsson, J., Nordin, S., Sequeira, H. & Polich J. (2008). Affective picture processing: An integrative review of ERP findings. *Biological Psychology*, 1 (77), 247 – 265. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2007.11.006>

- Palacios, J., (2001). El Concepto De Musicoterapia A Través De La Historia. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*. 42 (1). 19 – 31.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=27404203>
- Payés, C. (2014). Musicoterapia. *Musiquiatria*, 4. 100 - 103.
- Papez, J. W. (1929). Comparative neurology; a manual and text for the study of the nervous system of vertebrates. *Science*, 70 (1892), 60 – 67.
<https://doi.org/10.1126/science.70.1812.284.c>
- Peretz, I., & Coltheart, M., (2003). Modularity of music processing. *Nature Neuroscience*. 6 (7), 688 – 691.
- Pinedo, I. & Yáñez-Canal, J. (2020). Emociones básicas y emociones morales complejas: claves de comprensión y criterios de clasificación desde una perspectiva cognitiva. *Tesis Psicológica*. 15 (2), 1 – 33. <https://doi.org/10.37511/tesis.v15n2a11>
- Piñeiro, J. (2004). LA MÚSICA COMO ELEMENTO DE ANÁLISIS HISTÓRICO: LA HISTORIA ACTUAL. *Historia Actual Online*. 1 (5), 155-169.
- Portellano, J. (2005). *Introducción a la Neuropsicología*, McGraw-Hill.
- Quintero-Rincón, A. (2015). *Familiaridad en Melodías, un estudio introductorio a la Memoria Musical basándose en la medición del Potencial Evocado N400*.
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA FACULTAD DE BELLAS ARTES
- Rojas, I. (2009). La música y la estimulación temprana. *escena. Revista de las artes*, 65 (2), 35 – 43. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=561158767005>

- Saavedra, M. (2001) Aprendizaje basado en el cerebro. *Revista de la facultad de Chile*. 10 (1), 141 – 150.
- Segura, S., (2019) Aproximación Psicoacústica A La Percepción De Sonidos Complejos. *Revista AV Notas*, N°8., Universidad de Jaén.
- Sellan, C., (1991) Registro de potenciales evocados: aproximación a los componentes P300 y N400. *Revista de Psicología general y aplicada*. 44(3). 317-322.
- Silva-Pereira, J. (2008) *Métodos en las neurociencias cognoscitivas*. Pax.
- Soria-Urios G, Duque P. & García-Moreno J. (2011). Música y cerebro: fundamentos neurocientíficos y trastornos musicales. *Rev Neurol*, 2011 (52), 45 – 55.
- Spreckelmeyer, K., Kutas, M., Urbach, T., Altenmüllera, E. & Münted, T. (2006). Combined perception of emotion in pictures and musical sounds. *Brain Research*, <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2005.11.075>
- Suárez, P. (2007) *Historia de la música*. Claridad.
- Tirapu, J. (2010). *¿Para qué sirve el cerebro?: Manual para principiantes* (2a ed.). Desclée De Brouwer.
- Vanden, C., Hannon, E. & Snyder, J. (2015). Finding the music of speech: Musical knowledge influences pitch processing in speech. *Cognition*. 45 (2015) 135 – 140. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2015.06.015>

Es verdad soy un payaso.

