



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Programa de Maestría y Doctorado en Música

Escuela Nacional de Música
Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico
Instituto de Investigaciones Antropológicas

**EVALUACION DE LA MEMORIA EMOCIONAL ANTE ESTIMULOS MUSICALES
CON DIFERENTE TIMBRE MUSICAL.**

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRÍA EN MÚSICA (COGNICIÓN MUSICAL)

PRESENTA:
DIANA IVETTE URQUIZA FLORES

TUTORES PRINCIPALES
DRA NADIA GONZALEZ GARCIA- PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN
MÚSICA
DR. JORGE L. ARMONY- PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN MÚSICA

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR
DR. LUIS LEMUS- INSTITUTO DE FISIOLÓGÍA MOLECULAR
DR. PABLO RENDÓN- CCADET
DR. PABLO PADILLA- IIMAS

MÉXICO, D. F. Febrero del 2014.



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.

*Para mi compañero de vida dedico este trabajo, gracias
por todo tu apoyo y tus enseñanzas, Mtro. Mijael Gutierrez López.*

*Y a la mujer que más admiro en la vida
A mi madre Profra. María del Pilar Flores Reyes.*

Agradecimientos

Un agradecimiento especial a mi mamá Pílar Flores Reyes quién me ha apoyado incondicionalmente en todos mis proyectos de vida incluyendo los académicos, gracias por toda tu ayuda en mi recorrido académico.

Para mis tutores, Dra. Nadia Gonzales quién dedico gran parte de su tiempo para dirigir este proyecto, al Dr. Jorge Armony que me apoyo durante la estancia internacional, al Dr. Luis Lemus, Dr. Pablo Rendón y Dr. Pablo Padilla quienes dedicaron tiempo a la revisión de la tesis.

Un agradecimiento de igual manera a los profesores de la Escuela Nacional de Música quienes me apoyaron al facilitarme tiempo para aplicar pruebas a sus estudiantes, al los profesores del Instituto Tecnológico de Monterrey que además facilitaron sus instalaciones para aplicar pruebas a los estudiantes del Capus Santa Fe. De igual forma al LIMME por permitirme hacer pruebas en el laboratorio de entrenamiento auditivo.

A mis hermanas Danae Y Denise que siempre han estado dispuestas a resolver mis pruebas experimentales para ayudarme con mi investigación.

Índice

Introducción.....	6
Capitulo I Memoria.....	9
Aspectos conductuales de la memoria episódica y semántica.....	10
Codificación y reconocimiento en la memoria semántica y episódica.....	10
Correlatos neurales.....	10
Lóbulo temporal medial.....	10
Función del hipocampo.....	11
Teoría de la consolidación estándar.....	11
Teoría de la huella múltiple de la memoria.....	12
Corteza frontal en la recuperación de la memoria.....	12
Estructuras subcorticales involucradas en la memoria semántica y episódica.....	13
Prosencéfalo.....	13
Aspectos conductuales de la memoria de procedimiento (no declarativa).....	14
Codificación de las memorias de procedimiento.....	14
Etapas de adquisición.....	15
Correlatos neurales.....	15
Ganglios basales.....	15
El cerebelo.....	17
Aspectos conductuales de la memoria de trabajo.....	18
Memoria de corto plazo.....	18
Correlatos neurales.....	19
Musica y memoria	19
Capitulo II Emoción.....	25
Aspectos conductuales de las emociones.....	25
Aspectos neurofisiológicos de las emociones.....	26
Amígdala.....	26

Hipotálamo.....	28
Corteza prefrontal y corteza anterior cingulada.....	28
Emoción y lateralización hemisférica.....	31
Memoria y emoción.....	32
Emociones y memoria episódica.....	33
Emociones y memoria no declarativa.....	35
Capítulo III Modulación emocional de la memoria.....	37
Antecedentes.....	37
Método.....	52
Participantes.....	52
Aparatos y materiales.....	52
Instrumentos.....	52
Ambiente experimental.....	53
Variables.....	53
Estímulos musicales.....	54
Procedimiento.....	56
Resultados.....	58
Valencia e intensidad.....	58
Efectividad de la memoria e intensidad.....	59
Análisis y conclusión de los resultados.....	67
Valencia e Intensidad.....	68
Intensidad.....	68
Valencia.....	69
Timbre.....	70
Ejecución de la memoria.....	71
Referencias.....	73
Anexos.....	80

Introducción

Los estudios en relación con la música y las emociones se han incrementado en la última década, debido a la respuesta que genera en el escucha. La investigación psicológica y neurocientífica del dominio musical se ha centrado en evaluar los factores que subyacen en la percepción, cognición y emoción con respecto a la música (Brattico & Pearce, 2013).

Se ha sugerido que uno de los efectos más importantes que desencadena la música son las emociones y la recuperación de memorias que a su vez permite evaluar la música en valencias de recompensa como agradable o desagradable (Eerola & Vuoskoski, 2013). La parte de las neurociencias que se encarga del estudio de la música se ha centrado en los procesos afectivos que forman parte de la respuesta a estímulos musicales, considerando variables como el entrenamiento musical, la personalidad y aspectos psicológicos, entre otras. Dando un sin fin de diseños experimentales de diversa índole (Brattico & Pearce, 2013).

La investigación de las emociones se ha centrado en el estudio de emociones básicas tal como felicidad, tristeza y miedo, asumiendo que existe el reconocimiento universal de estas emociones (Fritz, Jentschke, Gosselin, Sammier, Peretz, Tumer, Friederic y Koelsch, 2009). Los estudios de reconocimiento emocional al principio se centraron en la percepción de emociones faciales (Sergerie, Lepage y Armony, 2006 y Merrill, Bagert, Goldhahn, Lohmann, Turner y Friederici, 2012) ya que mediante este diseño experimental se podían evaluar estas emociones primarias y que son identificadas universalmente.

La amígdala es una estructura asociada con las emociones, en especial con emociones negativas y con el miedo condicionado. A su vez esta estructura forma parte del reconocimiento de la emoción del miedo en la música. En pacientes con

lesiones en amígdala se presentan dificultades en el reconocimiento emocional en estímulos con valencia emocional (Fritz, Cramon, Muller & Friederici, 2006).

De las características más comunes que se estudian en la música y las emociones son el tempo y el modo. El tempo rápido y modo mayor en música se asocia con felicidad, en estudios de fMRI el área con más actividad hemodinámica para tempo rápido y modo mayor es el giro frontal superior y para tempo lento y modo menor con tristeza. Una mayor activación en áreas medio dorso laterales de la corteza frontal y el giro frontal superior (ver Dalla Bella, Peretz, Rousseau, Gousselin, Ayotte, Lavoie, 2006 y Khalfa, Schon, Anton Liegeois-Chauvel, 2005). En un estudio similar de neuroanatomía funcional se evaluaron las respuestas emocionales a la música occidental clásica, primero se realizó un estudio para evaluar la valencia de las 60 piezas musicales desde triste, neutral hasta feliz, de las cuales se seleccionaron 20 que presentaron mejor efectividad para representar la valencia emocional: 5 de tristeza, 5 de felicidad y 10 neutrales. Se encontró un incremento en la señal BOLD durante la presentación de fragmentos de felicidad en áreas como: estriado ventral y dorsal, cíngulo anterior y giro parahipocampal y áreas de asociación auditiva. La presentación piezas neutrales se asoció con mayor activación en áreas de la ínsula y área de asociación auditiva. Para las piezas de carácter triste se encontró activación en hipocampo, amígdala y áreas de asociación auditiva, (Mitterschiffthaler, Fu, Andrew & Williams, 2007). La amígdala, además de otras estructuras como el hipocampo y el giro parahipocampal mostraron mayor activación con fragmentos musicales con carácter de tristeza y disonantes a diferencia de fragmentos musicales neutrales (Fritz, Cramon, Muller & Friederici, 2006).

La respuesta emocional a la música puede generar un estado de recompensa en el individuo, aunque deben de considerarse otros elementos como el estado contextual del participante, la familiaridad con el estímulo y el tipo de entrenamiento musical (Brattico & Pearce, 2013). Otro elemento que puede ser regulado por la emoción es la memoria en la música. Es decir si los componentes

emocionales tal como la valencia e intensidad, pueden generar un efecto de efectividad en la ejecución de la memoria (Aubé, Peretz & Armony, 2013).

Los eventos emocionales intensos son reportados a menudo como mejor recordados. Por lo regular los estímulos negativos tienen mejor efectividad en el reconocimiento que los neutrales. Se ha sugerido que existen regiones discretas dentro del lóbulo temporal medial que se encargan de diferenciar el reconocimiento de juicios asociados a valencias emocionales. Específicamente la amígdala responde selectivamente a la recuperación emocional y juega un papel importante en la modulación y consolidación de la memoria independientemente del hipocampo (Sharot, Delgado & Phelps, 2004).

Pocas investigaciones se han realizado con respecto a la modulación de la memoria que las emociones generan sin referencia contextual en música, es decir sin familiaridad y agrado a la misma, es por eso que en el presente trabajo se realiza una investigación con la finalidad de evaluar la modulación de la memoria musical y además evaluar si existe una diferencia significativa sobre la efectividad de la memoria cuando los fragmentos musicales alternan el timbre musical.

El primer capítulo de la presente tesis explica los procesos conductuales y correlatos neurológicos que involucran a la memoria, sus clasificaciones y divisiones teóricas, así como experimentos relacionados con la música.

El segundo capítulo aborda el tema de emociones desde diferentes perspectivas, explicando correlatos conductuales y neurofisiológicos, incluyendo su relación con la memoria y la música.

El tercer capítulo incluye la investigación experimental acerca de la modulación emocional de la memoria en música, donde se exponen los antecedentes que subyacen a la presente línea de investigación así como el método, resultados y conclusiones.

Capítulo I. Memoria

Aspectos conductuales de la memoria episódica y semántica

La memoria episódica suele referirse a eventos autobiográficos e incluye información del contexto espacial y temporal de un evento en específico. La memoria semántica incluye hechos o conocimientos en general, esta relacionada con la memoria episódica, a diferencia de que la semántica no incluye factores de tiempo y espacio. Tanto la memoria episódica como la semántica pueden comunicarse de manera flexible, en formatos diferentes a la adquisición original y también suelen estar disponibles para el recuerdo consciente. A estas dos memorias se les suele llamar memoria declarativa o explícita, dado que se puede tener acceso consciente o explícito a la información episódica y semántica, que suele ser fácil verbalizar o declarar (Gluck, 2009).

La memoria episódica se adquiere en una sola exposición a diferencia de la memoria semántica que necesita varias exposiciones adicionales antes de que se adquiera por completo. Aunque también puede hacerlo en una sola exposición si la información es lo bastante relevante para la adquisición. La memoria semántica se fortalece con la repetición y la episódica se suele debilitar a corto plazo (Tulving, 1972).

La memoria episódica se origina en la semántica, es decir un individuo debe tener cierta cantidad de información semántica antes de que pueda formar memorias episódicas. Igual que todas las memorias, la episódica y la semántica tienen tres etapas distintas de adquisición, primero la información debe codificarse, luego retenerse y finalmente recuperarse cuando sea necesario (Lieberman, 2004).

Codificación y reconocimiento en la memoria semántica y episódica

Un aspecto de importancia para la mejora en la codificación de la memoria es el análisis que se le da a la información y la profundidad del procesamiento. En un estudio de Davachi, Mitchell y Wagner (2003), se evaluó el procesamiento de la información. Para la tarea de codificación se les pidió a los participantes que generarán una imagen mental o que imaginaran algo con respecto a la palabra dada por el investigador, otra tarea consistía en que se imaginaran el orden de las letras de manera diferente. Para la tarea de reconocimiento se les mostró una lista de palabras y se les pidió que reconocieran las palabras que habían revisado en la sesión de codificación. Lo que se encontró fue que las palabras que mejor se reconocieron fueron las que venían acompañadas de la formación de una imagen, a diferencia de las que sólo tenían que cambiar el orden de las letras (Davachi, 2003).

La recuperación o efectividad de la memoria se da de manera mas efectiva si las claves presentes en el recuerdo son más similares a las que estaban disponibles en el momento de la codificación (Gluck, 2009).

Correlatos neurales

Lóbulo temporal medial

El lóbulo temporal incluye estructuras como el hipocampo, la amígdala y varias áreas corticales cercanas conocidas como corteza perirrinal y corteza parahipocampal, estas estructuras están relacionadas con la memoria episódica y semántica. El hipocampo es indispensable para la formación de la memoria declarativa (semántica y episódica) (Anderson, M., Ochsner, K., Kuhl, B., Cooper, J., Robertson, E., Gabrieli, S., Glover, G., Gabrieli, J., 2004). Las personas con daño hipocampal bilateral además de amnesia anterógrada pueden presentar amnesia retrógrada. La amnesia anterógrada es cuando la persona presenta dificultades para almacenar nueva información y los recuerdos anteriores a la

lesión se mantienen intactos. En la amnesia retrograda se pierden memorias de eventos que sucedieron antes de la lesión (Lieberman, 2004).

En un estudio de Cassel (1998) se utilizó como sujetos experimentales a ratas sanas como grupo control y ratas con lesiones hipocampales como grupo experimental, la tarea consistía en resolver un laberinto en forma de estrella (radial), con información previa de ensayos de días anteriores. Las ratas sanas aprendían a orientarse de manera muy eficiente en el laberinto y cometían pocos errores al no repetir el brazo del laberinto ya visitado. Por otro lado las ratas con lesiones en el hipocampo cometen más errores y en ocasiones regresaban a los mismos brazos del laberinto, es decir saben dónde había comida pero no podían recordar el lugar que ya había sido visitado.

Función del hipocampo

El daño en áreas del hipocampo puede ocasionar deterioro en la memoria, ya que esta región es necesaria para la codificación, consolidación y reconocimiento de la información. También ayuda a unir la memoria de objetos con el contexto espacial y temporal (Gluck, 2009).

Teoría de la consolidación estándar.

Esta teoría sostiene que al inicio se requiere del hipocampo y estructuras relacionadas al lóbulo temporal medial para el almacenamiento de la memoria episódica, pero que su implicación va disminuyendo hasta que la corteza es capaz de recuperar la memoria sin la ayuda del hipocampo. Es decir la memoria episódica tiene diferentes componentes sensoriales que se almacenan en áreas de la corteza, al principio el hipocampo conecta estos componentes para dar forma a la memoria episódica, pero con el tiempo estos componentes generan conexiones entre sí, dejando de usar el hipocampo (fig. 1).



Fig. 1 Conexiones del hipocampo

Teoría de la huella múltiple de la memoria

Esta teoría propone que un conjunto de neuronas hipocampales y corticales codifican las memorias episódicas y probablemente semánticas, siempre están en dependencia. Al paso del tiempo este conjunto de neuronas crece y por eso cuando hay daño hipocampal las memorias resultan parcialmente ilesas. Se ha sugerido que esta sea la causa de que algunos pacientes con amnesia solo pierdan recuerdos recientes y los del pasado queden intactos (Byrne, 2003).

Corteza frontal en la recuperación de la memoria.

La corteza frontal puede determinar lo que almacenamos. Se ha sugerido que la corteza prefrontal suprime la actividad hipocampal. En un estudio de Anderson *et al* (2004) se evaluó la supresión de la memoria en áreas como el hipocampo y la corteza prefrontal lateral. El incremento en la actividad del hipocampo es asociado con el éxito al formarse las memorias. A través de un escaneo de fMRI, por medio de eventos relacionados, los participantes aprendieron pares de palabras: se diseñaron 3 condiciones, para la condición de respuesta, en dónde se les pedía que recordaran la asociación entre el par, para

la condición de supresión se les pedía que olvidaran la asociación y en la condición control se mostraba un par no presentado en las condiciones antes mencionadas. Lo que se encontró fue una red de regiones cerebrales más activa durante la condición de supresión, en corteza prefrotal ventro lateral y dorso lateral y giro cingulado anterior, área motora suplementaria, área premotora ventral y dorsal y surco intraparietal. Esta supresión disminuyó la activación del hipocampo. A diferencia de la condición de respuesta dónde se encontro mayor activación hipocampal. Una posible explicación puede ser que la activación prefrontal suprime la memoria, disminuyendo la actividad del hipocampo que esta relacionado con la recuperación de la memoria (Lieberman, 2004).

Estructuras subcorticales involucradas en la memoria semántica y episódica

El hipocampo se conecta con algunas estructuras subcorticales por medio de un haz de fibras llamado fórmix. Estructuras como los cuerpos mamilares y núcleo medio-dorsal del tálamo son las que están más relacionadas con el hipocampo, también tienen una conexión anatómica con la corteza cerebral, los lóbulos temporales mediales, por lo que se sugiere sean responsables de la interacción entre la corteza y el hipocampo durante la codificación y consolidación de la memoria (Gluck, 2009).

Prosencéfalo

El prosencéfalo basal recibe sangre y oxígeno de la arteria comunicante anterior ACoA, si esta arteria llega a inflamarse e incluso romperse puede dañarse el prosencéfalo basal, ocasionando una amnesia parecida a la ocasionada por daño en lóbulo temporal medial. Esto se debe a que los núcleos del prosencéfalo basal envían acetilcolina y GABA al hipocampo. Estos neurotransmisores influyen en la plasticidad de las neuronas hipocampales, lo que determina que tan probable es que el hipocampo almacene información (Byrne, 2003).

Aspectos conductuales de la memoria de procedimientos (no declarativa)

La memoria de habilidades se refiere a lo que una persona aprende a desarrollar cognitivamente, como leer por ejemplo. La memoria declarativa difiere de la no declarativa en que ésta última tiene dificultad para transmitirse con los demás, también que puede adquirirse sin tener conciencia de lo que se va a recordar y requiere varias repeticiones para consolidarse. Este tipo de memorias serán duraderas y mejoran con la experiencia. Las memorias de eventos y hechos dependen de las memorias de habilidades ya que se necesitan para transmitir la información. Las memorias de habilidades suelen dividirse en: habilidades perceptuales motoras y en habilidades cognitivas. Las habilidades perceptuales motoras se refieren a los patrones aprendidos de movimientos guiados por vías sensoriales: bailar o tocar un instrumento y las habilidades cognitivas están orientadas al razonamiento y resolución de problemas (Lieberman, 2004).

Codificación de las memorias de procedimiento

Para la memoria declarativa, el hecho de qué tan bien se codifique una habilidad depende de la complejidad de la misma, de cómo se ha codificado en un inicio, la frecuencia con la que se recuerda posteriormente y las condiciones en las que se está recordando algún evento. La retención de las habilidades perceptuales motoras a menudo es más fácil de codificar que la retención de las cognitivas. A la pérdida por desuso se le llama deterioro de la habilidad que se traduce en una curva del aprendizaje a la inversa, a principio el olvido ocurre con rapidez, luego se hace más lento en términos de tiempo (Arthur, Bennett, Stanush & Theresa, 1998).

Los reflejos son respuestas innatas a los estímulos, diferentes a las respuestas altamente aprendidas. A las secuencias de un movimiento que se realiza de manera automática con el mínimo de atención se denomina programa motor. El programa motor existe tanto en habilidades perceptuales motoras como en las cognitivas (Byrne, 2003).

Etapas de adquisición

Todo proceso de aprendizaje de habilidades a menudo comienza con un periodo dónde el individuo debe esforzarse para codificar la habilidad y así ir adquiriendo la información a través del aprendizaje, a este periodo se le llama cognitivo. Posteriormente seguirá un periodo (periodo asociativo) de desempeño en el cual la habilidad se vuelve automática o habitual y el individuo depende menos del recuerdo activo de memorias de reglas. Finalmente se lleva al periodo autónomo, las habilidades y sus componentes se convierten en programas motores, en esta etapa es difícil verbalizar lo que se hace y el desempeño se ha vuelto menos dependiente de las memorias verbalizadas de hechos y eventos (Byrne, 2003).

Correlatos neurales

Todo movimiento requiere una actividad muscular coordinada, el sistema nervioso, en específico la medula espinal, tallo cerebral y gran parte de la corteza cerebral, se encargan de coordinar esta actividad tan compleja ya que requerirá información sensorial y perceptual. Sin embargo las áreas que están principalmente involucradas en el aprendizaje de habilidades son los ganglios basales, la corteza cerebral y el cerebelo (Gluck, 2009).

Ganglios basales

La capacidad de establecer hábitos, procedimientos y comportamientos estereotipados provee grandes ventajas biológicas a los organismos activos y existe clara evidencia de que los ganglios basales están implicados en este tipo de comportamiento (Byrne, 2003).

Los ganglios basales se encuentran en la parte más prominente del cerebro humano y cerca del hipocampo. Los ganglios basales reciben un número considerable de conexiones de neuronas corticales que proporcionarán

información de los estímulos sensoriales que recibe el individuo del medio ambiente. Los ganglios envían información al tálamo y de ahí a corteza cerebral, también tienen eferencias al tallo cerebral que van a medula espinal, lo cuál genera un desempeño al inicio y control de la velocidad, distancia y amplitud de los movimientos (Lieberman, 2004).

A diferencia de lesiones en el hipocampo, dónde se dañan las memorias de experiencias pasadas: de hechos y eventos, un daño en ganglios basales no afecta a estas memorias sino a las memorias de habilidades y la capacidad de aprender y almacenar nuevas memorias. Teniendo una gran implicación en el aprendizaje perceptual-motor.

También las medidas de la actividad neuronal en ganglios basales durante el aprendizaje de actividades motoras. Los ganglios basales también están activos durante el aprendizaje de actividades cognitivas, por ejemplo, dado que los ganglios basales están relacionados con la coordinación y planeación del movimiento, se ha sugerido que si existe daño en estas estructuras se pueden producir cambios en el desempeño del aprendizaje, ya que el impedimento al controlar los movimientos genera una dificultad para aprender nuevas actividades motoras (Gluck, 2009).

En un estudio con ratas se realizaron mediciones de largo plazo con múltiples tetrodos para neuronas en el estriado y en ganglios basales implicados en la formación de hábitos, con la finalidad de estudiar los mecanismos neurales relacionados con las dinámicas del aprendizaje y los hábitos. Las ratas fueron entrenadas para las fases de adquisición, sobre-entrenamiento, extinción y re-adquisición. Por medio de una tarea basada en recompensas (tarea de respuesta), en la que se colocaba chocolate en uno de los brazos de un laberinto en forma T, se les colocaban pistas auditivas para la ubicación correcta de la recompensa. Dos hallazgos fundamentales fueron encontrados, primero, la modulación global de la proyección del disparo de las neuronas. Al inicio del entrenamiento se observó la actividad pico de las neuronas en la tarea de respuesta. Lo que se

encontró fue que los ganglios basales promueven la variabilidad en la conducta durante el aprendizaje por ensayo y error. También permiten la evaluación de cambios conductuales para promover la adquisición óptima. La efectividad de la ejecución incrementó durante la adquisición y estuvo muy cerca de la asíntota durante el sobre entrenamiento. La efectividad durante la extinción se vio afectada y en la readquisición se incremento (Barnes, 2005).

Las regiones corticales que participan en el desempeño de las habilidades aumentan su superficie con la práctica, mientras que las regiones menos implicadas muestran menos cambios (Gluck, 2009).

En estudios con fMRI se demostró que la representación en la corteza somatosensorial de la mano que se usa para digitar las notas del violín es más grande en los violinistas que en los no-violinistas. La expansión refleja el fortalecimiento y debilitamiento de conexiones dentro de la corteza que son parte de la conexión sináptica Así cambios estructurales en la corteza reflejan la mejora de memorias de habilidades durante las últimas etapas del entrenamiento (Elbert, Pantev, Wienbruch, Rockstroh, & Taub, 1995).

El cerebelo

El cerebelo es uno de los sistemas más básicos que participan en la codificación y recuperación de las memorias de habilidades. Las aferencias del cerebelo provienen de la medula espinal, los sistemas sensoriales o la corteza y las eferencias del cerebelo van hacía medula espinal o sistemas motores de la corteza cerebral. Daños en el cerebelo pueden deteriorar desempeño en secuencias motoras, como tocar un instrumento musical (Lieberman, 2004).

El cerebelo también facilita la formación de memorias de habilidades motoras en específico las que requieren una sincronización precisa, para dirigirse a un objeto o sólo seguirlo. (Laforce & Down citado en Gluck, 2009).

El cerebelo, la corteza cerebral y los ganglios basales son fundamentales para el aprendizaje de habilidades, sin embargo el cerebelo es más importante en actividades de sincronización, la corteza cerebral para controlar secuencias complejas de acción y los ganglios basales para ligar los eventos sensoriales con la respuesta.

Aspectos conductuales de la memoria de trabajo

Las memorias transitorias son de corta duración a veces de algunos segundos como la memoria sensorial y la de corto plazo. Las memorias sensoriales son sensaciones breves de lo que se percibe de manera inmediata. También se suele asociar con la memoria icónica que es esencial para reconocer y procesar la información que es presentada por breves intervalos de tiempo (Byrne, 2003).

Memoria de corto plazo

La memoria sensorial actúa primero para el acopio de la información, después entra en juego la memoria a corto plazo para convertirse en memoria a largo plazo si a sí se requiere. La memoria a corto plazo (MCP) suele estar limitada a la memoria de entre 5 y 7 elementos, otro límite tiene que ver con la atención (Gluck, 2009).

La función de la memoria a corto plazo es organizar la información, como reconocer caras, nombres e interpretar nuevas experiencias. Se encarga de integrar conocimientos y recuerdos. El tipo de información que codifica la MCP es principalmente visual y acústica, en menor medida lo hace con la información semántica.

Se ha sugerido la división de la memoria en tres estadios 1. Icónica, 2. Memoria de corto plazo y 3. Memoria largo plazo. Para que la información se mantenga como memoria de corto plazo se necesitan circuitos de repaso repetido.

Aunque esto no garantiza que la información forme registro a largo plazo, se obtienen mejores resultados cuando la información es revisada a profundidad.

Cuando se almacena información a corto plazo para conductas inmediatas como para memorizar un número telefónico es llamada memoria de trabajo, pero cuando la información se utiliza para mantener o manipular la conducta se le llama de control ejecutivo. La memoria de trabajo incluye dos fases, la agenda viso-espacial (imágenes) y el bucle fonológico (información auditiva). Lo que realiza el control ejecutivo es seleccionar componentes de ambas interfaces para dirigir la conducta y recuperar la información (Lieberman, 2004).

Correlatos neurales

Para la memoria de trabajo las estructuras que más se han estudiado son la corteza prefrontal ya que ahí se generan las funciones cognitivas de planeación y organización. Las personas con daños en lóbulo prefrontal muestran deficiencias en las tareas de memoria de trabajo así como la dificultad para realizar actividades de orden que requieren actualización frecuente para recordar los elementos que se han elegido previamente (Byrne, 2003).

Las cortezas prefrontal orbital y frontal están relacionadas con muchas funciones de memoria de trabajo. Fuster (2001) encontró que neuronas de la corteza frontal sólo disparaban durante el periodo de demora en que los animales debían mantener la información necesaria para luego dar la respuesta, es decir la corteza prefrontal actúa como un puente entre las señales de estímulo y una respuesta contingente, conectando los eventos en el tiempo.

Música y memoria

El reconocimiento de la música es inherente a los seres humanos, por lo menos dos dimensiones de la música son importantes para su codificación perceptual: la dimensión melódica (referente al contorno y tonalidad musical) y la

temporal (disposición de tiempo de las notas musicales), elementos que permiten el almacenamiento en la memoria de largo plazo por medio de la selección de estas dimensiones de la música Peretz (1997). Estos elementos brindan información relevante que puede generar emociones, en especial la altura tonal, en lo que respecta al ritmo a éste se le atribuye más a la información de expresividad y emociones como la felicidad o el miedo. Aunque se genera mayor efecto cuando ritmo y altura interactúan juntos (Leaver & Halpern, 2004).

Estudios de daño cerebral han mostrado que la memoria musical difiere de otros tipos de memorias como la memoria visual y verbal. Por ejemplo Samson and Zatorre (1991) evaluaron el reconocimiento de palabras y melodías en canciones no familiares. Encontraron un claro déficit para el reconocimiento de textos si estos eran cantados en una melodía o sin la melodía cuando los participantes tenían una escisión en la parte izquierda del lóbulo temporal. Existe un impedimento para el reconocimiento de palabras cuando la melodía es cantada con nuevas palabras (para escisión izquierda y derecha) al igual que el impedimento para el reconocimiento de melodías sin letra. El código verbal está asociado a estructuras izquierdas y el código melódico puede depender de ambos lados.

En un estudio de Peretz (1997) se presenta un paciente al que llamaron CN con agnosia musical, jamás recibió instrucción musical, con la finalidad de evaluar cómo se almacena y se reconoce la información musical. CN es incapaz de reconocer el tono más simple, incluso melodías aunque sean de su colección personal, el reconocimiento se empobrece si las melodías no tienen letra. Su comunicación verbal esta intacta. Las representaciones de la memoria de CN no están intactas, CN es incapaz de cantar una canción de memoria, por lo que se sugiere que las representaciones almacenadas de la musica estan dañadas. CN fue diagnosticada con daño bilateral temporal (corteza temporal superior) con funciones cognitivas y de lenguaje intactas pero con impedimento para identificar la sensación de familiaridad de una melodía o fragmento musical que en algún momento fue conocido. Sin embargo puede reconocer las letras de las melodías

que solían acompañarlas. También manifiesta un deterioro grave en el procesamiento tonal, pero no en el temporal, es incapaz de imitar una melodía por sí misma, quizá se debe a la alteración en la memoria básica. En el estudio de evaluación de reconocimiento, se le presentaron alrededor de 70 fragmentos musicales durante 7 años, algunos con voz y otros instrumentales de los cuales sólo puede reconocer 5 de los que se le presentaron. También se evaluó la parte de identificación que implica el reconocimiento para la selección correcta, se encontró que no puede distinguir los fragmentos familiares de los no familiares. Este impedimento que limita la habilidad para evocar memorias asociadas con la música puede estar asociado con la ruptura de los diferentes estadios del procesamiento musical, dado que presenta dificultades para la integración prosódica, la identificación de timbre y el reconocimiento de la voz pero no para la comprensión del lenguaje y el reconocimientos de sonidos ambientales. Por lo que se sugiere que el daño cerebral puede alterar las representaciones de la memoria sin afectar los mecanismos de percepción. El almacenamiento de nuevos pasajes musicales conlleva a la misma red con la que se codifica la experiencia pasada, es decir las experiencias novedosas se codifican de igual forma que la información musical nueva.

El daño que presenta CN concuerda con los modelos de la memoria semántica y episódica. Ocurre que los efectos de la memoria implícita están relacionados con la integridad de los registros de percepción que permiten al paciente representar las características para diferenciar las cualidades de la superficie que describen al objeto. Sin el acceso a esos efectos de la memoria implícita será difícil acceder a la representación fiel de la música.

Las memorias explícita e implícita están concebidas como fenómenos secuenciales. Si la memoria implícita se deteriora, la memoria explícita estará necesariamente comprometida para después elaborar representaciones perceptuales. Esto explica por qué la memoria implícita puede funcionar normalmente con un daño severo de la memoria explícita pero no al revés Peretz (1997).

La memoria episódica se refiere a la capacidad de reconocer fragmentos musicales para los cuales el contexto espacio-temporal rodean la forma en que será recordado. Para la memoria episódica las estructuras involucradas son lóbulo temporal medial y lóbulo frontal (Platel, Baron, Desgranges, Bernard & Eustache, 2003).

En un estudio de Platel, et al. (2003) se evaluó si las secuencias musicales familiares generaron activación en el giro frontal inferior y la parte anterior del giro temporal superior para la atención de componentes musicales como el ritmo, altura y timbre. Lo que se encontró fueron activaciones al momento de la percepción en lóbulo temporal derecho. Durante la tarea de memoria semántica se presentó activación de región frontal medial y hemisferio derecho en el giro temporal medio, sugiriendo áreas lateralizadas a la izquierda para los procesos memoria semántica. La activación frontal puede deberse a los procesos de categorización, debido a procesos de selección y han aparecido en otros estudios de memoria semántica. Estas activaciones no son específicas a la memoria semántica musical. Las regiones temporales anteriores y las frontales inferiores están asociadas con procesos auditivos no verbales y estas regiones pueden delimitar la lexica musical (Paulesu, Frith & Frackowiak, 1993).

Para la memoria episódica en el reconocimiento de fragmentos familiares y no familiares se observan activaciones en áreas frontales rostrales y mediales, predominancia en hemisferio derecho. También se ha encontrado activación del área del precuneus que esta relacionada con los recuerdos de la memoria episódica El reconocimiento de fragmentos familiares fue asociado con activaciones frontales superiores y precuneus, para reconocimiento de fragmentos no familiares hubo activación bilateral de áreas frontales medial y superior, reflejando las dificultades experimentadas por los sujetos para almacenar información y sugiere la ocurrencia de procesos de control ejecutivo Platel (2009).

La memoria de largo plazo en música se asume como el almacenamiento de información en una red que contiene todas las piezas musicales que un individuo ha escuchado en toda su vida. Para acceder a la memoria a largo plazo existen numerosas pistas tal como variaciones secuenciales en la altura tonal, en la dinámica, timbre y en el dominio temporal (ritmo).

Numerosos estudios, han aceptado la dualidad de la memoria: memoria de corto y largo plazo, (ver Baddeley,1990). Recientemente a la memoria de corto plazo se le han añadido más componentes indispensables, el de almacenamiento y el de procesamiento que son a su vez parte de la forma en que opera la memoria de trabajo. Baddeley propuso un amplio modelo para este tipo de memoria que incluye un control ejecutivo central a lo largo de dos sistemas: el bucle fonológico (almacenamiento fonológico y el proceso de control articulatorio basado en el discurso) y los segmentos visoespaciales (información visual).

Los estudios relacionados con la memoria de corto y largo plazo en música han sido extensos (Platel, et al. 2003), se ha mencionado que la melodía es indispensable en la recuperación de la memoria (en especial memoria de largo plazo). Existen dos elementos indispensables para la discriminación de la melodía: contorno y contenido de intervalo (Leaver & Halpern, 2004). La estructura tonal es un elemento organizacional que influye ciertamente en el recuerdo melódico, en efecto la tonalidad puede ser mayor o menor y figurar como un indicador sintático de la música occidental.

En un estudio de Hebert y Peretz (1997) se evaluó qué elemento de la música puede ser el mejor para el reconocimiento en la memoria de largo plazo, si la melodía o la estructura temporal, se evaluó el reconocimiento o familiaridad de fragmentos musicales que pudieran ser bien identificados por el nombre. Se realizaron varios estudios: en el primer estudio con participantes universitarios sin entrenamiento musical a los cuales se les presentó una serie de 25 estímulos, con el mismo formato melódico pero con isocronía y con el mismo patrón temporal pero con la misma altura tonal para todas las notas musicales y la versión de

mezcla con patrones rítmicos y temporales. Dos grupos fueron diseñados para el experimento el grupo de ritmo y el de melodía, donde se les pedía a los sujetos concentrarse en dichos elementos, la tarea consistió en dar el nombre de la canción además calificarla en una escala del 1 a 5 acerca de qué tan bien era reconocida. Se encontró que se cometen menos errores de reconocimiento con la versión mezclada (melodía y ritmo), pero al momento de comparar los grupos de melodía con ritmo, la melodía resulta ser más eficaz en el momento del reconocimiento.

En un segundo estudio se combinaron patrones melódicos con patrones temporales totalmente diferentes del fragmento original, esto se debió a que la música popular algunas veces posee patrones de isocronía que pueden ser menos representativos para evaluar la función del ritmo en el reconocimiento, por lo que se modificó la temporalidad original de los fragmentos. Los resultados fueron muy similares al primer estudio. La organización temporal en conjunto con la melódica mejora el desempeño de las tareas, pero cuando se aísla el ritmo no es un elemento que pueda contribuir en mayor parte a la efectividad en el reconocimiento. Para la memoria a largo plazo parece que la pista predominante para la recuperación de la información es el patrón melódico, ya que puede activar la información almacenada en la memoria, aunque el código óptimo para esta recuperación es la mezcla de ritmo y melodía. Estos resultados son aplicables a la música occidental, que se encuentra basada en música tonal más que en predominancia rítmica a diferencia de otras culturas. Dando mayor importancia a la melodía en contraposición con el ritmo (Hèrbert y Peretz, 1997).

Capítulo II Emoción

Aspectos conductuales de las emociones

Las emociones son estudiadas a través de diferentes aspectos: el conductual y el fisiológico. Las emociones pueden influir en la atención, en las decisiones que tomamos, en la memoria, en respuestas conductuales (condicionadas) y en las interacciones sociales (Goldin, Mcrae, Ramel & Gross, 2008). El estado emocional es el resultado de las evaluaciones cognitivas que se efectúan con respecto a los eventos cotidianos, se ha descrito como el placer y displacer que se experimenta en conjunción con otros estados cognitivos (Desteno, Gross & Kubzansky, 2013).

Muchos de los estudios que se han realizado con respecto a las emociones se derivan del análisis de conductas de aprendizaje y motivación. La forma en que un estímulo neutro adquiere propiedades emocionales parte del objetivo principal de los estudios de aprendizaje emocional. Una vez que un estímulo adquiere las propiedades de elicitar una respuesta este deja de ser neutral. El estudio más típico es cuando un estímulo neutral como un tono auditivo (un estímulo condicionado), se asocia con un evento aversivo, por ejemplo una descarga eléctrica (estímulo incondicionado) después de varios ensayos se aprende que cada vez que se escuche el sonido vendrá una descarga eléctrica. Posteriormente la presentación del tono será suficiente para generar reacciones emocionales: cambios hormonales, de frecuencia cardiaca, etc. Este paradigma de respuesta y aprendizaje emocional, es llamado condicionamiento clásico.

Se dice que las emociones están enmarcadas en tres dimensiones: subjetiva, biológica y sociales (Walter, 2006).

1. La dimensión subjetiva se refiere a la manera individual de procesar los contenidos emocionales.

2. La dimensión biológica, enfatiza la adaptación biológica o respuestas fisiológicas que requiere el cuerpo para adaptarse a diversas situaciones.

3. La dimensión social, tiene una función de comunicación: facial, corporal y verbal para la comunicación emocional.

Aspectos neurofisiológicos de las emociones

Amígdala

La amígdala está implicada en las respuesta emocionales que tienen una relevancia biológica como indicadores de dolor, alertas de peligro, presencia de comida y agua. Esta estructura se ha estudiado principalmente por su implicación en el miedo condicionado, un tipo de aprendizaje en el cual estímulos neutrales comienzan a generar una respuesta conductual defensiva después de ser asociadas con un evento aversivo. Además de ser asociada con la implicación de conexiones sinápticas en la adquisición y almacenamiento de memorias del miedo condicionado (Pheleps & LeDoux, 2005).

La amígdala es una de las estructuras que han tomado relevancia en el tema de las emociones. Se encuentra en lóbulos temporales y esta formada de varios núcleos, de los principales están: núcleo medial, lateral, basal, basal accesorio y central. El núcleo medial recibe aferencias sensoriales sobre olores y hormonas, el núcleo lateral recibe información de la corteza sensorial primaria, el tálamo y la formación hipocampal, sus aferencias son al estriado, al núcleo dorsomedial del tálamo, núcleo basal, nucleo basal accesorio. Las conexiones que se establecen con el núcleo basal parecen ser necesarias para la plasticidad del campo receptivo del sistema auditivo, (Pheleps & LeDoux, 2005). El núcleo central envía eferencias al hipocampo, mesencéfalo, protuberancia y bulbo, el núcleo central es muy importante dado que ahí se generan respuestas emocionales. Cuando se presentan estímulos amenazantes se genera una mayor actividad en el núcleo

central.

En cuanto al proceso de condicionamiento aversivo, la amígdala recibe aferencias del hipocampo, incluyendo proyecciones de CA1 (formación hipocampal también llamada subiculum), el núcleo central está relacionado con el control de las respuestas e involucra sinapsis en núcleos basales. Mientras que el núcleo lateral involucra dos tipos de células uno que se asocia con el aprendizaje inicial y otro con el almacenamiento de la memoria. En estudios con animales se ha mostrado que la amígdala recibe información sensorial de dos rutas: la vía rápida que recibe aferencias del tálamo y la lenta que recibe información de la corteza sensorial. La vía que recibe aferencias del tálamo y la corteza pueden ser usadas con estímulos sensoriales simples como en los estudios con animales, sin embargo para estímulos más complejos se requiere mayor procesamiento cortical (Pheleps & LeDoux, 2005).

Se ha sugerido que la amígdala influye en la plasticidad en específico en los sistemas sensoriales de procesamiento. Como puede verse en el aprendizaje de respuestas condicionadas con carga emocional aversiva, la plasticidad de la amígdala lateral parece desarrollarse antes (con menos ensayos) que en la plasticidad en la corteza auditiva (Pheleps & LeDoux, 2005).

A su vez un daño en la amígdala genera un impedimento en el reconocimiento de las emociones, los pacientes con daño bilateral de la amígdala tienen problemas para identificar expresiones afectivas faciales de otras personas, específicamente de miedo. En pacientes normales la amígdala muestra una activación significativa cuando se muestran expresiones faciales de miedo en comparación con neutrales. Lo que sugiere que la amígdala juega un papel importante en la respuesta a estímulos biológicamente importantes, en especial los que se relacionan con miedo y amenaza. En un estudio de Adolphs, *et al* (1999), se evaluaron a 7 pacientes con daño bilateral y se encontró la dificultad para el reconocimiento de la emoción de miedo en rostros. El daño bilateral de la amígdala en pacientes sometidos a cirugías para evitar episodios de agresividad

genera una disminución en el umbral vegetativo, produciendo un efecto de docilidad (Sánchez-Navarro y Román, 2004).

En un estudio acerca de la respuesta de la amígdala ante estímulos con valencia emocional, se realizó la revisión de 385 estudios, de los cuales 298 fueron evaluados con resonancia magnética funcional, 220 estudios revisados reportaron activación bilateral y 198 activación derecha unilateral de la amígdala y 153 reportaron activación izquierda, al realizar el análisis se encontró que los estímulos con carga emocional generan mayor activación en la amígdala a diferencia de los neutrales, generando una diferencia significativa con mayor activación para miedo que para felicidad (Costafreda, Brammer, David & Fu, 2008).

Hipotálamo

El hipotálamo también se ha relacionado con la emoción, aunque más se ha asociado con la conducta defensiva y memoria, en especial el núcleo ventromedial del hipotálamo, ya que la respuestas de defensa se encuentra mediada por eferencias de la sustancia gris provenientes de la amígdala (Sánchez-Navarro y Román, 2004).

Corteza prefrontal y corteza anterior cingulada

La corteza prefrontal forma parte importante de la conformación de la experiencia emocional, en un circuito que incluye la corteza orbitofrontal y ventromedial (Silva, 2008).

La corteza prefrontal esta ubicada en la parte más anterior de la corteza cerebral ubicada en la parte anterior a la corteza motora y premotora. En cuanto a su topografía se divide en tres grandes áreas, prefrontal dorsolateral, orbitofrontal y lateral. De estas la orbitofrontal y la lateral se han relacionado con la emoción, es decir la respuesta emocional, en específico cuando se implementan contingencias

aprendidas de refuerzo. La corteza orbitofrontal recibe aferencias de áreas sensoriales, de la amígdala, corteza entorrinal y circunvolución del cíngulo y sus eferencias son hacia corteza temporal inferior, corteza entorrinal, circunvolución del cíngulo, hipotálamo lateral, área tegmental ventral, núcleo caudado, amígdala y corteza motora (Sánchez-Navarro y Román, 2004).

La corteza cingulada anterior (CCA) se encarga de la integración y modulación emocional, también forma parte de en la función autorreguladora de la corteza frontal. Se ha propuesto que la parte rostral de CCA como el área de las emociones y la ventral como la zona cognitiva. La CCA es central para el aprendizaje donde existe un contexto motivacional, sugiriéndose que en CCA se representan puntos de equilibrio afectivo, activándose solo en situaciones de relevancia motivacional, ante la evaluación de errores conductuales.

La corteza frontal medial y orbital son asociadas con procesos emocionales relacionados con el aprendizaje, la experiencia subjetiva de la emoción, conducta social. Daños en áreas de la corteza orbito-frontal tienen implicaciones en la respuesta emocional, en daños bilaterales, afecta severamente respuestas emocionales como identificación de expresiones vocales, estados subjetivos emocionales a diferencia de lesiones en corteza prefrontal dorsolaterales. En pacientes con daños en la división anterior ventral de CCA, se encontraron déficits para la identificación no verbal de sonidos emocionales. Para el caso de la percepción subjetiva de la emoción se ha encontrado que para pacientes con lesiones unilaterales mediales y en CCA se reportan cambios drásticos en la percepción subjetivo de la emoción despues de la cirugía. Para los pacientes con daño dorsolateral no hay cambios significativos en la percepción subjetiva de las emociones (Hornak, Bramham, Rolls, Morris, O Doherty, Bullock, Polkey, 2003).

La corteza prefrontal medial recibe proyecciones similares a las orbitofrontales, con algunas diferencias de por medio, el área orbitofrontal recibe más proyecciones de la amígdala y el área prefrontal medial recibe más aferencias del hipocampo y de proyecciones sensoriales auditivas. Esta región se relaciona

con el control emocional inhibitorio y permite la modificación conductual en función de la valencia emocional de los estímulos, de igual forma se relaciona con los aspectos emocionales de la voz.

En una tarea del reconocimiento de emociones faciales de participantes con lesiones en diferentes regiones la corteza prefrontal, se compararon las evaluaciones de reconocimiento entre pacientes con daño de corteza prefrontal dorso medial y lateral a diferencia de pacientes con lesiones ventromediales/orbitofrontales. Se encontró que en daños ventromediales se ve afectada la detección de expresiones faciales emocionales teniendo una dificultad de distinción entre expresiones neutrales y de valencia emocional. Aunque también se encontró una diferencia con pacientes en dano izquierdo ventromedial que si pudieron detectar expresiones emocionales, aunque de igual manera tuvieron problemas para discriminar entre diferentes valencias emocionales. No se encontraron efectos similares de reconocimiento emocional en área dorsomedial prefrontal. En regiones fronto laterales se observó un déficit en la adecuación de las expresiones a emociones específicas (Tsuchida & Fellows, 2011).

En resumen las áreas que se relacionan con el procesamiento emocional son: área prefrontal medial, circunvolución anterior del cíngulo, aunque estas activaciones son independientes del contenido emocional. Se han encontrado áreas más especializadas como en el surco de la circunvolución anterior del cíngulo que se activa en mayor grado ante expresiones de felicidad y la región medial de la circunvolución frontal superior lo hace ante expresiones de ira. También se han encontrado éstas activaciones ante la presencia de de estímulos visuales positivos y negrativos a diferencia de estimulación neutral. Aunque suele ocurrir una mayor activación de estas estructuras en el hemisferio derecho independientemente de la valencia afectiva de los estímulos (Sánchez-Navarro y Román, 2004),.

Emoción y lateralización hemisférica

Estudios de la lateralización de las emociones han planteado hipótesis acerca de cómo se procesa la información emocional, primeramente se considera que el hemisferio derecho presenta una superioridad para la recuperación de la información emocional y la regulación del estado de ánimo.

Los estudios en los que se muestra la lateralización son los realizados con expresiones emocionales en rostros ya que se muestra una clara lateralización del hemisferio derecho. En un revisión de 49 experimentos con población adulta se evaluaron los resultados de asimetría facial, donde se utilizaron estímulos con valencia e intensidad emocional (estímulos agradables y desagradable), reconocimiento de partes del rostro involucradas en la expresión emocional, reglas sociales y factores demográficos. La revisión indicó que existe una dominancia del hemisferio derecho en las expresiones emocionales del rostro. La hipótesis de la lateralización emocional menciona que para las emociones negativas hay una especialización del hemisferio izquierdo y para las positivas el derecho. Para la valencia emocional se sugiere la implicación del hemisferio derecho también. (Borod, Haywood & Koff, 1997).

En estudios de medidas fisiológicas, se registró la actividad EEG (electroencefalograma) durante la visión de imágenes emocionales y se ha mostrado que las emociones de valencia negativa se relacionan con una mayor activación en el hemisferio derecho, mientras que las de valencia positiva produce mayor activación en el izquierdo (Davidson, et al. 1990, citado en Sánchez-Navarro y Román, 2004). Para estudios con fMRI se han encontrado diferencias dependiendo de la valencia emocional observándose una mayor activación de las regiones frontal y temporal izquierdas, mientras que las imágenes desagradables provocan una mayor activación de la circunvolución frontal inferior de la circunvolución recta del hemisferio derecho (Sánchez-Navarro y Román, 2004).

Memoria y emoción

Las emociones tienen un efecto sobre la recuperación de la memoria y las cualidades de esta recuperación. El efecto de consolidación que las emociones tienen sobre los recuerdos puede tener una explicación adaptativa, en especial de estímulos que dan cuenta de avisos de amenaza, es decir los estímulos negativos son los que generan mayor reactividad en el sistema nervioso y por lo tanto presentan mayor resistencia a la extinción, así como la mejor efectividad al recuperar los eventos contextuales que subyacen a los recuerdos (Pheleps & LeDoux, 2005).

En el cerebro hay estructuras que tienen la capacidad de almacenar información. Algunas de estas estructuras permiten el acceso a la memoria explícita, mientras que otras trabajan de manera implícita, dando acceso a recuerdos almacenados de manera inconsciente. Los sistemas emocionales son vistos como sistemas de memoria explícita. La amígdala es una estructura que permite la mejora de la atención, otras estructuras importantes que forman parte de sistema de recuperación de memoria son el hipotálamo y la corteza anterior cingulada.

El núcleo más importante de la amígdala para la modulación emocional de la memoria es el núcleo basolateral, recibe aferencias de los núcleos sensoriales del tálamo y de la corteza sensorial, sus aferencias son al núcleo caudado y al hipocampo (estructuras relacionadas con el aprendizaje). El núcleo central recibe una gran cantidad de información sensorial del núcleo basolateral, este núcleo es el principal emisor de aferencias amigdalinas, se establece una conexión por la estría terminal, hipotálamo para la activación del sistema simpático.

El papel de la amígdala en la regulación de la emoción en la memoria depende de las proyecciones neurales de esta a las estructuras del tallo cerebral, al núcleo dorsal del tálamo y a la corteza orbitofrontal, corteza cingulada y corteza prefrontal medial, así como la influencia directa sobre la liberación de

neurotransmisores y hormonas, las cuales tienen efecto directo sobre las estructuras relacionadas con la consolidación y almacenamiento de la memoria (hipocampo y estriado) (Solis-Vivanco, 2012).

El complejo amigdalino involucra la consolidación de la memoria para eventos aversivos, aunque no se excluye la posibilidad que también lo sea para eventos de valencia positiva. Los efectos de estimulación de la amígdala sobre la memoria son moduladores. Además depende de la condición del entrenamiento y de los niveles de adrenalina (Cahill & McGaugh, 1998).

Emociones y memoria episódica

El complejo amigdalino es importante para el condicionamiento clásico de respuestas autonómicas aunque parece que no sea del todo necesario para la consolidación de la memoria declarativa, sin embargo podría ser importante para la formación de la memoria declarativa a largo plazo asociada a eventos emocionales. En un estudio de Adolphs, Cahill, Schul & Babinsky (1997) se evaluó la memoria episódica de dos pacientes con daño bilateral de la amígdala. Ambos pacientes mostraron déficit para recuperación de la memoria declarativa de largo plazo. Por lo que se cree que la amígdala influye de forma importante en la codificación, pero no es determinante en la consolidación, otras estructuras podrían contribuir como el hipocampo y los ganglios basales. Se hizo la comparación de un paciente con daño bilateral temprano de amígdala, lo que se encontró fue que mostró un déficit para juzgar la intensidad de expresiones faciales de miedo a comparación de los dos pacientes que tuvieron daño bilateral de adultos, lo que se sugiere es que la amígdala puede ser importante para la adquisición pero no para la recuperación del conocimiento declarativo emocional. También se encontró en sujetos con daño en amígdala como en sujetos normales una mejor efectividad en la memoria declarativa a largo plazo en los estímulos con valencia emocional a diferencia del neutral.

El núcleo basolateral de la amígdala juega un papel importante cuando la información a codificar tiene una carga emocional considerable y este adquiere importancia en relación a la memoria declarativa. La atención también constituye un elemento importante en la consolidación de la memoria ya que aquellos elementos destacados serán retenidos en la memoria, lo cual tiene ventajas adaptativas. Estudios con fMRI precisan que dependiendo el grado de activación de la amígdala durante la codificación de estímulos emocionales será el grado de reconocimiento posterior. (Solis-Vivanco, 2012).

La influencia de la noradrenalina en la consolidación de los eventos emocionales es esencial, en especial para los eventos de valencia emocional negativa y para la respuesta del estrés. La noradrenalina tiene un efecto inhibitor en el núcleo basolateral de la amígdala y un efecto excitador en un grupo de neuronas para la consolidación de memoria. Infusiones de noradrenalina en núcleo basolateral de la amígdala mejora la consolidación de la memoria, después del entrenamiento con estímulos emocionales. Por lo que la actividad noradrenérgica en el núcleo basolateral de la amígdala es necesaria para regular los efectos de modulación de las hormonas y neurotransmisores en la consolidación de la memoria (Roosendaal, McEwen & Chattarji, 2009).

La estimulación de la noradrenalina en el núcleo basolateral de la amígdala promueve también la plasticidad del hipocampo y algunas conexiones cortico-estriatales, corteza entorrinal, corteza insular, corteza anterior cingulada y corteza prefrontal. El hipocampo es de vital importancia para la consolidación de los eventos emocionales. Cuando se presenta mayor información emocional se induce una mayor actividad entre la amígdala y el hipocampo a diferencia de la información neutral. Las regiones anteriores parahipocampales se activan más ante estímulos emocionales y las posteriores para estímulos neutrales (Solis-Vivanco, 2012).

En un estudio de Dolcos, LaBar & Cabeza (2004) se evaluó la eficacia de la memoria en estímulos emocionales y neutrales en el lóbulo temporal medial

durante la modulación de la memoria. Se utilizó la técnica de resonancia magnética con eventos relacionados, mientras los participantes realizaban una tarea para evaluar la intensidad emocional: estímulos visuales intensos (placenteros y no placenteros) y estímulos visuales con baja intensidad emocional. Lo que se encontró fue una mayor activación en la amígdala y lóbulo temporal medial ante estímulos emocionales a diferencia de los neutrales. Existiendo una correlación de activación ante estímulos con valencia emocional para áreas anteriores del lóbulo temporal medial y para áreas posteriores con estimulación neutral.

La implicación que tiene el hipocampo y la amígdala, en la consolidación de la memoria ha sido demostrada en pacientes con daño en lóbulo temporal. En un estudio de resonancia magnética funcional se evaluó a los pacientes realizando una tarea de codificación verbal, con la finalidad de medir el impacto de la patología de la ejecución de la memoria emocional. Lo que se encontró fue que dependiendo si el daño es en el hipocampo izquierdo se puede predecir la ejecución de la memoria para estímulos neutrales y emocionales mientras que para daños en la amígdala sólo se puede predecir la ejecución para la codificación de estímulos con valencia emocional. Existiendo una especialización para la codificación de los estímulos emocionales y neutrales. (Richardson, Strange & Dolan, 2004).

Emociones y memoria no declarativa

En la memoria no declarativa también se ha demostrado el efecto que tienen las emociones sobre esta. El ejemplo más claro es el condicionamiento clásico. En el condicionamiento al miedo el estímulo neutro es asociado con un estímulo incondicionado que desencadena una respuesta del eje hipotálamo-hipofisiario-adrenal, es decir un estímulo naturalmente estresante. La fuerza con la que se consolida el condicionamiento al miedo se relaciona con la intensidad del estímulo aversivo y a su vez se relaciona proporcionalmente con los niveles de glucocorticoides que son liberados. Una lesión en el núcleo basolateral y lateral impedirá que se de este aprendizaje (Solis-Vivanco, 2012).

El hipocampo tiene implicaciones importantes en la recuperación y extinción de la memoria no declarativa, en especial en la recuperación de la respuesta de miedo. En estudios con ratas con lesiones en el hipocampo, se encuentra una adquisición y extinción inicial pero no se muestra una recuperación dependiente del contexto de adquisición, el efecto puede ser selectivo en la formación de asociaciones aversivas, ya que los comportamientos apetitivos no se ven afectados (Fox & Holland, 1998, citado en LaBar & Phelps, 2005).

En un estudio de fMRI se examinó la actividad cerebral durante la adquisición y extinción del miedo condicionado en humanos. La tarea consistió en la presentación de una luz (estímulo condicionado) seguido de una descarga eléctrica para el grupo experimental y para el grupo control se presentaba la luz sin consecuencias negativas. Durante la fase de extinción, la mitad del grupo experimental recibió la estimulación eléctrica y la otra mitad solo se expuso a la luz sin consecuencias aversivas. Se encontraron cambios en la actividad metabólica en amígdala e hipocampo. La actividad del hipocampo se desarrolló durante la adquisición de la respuesta del miedo. El grupo experimental mostró mayor activación hipocampal izquierda a diferencia del control al final de la fase de adquisición. Cuando el grupo experimental modificó la fase a extinción, se pudo observar un decremento en la actividad del hipocampo en cada ensayo, (Knigh, Smith, Cheng, Stein & Helmstetter, 2004). Este tipo de memoria está más relacionada con procesos de aprendizaje.

Capítulo III Modulación emocional de la memoria

Durante mucho tiempo se ha investigado acerca de la universalidad en la percepción de la música. En la vida cotidiana los eventos emocionales suelen ser percibidos por diversos sistemas sensoriales. La expresión de las emociones es una característica indispensable en la música occidental, dada la capacidad de la música para comunicar emociones que generan recompensa o gratificación. También se ha llegado a considerar que la capacidad de la música para transmitir expresiones emocionales es a menudo primordial para su reconocimiento en las culturas occidentales, (Fritz, Jentschke, Gosselin, Sammier, Peretz, Tumer, Friederic y Koelsch, 2009). La música y la emoción han estado presentes en la vida del ser humano desde la antigüedad, incluso se ha sugerido que las experiencias emocionales son probablemente una de las principales razones por la cual las personas se apegan a la música (Juslin&Sloboda, 2001). Escuchar música puede producir estados afectivos o emocionales que son acompañados de respuestas fisiológicas y psicológicas, que han sido llamadas “chills” o escalofríos (Gunh, Hamm y Zentner, 2005). Los escalofríos han sido considerados por los investigadores como una respuesta emocional evidente (Blood y Zatorre, 2001 y Panksepp, 1995), Pero esta respuesta no solo se da por apreciaciones afectivas sino que es considerado como un fenómeno evolutivo fisiológico, por ejemplo la codificación de señales de supervivencia, si no son atendidas el ser humano puede encontrarse en una situación de riesgo, sonidos disonantes o estruendosos serán codificados como señales de peligro (Konecni, Wanic y Brown, 2007).

La música es un estímulo efectivo para generar respuestas emocionales en contextos de investigación, ya que ha sido bien definido conceptualmente y operacionalmente debido a que sus características estructurales como la altura tonal, el volumen, timbre y el tempo pueden ser manipuladas de forma simple e independiente (Hailstone, Omar, Henley, Frost, Kenward y Warren, 2009). Se presume que la música puede generar las emociones, aunque también se ha sugerido que actúa sólo como un mediador que permite al individuo responder

emocionalmente modificando su conducta (Pankksepp 1995, citado en Grewe, Nagel, Kopiez y Altermüller, 2005).

La capacidad de la música para expresar y despertar emociones que a su vez son acompañadas de respuestas físicas, han sido de interés para el tema de la percepción musical. Se han realizado estudios en los cuales se ha encontrado que las artes musicales producen cantidades considerables de sensaciones físicas: como el llamado escalofrío (chill) que va acompañado en ocasiones de llanto, suspiro o alteración en el ritmo cardiaco, incremento en la conductancia de la piel y pulso volumetrico de la sangre (BVP) (Blood y Zatorre, 2001).

Usualmente la felicidad y la tristeza en la música están asociadas con dos estructuras musicales: tempo y modo (es la disposición específica de los intervalos entre el subconjunto de tonos usados para escribir fragmentos musicales). Tempo rápido y modo mayor se asocia con felicidad y tempo lento y modo menor con tristeza (Dalla Bella, Peretz, Rousseau, Gousselin, Ayotte, Lavoie, 2006).

En un estudio reciente se evaluó la universalidad de tres emociones básicas en la música: alegre, triste y de miedo, (Fritz, Jentschke, Gosselin, Sammier, Peretz, Tumer, Friederic y Koelsch, 2009), utilizaron dos grupos de individuos de diferentes culturas, una occidental y otra del norte de África, la cultura Mafa que se encuentra aislada culturalmente debido a su alta densidad de enfermedades. Lo que encontraron fue que la cultura de África era capaz de reconocer las valencias emocionales en los fragmentos musicales que se les presentaron, para evaluar el reconocimiento se les pidió que asociaran con imágenes de rostros (con valencia emocional también) la representación de esas valencias a comparar (alegre, triste y de miedo). Se partió del hecho de que existen patrones universales no verbales para el reconocimiento emocional (como la prosodia con carácter emocional, que es imitada por la música occidental como un medio de expresividad emocional). Esta interpretación es consistente dado que similitudes en las elementos acústicos: (frecuencia y amplitud) en la música y el lenguaje son utilizadas para comunicar emoción.

Un estudio similar de Viellard, Roy y Peretz, (2011), estudió como las categorías emocionales (alegría, tristeza, miedo) caracterizadas por distintas estructuras musicales y expresividad (entendiendo la expresividad como la forma en la cual esta interpretada una pieza musical y puede ser: mecánica y expresiva) pueden influenciar los juicios conductuales y respuestas fisiológicas en participantes con entrenamiento y sin entrenamiento musical. Se encontró que los fragmentos generaban respuestas emocionales más consolidadas en fragmentos expresivos, además se observaron cambios fisiológicos y subjetivos en la categoría emocional, lo que refuerza la idea de que las respuestas emocionales pueden ocurrir independientemente de un contexto específico, es decir los efectos de la estructura musical con valencia emocional en respuestas fisiológicas aparecen independientemente de la expresividad. Por otro lado se han realizado diversas investigaciones para identificar las condiciones asociadas a la generación de una respuesta emocional a partir de un estímulo musical. Salimpoor, Benovoy, Longo, Cooperstocky Zatorre, (2009), realizaron un estudio donde se evaluó la respuesta fisiológica emocional (excitación emocional) de la actividad del sistema simpático. La conexión entre la activación emocional y la activación del sistema simpático ya ha sido establecida (Schacter y Singer, 1962 citado en Salimpoor, et al 2009). En esta investigación el objetivo principal fue conocer si las propiedades gratificantes como el agrado de la música se relacionaba con la actividad emocional (el escalofrío o "chill"), en un momento en el tiempo. Las medidas fisiológicas que utilizaron fueron la respuesta galvánica de la piel (GSR), la temperatura corporal, la frecuencia cardiaca (HR), la sangre del volumen por pulso (BVP Amp) y la frecuencia respiratoria. También se realizaron medidas subjetivas a cerca de los momentos en los que existiera una respuesta de "chills" en tiempo real, por medio de un dispositivo de botones en colores para indicar el momento en el que ocurría la respuesta emocional en los participantes. Los estímulos utilizados fueron fragmentos que los participantes eligieron sin importar el género asegurando así una amplia gama de parámetros psicoacústicos. También como estímulo de comparación se eligieron fragmentos neutros sin familiaridad para el participante. Encontraron una fuerte asociación positiva entre las puntuaciones

subjetivas de placer y las del sistema nervioso autónomo. Cuando los participantes escucharon fragmentos neutros no familiares no se encontró evidencia de activación fisiológica significativa. Estos resultados proporcionan un fuerte apoyo a la teoría de que las respuestas emocionales musicales subyacen en los aspectos placenteros de recompensa al escuchar música. Además se ha sugerido un aumento en el flujo sanguíneo de las regiones del cuerpo estriado que están implicadas en la respuesta de recompensa ante eventos agradables, en específico en el estriado ventral y núcleo accumbens.

La respuesta emocional puede estar determinada por varios factores, como las características del sonido y la música, de igual manera por la familiaridad del estímulo. El agrado a la música puede verse modificado por la expectativa o por la exposición constante a la música (la repetición). Cuando lo que se escucha llena las expectativas se tiene una apreciación de agrado, incrementando la actividad del sistema límbico, (Salimpoor et al., 2011). Schellenber, Corrigall, Ladinig y Huron evaluaron si los estímulos generan agrado dada la familiaridad y si los estímulos no familiares pueden generar una respuesta emocional intensa. Los participantes tenían que calificar en una escala de valor, si los fragmentos eran alegres o tristes del 1 al 5 (1= no del todo y 5=extremadamente), posteriormente hicieron una valoración de agrado e intensidad emocional. Los fragmentos eran sobresalientes y de fondo, es decir una secuencia de ABAAAAAAAAAAAAAB, donde A era de fondo, es decir fragmentos similares y B sobresaliente, un estímulo diferente a A, A y B eran fragmentos que podían ser alegres y tristes dependiendo que emoción era expuesta en la tarea, la disposición de los estímulos era para generar familiaridad y romper expectativa al estímulo novedoso. Lo que se encontró fue que los fragmentos rápidos y en modo mayor eran considerados como alegres y los lentos en modo menor eran considerados tristes. También se encontró que el número de repeticiones de fondo aumento la valoración de la intensidad emocional y el agrado, se sugiere que esto sea consecuencia de la expectativa del escucha, al estar en contacto con fragmentos que son constantes, en el momento de intercalar un estímulo diferente se genera una respuesta al cambio de tipo de estímulo.

Hailstone, Omar, Henley, Frost, Kenward y Warren (2009) llevaron a cabo un estudio para medir la relación que hay entre el sonido y la información emocional brindada por la música en jóvenes y adultos. En dos experimentos se investigó si la percepción emocional se ve influida por la alternancia de un instrumento musical independientemente de las características estructurales de la música en población de jóvenes y adultos. En el primer experimento se expusieron 80 líneas melódicas novedosas cada 20 representaba una emoción: felicidad, tristeza, miedo e ira, (compuestas con la tradición de la teoría occidental, cada representación de la emoción fue caracterizada con diferentes estructuras musicales variando la tonalidad, metro y tempo. Todas las líneas melódicas fueron grabadas en cuatro distintos timbres: un sintetizador electrónico, un piano, un violín y una trompeta dando un total de 160 líneas melódicas. Se encontró que en efecto el timbre del instrumento afecta la percepción emocional en la música, no se encontraron diferencias significativas entre adultos y jóvenes. El timbre de piano, violín y trompeta tuvieron un mejor reconocimiento que el timbre de un sintetizador. Un efecto similar se encontró en un subgrupo de participantes con menos de un año de formación musical. Dado que las melodías eran nuevas no se le podría atribuir la respuesta emocional a asociaciones previamente aprendidas. Concluyendo que el efecto del timbre puede influir en la percepción emocional. También se encontró que el violín aumenta las capacidades perceptivas en la identificación de la "felicidad" y que el sintetizador electrónico reduce las posibilidades de identificación de la "tristeza", este fenómeno se atribuye a la relación que tienen los instrumentos análogos con la ejecución, es decir se añaden señales expresivas en la ejecución de éstos instrumentos, por otro lado sintetizador digital no requiere una ejecución tal como se acostumbra con los otros instrumentos (Hailstone *et al.*, 2009). En cuanto a las diferencias de edad entre los participantes se encontró que los adultos eran menos susceptibles al reconocimiento de la ira y la felicidad, esto se atribuyó más a la formación musical, ya que implica que la formación musical permite la identificación de estructuras musicales (estas son mejoradas con la experiencia).

Una segunda parte del estudio fue generar timbres de distintos instrumentos convencionales, con la finalidad de evitar familiaridad con los instrumentos usados en el primer estudio y a su vez eliminando el componente de la ejecución del instrumentista que pudiese modificar la percepción emocional. Los timbres fueron diseñados con las siguientes características, timbre 1: se resaltaron frecuencias en medios y bajos, timbre 2 sobresalían las frecuencias altas, timbre 3 resaltaban frecuencias bajas y el timbre 4 tenía pocos armónicos, (parecido a un sonido percusivo), se utilizaron las mismas líneas melódicas del experimento 1 (160 líneas melódicas representando las emociones señaladas en el experimento anterior), pero ahora reproducidas con los nuevos timbres. Lo que se encuentra es que en efecto la interacción entre el timbre y la respuesta emocional sigue presentándose aún sin los signos expresivos correspondientes a la ejecución del instrumentista. (Hailstone *et al.*, 2009). Es importante mencionar que en este estudio se controlaron factores que pudieran modificar la percepción emocional del escucha: factores estructurales de la música (tonalidad, metro, ritmo y timbre) para la composición de las líneas melódicas, factores cognitivos (orden en el que se presentaba la pieza timbrada por cierto instrumento así como la familiaridad de la melodía y el instrumento) y factores de rendimiento (instrumentistas contra instrumentos sintéticos). Lo que se resume, es que la percepción de la emoción transmitida por una melodía se ve afectada por la identidad o el timbre del instrumento musical que es empleado.

Evaluar las respuestas fisiológicas de excitación emocional y los reportes subjetivos ha sido una manera para conocer el efecto de los estímulos musicales en los estudios antes mencionados, que dan cuenta de la excitación emocional en la presencia de los estímulos musicales. En cuanto a la memoria emocional hay evidencia que sugiere que la información acerca del estímulo con contenido emocional puede mejorar la memoria, (LaBar y Cabeza, 2006, Waring y Kensinger, 2011).

La amígdala es parte importante del circuito neural para el procesamiento de la emoción, esta implicación se ha encontrado estudios con estimulación visual

y de palabras (Sergerie, Lepage y Armony, 2006 y Merrill, Bagert, Goldhahn, Lohmann, Turner y Friederici, 2012). Áreas como giro fusiforme, giro medio occipital y área parahipocampal y lóbulo temporal medial es una estructura crítica para el mejoramiento de la memoria regulada por la emoción. Las conexiones de la amígdala son bidireccionales con respecto al sistema de memoria (hacia otras estructuras cerebrales).

La amígdala ha estado implicada en la adquisición de la ubicación espacial y la intensidad de las señales acústicas del peligro en el medio ambiente, por medio de los paradigmas de condicionamiento. Es decir ciertas señales acústicas son mejor recordadas debido a su implicación emocional (Davis y Whalen, 2001). La modulación de la amígdala en la red implicada en el procesamiento emocional es además importante en la retención de información en el tiempo (Kilpatrick y Cahill, 2003).

Los estímulos con valencia emocional negativa suelen ser mejor recordados, como las historias, imágenes y palabras. (Maiworm, Bellantoni, Space y Röder, 2012) El paradigma más usual para el estudio de los estados de la memoria es el paradigma de la memoria subsecuente, donde los eventos recordados son comparados con los olvidados. Este paradigma es muy usado ya que permite manipular las características de los estímulos (valencia, intensidad, duración) y así aislar los efectos que producen. Las diferencias reportadas en las respuestas de codificación y almacenamiento de la amígdala dirigen su implicación en dos estadios de la memoria: codificación y reconocimiento. Se ha sugerido que la amígdala ejerce influencia de modulación en la base de la formación hipocampal de la memoria emocional durante la codificación (Sergerie, Lepage y Armony, 2006). Aunque recientes estudios de neuroimagen en lesiones de la amígdala han mencionado que el umbral de excitación podría ser la clave para la retención de la memoria (Sergerie, Lepage, Armony, 2005).

Numerosos estudios han mostrado el mejoramiento de la memoria para aspectos emocionales, en específico para los negativos. En un estudio con estímulos visuales y auditivos, se expuso a participantes a una película con carga emocional y otra sin carga emocional (contenido neutro). Lo que se encontró fue que los participantes recordaban mejor los contenidos con carga emocional a diferencia de los neutros. Para contrastar estos resultados se realizaron escaneos con PET, (Kilpatrick y Cahill, 2003), con la finalidad de evaluar las eferencias de la amígdala a otras partes del cerebro, en específico a la región parahipocampal, en las dos condiciones mencionadas anteriormente. Lo que encontraron en la condición de la película neutra fue la activación en el giro parahipocampal. Por lo que un incremento en la actividad de la amígdala pudo conducir a un incremento en la actividad del giro cingulado y un decremento en la corteza pre-frontal dorso lateral, así como un pequeño decremento en la corteza pre-frontal ventral lateral. Para lo condición emocional, se encontró un incremento en la activación de la amígdala que pudo generar a su vez un incremento en la actividad ventral lateral y giro parahipocampal y un cambio muy ligero en el giro cingulado y en la corteza prefrontal dorsal-lateral. La influencia de la amígdala en la activación parahipocampal se incremento significativamente en la situación emocional. Esto puede deberse a que ésta estructura es asociada a recuerdos de larga duración y en la formación de la memoria declarativa. La influencia en la corteza pre-frontal cambia significativamente de negativa en situación neutral a positiva en situación emocional. Estos hallazgos muestran soporte de los efectos de las situaciones emocionales en la mejora de la memoria y la influencia de la amígdala en la memoria emocional (Kilpatrick y Cahill, 2003).

En cuanto a la activación del giro parahipocampal y su implicación en la memoria declarativa se ha sugerido que la emoción puede modular la memoria no declarativa y declarativa. En particular la memoria declarativa tiende a mejorarse con la información con carga emocional a diferencia de la información neutra. Estas mejoras posiblemente se deban a la forma en cómo se codifica la información emocional en la estructura del circuito de memoria (Murty, Ritchey, Adcock y LaBar, 2010).

En un estudio de Waring y Kensinger (2011) se evaluaron los efectos de la valencia e intensidad emocional de los estímulos y su efecto en la memoria. Así como las dimensiones del efecto de la valencia y el umbral de excitación para estímulos visuales con carga emocional y neutral, con fondo contextual neutral. Se utilizó la técnica de fMRI, cuando estaban dentro del escáner, los participantes calificaban las imágenes, una vez que salían se les preguntaba que imágenes recordaban. Las imágenes salientes eran separadas del fondo, como imágenes relevantes e imágenes de fondo. El tipo de imágenes eran positivas con baja y alta intensidad emocional, negativas con baja y alta intensidad y neutras (de fondo y salientes). Todas las imágenes de fondo eran neutrales. Lo que se encontró fue un efecto de compensación (se tomo en cuenta la efectividad individual de memoria para cada participante) para la relación entre el componente (imagen saliente y fondo) y el tipo de escena (positiva y negativa, con bajo o alta intensidad emocional), con un mejoramiento en la memoria para estímulos con carga emocional y un decremento en la memoria para los fondos presentados dentro de los marcos relacionados a estímulos neutrales. En resumen se encontró un mejoramiento de la memoria para estímulos con carga emocional para todas las condiciones, a comparación de los estímulos neutros. Aunque en los ítems positivos no se encontró gran mejora en la memoria.

En cuanto a los resultado de fMRI, se realizaron escaneos en diferentes fases primero con los estímulos con carga emocional vs estímulos neutrales y posteriormente cuando se evaluaba la memoria para los estímulos de fondo. Los resultados mostraron una activación en común para la compensación en las cuatro tareas con carga emocional. Existe una red implicada en regiones asociadas a la memoria: giro frontal inferior y medio, amígdala derecha e izquierda, tálamo, hipocampo, giro temporal superior y giro temporal medio. En cuanto a la valencia emocional y la intensidad se encontró que en la carga negativa emocional existe una compensación para la mejora de la memoria y la atención, ocurre algo similar con los positivos aunque se amplía el espectro de atención a elementos contextuales y periféricos. Por lo que se ha sugerido que los estímulos de menor intensidad suelen ser calificados como con tristeza y calma y los de mayor

intensidad como alarmantes tal como el miedo y la ira o enojo. (Waring y Kensinger, 2011).

Se ha sugerido que tanto la valencia como la intensidad del estímulo pueden modular la actividad de la amígdala. Es decir el umbral en la red de la memoria emocional puede ser diferente dependiendo la valencia emocional de los estímulos. En un estudio de Steinmetz, Addis y Kensinger (2010) a través de la técnica de fMRI se evaluó la influencia de la intensidad emocional basada en los cambios en la conectividad de la amígdala para estímulos visuales de valencia positiva y negativa. Se encontró que los recuerdos de los estímulos con valencia negativa e intensos (llamados así debido a que se requiere un umbral mínimo para que se presente la respuesta emocional) fueron asociados con fuertes conexiones desde la amígdala al giro frontal inferior y giro occipital medio izquierdo a diferencia de los estímulos negativos con menor intensidad. Y cuando se da esta codificación exitosa de estímulos negativos con baja intensidad en comparación con los de alta intensidad, las aferencias de la amígdala al hipocampo se debilitan negativamente. Mientras que las eferencias positivas del giro fusiforme al hipocampo se hacen más fuertes. Para los estímulos positivos con baja intensidad se encontró una fuerte conexión desde la amígdala al giro frontal inferior izquierdo, hipocampo izquierdo, giro occipital medio izquierdo, mucho más fuerte que los de alta intensidad. Lo que se demuestra es que el nivel de excitación o intensidad de los estímulos codificados con éxito modula la conectividad entre las regiones de la amígdala y otras redes de la memoria emocional.

El hallazgo principal es el de la implicación tan importante de la amígdala en la codificación de estímulos negativos y de alta intensidad. Ya que al presentarse estímulos negativos de baja intensidad hay una vía a través de la cual la amígdala influye en la cantidad de información sensorial eferente al hipocampo. Esto explica porque los eventos episódicos negativos son mejor recordados incluso sensorialmente aunque no sean tan intensos (hasta los de baja excitación). Aunque para los estímulos positivos parece que no hay un efecto consistente, pues la actividad de la amígdala se mantiene igual independientemente de la

intensidad del estímulo. Así la valencia de los estímulos parece tener una implicación significativa en la actividad neuronal de la amígdala (Steinmetz, Addis y Kensinger, 2010).

En un estudio similar de Steinmetz y Kensinger, (2009) se realizó un diseño con estímulos visuales con diferente valencia (positivo y negativa) e intensidad (alta y baja) con fMRI, para evaluar la codificación exitosa en la efectividad de la memoria a corto plazo, lo que se encontró en las pruebas conductuales fue que los estímulos con carga emocional fueron mejor recordados que los neutros, aunque cuando se comparo las efectividades en estímulos positivos con baja intensidad vs neutrales no hubo diferencias significativas. Para los resultados del fMRI en la codificación exitosa de los estímulos dónde se modificaba la intensidad se encontraron activaciones significativas entre la intensidad del estímulo y la activación cerebral para la memoria a corto plazo en el lóbulo frontal cuando los estímulos tenían baja intensidad y un efecto en el lóbulo temporal cuando los estímulos tienen alta intensidad. Para la activación de la codificación de la valencia, los estímulos negativos tuvieron una codificación más exitosa que los positivos e incluían una red de activación del giro hipocámpico, el talamo y giro occipital y regiones temporales e incremento en su actividad dentro en la conexión occipital-parietal. Para los estímulos positivos se encontró una relación desproporcionada de la conexión fronto-parietal.

También se han realizado estudios con respecto a estímulos auditivos usando categorías discretas basadas en teorías del afecto, el IADS (International Affective Digital Sounds) ha sido usado para elaborar estudios de procesos cognitivos en el sistema auditivo. En estímulos auditivos también se ha probado la percepción de la valencia, Stevenson & James. (2008). En un estudio de fMRI dónde se presentaban estímulos auditivos variando gradualmente la valencia de placentera a neutral y de neutral a displacentera. Utilizaron la batería del IADS-2, Lo que se encontró, fueron activaciones significativas en amígdala para los estímulos con valencia negativa y positiva. Para lo estímulos neutrales no se encontraron resultados significativos (Viinikainen, Kätsyri y Sams, 2012).

En un estudio de Sergerie, Lepage y Armony, (2006), se evaluó el efecto en los estadios de codificación y reconocimiento en la memoria. Utilizaron la técnica de fMRI con eventos relacionados, en dos tareas la de codificación (presentación de los estímulos y una tarea de clasificación) y reconocimiento. Lo que encontraron fue una mejor efectividad en la respuesta conductual en la memoria emocional para el estímulo de caras con miedo. Para la codificación encontraron activación significativa en la amígdala derecha para el contraste de lo recordado y lo olvidado en caras de miedo. Esta activación para expresiones de miedo comparada con las neutrales fue confirmada por la efectividad exitosa de la memoria (comparando respuestas recordadas y olvidadas, las recordadas fueron más que las olvidadas). Cuando se observaba mayor activación se tenía una mejor efectividad en la memoria. También se encontraron activaciones significativas en el contraste de recordado vs olvidado para el área del giro temporal medio superior derecho. En cuanto al reconocimiento de caras (recordado vs olvidado y efectividad conductual) hubo activaciones significativas en la amígdala izquierda. En la fase de reconocimiento la activación de la amígdala izquierda fue mayor que en la codificación. Aunque también puede contribuir al éxito del almacenamiento de caras de miedo, para los estímulos neutrales no se encontraron los mismos efectos. Por lo que se sugiere que la amígdala tiene implicación en el éxito del almacenamiento de la memoria emocional.

La implicación de la amígdala en el reconocimiento del peligro es ya conocida como se ha mostrado en los estudios con codificación visual. Parece que lo mismo ocurre cuando los estímulos son auditivos. Se realizó una evaluación en un estudio de caso de un solo sujeto con daño bilateral en amígdala, con impedimento para reconocer (recordar) caras asociadas a miedo y déficit para reconocer las de angustia, sorpresa y tristeza, las caras de felicidad si las podía reconocer (Sergerie, Lepage y Armony, 2006). A éste paciente se le aplicaron pruebas de codificación y de reconocimiento con estímulos auditivos. Teniendo como control a participantes sin alteraciones fisiológicas. Para la tarea de

codificación se les pedía que detectaran los fragmentos que tenían error de tiempo, tanto el paciente como los controles tuvieron una efectividad de 98% - 85% respectivamente, el paciente tuvo una efectividad por encima de la normal en tareas no relacionadas al reconocimiento emocional. También mostró deficiencias para identificar tristeza y miedo, para la emoción de felicidad las respuestas fueron similares a los controles. Lo que se puede observar es una clara influencia de la amígdala en el reconocimiento de las emociones de miedo (Gosselin, Peretz, Johnsen y Adolphs, 2007).

La respuesta emocional de la música no solo está ligada a aspectos de recompensa sino también se relaciona a respuesta de supervivencia, (Gosselin, Peretz, Johnsen y Adolphs, 2007). Los elementos de la música como la melodía, ritmo, armonía y timbre se han utilizado como estímulos auditivos que pueden manipularse independientemente para generar un carácter emocional (Hailstone *et al*, 2009). La manipulación de estos elementos genera algunos resultados significativos en el tipo de la respuesta emocional (ver Hunter, Schellenberg y Schimmack, 2008, Leaver, Halpern, 2004, Schellenberg, Peretz y Viellard, 2008). Los estímulos con valencia e intensidad emocional suelen ser mejor recordados que los neutros, (Steinmetz, Addis y Kensinger, 2010).

Se han realizado estudios acerca de la información emocional que pueden brindar los estímulos visuales y auditivos, aunque los investigadores se han centrado en la codificación y reconocimiento emocional con rostros humanos, discursos (Vuilleurnier, Armony, Driver, Raymond, Dolan, 2001) y recientemente con fragmentos musicales con valencia emocional (Hailstone *et al*, 2009).

También se conoce por estudios de Herdener, Emposito, Di Salle, Boller, Hilti, Habermeyer, Scheffler, Wetzel, Seifritz, Cattapan-Ludewig, (2010) que existen cambios funcionales en el hipocampo y en amígdala para músicos profesionales en comparación de grupos sin entrenamiento musical, el estudio de Hailstone *et al*, (2009) se concentró en niños y adultos, únicamente en la respuesta emocional. El presente estudio evaluó la efectividad de la memoria

emocional ante estímulos auditivos con valencia emocional (triste, miedo, felicidad y neutro) con grupos de músicos y no músicos. Además de identificar qué timbre puede generar mejor efectividad en la memoria.

El timbre es un describe la percepción de la cualidad tonal de un sonido complejo, el término es aplicado principalmente al sonido. El timbre esta determinado por el número y la fuerza relativa de la disposición de sus parciales. Un instrumento musical produce una fundamental y sus parciales o armónicos. El timbre es un termino subjetivo, en terminos de la Física es nombrado espectro. En especial el timbre es uno de los elementos mejor discriminados en la percepción musical debido a sus componentes frecuenciales y formantes que a su vez son necesarios en la comprensión del lenguaje, de ahí radica un aspecto indispensable en la comunicación única del ser humano (en la presente investigación se utilizará el termino timbre o instrumento musical de manera análoga) (Everest & Polhmann, 2009). Con el fin de aislar los efectos específicos de la variación tímbrica en la memoria emocional es necesario controlar elementos estructurales de la música: tonalidad, metro y tempo, por lo que en este diseño experimental los estímulos que serán utilizados están validados en estudios previos para propósitos de la generación de la respuesta emocional (con valencia emocional). De igual forma se evaluó la familiaridad que se tiene con respecto a los fragmentos musicales que se genera dependiendo de la experiencia en el dominio musical, a lo que obedece evaluar la memoria emocional en músicos y no músicos.

Objetivo General

Evaluar el valor intrínseco emocional en la efectividad de la memoria.

Objetivos Particulares

1. Evaluar si el valor emocional intrínseco (miedo/felicidad/neutral/tristeza) modifica la efectividad de la memoria para la recuperación de fragmentos musicales.
2. Evaluar sí el timbre modifica (piano/saxofón/violín) la efectividad de la memoria.
3. Evaluar si tipo de entrenamiento musical (músicos/no músicos) tiene algún efecto sobre la efectividad de la memoria.
4. Evaluar sí los fragmentos musicales percibidos como más intensos emocionalmente modifican la efectividad en la memoria.

Hipotesis

En el estudio realizado por Aúbe, Peretz & Armony (2013) se encontró que tanto vocalizaciones no lingüísticas como fragmentos musicales utilizados como estímulos modificaban la forma en la cuál se recordaban los estímulos dependiendo del valor intrínseco emocional que les eran asignados, es decir fragmentos de miedo, tridsteza y felicidad eran mejor recordados a diferencia de los neutrales, características como el modo, el tempo y el ritmo fueron manipuladas en los fragmentos. Aunque no se encontraron diferencias significativas entre fragmentos expresivos (tocados en un piano por un instrumentista) y fragmentos mecánicos (tocados por medio de información MIDI), por lo que un elemento que aún no se había explorado era el timbre, se ha encontrado que ciertos timbres pueden modificar la respuesta emocional (Hailstone, Omar, Henley, Frost, Kenward y Warren, 2009) y el tipo de población con entrenamiento musical. Por lo que las hipótesis del presente estudio quedaron de la siguiente manera:

Hi1: La valencia emocional modifica la efectividad para recordar fragmentos musicales.

Hi2: El timbre modifica la efectividad para recordar fragmentos musicales.

Hi3: El tipo de entrenamiento musical modifica la efectividad para recordar fragmentos musicales.

Método

Participantes

Se solicitó la colaboración voluntaria e informada de 52 participantes con experiencia musical de mínimo 7 años que estuvieran inscritos en las licenciaturas que imparte la Escuela Nacional de Música con una media de edad de 24.13 años (39 hombres y 21 mujeres) y 52 participantes no músicos inscritos en el Instituto Tecnológico de Monterrey Campus Santa Fe con un media de edad de 20.92 años (37 hombres y 23 mujeres) (Tabla 1) . El promedio de edades era necesario debido a que se pedía un mínimo de 7 años de entrenamiento musical. Para su participación fueron tomados en cuenta los lineamientos éticos de la APA (Ethical principles of psychologist and code of conduct 2002; incisos: 3.10, 8.02, 8.04, 8.05).

TABLA 1. Media de edades.

	EDAD	MUJERES	HOMBRES
MÚSICOS	24.13	21	39
NO MÚSICOS	20.92	23	37

Tabla 1. Media de edades y número de mujeres y hombres.

Aparatos y materiales

Audífonos estéreo Senheisser de referencia plana, rango en frecuencia de 18hz- 20khz, cable unilateral, computadoras de escritorio.

Instrumentos

Para las mediciones de la memoria emocional se utilizó una prueba en e-Prime 2.0 *professional* diseñada para windows 7, en tal prueba se hicieron las preguntas sobre qué fragmentos son mejor recordados (la prueba ha sido validada

y aplicada en Montreal y Guadalajara por el BRAMS-International Laboratory for Brain, Music and Sound Research).

Se realizó un cuestionario digital exploratorio para evaluar algunas características individuales del participante: como preparación profesional y datos personales, para descartar en el caso de los músicos a los participantes con menos de 7 años de entrenamiento musical. Al final de la prueba conductual, se realizaba un cuestionario de familiaridad hacia los fragmentos musicales (Anexo 1). Para el análisis estadístico se utilizó SPSS v.13. No se realizaron exclusiones de participantes por los resultados del cuestionario.

Ambiente experimental

Se utilizaron aulas aislada acusticamente (con sede en las instalaciones de la Escuela Nacional de Música y en el Instituto Tecnológico de Monterrey, Campus Santa Fe), con un escritorio para cada computadora con separación para aislar individualmente a los participantes, una silla cómoda dónde el participante ocupó su lugar. El investigador y los asistentes estaban situados a la entrada de la aula asistiendo el experimento, por si los participantes tenían problemas al momento de resolver la prueba conductual.

Variables

Dependientes

-Evaluación de la ejecución de la memoria. Qué tipo de estímulos al ser presentados son mejor recordados.

-Percepción de la intensidad emocional. Que tan intensos eran los fragmentos musicales.

Independientes

-Valencia emocional. Los fragmentos presentan valencia emocional: triste, alegre, miedo y neutro.

-Variación timbrica. Se presentarán como estímulos: melodías en diferentes timbres: piano, violín, guitarra y trompeta.

-Entrenamiento musical. Dos grupos conformaron el estudio, músicos de al menos 7 años de entrenamiento y no músicos, sin ningún entrenamiento musical.

Estímulos musicales

Un total de 64 fragmentos musicales de 2 segundos con carga emocional (alegre, triste, miedo y neutro) para diferente timbre (piano, violín y saxofón) validados por BRAMS para evaluar memoria emocional, (ver Pierre, Bangert, Loui, Larke, Berger, Rowe y Schlaug, 2009, Dellacherie, Ehrlé y Samson, 2008 y Leave y Halpern, 2004).

Para ejemplificar la diferencia de los timbres se muestra una imagen del espectro de los estímulo de un mismo fragmento pero con diferente instrumento musical (Figura 2 y 3).

Figura 2. Piano

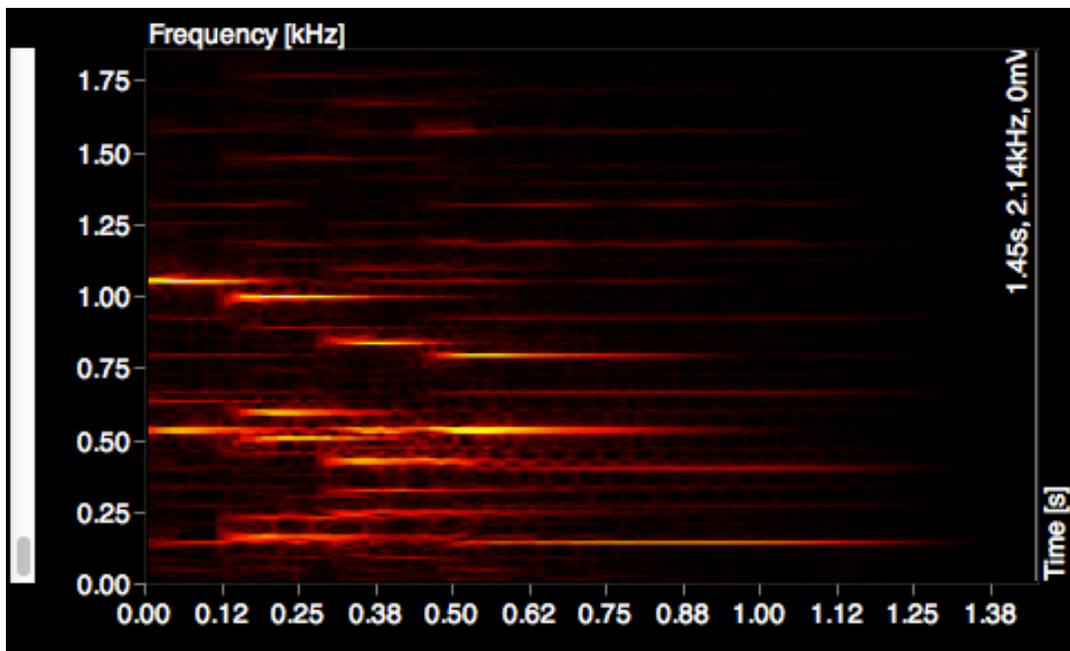


Figura. 2 Espectro sonoro de un fragmento utilizado en el diseño experimental timbrado con piano.

Figura 3. Violín

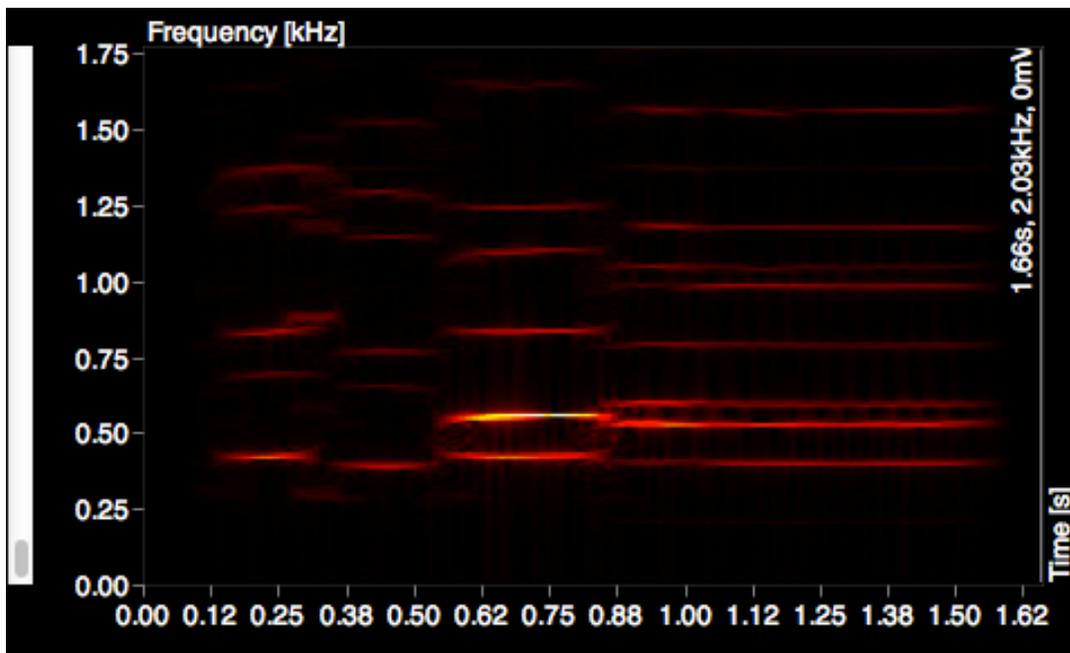


Figura 3. Espectro sonoro de un fragmento utilizado en el diseño experimental timbrado con violín.

Procedimiento

Al llegar al aula los participantes se sentaron en una silla frente al escritorio. Se les daba la siguiente instrucción: “Van a realizar una prueba de percepción musical, lean con atención las instrucciones que la pantalla les irá mostrando, para iniciar se colocarán los audífonos”

Se requerirán de 3 sesiones, con 3 fases. Codificación, reconocimiento y valencia.

Grupo de músicos y no músicos:

Los no músicos realizaron sus pruebas en el Instituto Tecnológico de Monterrey Campus Santa Fe, los músicos en la Escuela Nacional de Música. Las aulas tenían un acondicionamiento físico similar. Se aplicaron las mismas pruebas para todos los participantes.

El procedimiento experimental constó de 3 fases, cada fase será destinada para la presentación de los diferentes timbres (piano, violín y saxofón). Las fases se realizarán en días diferentes, con intervalos temporales de una semana mínimo y 2 semanas como máximo.

Dentro del diseño de la prueba, se tenían dos procedimientos cada uno con 34 fragmentos musicales que eran expuestos en la parte de codificación, 64 en la parte de reconocimiento: 34 conocidos y 34 novedosos y esos mismos 64 en la parte de valencia. En el segundo procedimiento solo se invertía el orden de presentación de los conocidos y los desconocidos (Ver tabla 2).

Tabla 2. Estímulos

EMOCIÓN	NO. DE ESTÍMULOS		MODO
	CONOCIDOS	NOVEDOSOS	
MIEDO P	8	8	menor
FELICIDAD P	8	8	mayor
NEUTRAL P	8	8	mayor
TRISTEZA P	8	8	menor
MIEDO S	8	8	menor
FELICIDAD S	8	8	mayor
NEUTRAL S	8	8	mayor
TRISTEZA S	8	8	menor
MIEDO V	8	8	menor
FELICIDAD V	8	8	mayor
NEUTRAL V	8	8	mayor
TRISTEZA V	8	8	menor
P= PIANO			
S=SAXOFÓN			
V=VIOLÍN			

Tabla 2. Estructura de los estímulos usados en el diseño experimental

Las fases se ordenaron de la siguiente manera:

Fase 1. Se presentarán fragmentos solo para piano con valencia triste, felicidad, miedo y neutro para Codificación, Reconocimiento y Valencia, al final respondieron un cuestionario digital que se almacenaba en google docs.

Fase 2. Se presentarán fragmentos solo para violín con valencia triste, felicidad, miedo y neutro para Codificación, Reconocimiento y Valencia.

Fase 3. Se presentarán fragmentos solo para saxofón con valencia triste, felicidad, miedo y neutro para Codificación, Reconocimiento y Valencia.

La ejecución de la memoria fue evaluada de acuerdo al *Two-High Threshold Model* (Snodgrass & Corwin, 1988, citado en Aubè, Peretz & Armony, 2013) de acuerdo a las medias del índice de discriminación: $Pr=H-FA$ donde H y FA representan una calificación de un acierto y una falsa alarma respectivamente. La

manera en que se realizo el calculo fue usando $Br = FA/1 - (H-FA) \cdot 0.5$, que refiere al índice de la tendencia a responder al estímulo nuevo o ya escuchado. Los valores positivos son una tendencia a decir: ya escuchado representándose la familiaridad y los valores negativos de la escala representan los eventos novedosos.

Resultados

Valencia e Intensidad

Las calificaciones que se realizaron a los estímulos concuerdan con la valencia e intensidad correspondientes en su asignación a la categoría emocional (Ver grafica 1). Al realizarse una ANOVA se encontraron efectos principales significativos en la calificación de la percepción intensidad (la intensidad se calificó en un escala de 0-100 siendo 0 no intenso de todo y 100 extremadamente intenso) para ambos grupos en la categoría de emoción $F(3, 306) = 678.738$; $p < .001$ (Tipo de reporte de ANOVA vease Aubè, Peretz & Armony, 2013), es decir las emociones fueron percibidas de diferente intensidad. También se encontro efecto principal en el factor timbre $F(2, 204) = 10.239$ y una interacción entre timbre y emoción $F(6, 612) = 8.943$; $p < .001$. En las comparaciones pares de intensidad emocional en el factor emoción todos las comparaciones por pares fueron significativas ($p < .001$). Para timbre [piano($x = 51.71$)-saxófon($x = 44.37$)]; $p < .005$ y para [saxófon($x = 44.37$)- violín($x = 49.63$)]; $p < .005$ fueron significativas a excepción de [piano ($x = 51.71$)-violín ($x = 49.63$)]. (Ver gráfica 2, dónde se muestran las medias concentradas de los dos grupos). Para el efecto de interacción entre emoción y timbre se realizo una prueba post hoc, para la emoción de miedo en [piano($x = 57.34$)-sax($x = 46.80$)]; $t = 5.23$; $p < .001$, [sax($x = 46.80$)-violin($x = 55.68$)]; $t = -4.21$; $p < .005$ los pares fueron estadísticamente diferentes. Para emoción felicidad los pares significativos fueron [piano($x = 72.14$)-sax($x = 56.87$)]; $t = 6.67$; $p < .005$ y [piano($x = 72.14$)-violín($X = 62.23$)]; $t = 4.24$; $p < .0001$. Para neutral no hubo pares significativamente diferentes. Para tristeza solo fue significativo para el par de sax($x = 39.71$)-violín(40.98) $t = -2.12$; $p < .005$.

En cuanto a la valencia (la valencia se calificó en una escala de -50 a 50 siendo -50 negativo y 50 positivo) se encontró un efecto principal en el factor emoción $F(3, 360)=197.900$; $p<.001$ y en el timbre $F(2, 204)=16.185$; $p<.001$ y una interacción emoción-timbre. En las comparaciones por pares para el factor emoción todos fueron significativamente diferentes. Para el timbre piano ($x=1.17$)-violín($x=-3.64$), sax($x=.840$)-violín($x=-3.64$) se encontraron diferencias significativas. En cuanto a la interacción emoción y timbre se realizaron pruebas post hoc para la emoción miedo los pares significativos fueron piano($x=-24.013$)-sax($x=-3.733$); $t=5.23$; $p<=.001$ y sax($x=-3.733$)-violín($x=-13.641$); $t=-4.21$; $p<.001$. Para felicidad piano($x=36.10$)-sax($x=30.15$); $t=6.67$; $p<.001$ y piano($x=36.10$)-violín($x=32.20$); $t=4.24$; $p<.001$. Para neutral no hubo diferencias entre los timbres y en tristeza solo fue significativo el par sax($x=-18.22$)-violín($x=-22.14$); $t=-2.12$; $p<.05$.

Efectividad de la memoria

Para evaluar la efectividad de la memoria que fue medida bajo el modelo de hit menos falsa alarma se realizó una ANOVA 4x3 (emoción x timbre) para medidas repetidas en músicos y no músicos. Se utilizó una prueba de contrastes multivariados para evaluar la ejecución de la memoria en las categorías emocionales comparadas con las neutrales en fragmentos musicales. Se encontró una mejora en la efectividad de la memoria, es decir un efecto principal significativo en el factor de emoción, $F(3, 306)=69.679$; $p<.001$ y una interacción entre emoción y timbre, $F(6, 612)=4.717$; $p<.001$. Las pruebas Post hoc mostraron que las emociones con mejor ejecución de memoria fueron miedo ($p<.001$, $x=.40$) y felicidad ($p<.001$, $x=.429$) comparadas con neutral y tristeza, las medias son mostradas en la tabla 3. No hubo diferencias entre las categorías miedo y felicidad, así como entre neutral y tristeza.

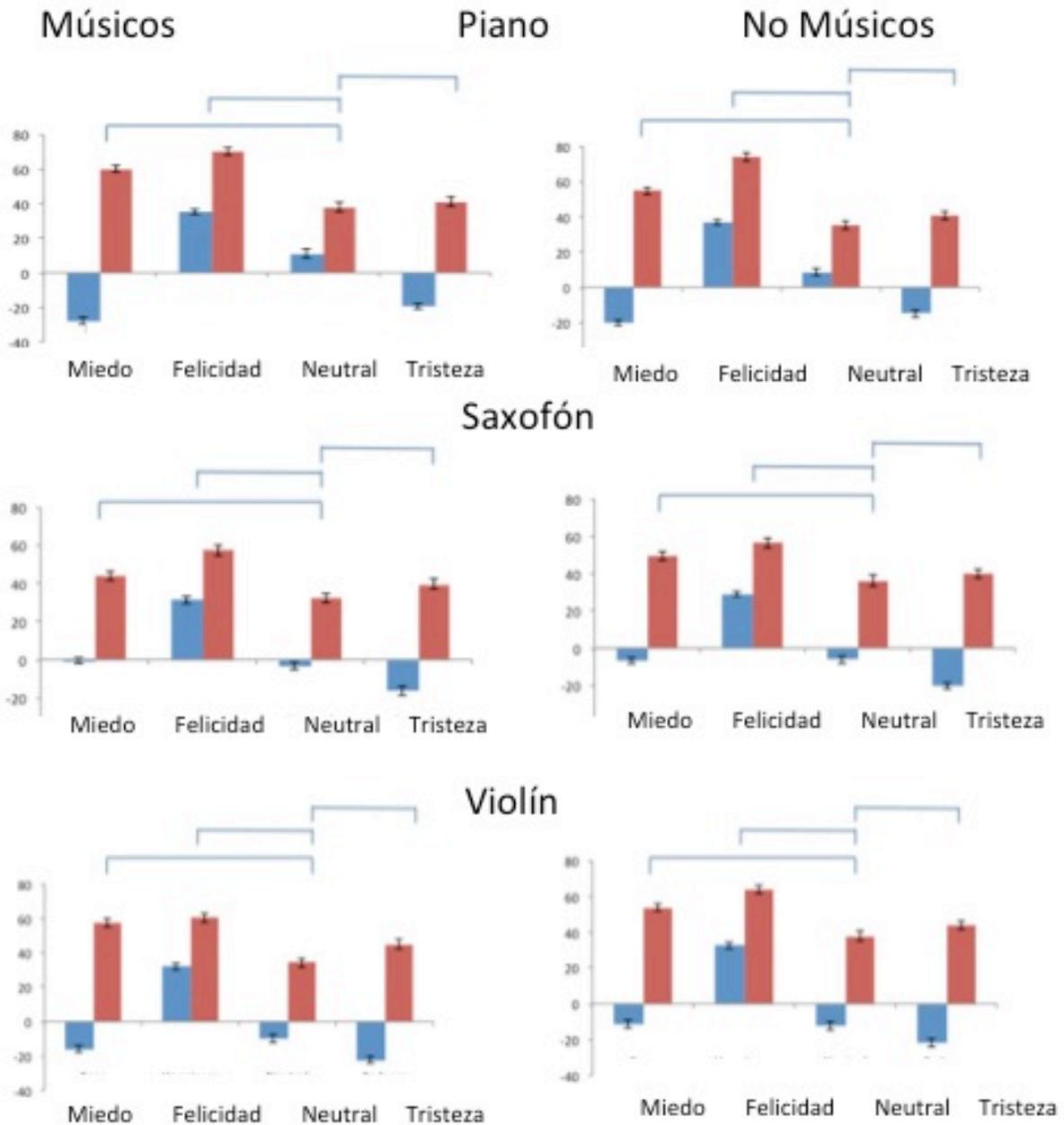
En cuanto a la interacción de emoción y timbre se encontró que las comparaciones de pares para prueba post hoc fueron significativamente diferentes menos para el carácter emocional de neutral ($x=.2323$) y tristeza ($x=.2388$) cuando son timbrados con piano, así como con violín para neutral ($x=.2305$) y tristeza ($x=.2306$). Para las interacciones timbre, timbre y grupos de sujetos (músicos y no músicos), no hubo efectos principales (Ver gráfica 2 y Gráfica 3 en dónde se colocan los participantes músicos y no músicos como un solo grupo).

Tabla 3. Medias de la efectividad de la memoria

	Miedo		Felicidad		Neutral		Sad	
	Músicos	No músicos	Músicos	No músicos	Músicos	No músicos	Músicos	No músicos
H-FA PIANO	0.49	0.33	0.53	0.43	0.25	0.21	0.28	0.19
H-FA SAX	0.41	0.35	0.46	0.43	0.26	0.22	0.17	.09
H-FA VIOLÍN	0.45	0.35	0.39	0.31	0.26	0.19	0.24	0.21

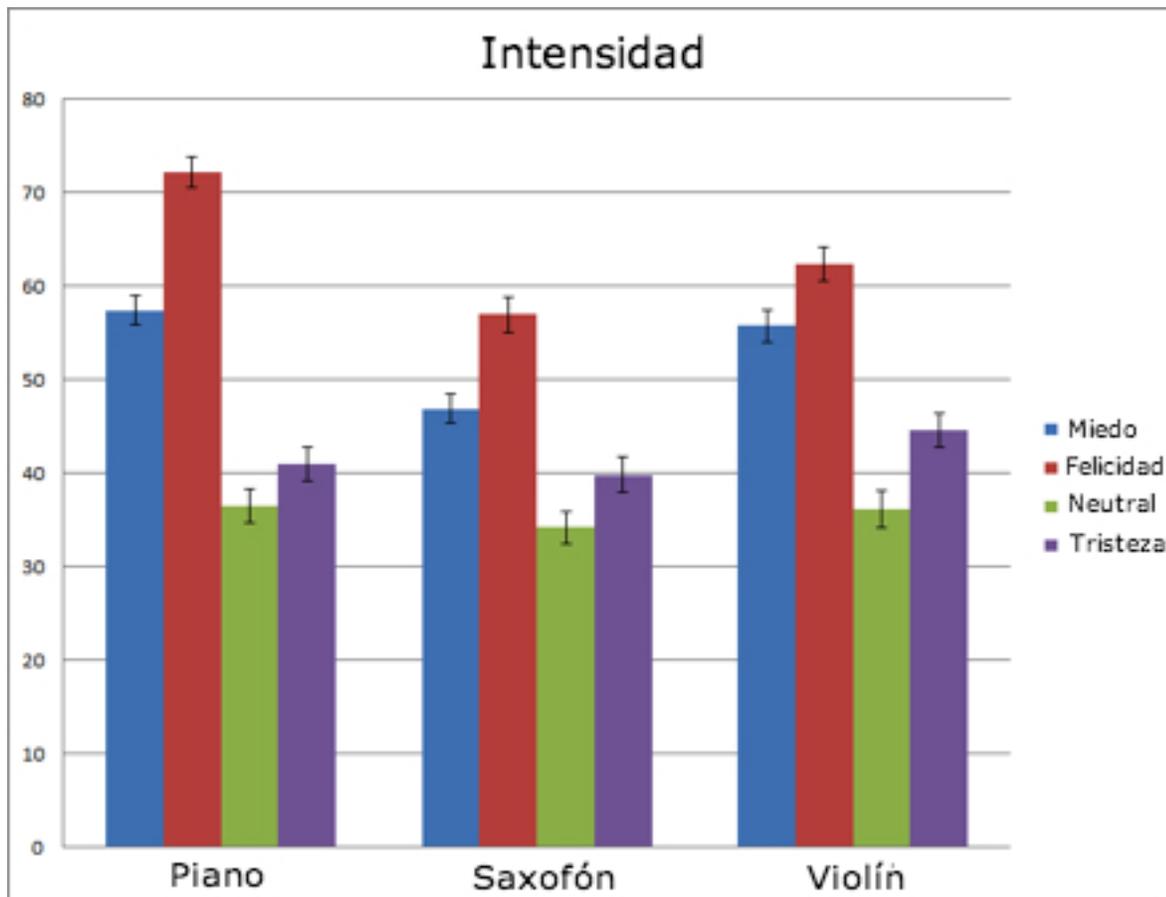
Gráfica 1. Valencia e Intensidad

■ Valencia (-50 a 50)
 ■ Intensidad (0 a 100)



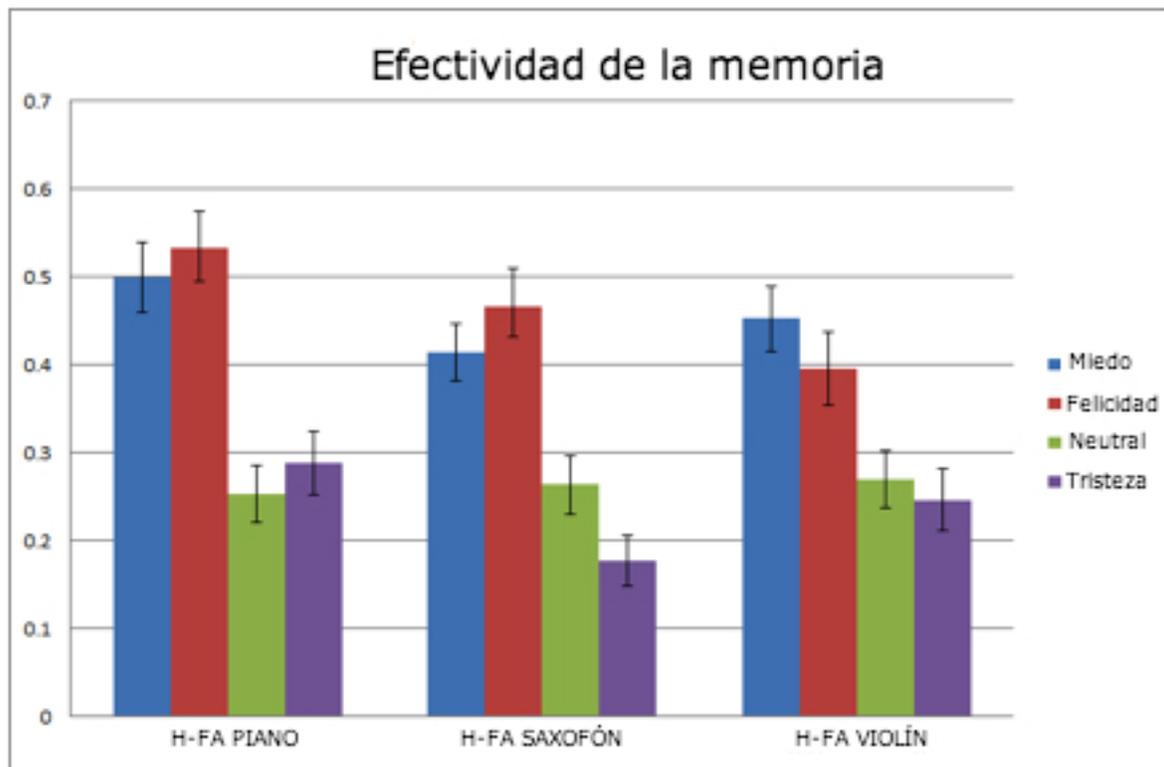
Gráfica 1. Valencia e intensidad en diferentes timbres para músicos y no músicos, las diferencias entre pares mostraron diferencias significativas cuando se compararon con neutral, que pueden verse representadas por las líneas en color azul sobre las barras, el eje de las Y representan valores asignados a una escala que representa valencia (-50 a 50) e intensidad (0-100) . En el eje de las X se presentan las diferentes emociones (miedo/felicidad/neutral/tristeza) calificadas en valencia e intensidad.

Gráfica 2. Concetrado en un solo grupo de Músicos y no-músicos de la percepción de intensidad



Gráfica 2. Percepción de la intensidad de los dos grupos juntos: músicos y no músicos, eje de las Y es la escala subjetiva de percepción de la intensidad emocional que va de 0 a 100, Eje de la X valencias emocionales por instrumento.

Gráfica 3. Efectividad de la memoria

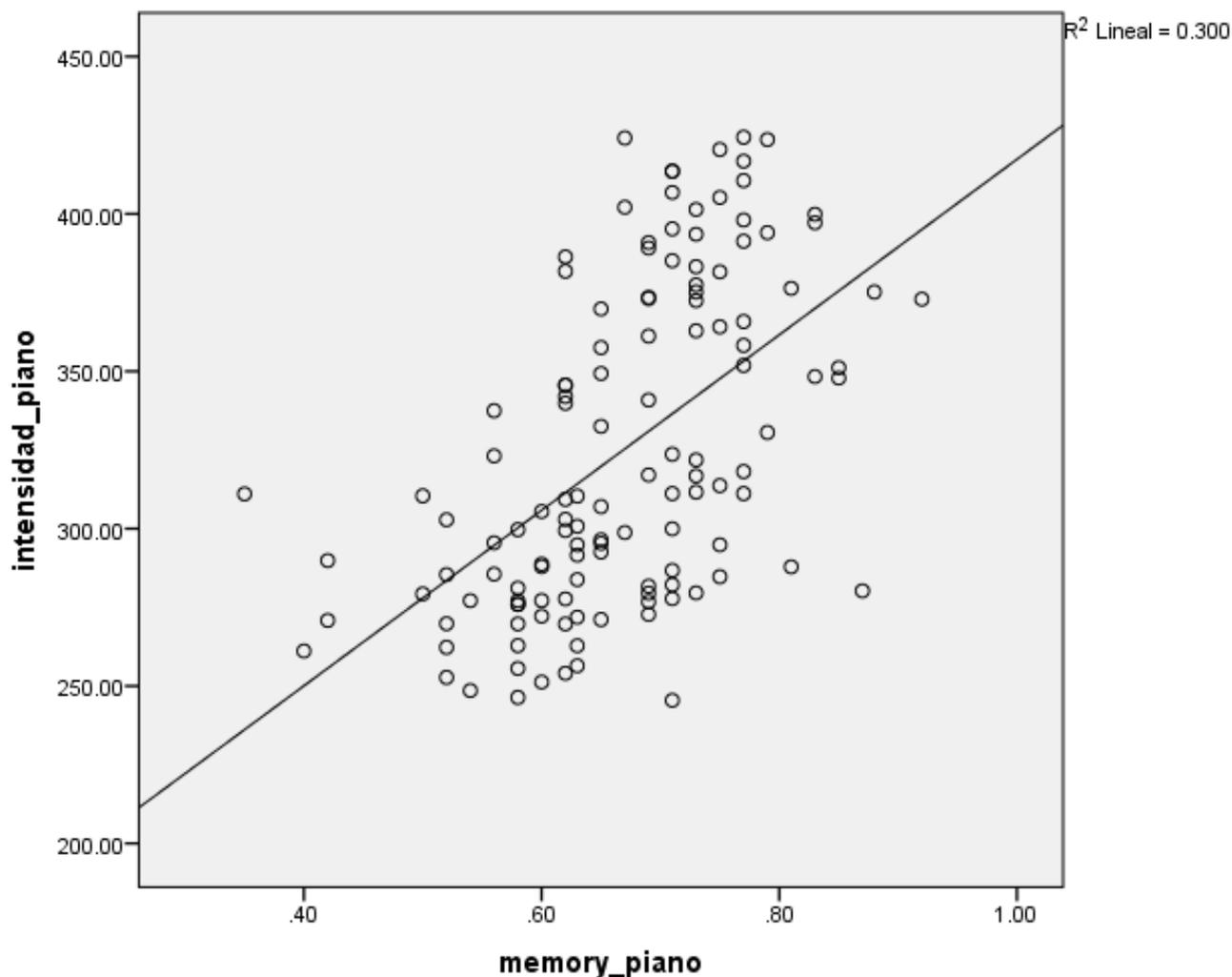


Gráfica 3. En las gráficas se puede observar la efectividad de la memoria dónde se encontró un efecto principal en el factor emoción. En el eje de las Y se puede observar valores positivos que son una tendencia a decir: ya escuchado representándose la familiaridad y los valores negativos de la escala representan los eventos novedosos. En el eje de las X se observa la valencia emocional y el timbre.

Finalmente se encontro una correlación significativa moderada entre la efectividad de la memoria y la intensidad emocional para los dos grupos

concentrados en una sola muestra de $r=.192$; $p<.001$. Por cada timbre para piano la correlación fue $r=.5$; $p<.001$ (ver gráfica 4).

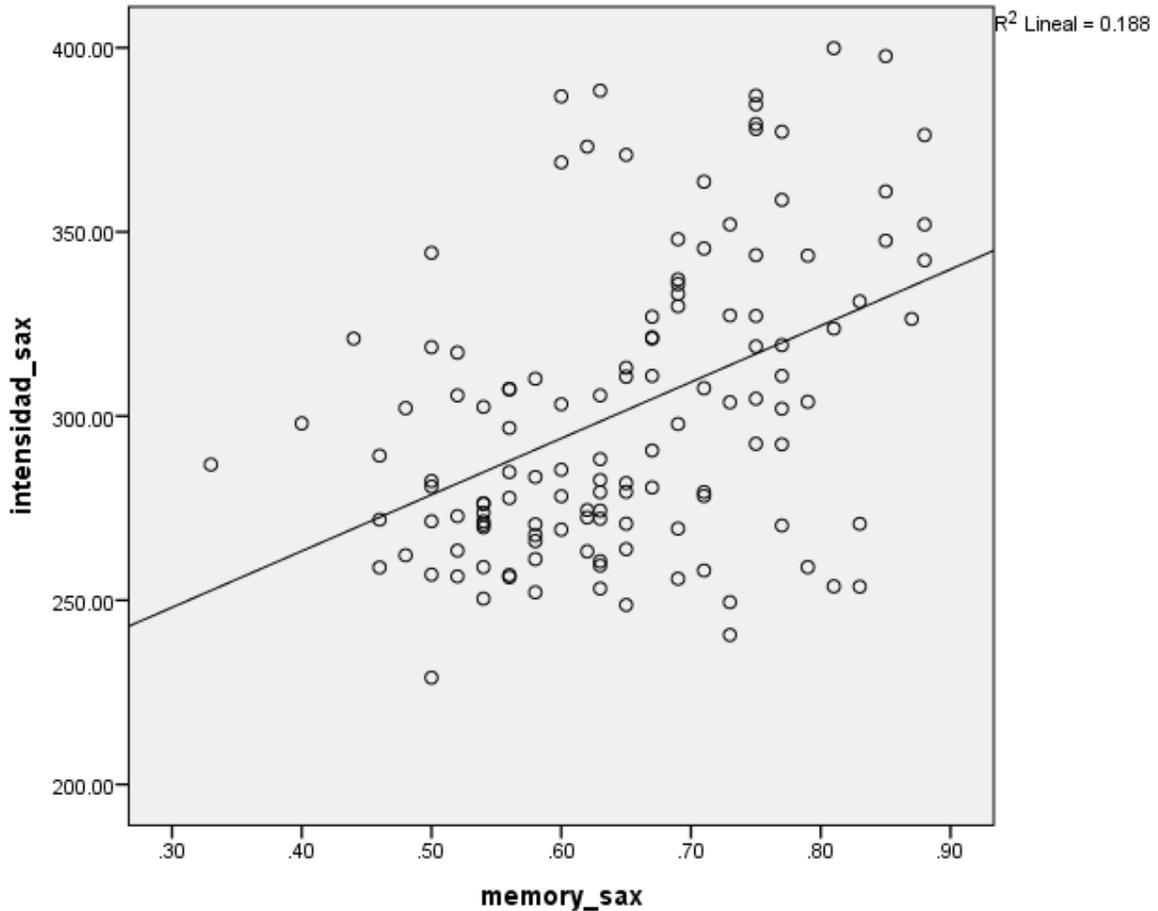
Gráfica 4. Correlación entre intensidad emocional y ejecución de la memoria para piano



Gráfica 4. Se puede observar la correlación que existe entre la percepción de la intensidad (eje y) que va de 0-450 y la memoria emocional (eje x) que se puede observar valores positivos que son una tendencia a decir: ya escuchado representándose la familiaridad y los valores negativos de la escala representan los eventos novedosos.

Para el timbre de saxofón de $r=.434$; $p<.001$ (ver gráfica 5)

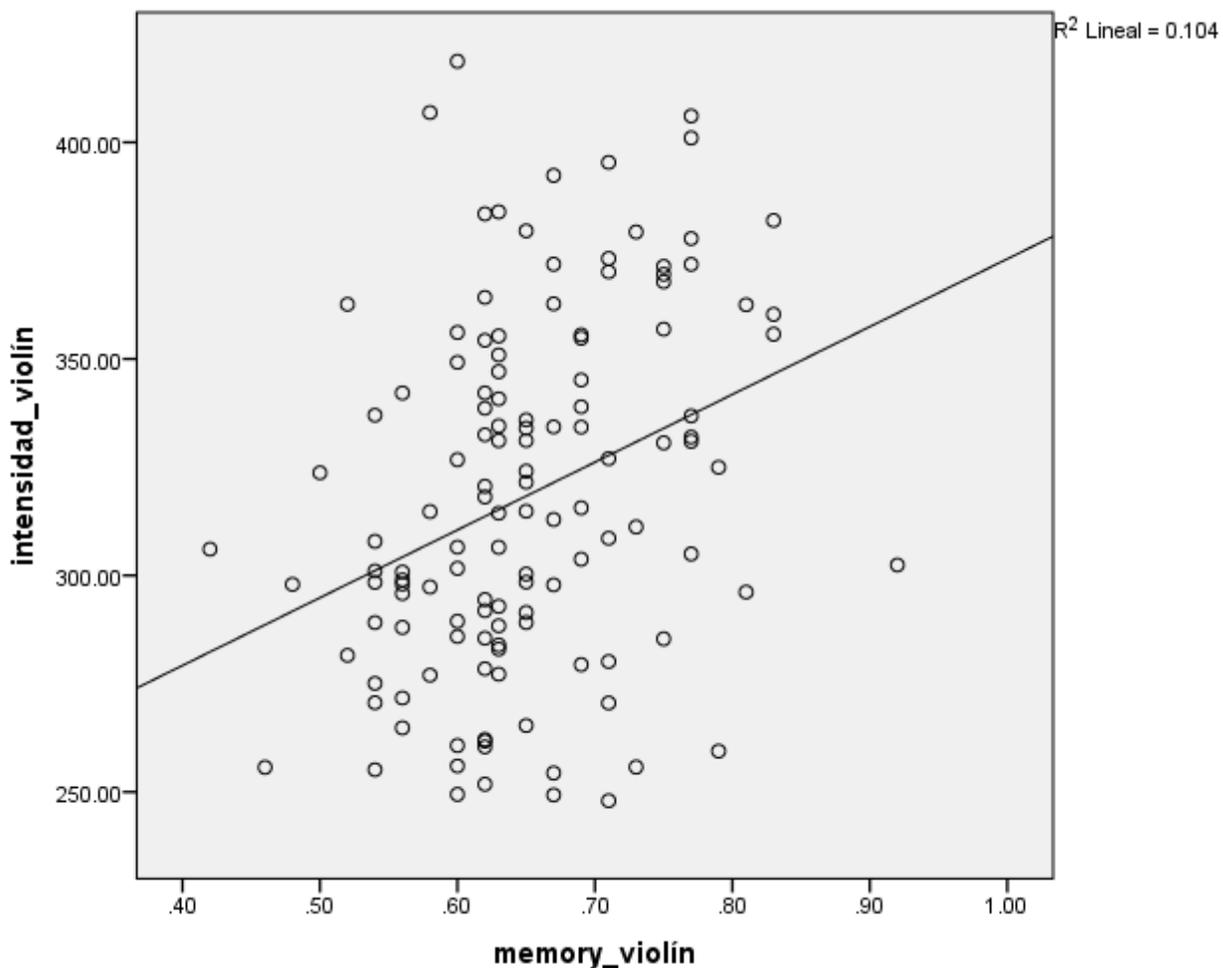
Gráfica 5. Correlación entre intensidad emocional y ejecución de la memoria para saxofón



Gráfica 6. Se puede observar la correlación que existe entre la percepción de la intensidad (eje y) que va de 0-450 y la memoria emocional (eje x) que se puede observar valores positivos que son una tendencia a decir: ya escuchado representándose la familiaridad y los valores negativos de la escala representan los eventos novedosos

Para el timbre violín la correlación fue de $r=.322$; $p<.001$

Gráfica 6. Correlación entre intensidad emocional y ejecución de la memoria para violín.



Gráfica 6. Se puede observar la correlación que existe entre la percepción de la intensidad (eje y) que va de 0-450 y la memoria emocional (eje x) que se puede observar valores positivos que son una tendencia a decir: ya escuchado representándose la familiaridad y los valores negativos de la escala representan los eventos novedosos

Análisis y conclusión de los resultados

Mucho se ha estudiado con respecto a los fragmentos musicales con carácter emocional. La música es un estímulo que puede utilizarse experimentalmente debido a que sus características estructurales tal como el pitch, volumen, timbre, tempo, etc. La identificación del carácter emocional en los estímulos parece poseer una característica de universalidad. La tristeza, el miedo y la felicidad son emociones que pueden ser fácilmente reconocidas (Fritz, Jentschke, Gosselin, Sammier, Peretz, Tumer, Friederic y Koelsch, 2009).

Es bien sabido que al modificarse las propiedades estructurales de la música se generan diferentes tipos de respuesta emocional (Viellard, Roy & Peretz, 2011, Hailstone, Omar, Henley, Frost, Kenward y Warren, 2009), esta respuesta se puede evaluar conductualmente o a través de la evaluación fisiológica, (Salimpoor, Benovoy, Longo, Cooperstock & Zatorre, 2009). Al evaluar las respuestas fisiológicas de excitación emocional se ha encontrado la forma para correlacionar los efectos de la musica en la respuesta emocional.

En el presente estudio se evaluó el efecto intrínseco de la valencia e intensidad emocional sobre la memoria para fragmentos musicales no familiares con diferente timbre, por lo que se realizo una tarea conductual para medir los efectos de la modulación emocional de la memoria en la música.

En estudios previos (ver Aubè, Peretz & Armony, 2013) se ha encontrado que la memoria para fragmentos musicales no familiares puede ser modulado por su valor emocional intrínseco.

Valencia e Intensidad

Intensidad

La valencia e intensidad emocional son elementos que permiten la modulación de la memoria emocional, en especial para estímulos con valencia negativa y altamente intensos existiendo una mejor consolidación de la memoria. La mayoría de los estudios se han enfocado al reconocimiento de rostros con carácter emocional y en efecto se encuentran resultados consistentes en el mejor reconocimiento de rostros con valencia emocional a diferencia de los neutrales, (Sergeyev, Lepage, & Armony, 2006, Sergeyev, Lepage & Armony, 2007) o en estudios con vocalizaciones y música con valencia emocional se encuentran resultados similares. Al evaluar la percepción de la valencia e intensidad emocional se encontraron datos congruentes, es decir el miedo y la tristeza fueron percibidos como emociones con valencias negativas a diferencia de felicidad y neutral. En cuanto a la intensidad felicidad y miedo son emociones que se perciben más intensas a diferencia de tristeza y neutral, se sugiere que emociones como felicidad y miedo son fáciles de reconocimiento, debido a la cualidad expresiva que manifiestan. En el caso de miedo, el reconocimiento que se presenta se ha adjudicado a la importancia del mismo en la supervivencia de la especie humana. Al evaluar efectos principales de las variables, en la intensidad se pudo observar que las emociones se perciben de manera diferente, la emoción de felicidad es percibida con una alta calificación de intensidad con una media de 63.75, seguida de miedo con 53.27, tristeza con 41.71 y neutral con 35.53, lo que suele evidenciar la importancia del tipo de emoción y sus efectos en la percepción de qué tan intenso puede ser evaluado un estímulo. Sin embargo no se encontraron diferencias en cómo perciben los músicos y los no músicos quizá se deba a que son emociones básicas que todo ser humano reconoce independientemente de la exposición musical.

En cuanto al timbre, el piano fue calificado como más intenso que violín y saxofón, esto puede deberse a la constante exposición que se tiene de la música

occidental, dónde el instrumento que suele utilizarse comunmente es el piano. Entre músicos y no músicos no se encontraron diferencias significativas.

En cuanto a la interacción entre timbre y emoción, se encontró un efecto en el cuál el timbre puede incrementar la percepción de la intensidad, nuevamente el piano y el violín parecen incrementar la percepción de un estímulo musical, es decir se percibe más intenso pero ocurre solo con felicidad y miedo, en neutral y tristeza no se encuentra este efecto. Lo que es consistente con la literatura ya que los fragmentos sin valencia emocional pueden percibirse menos intensos como es el caso de fragmentos neutrales.

Valencia

La valencia emocional se definió en este estudio como el valor emocional en términos negativos (miedo/tristeza) y positivos (felicidad), los músicos y los no músicos percibieron los fragmentos musicales de acuerdo a la categorización realizada, es decir los fragmentos que se encontraban en la categoría de miedo y tristeza se calificaron como negativos, los de felicidad como positivos. En caso de los fragmentos neutrales se califican ligeramente positivos cuando se reproducen con piano, pero cuando se reproduce con saxofón y violín adquieren una calificación más negativa, podría deberse a la cualidad timbrica de los instrumentos.

Cada emoción fue estadísticamente diferente en cuanto a la valencia asignada, lo que es congruente con el reconocimiento emocional universal de las emociones básicas (Fritz, *et al.*, 2009). En cuanto al timbre se encontró que ciertos timbres suelen valorarse en términos emocionales: el piano se calificó más positivo que el saxofón y al violín se le adjudicó una valoración más negativa.

Otro efecto que se encontró sugiere que el timbre puede afectar la percepción de la valoración de las emociones, por ejemplo cuando la emoción de miedo es reproducida con piano ésta suele valorarse como más negativa a diferencia del violín y el saxofón, lo mismo ocurre con la emoción de felicidad ya que se percibe como más positiva al utilizarse el piano. Pero efectos totalmente

diferentes ocurren con los fragmentos neutrales y de tristeza ya que éstos se califican de manera más negativa al reproducirse con violín. Lo que no se encontró fueron diferencias significativas.

Timbre

Para los diferentes timbres se encontró un efecto principal en la intensidad y valencia, es decir parece que el piano genera una percepción de mayor intensidad que saxofon, pero depende a su vez del carácter emocional que se presente, cuando es la emoción de miedo y felicidad el timbre de piano sigue manteniendo una media para la percepción intensidad alta. En la emoción de neutral las medias se mantienen igual sin distinción de timbre, para tristeza el timbre que genera la percepción de mayor intensidad es violín.

Para la valencia el piano suele identificarse con valoraciones más positivas que el violín, para la emoción de miedo piano se ubica como más positivo que violín, para felicidad, los tres timbres son percibidos como positivos, para neutro no se encuentra ningún efecto ya que las medias son muy similares, lo mismo ocurre para tristeza.

Estos resultados son similares a los encontrados en estudio previos donde el piano y violín pueden mejorar el reconocimiento de las valencias emocionales, (Hailstone, Omar, Henley, Frost, Kenward y Warren, 2009).

No se encontró un efecto principal del timbre en la mejora de la memoria emocional, parece ser que el timbre no influye en la consolidación de la memoria.

Ejecución de la memoria

La memoria puede favorecerse cuando existe una carga emocional en los estímulos presentados (LaBar y Cabeza, 2006). En los resultados expuestos anteriormente, el factor de la emoción, que incluye las categorías de miedo, felicidad, neutral y tristeza se encontraron efectos significativos en la consolidación de la memoria de fragmentos musicales no familiares, debido a su valencia e intensidad emocional que es consistente con estudios previos, la emoción de miedo y felicidad son mejor recordadas que tristeza y neutral (ver Aubè, Peretz & Armony, 2013). El miedo es la emoción que genera más diferencias significativas entre la efectividad del recuerdo, en estudios con reconocimiento de rostros con expresiones emocional ocurre lo mismo, el miedo genera una mejor efectividad en el reconocimiento (Armony Chochol, Fecteau, Belin, 2013). Las medias de efectividad en el análisis de varianza para las emociones de miedo y felicidad son mayores comparadas con las de neutral y tristeza. Lo que puede sugerir que existen diferentes mecanismos para la codificación del tipo de emociones que son presentadas, favoreciéndose emociones como miedo y felicidad (Gunh, Hamm y Zentner, 2005; Hailstone, Omar, Henley, Frost, Kenward y Warren, 2009; Viellard, Roy y Peretz, 2011, Aubè, Peretz & Armony, 2013). No se encontraron diferencias significativas entre músicos y no músicos, por lo que el análisis se realizó de manera general incluyendo ambos grupos.

El miedo es una emoción que suele ser mejor recordada debido a su implicación en el aspecto de la supervivencia. Esta emoción es asociada a la amígdala, dado que está implicada en la adquisición sobre la ubicación espacial y la intensidad de señales del peligro en el medio ambiente y se ha reportado que estas señales con valencia emocional de miedo son mejor recordadas que las neutrales (Davis y Whalen, 2001).

El efecto que la valencia emocional tiene sobre la recuperación de la memoria puede tener una explicación adaptativa, en especial para los estímulos amenazantes con valencias emocionales negativas, por lo que generan mayor reactividad en el sistema nervioso y mayor resistencia a la extinción (Pheleps & LeDoux, 2005). También se ha sugerido que la intensidad emocional juega un papel determinante en la consolidación de la memoria, ya que el efecto que la recuperación de la memoria. En cuanto a la calificación de la valencia e intensidad de los estímulos que los participantes realizaron, se encontró que los músicos percibían como más intensos los estímulos de miedo tocados piano y percibían más negativos los mismos fragmentos a diferencia de los no-músicos. Lo mismo ocurre con la valencia de miedo en saxofón. Donde se encuentran diferencias estadísticamente significativas es en la emoción de miedo y felicidad. Aunque en la felicidad aún se desconoce su mayor efectividad en la memoria. Así los resultados dan un amplio soporte a la teoría de la modulación emocional de la memoria para estímulos musicales.

Futuros estudios

Los fragmentos musicales utilizados en el presente estudio tenían una duración de aproximadamente 2 segundos cada uno, esto con la finalidad de evitar cierta asociación de familiaridad. En futuros estudios podría sugerirse una mayor duración incluso de 10 segundos para evaluar que efecto se generaría.

También emplear diferentes timbres musicales sintetizados electrónicamente e incluso los mismo timbres pero reproducidos a través de MIDI. Otra variable que podría utilizarse es el apoyo visual, fragmentos musicales pero con video, en dónde pudiera observarse al músico ejecutar los fragmentos musicales o sólo ver un piano reproduciendo los mismos fragmentos.

Una investigación que pudiera dar soporte a los resultados obtenidos en el presente estudio podría ser un análisis a nivel físico de los timbres musicales utilizados, así como una evaluación fisiológica al percibir diferentes timbres.

Referencias

1. Adolphs, R., Cahill, L., Schul, R. & Babinsky, R. (1997) Impaired Declarative Memory for Emotional Material Following Bilateral Amygdala Damage in Humans. *Learning & Memory*, 4; 291-300.
2. Adolphs, R., Tranel, D., Hamann, S., Young, A., Calder, A., Phelps, E., Anderson, A., LeDoux, J. & Damasio, A. (1999). Recognition of facial emotion in nine individuals with bilateral amygdala damage. *Neuropsychologia*, 37; 1111-1117.
3. Anderson, M., Ochsner, K., Kuhl, B., Cooper, J., Robertson, E., Gabrieli, S., Glover, G., Gabrieli, J. (2004) Neural systems underlying the suppression of unwanted memory. *Science*, 303; 232- 235.
4. Armony, J., Chochol, C., Fecteau, S., & Belin, P. (2007). Laugh (or cry) and you will be remembered: Influence of emotional expression on memory for vocalisations. *Psychological Science*, 18; 1027-1029.
5. Arthur, Jr., Bennett, W., Stanush, P. & McNelly, T, (1998) Factors That Influence Skill Decay and Retention: A Quantitative Review and Analysis. Human performance. DOI: 10.1207/s15327043hup1101_3.
6. Aube, W., Peretz, I & Armony, J. (2013) The effects of emotion on memory for music and vocalisations, *Memory*, DOI:10.1080/096558211.2013.770871
7. Baddeley, A. (2009) *Human memory: Theory and practice*. Boston: Allyn.
8. Barnes, T., Kubota, Y., Hu, D., DeZure, J. & Graybiel, A. (2005) Activity of striatal neurons reflects dynamic encoding and recoding of procedural memories. *Nature*, 437; 1158-1161.
9. Berz, W. (1995) Working memory in music: A theoretical model. *Music Perception*, 12(3); 353-364
10. Blood, A. & Zatorre, R. (2001). Intensely pleasurable responses to music correlate with activity in brain regions implicated in reward and emotion. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98; 11818-11823.

11. Borod, J., Haywood, C. & Koff, E. (1997) Expression: A Review of the Normal Adult Literature. *Neuropsychology Review*, 7; 41-47.
12. Brattico, E. & Pearce, M. (2013) The Neuroaesthetics of Music. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*. 7 (1); 48 – 61.
13. Byrne, J. (2003) *Learning and memory*. New York, N.Y. : Macmillan Reference USA.
14. Cahill, L. & McGaugh, J. (1998) Mechanisms of emotional arousal and lasting declarative memory. *Trends Neurosci*. 21; 294–299.
15. Cassel, J., Cassel, S., Galani, R., Kelche, C., Will, B. & Jarrad L. (1998) Fimbria-fornix vs selective hippocampal lesions in rats: effects on locomotor activity and spatial learning and memory. *Neurobiol Learn Mem*. Jan;69(1); 22-45.
16. Costafreda, G., Brammer, M., David, A. & Fu, C. (2008). Predictors of amygdala activation during the processing of emotional stimuli: A meta-analysis of 385 PET and fMRI studies. *Brain Research reviews*, 58; 57-70.
17. Dalla Bella, S., Peretz, I., Rousseau, L., Gousselin, N., Ayotte, J., Lavoie, A. (2006). Development of Happy-Sad distinction in Music Appreciation. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 930; 436-438.
18. Davachi, L., Mitchell, J. & Wagner A. (2003) Multiple routes to memory: Distinct medial temporal lobe processes build item and source memories. *PNAS*, 100 (4); 2157-2162.
19. Davis, M. & Whalen, P. (2001) The amygdala: vigilance and emotion. *Molecular Psychiatry*. 2001 Jan;6(1);13-34.
20. Desteno, D., Gross, J. & Kubzansky, J. (2013) Affective science and health: The importance of emotion and emotion regulation. *Health Psychology*. 32(5); 474-486.
21. Dellacherie D, Ehrle N, Samson S. (2008) Is the neutral condition relevant to study musical emotion in patients? *Music Perception*, 25; 297-306.

22. Dolcos, F., LaBar, K. & Cabeza, R. (2004) Interaction between the Amygdala and the Medial Temporal Lobe Memory System Predicts Better Memory for Emotional Events. *Neuron*, 42; 855–863.
23. Eerola, T. & Vuoskoski, J. (2013) A review of music and emotion studies: Approaches, emotion models and stimuli. *Music Perception*, 30(3); 307-340.
24. Elbert, T., Pantev, C., Wienbruch, C., Rockstroh, B. & Taub, E. (1995) Increased Cortical Representation of the Fingers of the Left Hand in String Players. *Science*, 270 (5234); 305-307.
25. Everest A. & Pohlmann, K. (2009). *Master Handbook of Acoustics*, fifth edition, New York.
26. Fritz, T., Cramon, D., Muller, K. & Friederici, A. (2006) Investigating Emotion With Music: An fMRI Study. *Human Brain Mapping*. 27; 239 –250.
27. Fritz, T., Jentschke, S., Gosselin, N., Sammier, D., Peretz, I., Tumer, R., Friederic, A. y Koelsch, S. (2009). Universal Recognition of three basic emotions in music. *Current Biology*, 19; 573-576.
28. Gluck, A. (2009) *Aprendizaje y memoria: del cerebro al comportamiento*. México, D.F. : McGraw Hill.
29. Goldin, P., Mcrae, K., Ramel, W., & Gross, j. (2008) The neural bases of emotion regulation: reappraisal and suppression of negative emotion. *Biological Psychiatry*, 63 (2008); 577–586.
30. Gosselin, N, Peretz, I., Johnsen, N., Adolphs, R. (2007). Amygdala damage impairs emotion recognition from music. *Neuropsychologia*. 45; 236–244.
31. Grewe O., Nagel F., Kopiez R. y Altermüller E. (2005). Listening to music as a re-creative process: physiological, psychological and psychoacustical correlates of chills and strong emotions. *Music Perception*, 24; 297-314.
32. Gunh M., Hamm A. y Zentner M. (2005). Physiological and musico–acoustic correlates of the chill response. *Music Perception*, 24; 473-483.
33. Hailstone, J. C., Omar, R., Henley, S. M., Frost, C., Kenward, M. G. y Warren, J. D. (2009). It's not your play, it's how you play it: Timbre affects perception of emotion in music. *The Quarterly Journal of experimental Psychology*, 62; 2141-2155.

34. Hèrbert, S. y Peretz, I. (1997) Recognition of music in long-term memory: Are melodic and temporal patterns equal partners?. *Memory and cognition*, 25 (4); 518-533.
35. Herdener, M., Esposito, F., di Salle, F., Boller, C., Hilti, C., Habermeyer, B., Sheffle, K., Wetzel, S., Seiftitz, E. & Cattapan-Ludewing, K. (2010) Musical training induces functional plasticity in human hippocampus. *Jornal Neuroscience*, 27; 30(4):1377-84. doi: 10.1523/JNEUROSCI.4513-09.2010.
36. Hornak, J., Bramham, J., Rolls, E., Morris, R., O Doherty, J., Bullock, P., Polkey, C. (2003) Changes in emotion after circumscribed surgical lesions of the orbitofrontal and cingulate cortices. *Brain*, 126; 1691-1712.
37. Hunter, P., Schellenberg, G., & Schimmack, U. (2010). Feelings and perceptions of happiness and sadness induced by music: Similarities, differences, and mixed emotions. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 4; 47-56.
38. *International Affective Picture Set* (Stevenson y James, 2008), *Affective Norm for English Words* y el *Pictures of facial affect*.
39. Juslin, P. y Sloboda, J. (2001). *Music and Emotion: Theory and research*, Londres, Inglaterra: Oxford University Press.
40. Khalfa, S., Schon, D., Anton, J. & Liegeois-Chauvel, C. (2005) Brain regions involved in the recognition of happiness and sadness in music. *NeuroReport*, 16 (18); 1981-1993.
41. Kilpatrick, L. y Cahill, L. (2003) Amygdala modulation of parahippocampal and frontal regions during emotionally influenced memory storage. *NeuroImage*, 20; 2091–2099.
42. Knigth, D., Smith, C., Cheng, D., Stein, E. & Helmstetter, F. (2004) Amygdala and hippocampal activity during acquisition and extinction of human fear conditioning. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 4 (3); 317–325.
43. Konecni, V., Wanic, R. y Brown, A. (2007) Emotional and aesthetic antecedents and consequences of music-induced thrills. *American Journal of Psychology*, 120 (4); 619-643.

44. LaBar, K. & Phelps, E. (2005) Reinstatement of Conditioned Fear in Humans Is Context Dependent and Impaired in Amnesia. *Behavioral Neuroscience*, 119 (3); 677– 686.
45. LaBar, K., Cabeza, R. (2006) Cognitive neuroscience of emotional memory. *Nature Reviews Neuroscience*, 7(1), 54-64.
46. Leave, A. & Halpern, A. (2004). Effects of Training and Melodic Features on Mode Perception. *Music Perception*, 22, 117-143.
47. Lieberman, D. (2004) *Learning and memory: an integrative approach*. Belmont, Calif. Thomson/Wadsworth,
48. Maiworm, M., Bellantoni, M., Space, C. y Röder, B. (2012) When emotional valence modulates audiovisual integration. *Atten Percept Psychophys*. DOI 10.3758/s13414-012-0310-3.
49. Merrill, D., Bagert, M., Goldhahn, D., Lohmann, G., Turner, R. y Friederici, A. (2012). Perception of words and pitch patterns in song and speech. *Frontiers in psychology*, 76 (3), doi: 10.3389/fpsyg.2012.00076.
50. Mitterschiffthaler, M., Fu, C., Andrew, C. & Williams, S. (2007) A Functional MRI Study of Happy and Sad Affective States Induced by Classical Music. *Human Brain Mapping*, 28; 1150-1162.
51. Murty, V., Ritchey, M., Adcock, R. & LaBar, S. (2010) fMRI studies of successful emotional memory encoding: A quantitative meta analysis. *Neuropsychologia*. 48(12); 3459-69.
52. Paulesu, E., Frith, C & Frackowiak (1993). The neural correlates of the verbal component of working memory. *Nature*, 362 ;342 - 345
53. Peretz, I. (1997) Can we lose memory for music? A case of music agnosia in a Nonmmusician. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 8(6); 481-496.
54. Phelps, E. & LeDoux, J. (2005) Contributions of the amygdala to emotion processing: from animal models to human behavior. *Neuron*, 48(2); 175-87.
55. Pierre, J., Bangert, M., Loui, P., Larke, L., Berger, J., Rowe, R., y Schlaug, G. (2009) Emotion in Motion: Investigating the Time-Course of Emotional Judgments of Musical Stimuli, 26 (4); 355-364.

56. Platel, H., Baron, J., Desgranges, B., Bernard, F. & Eustache, F. (2003) Semantic and episodic memory of music are subserved by distinct neural networks. *NeuroImage*, (20) 1; 244–256.
57. Richardson, M., Strange, B. & Dolan, R. (2004) Encoding of emotional memory depends on amygdala and hippocampus and their interactions. *Nature Neuroscience*, 7 (3); 275-285.
58. Roozendaal, B., McEwen, B. & Chattarji, S. (2009) Stress, memory and the amygdala. *Nature Reviews: Neuroscience*, 10; 423-433.
59. Salimpoor, V. N., Benovoy, M., Larcher, K., Dagher, A., Zatorre, R. (2011) Anatomically distinct dopamine release during anticipation and experience of peak emotion to music. *Nature Neuroscience*, 14; 257-262.
60. Samson, S., & Zatorre, R. J. (1991). Recognition memory for text and melody of songs after unilateral temporal lobe lesion: Evidence for dual encoding. *Journal of Experimental Psychology Learning, Memory, and Cognition*, 17(4); 793-804. doi:10.1037/0278-7393.17.4.793.
61. Sánchez-Navarro, J. y Román, F. (2004) Amígdala, corteza prefrontal y especialización hemisférica en la experiencia y expresión emocional. *Anales de psicología*, 9(2); 223-240.
62. Schellenberg, G., Peretz, I., & Viellard, S. (2008). Liking for happy and sad sounding music: Effects of exposure. *Cognition and Emotion*, 22; 218-237.
63. Sergerie K, Lepage M, Armony J. (2005): A face to remember: Emotional expression modulates prefrontal activity during memory formation. *Neuroimage*, 24(2); 580-5.
64. Sergerie, K., Lepage, M. y Armony, J. (2006). A Process-specific Functional Dissociation of the Amygdala in Emotional Memory. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 18(8); 1359–1367.
65. Sharot, T., Delgado, M. & Phelps, E. (2004) How emotion enhances the feeling of remembering. *Nature Neuroscience*, 7; 1376 - 1380.

66. Silva, J. (2008) Neuroanatomía de las emociones. En Slachevsky, A., Manes, F., Labos, E., & Fuentes, P. Tratado de Neuropsicología y Neuropsiquiatría Clínica.
67. Solis-Vivanco, R. (2012) Modulación emocional de la memoria: aspectos neurobiológicos. *Arch Neurociencias*. 17 (2); 119-128
68. Steinmetz, K y Kensinger, A. (2009) The effects of valence and arousal on the neural activity leading to subsequent memory. *Psychophysiology*, 46(6); 1190-1199.
69. Steinmetz, K, Addis, D. y Kensinger, A. (2010). The Effect of Arousal on the Emotional Memory Network Depends on Valence. *Neuroimage*, 53(1); 318-324.
70. Stevenson A. y James, T. (2008) Affective auditory stimuli: Characterization of the International Affective Digitized Sounds (IADS) by discrete emotional categories. *Behavior Research Methods*, 40 (1); 315-321.
71. Tsuchida, A. & Fellows, K. (2011) Are You Upset? Distinct Roles for Orbitofrontal and Lateral Prefrontal Cortex in Detecting and Distinguishing Facial Expressions of Emotion. *Cerebral Cortex*, 2904-2912.
72. Tulving, E. (1972). *Episodic and semantic memory*. En E. Tulving and W. Donaldson (Eds.), *Organization of Memory*. New York: Academic Press, 381-402.
73. Viellard, S., Roy, M., y Peretz, I. (2011). Expressiveness in musical emotions. *Psychological Research*, Published online, Springer.
74. Viinikainen, M., Kätsyri, J. y Sams, M. (2012). Representation of Perceived Sound Valence in the Human Brain. *Human Brain Mapping*, 33; 2295–2305.
75. Vuilleumier, P., Armony J., Driver, J., Dolan, R. (2001) Effects of attention and emotion on face processing in the human brain: an event-related fMRI study. *Neuron*, 30(3);829-41.
76. Walter, R. (2006). *Terapia Cognitiva: Fundamentos Teóricos y conceptualización del caso clínico*, Bogotá: Grupo Editorial Norma.
77. Waring, J y Kensinger, E. (2011) How emotion leads to selective memory: Neuroimaging evidence. *Neuropsychologia*, 49:1831–1842.

Anexos

Anexo 1 Cuestionario

Participante No.

Prueba

Piano Violín Saxofón



Laboratoire international
de recherche sur le cerveau,
la musique et le son

Cuestionario - General

Nombre completo.....

Fecha de nacimiento..... Edad.....

Lateralidad manual : Diestro Zurdo

Correo electrónico :

Formación académica : Secundaria Preparatoria

Universidad

Maestría

Doctorado

¿Cuántos años de formación académica?:

(desde el Jardín de niños)

Profesión/Ocupación (ahora):.....

¿Tiene problemas de audición?

No

Si

Especificar :.....
.....
.....
.....

Cuestionario – de Educación Musical



Laboratoire international
de recherche sur le cerveau,
la musique et le son

1. ¿Ha tenido entrenamiento musical?

Si No

Si su respuesta es NO se termina el cuestionario.

2. ¿Qué tipo de entrenamiento musical ha tenido? (Puede seleccionar más de una opción)

endí or mi cuenta

Cursos en la escuela (obligatorio)

Cursos en la escuela (opcional)

Clases particulares / on sus pad e

Conservatorio

2. ¿A qué edad comenzó sus primeras clases de música (con exclusión de cursos obligatorios en la escuela)?

años

3. Lo (s) instrumento (s) que ha aprendido? (Puede seleccionar más de una opción)

Piano.....años

Saxófon.....años

Violín..... años

Trompeta.....años

Guitarra.....años

percusión.....años

Canto.....años

Otro(s) :

.....

5. ¿Todavía canta / toca este instrumento musical?

No

Si

6. En caso afirmativo, ¿cuántas horas por semana?

3. ¿Qué tipo de música le gusta escuchar?

Clásico

Rock

Jazz

Popular

Tradicional

Otro(s) :

.....

4. ¿Con qué frecuencia escuchas la música?

Nunca

Rara vez

A veces

A menudo

5. ¿La música que escucha de que país proviene? (Puede marcar más de una opción)

Mexico

USA

Canada

Europa

Asia

Otro(s) :

.....