

## La exposición a la música favorece la consolidación de los recuerdos

*N. Justel y W. Rubinstein*

Nadia Justel es Investigadora asistente del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y ayudante de trabajos prácticos de Neuropsicopatología en la carrera de Musicoterapia, Facultad de Psicología, Universidad de Buenos Aires (UBA). Wanda Rubinstein es Investigadora asistente en el CONICET y Profesora Adjunta de Neuropsicología en la carrera de musicoterapia, Facultad de Psicología, Universidad de Buenos Aires.

### Introducción

Diversos estudios han demostrado que los eventos y experiencias con contenido emocional se recuerdan en mayor medida que los neutros. Un estudio clave para la comprensión de cómo se consolidan los recuerdos de la información con relevancia emocional fue realizado por Cahill y

McGaugh (1995). En este trabajo, los participantes tenían que observar una serie de diapositivas acompañadas por una breve historia (que describía lo que se veía), las cuales se hallaban divididas en 3 fases, tanto la primera como la tercera eran iguales para todos los sujetos, pero la segunda tenía contenido emocionalmente activante para el grupo experimental e información neutra para el grupo control. Una semana después, los participantes fueron evaluados en una prueba de reconocimiento y de recuerdo libre acerca de lo que habían observado previamente. Se encontró que los participantes del grupo experimental recordaron significativamente más detalles de las diapositivas e historia con contenido emocional, en comparación con el grupo control (Cahill y McGaugh, 1995).

Las emociones con las que se procesan los eventos funcionarían como un sistema de filtro, seleccionando los hechos que van a ser guardados en nuestra memoria de forma más duradera (Rodríguez, Schafé y LeDoux, 2004). El mejor recuerdo de las historias emocionales puede

atribuirse al incremento de la excitación o activación que provoca el contenido intrínseco del material o la tarea. Este contenido emocional actúa como un neuro-modulador de la memoria en la codificación y consolidación debido a que produce una activación del sistema nervioso simpático, que desencadena hormonas adrenales en sangre y aumentan la activación noradrenérgica dentro de la amígdala (McGaugh y Roozendaal, 2009).

A nivel fisiológico, durante las situaciones de gran contenido emocional se liberan hormonas adrenales, tales como la adrenalina, la noradrenalina y los glucocorticoides. La acción de estas hormonas es una de las claves para llegar a la comprensión de las relaciones entre la memoria y las emociones (McGaugh y Roozendaal, 2002; Roozendaal, 2000). Las mismas modulan selectivamente la memoria de eventos que son emocionalmente significativos.

Hay diferentes factores que modulan, ya sea incrementando o deteriorando, la memoria emocional. Distintas evidencias señalan que el estrés antes o después del aprendizaje influye sobre la memoria de los participantes (Buchanan y Lovalló, 2001; de Quervain, Roozendaal, Müller-Spahn y Hock, 2000; Roozendaal 2000, 2002). En relación al tema, Cahill, Gorski y Le (2003) estudiaron la interacción entre las hormonas del estrés y la activación emocional inducida por la tarea de aprendizaje. A los participantes se les presentaron diapositivas emocionalmente significativas y neutras mientras se los expuso a una situación estresante o control (inmersión del brazo en agua fría o tibia durante 3 minutos). Una semana después, los participantes que recibieron el estresor mostraron un mayor reconocimiento de las diapositivas activantes (y con más detalles) que las neutras, en comparación con los sujetos controles, que no fueron estresados durante la tarea. Sin embargo, no presentaron diferencias en el reconocimiento de las diapositivas neutras.

Otra manera de modular la memoria es mediante la música. Hay estudios que demuestran que la música emocionalmente activante mejora la memoria (Judde y Rickard, 2010) y que la música relajante puede deteriorarla (Rickard, Wing Wong y Velik, 2012). Por ejemplo, Rickard y colaboradores (2012), expusieron a participantes a música relajante o activante durante o posteriormente a la presentación de una historia con contenido emocional y observaron que aquellos sujetos que fueron expuestos a la música relajante mostraban un menor incremento en la memoria emocional. El mecanismo mediante el cual se produce este incremento o decremento de la memoria es el mismo que subyace al efecto modulador del estrés, es decir, la música relajante disminuye los niveles de arousal mientras que la música activante los eleva. Por ejemplo, la música relajante disminuye la presión arterial y la tasa cardíaca (Knight y Rickard, 2001).

El objetivo del presente trabajo es evaluar cómo influyen diferentes tipos de piezas musicales, activantes y relajantes, en la consolidación de

la memoria emocional en una población compuesta de sujetos con un alto grado de experiencia musical.

## **Método**

### ***Participantes***

El estudio se realizó con la participación voluntaria de 66 estudiantes de la carrera de musicoterapia, Facultad de Psicología, de la Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina. El promedio de edad era de 24 años (rango 18-52  $\pm$  1). Los participantes desconocían los objetivos de la prueba y se asignaron de manera aleatoria a los diferentes grupos.

Se utilizó como criterio de exclusión a aquellos participantes que tuvieran déficits visuales o auditivos, así como patologías relacionadas con la música, como amusia congénita o adquirida de cualquier tipo (receptivas o sensoriales). También se eliminaron los participantes que manifestaran consumo de sustancias psicoactivas en las horas previas al estudio. Además, al ser un estudio focalizado en participantes con experiencia musical se descartaron los sujetos con menos de 3 años de estudio en esta área.

Todos firmaron un consentimiento informado aprobando la realización de la prueba y se aseguró el anonimato de los mismos de acuerdo a las normas éticas vigentes.

### ***Materiales***

#### ***Instrumentos***

Se utilizaron 48 imágenes, 24 con contenido emocional y 24 neutras, pertenecientes al International Affective Picture System (IAPS; Lang, Bradley y Cuthbert, 1995). Las imágenes fueron seleccionadas por los investigadores de acuerdo a trabajos previos utilizados en la literatura (Cahill et al., 2003). Las imágenes variaban en el nivel de activación (arousal, desde 2.95 a 6.36) o emocionalidad (valencia, desde 1.97 a 4.93) que contenían.

Se utilizarán cuatro cuestionarios: cuestionario de datos sociodemográficos de los participantes, de evaluación de la emocionalidad, de recuerdo libre de las imágenes y de reconocimiento de los estímulos.

El cuestionario de datos sociodemográficos contiene los siguientes ítems a completar: edad, sexo, ocupación, lateralidad, consumo de sustancia psicoactiva en la última hora, consumo de medicamentos y sustancias, antecedentes psiquiátricos, tratamiento psiquiátrico actual, enfermedades relevantes, utilización de anticonceptivos en caso de ser mujer, años de educación académica, años de educación musical, si disfruta de la música y estilos musicales predilectos.

La planilla de evaluación de la emocionalidad consiste en una parrilla de 48 ítems, que indican las 48 imágenes que el sujeto verá, en la que

deberá marcar cuan emocional le parece cada una de las imágenes que ve en una escala de 10 puntos, que va desde 0 = nada emocionante a 10= muy emocionante.

En el recuerdo libre de las imágenes, el sujeto deberá escribir brevemente en una hoja la mayor cantidad de imágenes que recuerda haber visto, mencionándolas con una palabra o una frase corta.

La planilla de reconocimiento de estímulos consiste en una parrilla de 100 ítems, que indican las 100 imágenes que el sujeto verá, en la que deberá marcar con una cruz en caso de haber visto previamente la imagen o bien dejar el espacio en blanco en caso de que no la haya visto. Para esto, se les presentará a los participantes 100 imágenes, dentro de las cuales se encuentran incluidas las 48 originales intercaladas con 52 novedosas.

#### *Estímulos musicales*

Se utilizaron 3 estímulos musicales, uno para cada grupo. Para el estímulo musical activante se utilizó la sinfonía número 70 en D mayor, de Joseph Haydn (Kreutz, Ott, Teichmann, Osawa y Vaitl, 2008); para el relajante el canon en D mayor de Pachelbel (Knight y Rickard, 2001); mientras que el estímulo control fue ruido blanco (Rickard et al., 2012).

#### **Procedimiento**

Este estudio estuvo compuesto por varias fases, las cuales se encontraban divididas en 2 sesiones con una semana de intervalo entre cada una de ellas. En la primera sesión luego de la firma del consentimiento informado y de completar una hoja con datos personales, los participantes eran expuestos a las 48 imágenes de las IAPS, la mitad emocionales, la otra mitad neutras con una duración de 10 segundos cada una de ellas, a medida que iban observando las mismas completaban el cuestionario de emocionalidad. De modo inmediato escucharon el estímulo sonoro correspondiente a cada grupo: ruido blanco para el grupo control, una pieza de música relajante o activante para los 2 grupos experimentales, de este modo quedaron conformados 3 grupos: control (n =17), música activante (n = 19), música relajante (n = 18). Cada estímulo auditivo tuvo una duración de 3 minutos. Luego se les presentaba el siguiente cuestionario donde se les solicitaba que especifiquen en una palabra o frase corta la mayor cantidad de imágenes posibles que recordaran (fase de recuerdo libre inmediato). En una siguiente fase observaban las 48 imágenes originales intercaladas con 52 imágenes novedosas y debían completar en una planilla si cada una de las imágenes observadas había sido vista previamente o no (fase de reconocimiento inmediato). En la segunda sesión se repetían las fases de recuerdo libre y reconocimiento (fases de recuerdo libre y reconocimiento diferido). En la fase de reconocimiento diferido las 52 imágenes que se intercalaban

con las 48 originales eran diferentes a las utilizadas para el reconocimiento inmediato.

### **Análisis estadístico**

Se utilizó un análisis de varianza (ANOVA) para poder comparar a los tres grupos tanto en la medida de emocionalidad como en la de recuerdo libre y reconocimiento. El valor establecido de alfa fue  $p < 0.05$ .

### **Resultados**

Se eliminaron 12 participantes de los 66 originales debido a que no asistieron a la segunda sesión de evaluación o por consumo de sustancias psicoactivas en la última hora antes de la sesión de evaluación, tuvieron puntuaciones *outliers* en el cuestionario de emocionalidad o menos de 3 años de estudios musicales, quedando por ende una muestra de 54 sujetos.

De acuerdo a los datos demográficos evaluados mediante el cuestionario de datos personales, la muestra estuvo compuesta por sujetos con una media de estudios académicos de 16 años ( $\pm 1$ ), una media de estudios musicales de 7 años ( $\pm 1$ ), el 28% de la muestra estuvo compuesta por hombres mientras que el porcentaje restante eran mujeres, el 51% de ellos sólo estudiaba y los demás poseían un trabajo aparte.

En relación a la evaluación de la emocionalidad, como puede observarse en la Figura 1 las imágenes emocionales fueron puntuadas como más activantes que las neutras por los 3 grupos. No se hallaron diferencias significativas entre los grupos en esta medida de emocionalidad, lo cual nos indicaría que los estímulos fueron correctamente codificados por cada uno de los grupos. Estas observaciones fueron corroboradas por el análisis de varianza, que indicó un efecto de medidas repetidas (imágenes emocionales vs neutras)  $F(1, 51)=822$ ,  $p < 0.001$ , ninguno de los demás análisis arrojó diferencias estadísticamente significativas.

En la Figura 2 pueden observarse los resultados de la evaluación de recuerdo libre. Como puede visualizarse las imágenes emocionales fueron mayormente recordadas por los 3 grupos en comparación con las neutras. Además, los grupos que fueron expuestos a las diferentes piezas musicales recuerdan más cantidad de imágenes que el grupo control, tanto de las imágenes neutras como emocionales. Estas observaciones fueron corroboradas por el ANOVA de medidas repetidas, se halló un efecto principal de grupo  $F(2, 51)=9.86$ ,  $p < 0.001$ , así como un efecto de medidas repetidas (imágenes emocionales vs neutras)  $F(1, 51)=129.88$ ,  $p < 0.001$ . Los análisis *post hoc* indican que tanto el grupo activante como relajante se diferencian del grupo control ( $p < 0.01$ ), sin hallarse diferencias entre los grupos expuestos a las diferentes piezas musicales ( $p > 0.05$ ).

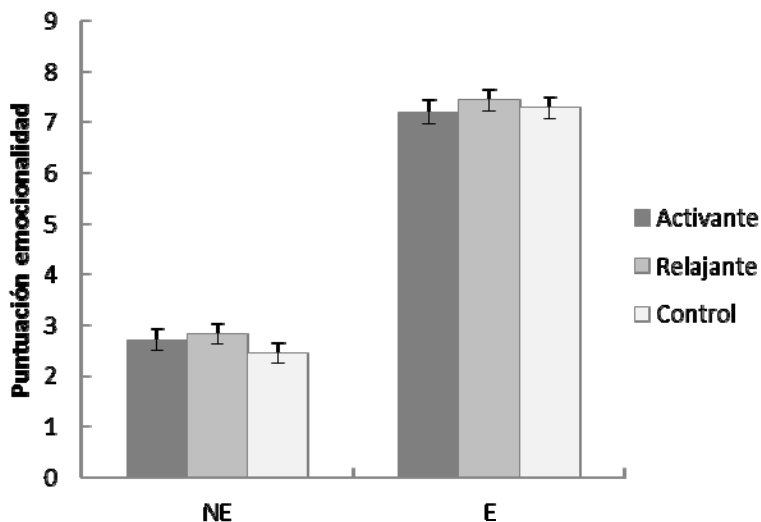


Figura 1. *Emocionalidad*. Se representa la medida de emocionalidad que los participantes le otorgaron a las imágenes observadas, siendo 0: nada emocionante y 10: muy emocionante. Control: Grupo de participantes que estuvo expuesto a ruido blanco. Activante: Sujetos que estuvieron expuestos a una pieza musical activante (Haydn). Relajante: Grupo de participantes que se expuso a pieza musical relajante (Pachelbel). NE: No emocional. E: Emocional.

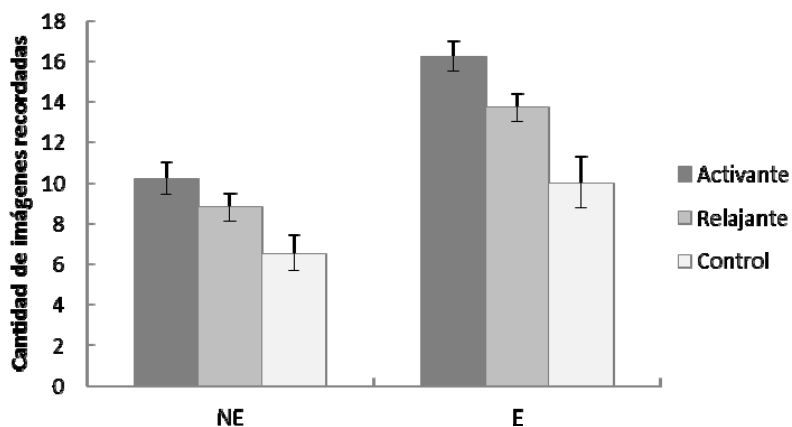


Figura 2. *Recuerdo libre inmediato*. Cantidad de imágenes recordadas de modo inmediato a la presentación del estímulo auditivo por los 3 grupos, tanto de las imágenes no emocionales (NE) como emocionales (E). Control: Grupo de participantes que estuvo expuesto a ruido blanco. Activante: Sujetos que estuvieron expuestos a una pieza musical activante (Haydn). Relajante: Grupo de participantes que se expuso a pieza musical relajante (Pachelbel).

En la medida de recuerdo libre diferido se observa el mismo patrón de resultados que para el recuerdo libre inmediato, es decir que las imágenes emocionales son mayormente recordadas que las neutras y los grupos expuestos a los dos estilos musicales tienen un mejor recuerdo de ambos tipos de estímulos (Figura 3). El ANOVA de medidas repetidas indica un efecto principal de grupo  $F(2, 51)=10.82, p<0.001$ , y de medidas repetidas  $F(1, 51)=99.6, p<0.001$ . Los análisis *post hoc* también indican el mismo patrón que para el recuerdo inmediato, ambos grupos expuestos a la música se diferencian de aquel que escuchó el ruido blanco ( $p<0.01$ ), sin diferencias entre los grupos que escucharon las piezas musicales ( $p>0.05$ ).

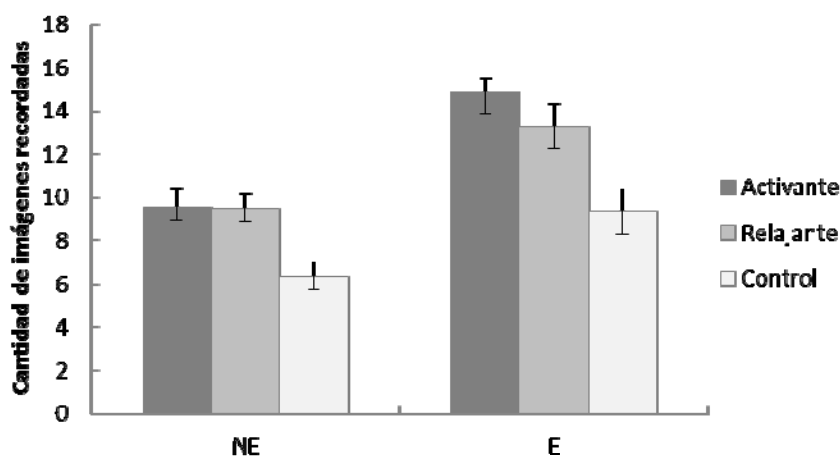


Figura 3. Recuerdo libre diferido. Cantidad de imágenes recordadas de modo diferido (una semana después de la primera sesión) a la presentación del estímulo auditivo por los 3 grupos, tanto de las imágenes no emocionales (NE) como emocionales (E). Control: Grupo de participantes que estuvo expuesto a ruido blanco. Activante: Sujetos que estuvieron expuestos a una pieza musical activante (Haydn). Relajante: Grupo de participantes que se expuso a pieza musical relajante (Pachelbel).

En la medida de reconocimiento inmediato el ANOVA de una vía no indica diferencias entre los grupos ( $p>0.05$ ; Figura 4). Por otra parte, el ANOVA de una vía para la medida de reconocimiento diferido (Figura 5) arroja diferencias entre los grupos  $F(2, 53)=5.09, p<0.05$  y los análisis *post hoc* señalan que el grupo activante se diferencia del grupo relajante ( $p<0.05$ ), ninguna de las demás comparaciones muestra efectos significativos ( $p>0.05$ ).

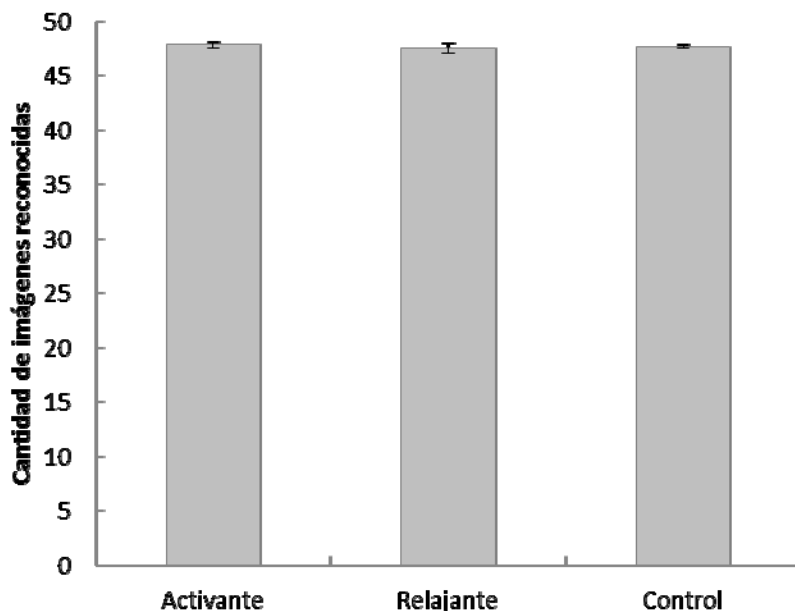


Figura 4. Reconocimiento inmediato. Cantidad de imágenes recordadas de modo inmediato por los 3 grupos. Control: Grupo de participantes que estuvo expuesto a ruido blanco. Activante: Sujetos que estuvieron expuestos a una pieza musical activante (Haydn). Relajante: Grupo de participantes que se expuso a pieza musical relajante (Pachelbel).

### Discusión

El objetivo de este trabajo fue evaluar como diferentes piezas musicales modulaban la consolidación de la memoria en participantes con estudios musicales avanzados. El principal hallazgo de este estudio indicó que la música modula la memoria, tanto emocional como no emocional.

La memoria y las emociones se encuentran estrechamente vinculadas, por ejemplo, estímulos tales como fotografías, imágenes, palabras o historias que poseen contenido emocional se retienen más, en comparación con estímulos neutros (Cahill, Prins, Weber y McGaugh, 1994; Ferré Romeu, 2002; Redondo y Fernández-Rey, 2010). Por ello en primera instancia es importante resaltar que tanto en el recuerdo libre inmediato como diferido observamos que las imágenes con contenido emocional se recordaron en mayor medida que las neutras, replicando una vasta cantidad de hallazgos de la literatura.



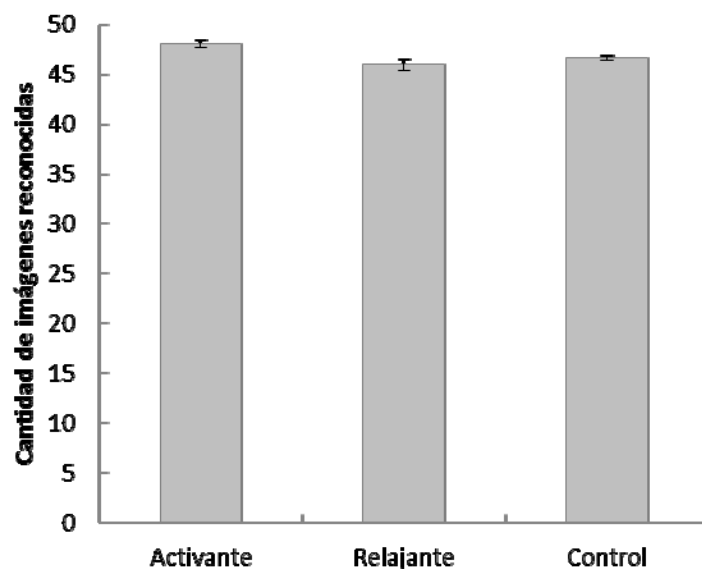


Figura 5. Reconocimiento diferido. Cantidad de imágenes recordadas de modo diferido (una semana después) por los 3 grupos Control: Grupo de participantes que estuvo expuesto a ruido blanco. Activante: Sujetos que estuvieron expuestos a una pieza musical activante (Haydn). Relajante: Grupo de participantes que se expuso a pieza musical relajante (Pachelbel).

Tanto la pieza de música relajante como activante mejoraron el recuerdo inmediato y diferido, para las imágenes emocionales como no emocionales. Se esperaba que la pieza relajante menguara el recuerdo de las imágenes emocionales y que la pieza activante mejorara la consolidación de la memoria, sin embargo los resultados indicaron que ambas piezas musicales mejoraron la memoria emocional como no emocional, esto puede deberse a que la muestra en la cual se realizó este estudio es de sujetos con una experiencia musical elevada. Las investigaciones que compararon las diferencias cerebrales entre músicos y no músicos adultos revelaron diferencias estructurales y funcionales en áreas cerebrales relevantes desde el punto de vista musical (Justel y Diaz-abraham, 2012), como por ejemplo, áreas sensoriomotoras (Elbert, Pantev, Wienbruch, Rockstroh y Taub, 1995; Gaser y Schlaug, 2003; Schlaug, 2001), áreas auditivas (Bermúdez y Zatorre, 2005; Gaab y Schlaug, 2003; Zatorre, 1998) y áreas de integración multimodal (Bangert y Schlaug, 2006; Gaser y Schlaug, 2003; Sluming et al., 2002). Estas diferencias se observaron debido a que convertirse en un músico habilidoso requiere un gran entrenamiento y el tipo de aprendizaje que conlleva implica desarrollar una gran cantidad de facultades (por ejemplo, per-

cepción, memoria y destrezas motoras). Estas habilidades desarrolladas por los músicos inducen conexiones e interacciones entre diferentes áreas cerebrales. Las diferencias estructurales observadas entre los cerebros de músicos vs no músicos implican el engrosamiento de diversas áreas en aquellos sujetos con entrenamiento musical, por ejemplo, la porción anteromedial del giro de Heschl, el cuerpo calloso, el plano temporal, cambios en materia gris que implican una mayor plasticidad (Luders, Gaser, Jancke y Schlaug, 2004).

Debido a estos hallazgos de diferencias estructurales y funcionales en los cerebros de músicos y no músicos es sumamente relevante realizar futuros estudios con el mismo procedimiento en sujetos no músicos para poder observar si se mantiene el mismo patrón de resultados o si se pueden observar diferencias entre el recuerdo de músicos vs no músicos.

## Referencias

- Bangert, M. y Schlaug, G. (2006). Specialization of the specialized in features of external human brain morphology. *European Journal of Neuroscience*, 24, 1832–1834.
- Bermudez, P. y Zatorre, R. (2005). Differences in gray matter between musicians and nonmusicians. *Annals of New York Academy of Sciences*, 1060, 395–399.
- Buchanan, T. W. y Lovallo, W. R. (2001). Enhanced memory for emotional material following stress-level cortisol treatment in humans. *Psychoneuroendocrinology*, 26, 307–317.
- Cahill, L. y McGaugh, J.L. (1995). A novel demonstration of enhanced memory associated with emotional arousal. *Consciousness and Cognition*, 4, 410–421.
- Cahill, L., Gorski, L. y Le, K. (2003). Enhanced Human Memory Consolidation With Post-Learning Stress: Interaction With the Degree of Arousal at Encoding. *Learning & Memory*, 10, 270–274.
- Cahill, L., Prins, B., Weber, M. y McGaugh, J.L. (1994).  $\beta$ -adrenergic activation and memory for emotional event. *Nature*, 371, 702–704.
- de Quervain, D., Roozendaal, B., Muller-Spahn, F. y Hock, C. (2000). Cortisol impairs free recall of long-term declarative memory in healthy human subjects. *Psychoneuroendocrinology*, 25(1), S51.
- Elbert, T., Pantev, C., Wienbruch, C., Rockstroh, B. y Taub, E. (1995). Increased cortical representation of the fingers of the left hand in string players. *Science*, 270, 305–307.
- Ferreu Romeu, P. (2003). Recuerdo de imágenes emocionales y niveles de procesamiento. *Psicothema*, 14(3), 591–593.
- Gaab, N. y Schlaug, G. (2003). Musicians differ from nonmusicians in brain activation despite performance matching. *Annals of New York Academy of Sciences*, 999, 385–388.
- Gaser, C. y Schlaug, G. (2003). Brain Structures Differ between Musicians and Non-Musicians. *Journal of Neuroscience*, 23(27), 9240–9245.
- Judde, S. y Rickard, N. (2010). The effect of post-learning presentation of music on long term word list retention. *Neurobiology of Learning and Memory*, 94, 13–20.
- Knight, W. y Rickard, N. (2001). Relaxing music prevents stress-induced increases in subjective anxiety, systolic blood pressure, and heart rate in healthy males and females. *Journal of music therapy*, XXXVIII(4), 254–272.

- Kreutz, G., Ott, U., Teichmann, D., Osawa, P. y Vaitl, D. (2008) Using music to induce emotions: Influences of musical preference and absorption. *Psychology of music*, 36, 101-126.
- McGaugh, J. L. y Roozendaal, B. (2002) Role of adrenal stress hormones in forming lasting memories in the brain. *Current Opinion in Neurobiology*, 12, 205-210.
- McGaugh, J. y Roozendaal, B. (2009). Emotional hormones and memory modulation. *Encyclopedia of neuroscience*, 933-940.
- Lang, P.J., Bradley, M.M. y Cuthbert, B.N. (1995). International affective picture system (IAPS): affective ratings of pictures and instruction manual. Technical Report A-6. Gainesville, FL: University of Florida.
- Luders, E., Gaser, C., Jancke, L. y Schlaug, G. (2004). A voxel-based approach to gray matter asymmetries. *NeuroImage*, 22, 656-664.
- Redondo, J. y Fernández-Rey, J. (2010). Reconocimiento de fotografías de contenido emocional: Efectos de la valencia cuando se controla el arousal. *Psicológica*, 31(1), 65-86.
- Rickard, N., Wing Wong, W. y Velik, L. (2012). Relaxing music counters heightened consolidation of emotional memory. *Neurobiology of Learning & Memory*, 97, 220-228.
- Rodríguez, S. M., Schafé, G. E. y LeDoux, J. E. (2004). Molecular mechanisms underlying emotional learning and memory in the lateral amygdala. *Neuron*, 44, 75-91.
- Roozendaal, B. (2000). Glucocorticoids and the regulation of memory consolidation. *Psychoneuroendocrinology*, 25(3), 213-238.
- Roozendaal, B. (2002). Stress and memory: Opposing effects of glucocorticoids on memory consolidation and memory retrieval. *Neurobiology of Learning and Memory*, 78(3), 578-595.
- Schlaug, G. (2001). The brain of musicians. A model for functional and structural adaptation. *Annals of New York Academy of Sciences*, 930, 281-299.
- Sluming, V., Barrick, T., Howard, M., Cezayirli, E., Mayes, A. y Roberts, N. (2002). Voxel-based morphometry reveals increased gray matter density in Broca's area in male symphony orchestra musicians. *NeuroImage*, 17, 1613-1622.
- Zatorre, R. (1998). Functional specialization of human auditory cortex for musical processing. *Brain*, 121, 1817-1818.