

MEJORA DE LA MEMORIA GRACIAS AL ENTRENAMIENTO MUSICAL EN NIÑOS EN EDAD PRESCOLAR

**MARÍA BENITEZ¹, VERONIKA DÍAZ ABRAHAN^{1,2}, LETICIA SARLI¹,
MAXIMILIANO BOSSIO¹, FAVIO SHIFRES³, NADIA JUSTEL¹**

Resumen

El entrenamiento musical genera divergencias neuroanatómicas y funcionales en los sujetos, y se encuentra documentado que esto puede propiciar diferencias en el desempeño de las funciones cognitivas. Debido a ello el objetivo de estos estudios fue evaluar el efecto del entrenamiento musical activo o receptivo por un período de 4 o 10 semanas, en la memoria emocional de niños de 4 y 5 años. Durante 4 o 10 semanas los niños recibieron la experiencia musical activa o receptiva. Posteriormente, observaron 24 imágenes emocionales o neutras y calificaron su valencia y excitación. Inmediatamente después, se realizó una prueba de recuerdo libre y de reconocimiento. Una semana después de las pruebas inmediatas se realizó una prueba de recuerdo libre y reconocimiento diferido. Los resultados indicaron que los niños recordaron más imágenes emocionales que neutras, siendo las negativas las más recordadas. Y, los niños con entrenamiento activo tuvieron un mejor recuerdo y reconocimiento que los infantes con entrenamiento receptivo. Además, los niños de 5 años mostraron un mayor recuerdo que los de 4. Los datos extraídos, de relevancia social, clínica y educativa, señalan que el entrenamiento musical tiene un efecto positivo en la memoria de un niño en edad preescolar.

Palabras clave: Entrenamiento Musical, Niños, Memoria, Emoción.

Abstract

Musical training generates anatomical and functional divergences in subjects; it is documented that these changes could propitiate differences in the cognitive function's performance. Due to this, the goal of this study was to evaluate the effect of active or receptive musical training in emotional memory of pre-schoolers. For 4 or 10 weeks, children received an active or receptive musical training. After that, they watched 24 emotional or neutral images and they rated their valence and arousal. Immediately after a free recall and recognition tests were evaluated. One week after the free recall and recognition test were repeated (delayed test). The main results indicated that children remembered more emotional than neutral images, the negative images were the best remembered. Children with active training had a better recall and recognition than children with receptive training. Besides, 5 years old children remembered more images than 4 years old children did. The results are clinically, socially and educationally relevant, and they indicated that musical training had a positive effect on memory of pre-schoolers.

Key words: Musical Training, Children, Memory, Emotion.

¹ Laboratorio Interdisciplinario de Neurociencia Cognitiva (LINC). Centro de Estudios Multidisciplinarios en Sistemas Complejos y Ciencias del Cerebro (CEMSC). Universidad Nacional de San Martín (UNSAM). Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET).

² Universidad Nacional de Córdoba.

³ Laboratorio para el Estudio de la Experiencia Musical (LEEM). Departamento de Música, Facultad de Bellas Artes, Universidad Nacional de La Plata

Introducción

El entrenamiento musical estimula la plasticidad sináptica, lo cual puede ser observado en las diferencias neuroanatómicas, funcionales y comportamentales encontradas entre músicos y no músicos, así como también entre músicos en sí mismos, debido al tipo específico de instrumento en el cual el sujeto se haya especializado (Bangert & Schlaug, 2006; Elbert, Pantev, Wienbruch, Rockstroh, & Taub, 1995; Gaser & Schlaug, 2003; Justel & Diaz Abrahan, 2012; Schlaug, Norton, Overy, & Winner, 2005). Estas divergencias pueden observarse tanto en adultos como en niños (Forgeard, Winner, Norton, & Schlaug, 2008; Hyde et al., 2009). Con una semana de entrenamiento las diferencias comienzan a emerger y las mismas son más pronunciadas cuanto mayor entrenamiento tenga la persona (Gaab, Gaser, & Schlaug, 2006) así como también son más significativas cuanto antes haya empezado su entrenamiento el sujeto (Elbert et al., 1995; Pantev et al., 1998).

El efecto que el entrenamiento musical tiene en otros dominios es comúnmente denominado transferencia, y puede dividirse en transferencia cercana y lejana (Forgeard et al., 2008; Schellenberg, 2004). La primera hace referencia a la similitud que hay entre las habilidades musicales y los otros dominios evaluados, por ejemplo, transferencia desde el entrenamiento musical hacia habilidades motoras o coordinación motora (Hyde et al., 2009; Fujioka, Ross, Kakigi, Pantev, & Trainor, 2006; Schlaug et al., 2005). En este tipo de transferencia la investigación es sólida. En relación a la transferencia lejana los resultados encontrados son mixtos. Implica que el dominio estudiado no se relaciona de modo lineal con el entrenamiento musical. Este tipo de transferencia se ha documentado en las habilidades espaciales, verbales, coeficiente intelectual así como habilidades matemáticas (Bilhartz, Bruhn, & Olson, 2000; Chan, Ho, & Cheung, 1998; Costa-Giomi, 1999; Ho, Cheung, & Chan, 2003; Schellenberg, 2004; Scott, 1992; Shahin, Roberts, Chau, Trainor, & Miller, 2008).

El entrenamiento musical puede ser dividido en receptivo y activo. En el primero la persona es un receptor de la música y sus elementos, y responde a la experiencia de modo verbal o con el silencio (Bruscia, 1998; Grocke & Wigram, 2007; Justel, O'Connor, & Rubinstein, 2015). El activo incluye experiencias en las cuales el sujeto hace música además de percibirla (Diaz Abrahan & Justel, 2015; Trainor, Gao, Lei, Lehtovaara, & Harris, 2009; Young & Glover, 1998). Los resultados investigados hasta el momento implican al entrenamiento activo, pero el receptivo o la comparación entre ellos no ha sido vastamente investigada. Según los antecedentes el entrenamiento activo debería más efectivo (Gold, Wigram & Elefant, 2010), pero este tema permanece sin resolución.

Es un hecho fuertemente documentado que la memoria para ítems emocionales es mayor que para aquellos neutros (Bradley, Greenwald, Petry & Lang, 1992; Cahill & McGaugh, 1995, 1998; Justel, Psyrdellis, & Ruetti, 2013; McGaugh & Roozendaal, 2009). Hay dos dimensiones que pueden afectar el mayor efecto de la memoria debido a su contenido emocional: la valencia (el ítem o evento a ser recordado es positivo, negativo o neutro) y el nivel de activación o arousal (el ítem produce baja o alta activación en el organismo). Hay una falta de consenso en relación a estos dos componentes: algunos autores plantean que el arousal sería la dimensión más relevante, mientras otros abogan por la valencia (Adelman & Estes, 2013; Kensinger & Corkin, 2003). La investigación indica que los ítems negativos son mejor recordados que los positivos (Alexander et al., 2010; Hua et al., 2014; Leventon & Bauer, 2016; Van Bergen, Wall, & Salmon, 2015); y que la edad es un predictor fiable del desempeño en la memoria (Cordon, Melinder, Goodman, & Edelstein,

2013, pero vea también Alexander et al., 2010). Una gran cantidad de evidencia ha evaluado estos fenómenos en adultos (e.g. McIntyre, McGaugh, & Williams, 2012; Roozendaal & McGaugh, 2011). Pero cómo la valencia y el arousal influyen en la memoria para información emocional en los niños no ha sido vastamente investigado, por lo cual es relevante desentrañar estas cuestiones generando un adecuado control experimental sobre la valencia y el arousal que permita un examen más completo de la emoción y la memoria. Cómo los niños procesen la información emocional es relevante para el estudio normativo del desarrollo así como también para el estudio de la psicopatología (Otgaar, Candel & Merckelbach, 2008; Solomon, DeCicco, & Dennis, 2012).

El objetivo de este trabajo es examinar el efecto del entrenamiento musical activo y receptivo por un periodo de 4 o 10 semanas sobre la memoria emocional de niños de 4 y 5 años de edad. Se espera que los chicos recuerden más imágenes emocionales que neutras (efecto de arousal). Además, que recuerden más las imágenes negativas que las positivas (efecto de valencia). Por otro lado, se predice que, debido a los patrones esperables de desarrollo, los niños de mayor edad rindan mejor que los niños más pequeños. Finalmente, se espera que el patrón de recuerdo se vea afectado por el entrenamiento musical, siendo más pronunciadas las diferencias con el entrenamiento activo y que cuanto más tiempo de entrenamiento tenga el niño, mayores sean las diferencias (4 vs 10 semanas).

Metodología

Participantes

Participaron un total de 184 niños de 4 y 5 años de edad, 45% de ellos eran varones ($M_{\text{age4}} = 58.53$, $SD=0.55$, $M_{\text{age5}} = 69.19$, $SD=0.47$). Antes de comenzar con la investigación se obtuvo la aprobación de los jardines participantes y luego se realizó una reunión con los padres para explicarles el estudio y aclarar las dudas que pudieran tener. Los padres observaron las imágenes que verían sus hijos y de estar de acuerdo en participar del estudio firmaron un consentimiento informado. Luego de ello se comenzó con la intervención. Las familias eran de clase económica media-baja con español como lengua nativa.

Materiales

Se usó un set de 72 imágenes apropiadas para niños seleccionadas de las IAPS (International Affective Picture System; Lang, Bradley & Cuthbert, 1995). Veinticuatro de esas imágenes eran de contenido placentero/positivo (por ejemplo un helado¹), 24 eran de contenido negativo/displacentero (i.e. un niño llorando²) y 24 eran de contenido neutro (e.g., escenas de naturaleza³). Veinticuatro de esas imágenes fueron usadas para evaluar valencia y arousal (activación), las cuales fueron consideradas las imágenes target (blanco) mientras que las otras 48 imágenes fueron usadas para el reconocimiento (inmediato y diferido). Dentro de cada condición emocional la mitad de las imágenes contenían humanos y la mitad no (para controlar los sesgos que se producen al procesar imágenes con sujetos humanos, Leventon & Bauer, 2016). La tarea se administró usando una presentación Power Point y los estímulos fueron presentados en un monitor de 14". Los chicos estaban sentados a 60cm de la computadora.

Procedimiento

El protocolo consta de 3 etapas para el estudio 1 y de 5 etapas para el estudio 2.

Estudio 1:

1. Entrenamiento musical por un período de 4 semanas (receptivo o activo);
2. Luego que los chicos completaran el entrenamiento musical se llevaron a cabo los test. Cada nene era retirado de clase y llevado a un cuarto silencioso para ser evaluado de modo individual. Se sentaban con el monitor de la computadora enfrente y se les mostraban 24 imágenes de a una por vez (8 neutras, 8 positivas y 8 negativas mezcladas de modo aleatorio). Debido a que se encuentra reportado (Solomon et al., 2012) que para algunos nenes es difícil entender el sistema de evaluación usado por Lang (Self Assessment Manikin, SAM, Lang et al., 1992) se decidió usar caritas neutras, felices y tristes para facilitarles la tarea a los nenes (Fig. 1) y con esas caritas se evaluó la valencia y arousal de las imágenes. En cada una de las imágenes el nene debía señalar que carita le correspondía según como él se sentía (triste, neutra o contenta), esto era usado para evaluar valencia. Para analizar estos datos un 1 le corresponde a la cara triste, un 2 a la neutra y un 3 a la contenta.

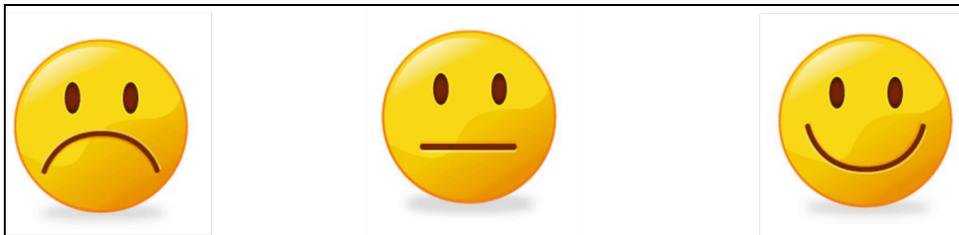


Figura 1.

Luego de seleccionar la Valencia el investigador le mostraba 5 caritas de diferente tamaño, desde una muy pequeña a una grande y el nene debía indicar cuánta alegría, cuan contento lo ponía la imagen (o triste o neutro). Esto se usaba para evaluar arousal y se analizó esta información en una escala de 1 a 5, siendo 1 el puntaje de la carita más pequeña y 5 la mayor (la Fig. 2 tiene un ejemplo de las caritas usadas para evaluar arousal de la valencia feliz). Una vez que el nene evaluaba valencia y arousal de las 24 imágenes el investigador le preguntaba qué imágenes recordaba de las que recién habían observado (recuerdo libre inmediato). Luego de ello las 24 imágenes target eran mezcladas con 24 novedosas y ellos tenían que decir si la habían visto previamente o no (reconocimiento inmediato). Toda esta fase tomó alrededor de 20 minutos.

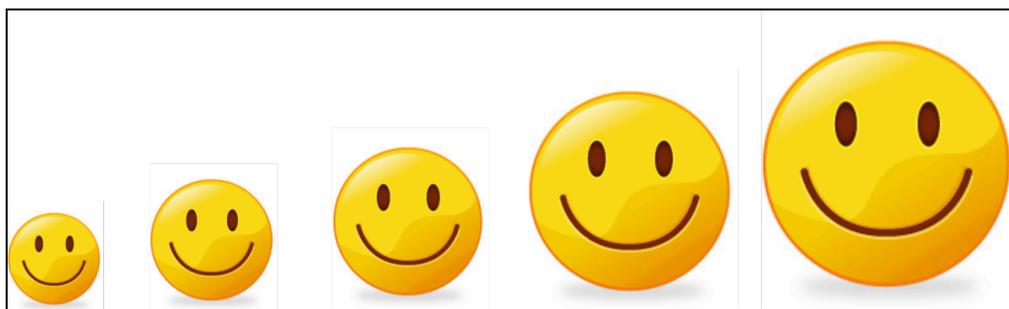


Figura 2.

3. Luego de una semana de intervalo se volvía a evaluar el recuerdo libre y reconocimiento diferido de las imágenes observadas. Esta fase tenía una duración de 10 minutos aproximadamente.

Estudio 2:

1. Observación y calificación de valencia y arousal de las imágenes, recuerdo libre y reconocimiento inmediato de las imágenes observadas (del mismo modo que para la fase 2 del estudio 1);
2. Luego de una semana de intervalo recuerdo libre y reconocimiento diferido de las imágenes observadas;
3. Entrenamiento musical por un período de 10 semanas;
4. Observación y calificación de valencia y arousal de las imágenes, recuerdo libre y reconocimiento inmediato de las imágenes observadas (del mismo modo que para la fase 2 del estudio 1);
5. Luego de una semana de intervalo recuerdo libre y reconocimiento diferido de las imágenes observadas

Entrenamiento Musical

El entrenamiento tomó lugar en los jardines de los nenes, por un período de 4 o 10 semanas, con dos encuentros por semana de media hora cada una. Ambos entrenamientos tenían el mismo contenido curricular, pero dictados desde diferentes perspectivas. El entrenamiento receptivo estaba diseñado con actividades que implicaban escuchar, identificar y reconocer los diferentes elementos musicales del discurso, como discriminación de voces humanas (mujer, hombre, niño); identificación de diferentes intensidades de sonidos; discriminación de tomos graves y agudos; reconocimiento de escalas ascendentes y descendentes, entre otras tareas. Por su parte, el entrenamiento activo implicó hacer música, mediante actividades de imitación; reproducción y creación de sonidos musicales; interpretación de canciones; reproducción de sonidos de diferentes intensidades; exploración sonora de los instrumentos con diferentes tonos, etc. Ambos entrenamientos fueron llevados a cabo por un musicoterapeuta calificado. Debido a que había dos tipos de entrenamiento (activo vs receptivo) y dos edades diferentes (4 y 5 años), se conformaron 4 grupos en

cada uno de los estudios: Nenes de 4 años con entrenamiento receptivo (4REC), niños de 4 años con entrenamiento activo (4ACT), nenes de 5 años con entrenamiento receptivo (5REC) y niños de 5 años con entrenamiento activo (5ACT).

Análisis de datos

El estudio 1 fue analizado con análisis de varianza de medidas repetidas (ANOVA MR). El Entrenamiento (Activo vs Receptivo) y la Edad (4 vs 5 años) fueron los factores inter sujeto, mientras que las Imágenes (Neutras, Positivas o Negativas) fue la MR. Se usaron análisis post-hoc (LSD) cuando fuera pertinente para analizar los efectos principales y las interacciones significativas. El cuadrado Eta parcial (η^2p) se usó para estimar el tamaño del efecto.

En el estudio 2 no se cumplían los supuestos de homogeneidad y normalidad por lo cual se usaron análisis no paramétricos para analizar los datos. Se usó la U de Mann-Whitney para analizar diferencias entre grupos y Wilcoxon para estudiar diferencias intra grupo.

El valor de alfa fue de 0.05 y el paquete estadístico SPSS se usó para computar los datos.

Resultados

Estudio 1

Valencia

Los nenes debían indicar entre 3 caritas la Valencia de cada imagen (Fig. 1). Como se observa en la Fig. 3 los nenes calificaron las imágenes positivas por encima de las neutras y las negativas por debajo de las neutras. Los análisis estadísticos confirmaron estas impresiones. El ANOVA indicó un efecto significativo de Edad [$F(1,104)=1.72$, $p<0.047$, $\eta^2p=0.037$], Imagen [$F(2,208)=931.94$, $p<0.0001$, $\eta^2p=0.9$] y la interacción de Edad x Imagen también resultó significativa [$F(2,208)=3.53$, $p<0.031$, $\eta^2p=0.033$].

Los análisis *Post Hoc* mostraron que los nenes de 4 años calificaron las imágenes neutrales por encima que los nenes de 5 años [$F(1,104)=8.16$, $p<0.005$, $\eta^2p=0.073$]. Además, los *Post Hoc* indicaron que los nenes de 4 años calificaron las imágenes positivas por encima de las neutrales y estas últimas por encima de las negativas [$F(2,103)=361.68$, $p<0.0001$, $\eta^2p=0.875$]. El mismo patrón de resultados se observó en los nenes de 5 años [$F(2,103)=406.77$, $p<0.0001$, $\eta^2p=0.888$].

Las imágenes positivas fueron calificadas por encima de las negativas y las neutras cayeron en medio de ellas. Este patrón se observó en ambas edades. Los resultados indican que el sistema de caras es un procedimiento confiable para evaluar valencia en nenes pequeños.

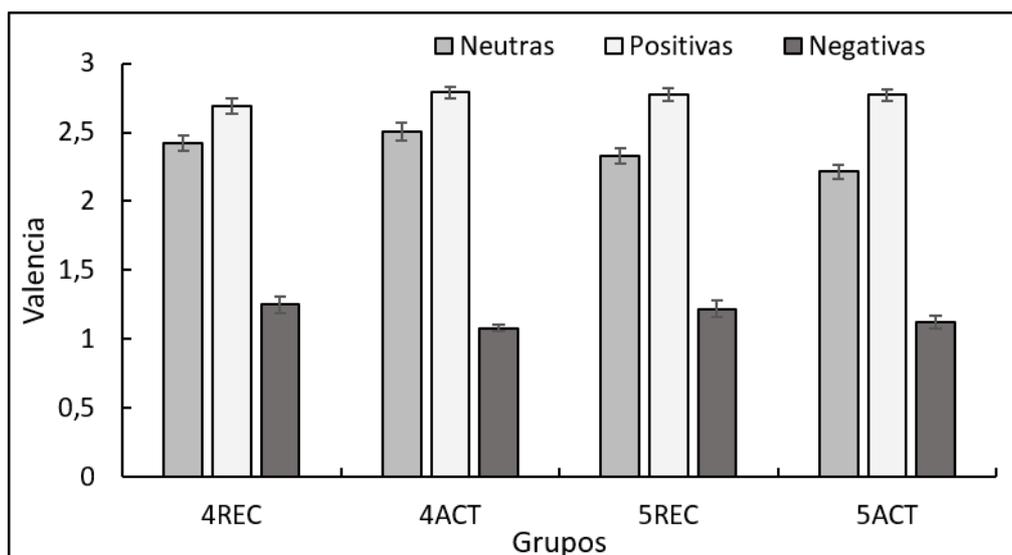


Figura 3. Valencia emocional que los nenes le dieron a las imágenes.

Arousal

Los nenes tenían que calificar en una escala de 1 a 5 (con caras pequeñas a grandes) cuan emocionales les parecían las imágenes. Los resultados principales indicaron que las imágenes emocionales fueron calificadas como más activantes que las neutras y que este efecto se vio afectado por el entrenamiento musical que había recibido el nene (Fig. 4). El ANOVA indicó un efecto principal de Entrenamiento [$F(1,104)=15.81$, $p<0.0001$, $\eta^2p=0.132$], Imagen [$F(2,208)=18.36$, $p<0.0001$, $\eta^2p=0.15$], la interacción de Entrenamiento x Edad también resultó significativa [$F(1,104)=5.71$, $p<0.003$, $\eta^2p=0.08$] así como la interacción de Imágenes x Entrenamiento [$F(2,208)=8.11$, $p<0.0001$, $\eta^2p=0.07$].

Los análisis *Post Hoc* indicaron que el grupo 4ACT calificó como más emocionales las imágenes que el grupo 4REC [$F(1,104)=23.92$, $p<0.0001$, $\eta^2p=0.187$]. Además, los *Post Hoc* indicaron diferencias entre 4ACT y 5ACT [$F(1,104)=5.82$, $p<0.018$, $\eta^2p=0.053$].

Los *Post Hoc* para evaluar la interacción Entrenamiento x Imagen indicaron que los nenes con el entrenamiento activo calificaron las imágenes positivas y negativas como más activantes que los nenes que recibieron el entrenamiento receptivo [$F(1,104)=21.68$, $p<0.0001$, $\eta^2p=0.173$; $F(1,104)=15.27$, $p<0.0001$, $\eta^2p=0.128$].

Además, en el entrenamiento receptivo las imágenes positivas fueron calificadas como más activantes que las negativas y las neutras [$F(2,103)=9.43$, $p<0.0001$, $\eta^2p=0.155$]. En el entrenamiento activo las imágenes neutras fueron calificadas como menos activantes que las negativas y positivas [$F(2,103)=17.25$, $p<0.0001$, $\eta^2p=0.251$].

En conclusión, las imágenes emocionales fueron calificadas como más emocionales que las neutras en ambas edades. Además, el entrenamiento activo calificó como más emocionales las imágenes que el receptivo. Nuevamente las caritas fueron un sistema confiable de evaluar arousal en nenes pequeños.

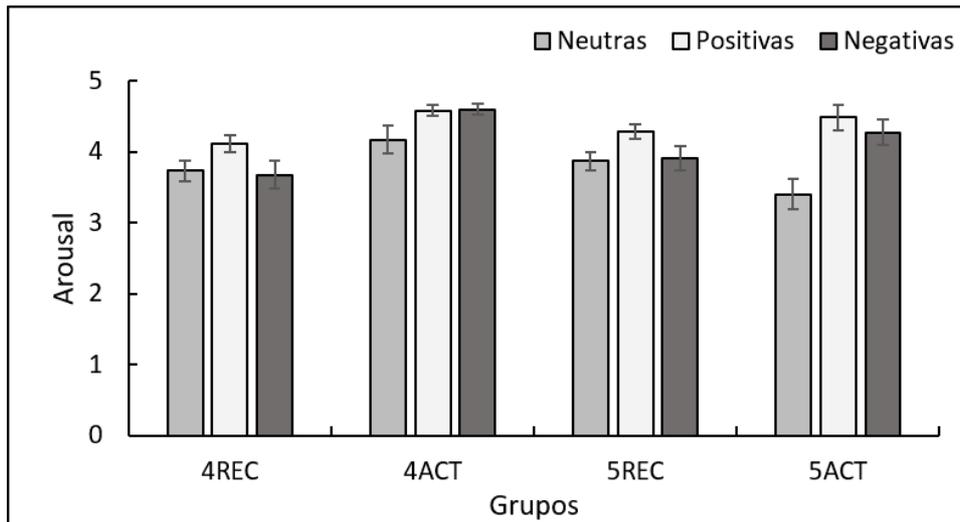


Figura 4. Nivel de activación que las imágenes les produjeron a los nenes.

Recuerdo Libre Inmediato

Inmediatamente luego de que los nenes evaluaran Valencia y arousal el investigador les preguntó que imágenes recordaban haber visto, los resultados están en la Fig. 5. De modo general, las imágenes emocionales fueron mejor recordadas que las neutras y los nenes de 5 años se desempeñaron mejor que los de 4. El ANOVA mostró un efecto principal de Imagen [$F(2,208)=9.903$, $p<0.0001$, $\eta^2p=0.087$] con diferencias significativas entre imágenes positivas y negativas ($p=0.047$), negativas y neutras ($p<0.0001$), y positivas y neutras ($p=0.027$). Además, se halló un efecto significativo de Edad [$F(1,104)=6.22$, $p<0.014$, $\eta^2p=0.086$]. Ningún otro análisis arrojó diferencias significativas ($p>0.05$).

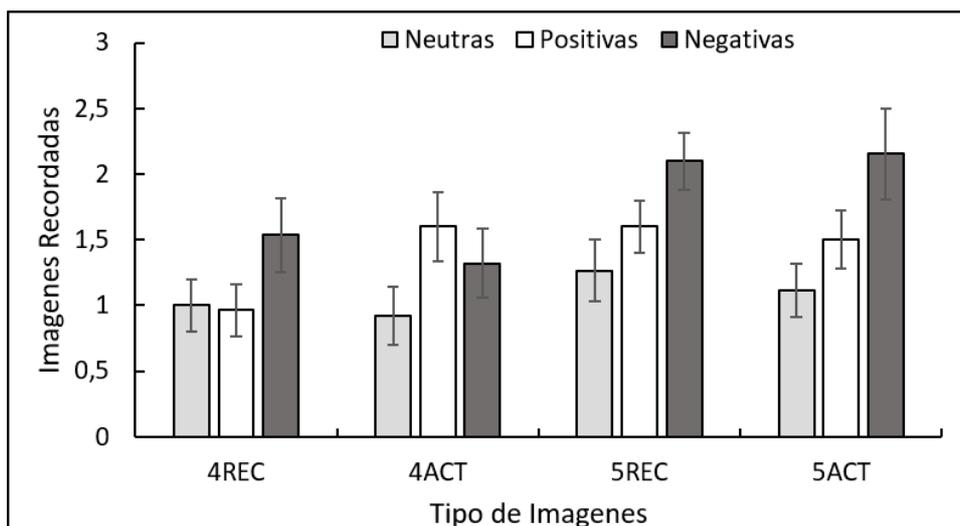


Figura 5. Cantidad de imágenes recordadas de modo inmediato.

Reconocimiento Inmediato

Para evaluar reconocimiento las 24 imágenes originales se entremezclaron 24 novedosas y los niños debían indicar cuáles recordaban y cuáles no. Los análisis estadísticos indican que no hubo diferencias entre los grupos ($p>0.05$).

Recuerdo libre diferido

Los tests diferidos se realizaron luego de una semana de la realización de los test inmediatos. En la Fig. 6 se observa que las imágenes emocionales son mejor recordadas que las neutras y que los niños de 5 años se desempeñaron mejor que los de 4. El ANOVA indicó un efecto significativo de Imagen [$F(2,208)=30.59$, $p<0.0001$, $\eta^2p=0.227$], con diferencias entre imágenes neutras y positivas ($p=0.004$), neutras y negativas ($p<0.0001$), y positivas y negativas ($p<0.0001$). Además el ANOVA indicó un efecto significativo de Edad [$F(1,104)=11.59$, $p<0.001$, $\eta^2p=0.10$]. Ningún otro análisis arrojó diferencias significativas ($p>0.05$).

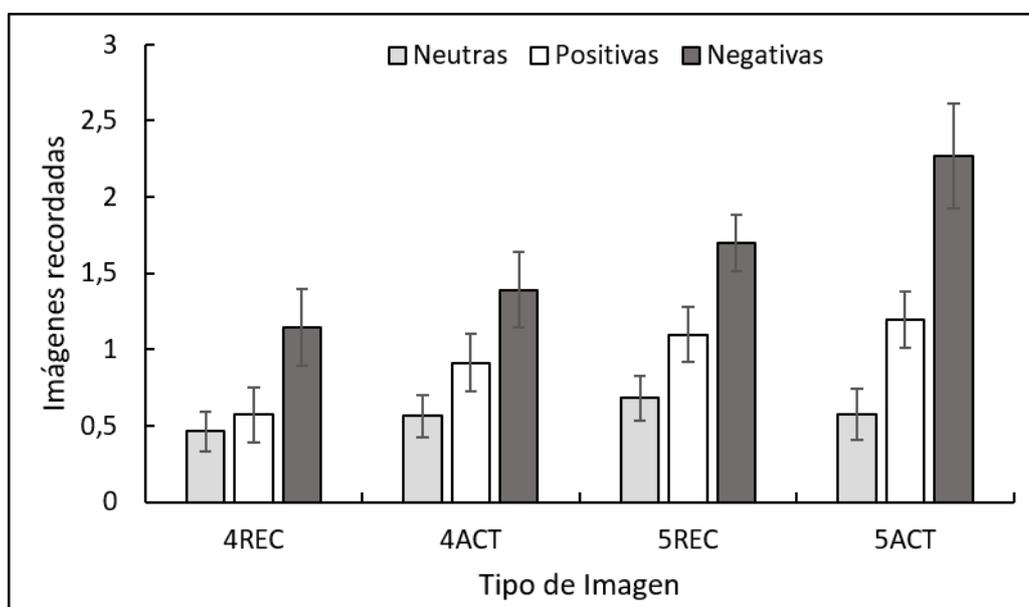


Figura 6. Cantidad de imágenes recordadas luego de una semana.

Reconocimiento Diferido

En la Fig. 7 se ilustran los resultados del test de reconocimiento. Los entrenamientos activos se desempeñaron mejor que los receptivos (en ambas edades). El ANOVA indicó un efecto principal de Entrenamiento [$F(1,104)=7.64$, $p<0.007$, $\eta^2p=0.068$] y la triple interacción también resultó significativa [$F(2,208)=3.51$, $p<0.032$, $\eta^2p=0.018$].

Los test *Post Hoc* indicaron que el grupo 4ACT reconoció más imágenes positivas que el grupo 4REC [$F(1,104)=7.84$, $p<0.006$, $\eta^2p=0.07$]. El grupo 5ACT reconoció más imágenes neutras que el grupo 5REC [$F(1,104)=8.8$, $p<0.004$, $\eta^2p=0.078$]. El grupo 4REC reconoció más imágenes neutras que el grupo 5REC [$F(1,104)=7.61$, $p<0.007$, $\eta^2p=0.068$]. El grupo 4REC reconoció más imágenes neutras que positivas.

El grupo 5RECreconoció más imágenes positivas que negativas y neutras. De modo general, los resultados indican que el entrenamiento activo mejoró el reconocimiento en ambas edades.

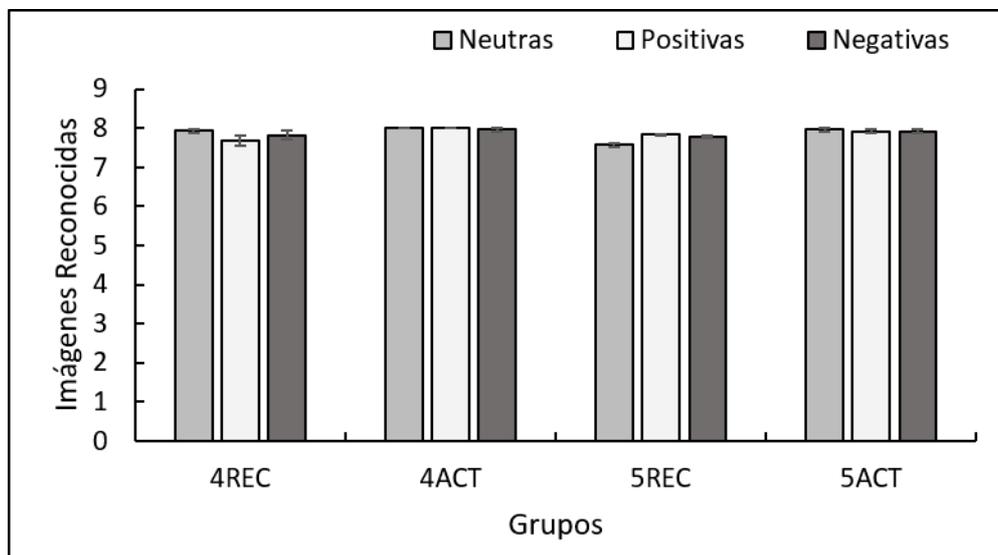


Figura 7. Cantidad de imágenes reconocidas luego de una semana.

Estudio 2

Valencia

Tanto de modo previo como posterior al entrenamiento musical los niños calificaron las imágenes positivas como más emocionales que las neutras y éstas a su vez como más activantes que las negativas. Esto puede observarse en las Fig. 8 (valencia pre tratamiento) y Fig. 9 (valencia post entrenamiento). Los test de Wilcoxon arrojaron los siguientes resultados:

Para el grupo 4REC los análisis indicaron que las imágenes negativas se calificaron por debajo de las neutras ($Z=-4.29$, $p<0.0001$); las imágenes positivas estuvieron calificadas por encima de las neutras ($Z=-3.32$, $p=0.001$); y de las negativas ($Z=-4.3$, $p<0.0001$). De modo posterior al tratamiento musical se repitió el mismo patrón que de modo previo a la intervención musical [diferencias post tratamiento entre imágenes negativas y neutras ($Z=-4.29$, $p<0.0001$); imágenes positivas vs neutras ($Z=-2.69$, $p=0.007$); imágenes positivas vs negativas ($Z=-4.29$, $p<0.0001$)].

En el grupo 4ACT las imágenes positivas fueron calificadas por encima de las neutras ($Z=-3.54$, $p<0.0001$) y de las negativas ($Z=-3.68$, $p<0.0001$), además las imágenes neutras estuvieron por encima de las negativas ($Z=-3.61$, $p<0.0001$). Este mismo patrón se repitió luego de la intervención musical [Diferencias entre imágenes negativas y neutras ($Z=-3.83$, $p<0.0001$); imágenes positivas vs neutras ($Z=-2.98$, $p=0.003$); imágenes positivas vs negativas ($Z=-3.82$; $p<0.0001$)].

En el grupo 5REC de modo previo a la intervención musical, así como posteriormente a ella, se halló el mismo patrón en formato de escalera, es decir las imágenes positivas por sobre las neutras y negativas y a su vez las neutras sobre las

negativas [pre tratamiento diferencias entre imágenes negativas y neutras ($Z=-3.64$, $p<0.0001$); imágenes positivas vs neutras ($Z=-3.65$, $p<0.0001$); imágenes positivas vs negativas ($Z=-3.64$, $p<0.0001$). Diferencias post tratamiento entre imágenes negativas y neutras ($Z=-3.36$, $p=0.001$); imágenes positivas vs neutras ($Z=-3.09$, $p=0.002$); imágenes positivas vs negativas ($Z=-3.41$; $p=0.001$)].

Para el grupo 5ACT se halló de modo previo al entrenamiento musical que las imágenes positivas se calificaron por encima de las negativas y que las neutras estuvieron también calificadas por encima de las negativas [Diferencias significativas pre tratamiento entre imágenes negativas y neutras ($Z=-3.53$, $p<0.0001$); imágenes positivas vs negativas ($Z=-3.52$, $p<0.0001$)]. Las mismas diferencias se hallaron luego de la intervención musical [diferencias post tratamiento entre imágenes negativas y neutras ($Z=-3.53$, $p=0.001$); imágenes positivas vs negativas ($Z=-3.52$; $p<0.0001$)].

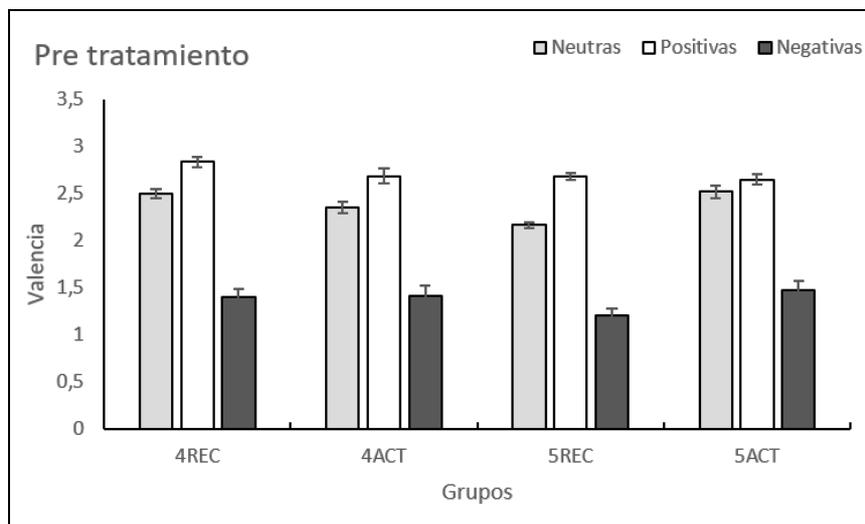


Figura 8. Valencia dada a cada tipo de imagen por cada uno de los grupos previo a la intervención musical de 10 semanas.

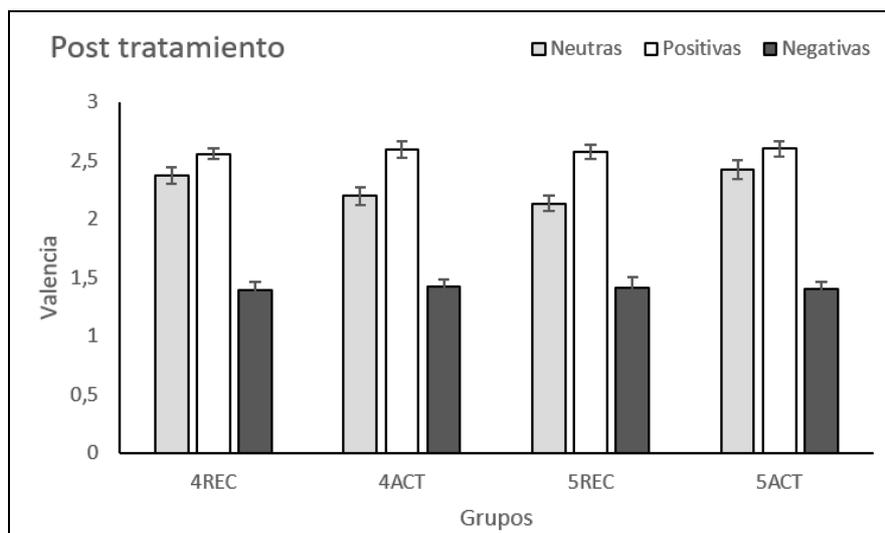


Figura 9. Valencia dada a cada tipo de imagen por cada uno de los grupos luego de la intervención musical de 10 semanas.

En relación a la comparación entre medidas pre vs post tratamiento se halló que el grupo 5REC calificó como con mayor valencia las imágenes negativas luego de la intervención musical que antes de ella ($Z=-2.13$, $p=0.033$). En el grupo 4REC se encontró que luego de la intervención las imágenes positivas fueron calificadas con menor valencia que antes del entrenamiento en música ($Z=-3.74$, $p<0.0001$). Ver Fig. 10 y 11 para observar los resultados de comparaciones.

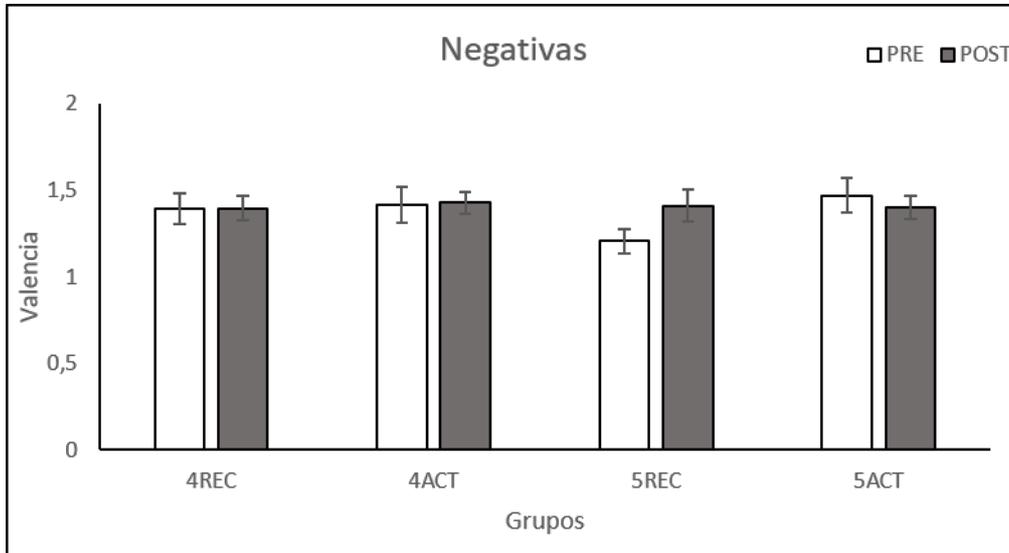


Figura 10. Comparación de la valencia dada a las imágenes negativas pre vs post entrenamiento musical.

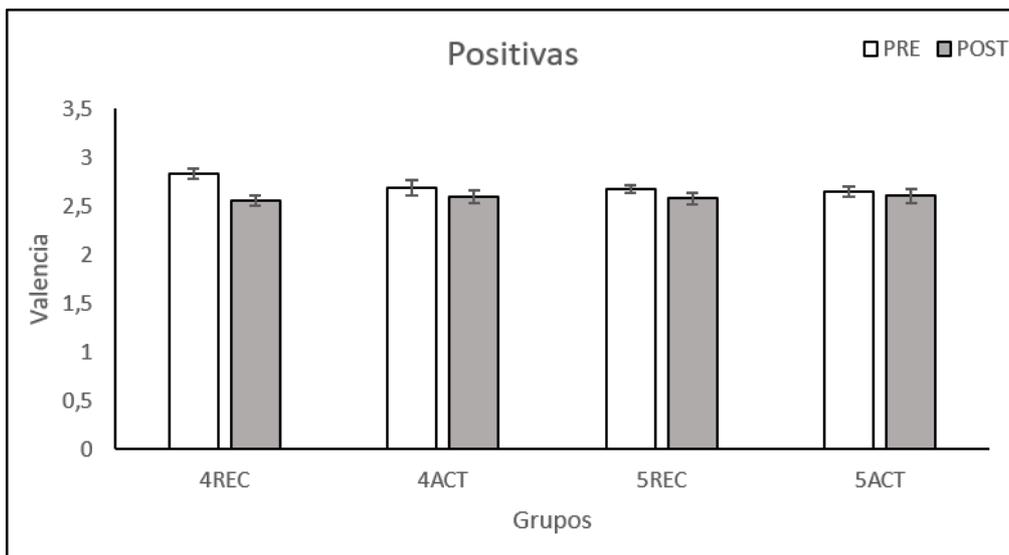


Figura 11. Comparación de la valencia dada a las imágenes positivas pre vs post entrenamiento musical.

Arousal

En las Fig. 12 a 15 se encuentran graficados los resultados que se detallarán a continuación. En el grupo de 4 años con entrenamiento musical receptivo las imágenes positivas fueron calificadas como más activantes de modo previo al entrenamiento en comparación a luego de él ($Z=-2.49$, $p=0.013$). En el grupo de 4 años con el entrenamiento activo se observó el mismo patrón en las imágenes positivas (mostrando una tendencia, $p=0.052$) y negativas ($Z=-2.41$, $p=0.016$).

Previo al entrenamiento en el grupo de 5 años con entrenamiento receptivo las imágenes positivas fueron calificadas como más activantes que las neutras ($Z=-2.49$, $p=0.013$) y que las negativas ($Z=-2.03$, $p=0.043$).

En el grupo de 5 años con entrenamiento activo de música las imágenes negativas fueron evaluadas como más activantes que las positivas luego de la intervención musical ($Z=-2.22$, $p=0.026$).

De modo general de modo posterior al entrenamiento las imágenes fueron calificadas como menos activantes que de modo previo a la intervención, esto podría deberse a que no era la primera vez que observaban las imágenes mostrando por ende un efecto de carry-over.

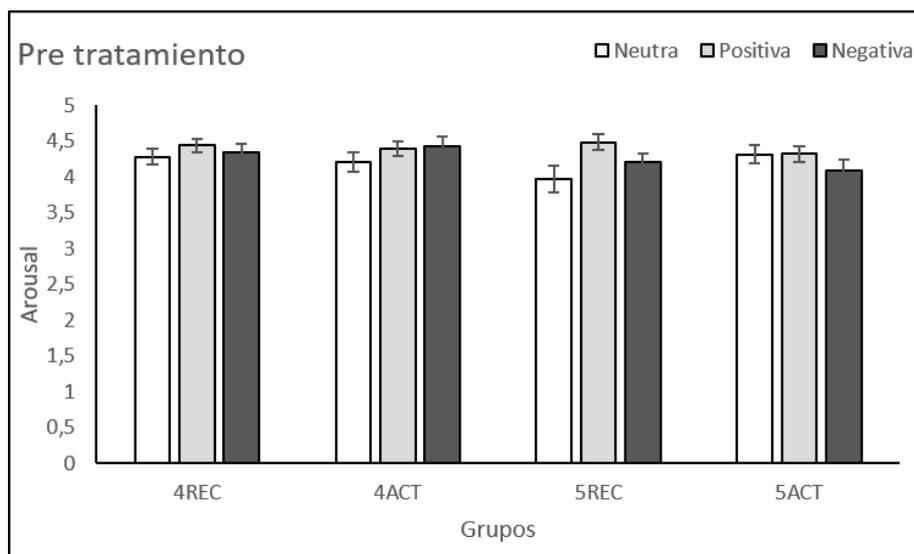


Figura 12. Arousal pre entrenamiento.

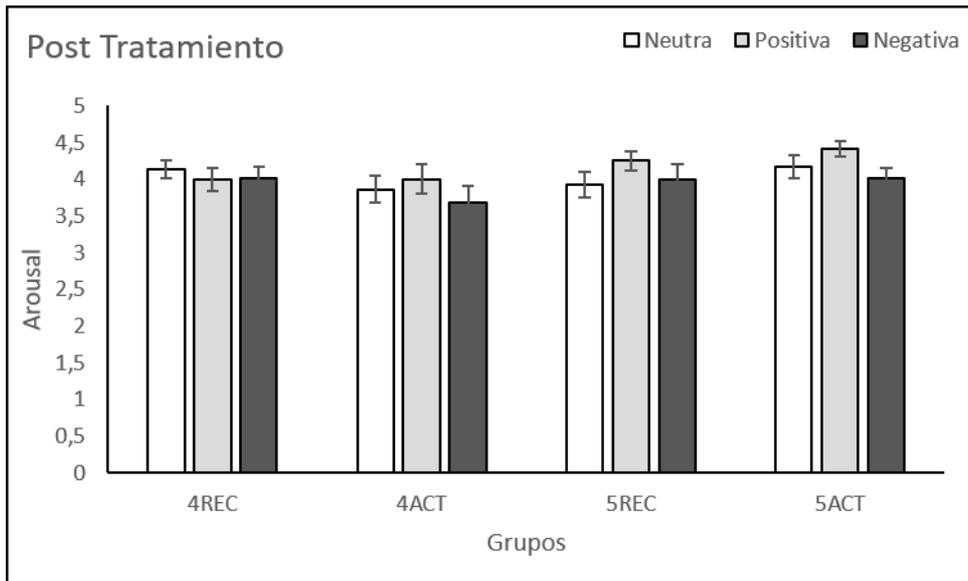


Figura 13. Arousal post tratamiento.

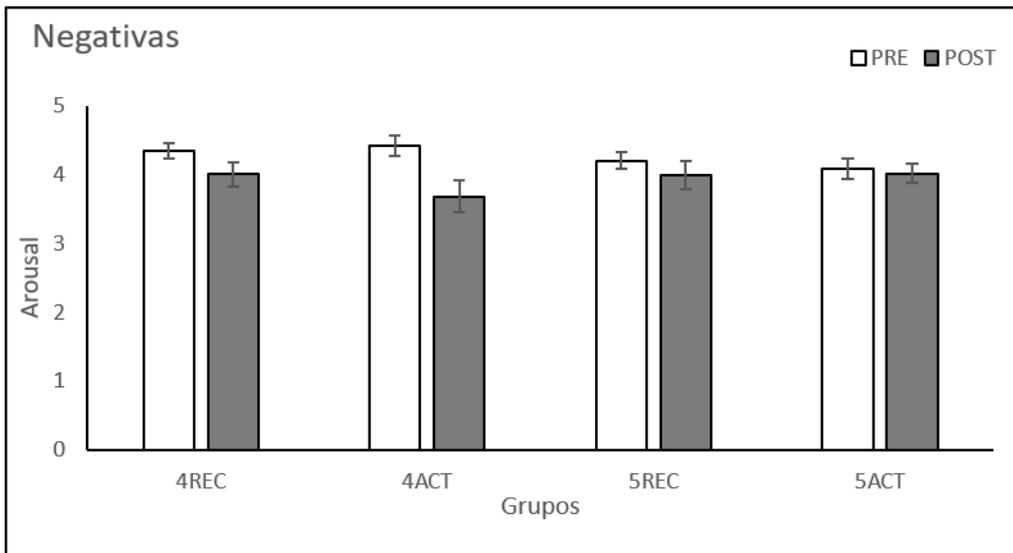


Figura 14. Comparación del arousal para imágenes negativas de modo previo vs posterior a la intervención musical.

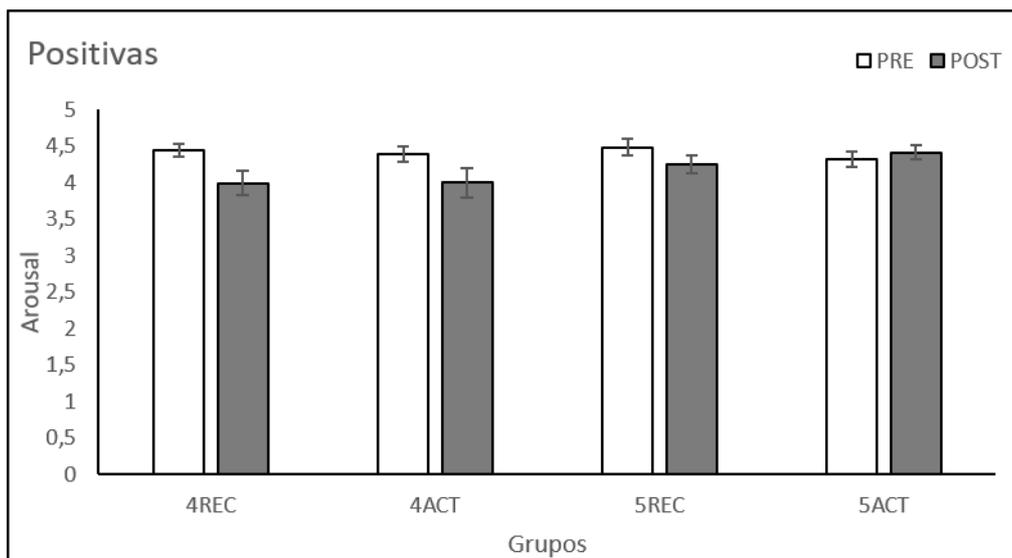


Figura 15. Comparación del arousal para imágenes positivas de modo previo vs posterior a la intervención musical.

Recuerdo Libre Inmediato

Los resultados que se detallarán a continuación son acerca de las imágenes que recordaron los niños de modo inmediato a la observación de las imágenes. En las Fig. 16 a 18 se encuentran graficados los mismos.

En el grupo de 4 años con entrenamiento receptivo de modo posterior al entrenamiento los niños recordaron más cantidad de imágenes neutras que antes de la intervención ($Z=-2.1$, $p=0.036$). En el grupo de 4 años con entrenamiento activo no se observaron diferencias ($p>0.05$).

En el grupo de 5 años con entrenamiento receptivo se observó el mismo patrón que para los niños de 4 años con el mismo entrenamiento, es decir mayor recuerdo de imágenes neutras luego de la intervención, sin embargo, el análisis estadístico no llegó a la significación, solo denotando una tendencia ($p=0.063$). En este grupo de modo posterior al entrenamiento las imágenes positivas fueron menos recordadas que las neutras y que las negativas ($Z=-2.12$, $p=0.034$).

En el grupo de 5 años con entrenamiento musical activo se observó una tendencia a que las imágenes negativas sean mayormente recordadas que las neutras, tanto antes como después de la intervención musical ($p=0.051$).

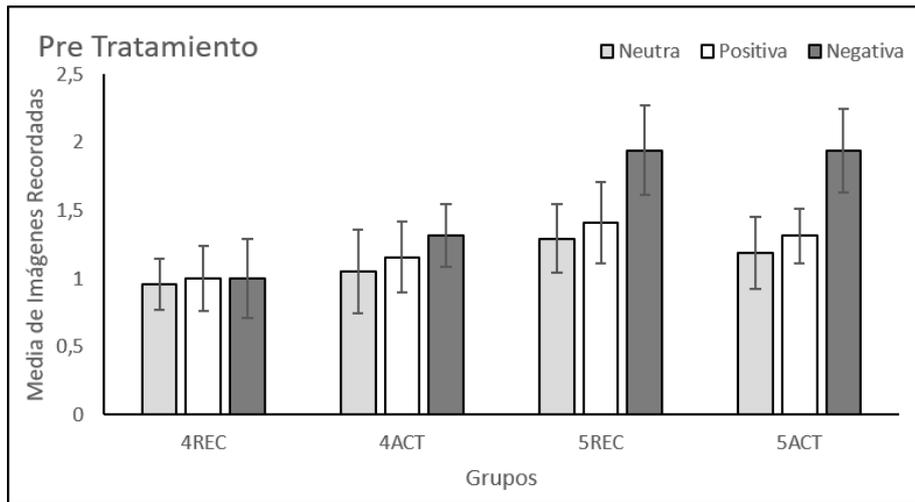


Figura 16. Recuerdo libre inmediato previo a la intervención musical. Se detallan la media de imágenes recordadas para cada grupo en base al tipo de imagen.

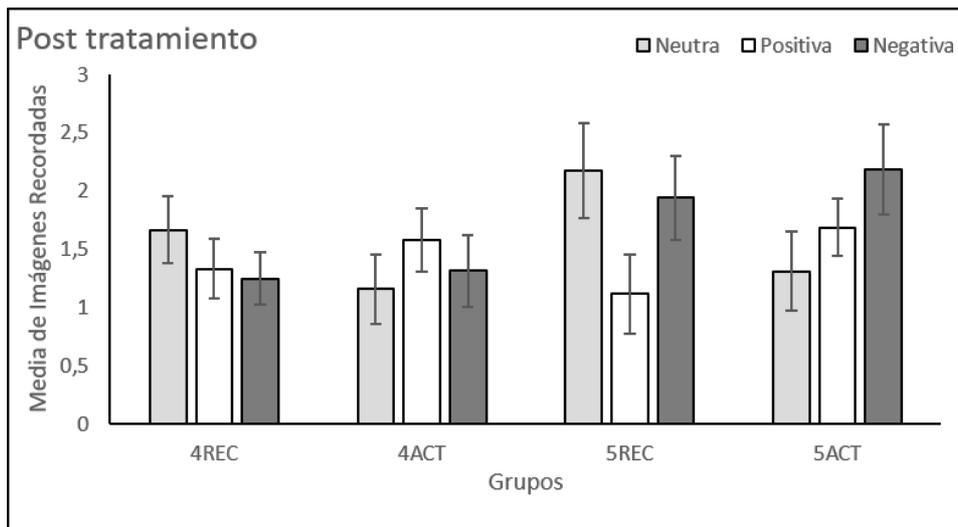


Figura 17. Recuerdo libre inmediato posterior a la intervención musical. Se detallan la media de imágenes recordadas para cada grupo en base al tipo de imagen.

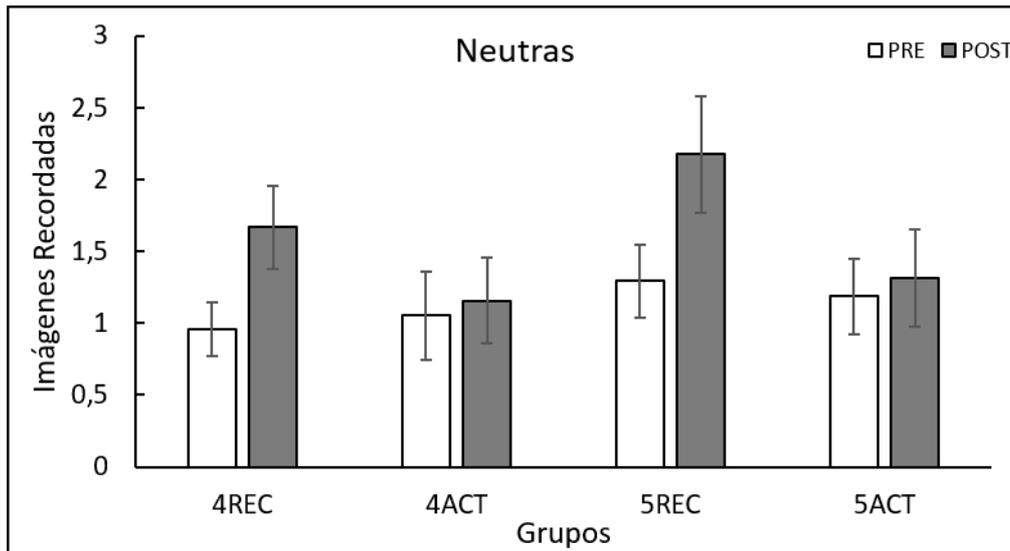


Figura 18. Comparación de la media de cantidad de imágenes neutras recordadas para cada uno de los grupos de modo previo vs posterior a la intervención musical.

Reconocimiento inmediato

En esta evaluación los niños tenían que reconocer entre 48 imágenes aquellas que habían visto previamente. No se encontraron diferencias en ninguno de los grupos para esta medida ($p > 0.05$).

Recuerdo libre diferido

Luego de una semana se volvía a preguntar a los niños que imágenes recordaban de las vistas la semana anterior. En las Fig. 19 a 22 se encuentran graficados los resultados.

El grupo de 4 años con entrenamiento receptivo mostró una tendencia a recordar más imágenes neutras de modo post intervención ($p = 0.051$).

Por su parte el grupo de la misma edad, pero con entrenamiento activo recordó más imágenes negativas luego de la intervención que previamente a ella ($Z = -2.51$, $p = 0.012$). Además, luego de las 10 semanas de entrenamiento se observó una tendencia a recordar más imágenes negativas que neutras y positivas ($p = 0.057$).

En relación a los niños de 5 años de edad con entrenamiento musical receptivo se halló un mayor recuerdo de imágenes neutras de modo posterior a la intervención ($Z = -2.35$, $p = 0.019$). De modo previo al entrenamiento las imágenes negativas fueron mayormente recordadas que las neutras ($Z = -2.53$, $p = 0.01$).

En los niños de la misma edad, pero con entrenamiento activo luego de la intervención de 10 semanas recordaron mayor cantidad de imágenes negativas ($Z = -2.17$, $p = 0.03$).

De modo general puede notarse que el entrenamiento musical mejoró la memoria de los niños luego de la intervención prolongada.

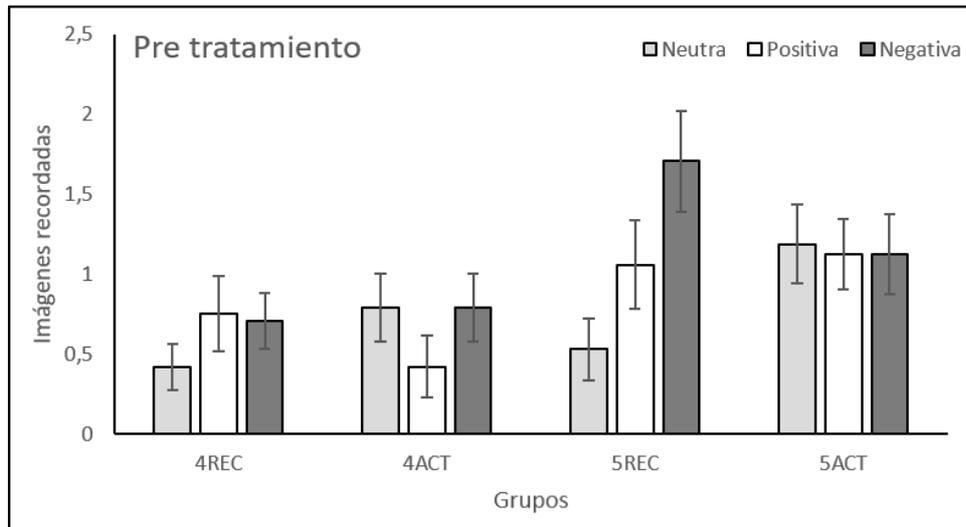


Figura 19. Media de imágenes recordadas de modo diferido, antes de la intervención musical de 10 semanas.

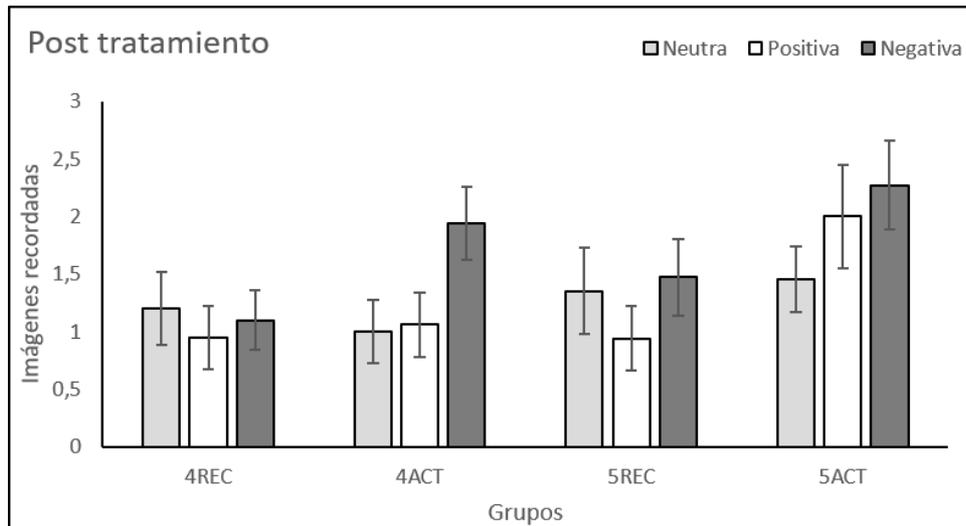


Figura 20. Media de imágenes recordadas de modo diferido, posterior a la intervención musical de 10 semanas.

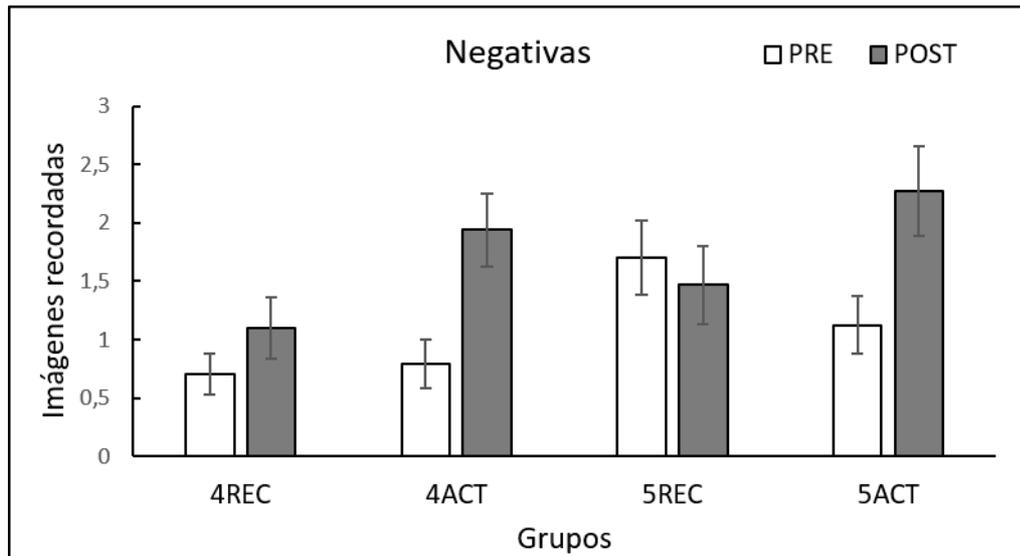


Figura 21. Media de imágenes negativas recordadas de modo comparativo pre vs post intervención.

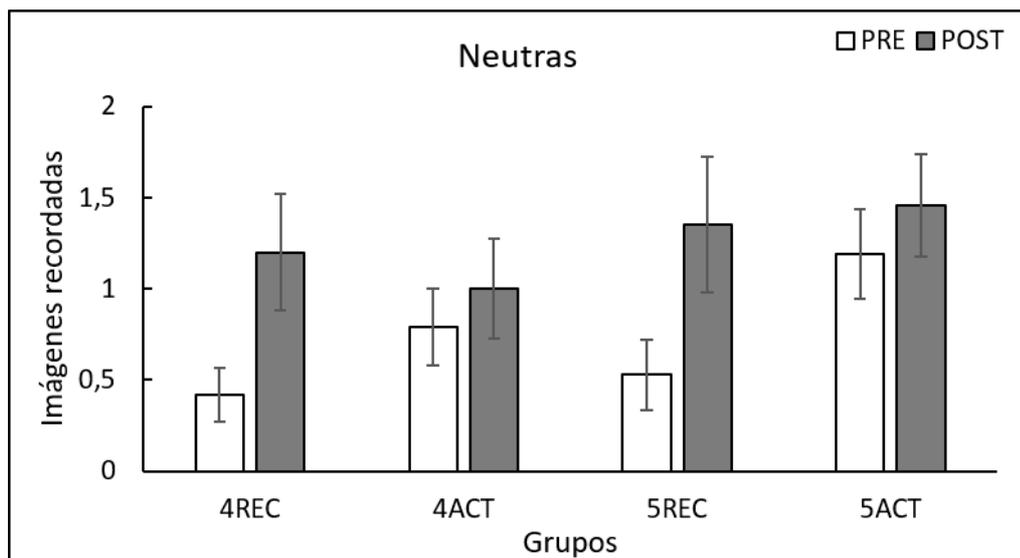


Figura 22. Media de imágenes neutras recordadas de modo comparativo pre vs post intervención.

Reconocimiento diferido

Luego de una semana los nenes debían indicar de un conjunto de 48 imágenes cuales habían visto previamente y cuáles no. Se halló que los nenes de 4 años de edad con entrenamiento musical activo reconocieron más cantidad de imágenes positivas luego de la intervención que previo a ella ($Z=-2.14$, $p=0.038$, Fig. 23). Los demás análisis no arrojaron diferencias significativas ($p>0.05$).

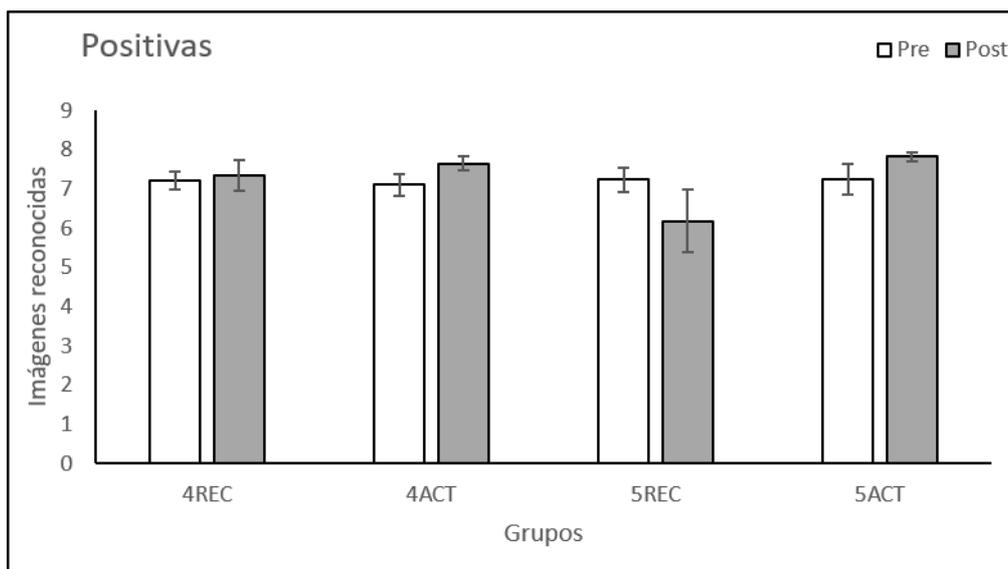


Figura 23. Imágenes positivas reconocidas por los grupos de modo comparativo pre vs post intervención musical.

Discusión

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del entrenamiento musical tanto activo como receptivo en la memoria emocional de niños de 4 y 5 años, luego de 4 y 10 semanas de actividad musical. Los principales resultados indicaron que las imágenes emocionales fueron más activantes que las neutras. A su vez, las imágenes emocionales fueron más recordadas que los estímulos neutros. Por otra parte, las imágenes negativas resultaron más activantes y más recordadas que las positivas. En cuanto a las diferencias dependiendo de la edad, los niños de 5 años presentaron un mejor rendimiento que los niños de 4 años. Finalmente, el entrenamiento activo resultó más efectivo que el receptivo en lo que refiere a la modulación de la memoria emocional.

Existen antecedentes que establecen la dificultad de evaluar, en niños pequeños, la valencia y el arousal emocional de imágenes a través del uso de una de las herramientas más utilizadas en el campo (self-assessment manikin; Bradley et al., 1992). Por esta razón, en el presente trabajo se empleó un sistema de caras, que es más adecuado para el abordaje con niños. A través del uso de caras, los niños podían valorar imágenes negativas entre las positivas y negativas. Las imágenes negativas fueron calificadas con el mínimo y las positivas con la máxima puntuación. No se encontraron diferencias en la valoración de las imágenes dependiendo de la edad de los niños. Una limitación de este estudio fue que se utilizaron tres caras para la evaluación de la valencia, en los próximos estudios sería importante la incorporación de una herramienta con 5 caras, para tener un sistema de puntuación más escalonado. Sin embargo, el protocolo de caras fue una herramienta confiable para evaluar la valencia en niños pequeños.

Para evaluar el arousal o nivel de activación emocional, se utilizó un protocolo de 5 caras. Los resultados indicaron que el sistema fue adecuado para la evaluación emocional de cada imagen, por parte de los niños. En términos generales, las imágenes emocionales fueron calificadas como más activantes que las neutras, sin encontrar diferencias por edad. Por otra parte, los resultados indicaron que los chicos

que participaron de un entrenamiento activo percibieron las imágenes emocionales como más activantes que aquellos niños del entrenamiento receptivo. Dilucidando estos resultados en el entrenamiento receptivo, las imágenes positivas fueron calificadas como más emocionales que las negativas y las neutras (entre las últimas no hubo diferencias). En el entrenamiento activo, las imágenes negativas y positivas fueron calificadas como más emocionales que las neutras, sin diferencias en las imágenes positivas y negativas. Finalmente, en cuanto a la prolongación del entrenamiento se encontraron diferencias con respecto a la línea de base del estudio de 10 semanas de entrenamiento, ya que los niños calificaron como menos activantes las imágenes vistas luego de la intervención, esto podría deberse a que no era la primera vez que observaban las imágenes mostrando por ende un efecto de arrastre o carry-over, aspecto a ser evaluado en próximos estudios.

La amígdala es el corazón de las emociones, tanto positivas como negativas (Cahill et al., 2001). Es la estructura involucrada durante la percepción y producción musical. El entrenamiento musical genera alteraciones en el procesamiento conductual y neuronal ante diferentes emociones (Park et al., 2014), a su vez los estímulos musicales son uno de los desencadenantes más intensos de fuertes emociones (Rickard, 2004). Las emociones inducidas por la música reclutan los circuitos de la recompensa y motivación, incluyendo el cerebro anterior basal, cerebro medio y regiones orbitofrontales, así como también la amígdala (Blood & Zatorre, 2001). Estas vías son activadas diferencialmente dependiendo si la actividad musical es activa o receptiva (Zatorre, Chen & Penhune, 2007), siendo más acentuado este efecto en las experiencias activas ya que interviene el sistema motor, así como también interacciones auditiva-motora. Cuanto más involucrado este el niño en el entrenamiento musical, mayor será la implicancia emocional, lo que puede ser observado en los niños que recibieron un entrenamiento activo, los cuales calificaron las imágenes como más emocionales que aquellos pares que participaron de las actividades receptivas.

En las medidas de recuerdo libre (inmediato y diferido) del estudio de 4 semanas de entrenamiento musical, las imágenes emocionales fueron más recordadas que las neutras, además los niños de 5 años presentaron un mejor rendimiento que el grupo de niños más pequeños. Las imágenes negativas fueron más recordadas que las positivas, y estas últimas más que las neutras, con una memoria escalonada. En contraposición, en el segundo estudio, luego de las 10 semanas de actividad musical, los niños que participaron de una práctica receptiva, independientemente de la edad, recordaron más información neutra que emocional, mientras que los niños con entrenamiento activo replicaron los resultados sobre el mayor recuerdo emocional por sobre el neutro.

Si el nivel de activación es el principal factor que explica los resultados, entonces las imágenes activantes deberían ser mejor recordadas. En el entrenamiento receptivo, los chicos valoraron como más activantes las imágenes positivas que las negativas y neutras, lo que resultaría en un mejor recuerdo de los estímulos emocionales positivos. Este no fue el caso, ya que tanto las positivas como las negativas fueron más recordadas que las neutras, y las negativas más recordadas que las positivas, en lo que respecta a un entrenamiento de 4 semanas. Mientras que, con un entrenamiento receptivo más prolongado, se destacan las neutras por sobre las emocionales.

Sin embargo, si la valencia fuese el factor principal, tanto las imágenes positivas como negativas serían más recordadas durante la evaluación de la memoria. Esta predicción está en concordancia de modo general con los resultados obtenidos, dado que las imágenes emocionales fueron más recordadas que las neutras. Los resultados del recuerdo libre indican que tanto la valencia como el arousal o grado de activación

son moduladores de la memoria, teniendo la valencia ventajas sobre el nivel de activación (Adelman & Estes, 2013).

Claramente los resultados muestran que las imágenes negativas son más recordadas que las positivas. Este resultado concuerda con una gran cantidad de literatura que apunta a un sesgo de negatividad (Alexander et al., 2010; Leventon, Stevens, & Bauer, 2014; Van Bergen et al., 2015). Los estímulos negativos son más recordados que los positivos porque activan en nuestro sistema múltiples niveles: psicológico, cognitivo y comportamental (Taylor, 1991). Los estímulos negativos implican mayores demandas cognitivas, más atención, además de ser más destacados. Experiencias de vida negativa presentan un impacto emocional más fuerte y duradero en comparación a las experiencias positivas (Sheldon, Ryan, & Reis, 1996); además de que existen más palabras para describir emociones negativas que positivas (Cordon et al., 2013). Desde una perspectiva evolutiva, los eventos negativos deben recordarse más para evitar futuros peligros (Vaish, Grossmann & Woodward, 2008).

En el reconocimiento diferido, los niños con un entrenamiento activo presentaron un mejor rendimiento que los niños participantes del entrenamiento receptivo, resultados que se encontraron en ambas edades. Las intervenciones activas se caracterizan por tener un entrenamiento más complejo, ya que no sólo involucra la percepción de música, sino que también la persona debe producir un discurso sonoro a través de instrumentos musicales o de la voz, lo que implica el funcionamiento del cerebro por completo. El entrenamiento receptivo implica la percepción de la música mientras que la tarea activa, además de la percepción, se caracteriza por una superposición de funciones cognitivas. Este entrenamiento presenta una integración multisensorial producto de una retroalimentación auditivo-motora y un ajuste en tiempo real de lo que el sujeto está produciendo (Zatorre et al., 2007). En el entrenamiento receptivo están involucrados: el córtex auditivo, giro temporal superior y medio, córtex auditivo secundario, córtex premotor, áreas somato sensorial y el cerebelo (Chen, Penhune, & Zatorre, 2008). Mientras que en el entrenamiento activo están involucradas las mismas áreas de la percepción musical sumándose las áreas de: ganglios basales, áreas motoras suplementarias, córtex premotor dorsal, córtex prefrontal, córtex premotor y sensorio-motora (Soria-Urios, Duque, & García-Moreno, 2011). Esto podría indicar que el entrenamiento activo es una mejor herramienta para mejorar el rendimiento cognitivo, que las prácticas receptivas (Collins, 2014; Munte, Altenmuller, & Jancke, 2002; Schlaug, 2001). A nivel general realizar actividades musicales, independientemente de que sean activas o receptivas, presentan un efecto en la memoria ya que, en el estudio de 10 semanas, los niños presentaron un mejor recuerdo luego del entrenamiento musical al comparar con el rendimiento de la línea de base.

La literatura sobre la especialización hemisférica sugiere que el hemisferio izquierdo es responsable del procesamiento del lenguaje y el hemisferio derecho participa en el funcionamiento visual y musical, en población regular (Ho et al., 2003; Justel & Diaz Abrahan, 2012). De esta manera, las personas sin entrenamiento musical perciben la música de una forma holística, mientras que en los músicos ambos hemisferios son responsables del procesamiento musical con un mayor compromiso por parte del izquierdo ya que las personas que tienen conocimientos musicales realizan un procesamiento analítico de los estímulos (Soria-Urios et al., 2011; Zatorre et al., 2007). Teniendo en cuenta que nuestra muestra estuvo conformada por no músicos, podría estar involucrado el hemisferio derecho para el procesamiento del entrenamiento musical, el cual podría ser el responsable de la mejora de la memoria visual que se obtuvo en el presente trabajo (ya que el

procesamiento visual depende del hemisferio derecho). Si evaluáramos memoria verbal y músicos, se esperaría que esta población presentara un mejor rendimiento que los no músicos, ya que la información verbal involucra el hemisferio izquierdo, utilizado para el análisis analítico de la música (Chan et al., 1998; Ho et al., 2003). En futuras investigaciones sería interesante abordar este tópico y analizar estas cuestiones.

La mejora cognitiva como producto del entrenamiento presenta grandes potenciales para estimular futuras investigaciones sobre posibles intervenciones que fomenten el funcionamiento cerebral humano, además de desarrollar proyectos de rehabilitación cognitiva, tales como el uso de la formación musical para mejorar la memoria (Chanda & Levitin, 2013; Fancourt, Ockelford, & Belai, 2014; Ho et al., 2003). Este efecto multimodal del entrenamiento musical junto con la capacidad de la música de impactar en la emoción podría utilizarse para facilitar y mejorar los enfoques terapéuticos orientados hacia la rehabilitación y la restauración de trastornos neurológicos (Altenmüller & Schlaug, 2015).

El entrenamiento induce cambios neuroanatómicos y funcionales, por lo que los programas de intervenciones musicales a largo plazo podrían ser un factor relevante para facilitar procesos de neuroplasticidad (Hyde et al., 2009; Schlaug et al., 2009). Estas intervenciones podrían ser relevantes para niños con desordenes en el desarrollo, así como también para la población en general.

* * *

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adelman, J., & Estes, Z. (2013). Emotion and memory: A recognition advantage for positive and negative words independent of arousal. *Cognition*, 129, 530-535. DOI: 10.1016/j.cognition.2013.08.014

Alexander, K., O'Hara, K., Bortfeld, H., Anderson, S., Newton, E., & Kraft, R. (2010). Memory for emotional experiences in the context of attachment and social interaction style. *Cognitive Development*, 25, 325-338. DOI: 10.1016/j.cogdev.2010.08.022

Altenmüller, E. & Schlaug, G (2015). Chapter 12 - Apollo's gift: new aspects of neurologic music therapy. *Progress in Brain Research*, 217, 237-252.

Bangert, M. & Schlaug, G. (2006). Specialization of the specialized in features of external human brain morphology. *European Journal of Neuroscience*, 24, 1832-1834. DOI: 10.1111/j.1460-9568.2006.05031.x

Blood, A. J. & Zatorre, R. J. (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. DOI: 10.1073/pnas.191355898

- Billhartz, T., Bruhn, R., & Olson, J. (2000). The effect of early music training on child cognitive development. *Journal of Applied Developmental Psychology, 20*(4), 615–636. DOI: 10.1016/S0193-3973(99)00033-7
- Bradley, M.M., Greenwald, M.K., Petry, M.C., & Lang, P.J. (1992). Remembering Pictures: Pleasure and Arousal in Memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 18*(2), 379-390. DOI:10.1037/0278-7393.18.2.379
- Bruscia, K. (1998). *Musicoterapia. Métodos y Prácticas*. México: Editorial Pax México.
- Cahill, L., Haier, R., White, N., Fallon, J., Kilpatrick, L., Lawrence, C., Potkin, S., Alkire, M. (2001). Sex-related difference in amygdala activity during emotionally influenced memory storage. *Neurobiology of Learning and Memory, 75*, 1–9. DOI: 10.1006/nlme.2000.3999
- Cahill, L., & McGaugh, J.L. (1995). A novel demonstration of enhanced memory associated with emotional arousal. *Consciousness and Cognition, 4*(4), 410-421. DOI: 10.1006/ccog.1995.1048
- Cahill, L., & McGaugh, J.L. (1998). Mechanisms of emotional arousal and lasting declarative memory. *Trends in Neuroscience, 21*(7), 294-299. DOI: 10.1016/S0166-2236(97)01214-9
- Chan, A., Ho, Y., & Cheung, M. (1998). Music training improves verbal memory. *Nature, 396*. DOI: 10.1038/24075
- Chanda, M., & Levitin, D. (2013). The neurochemistry of music. *Trends in Cognitive Sciences, 17*(4), 179-193. DOI: 10.1016/j.tics.2013.02.007
- Chen J.L., Penhune V.B. & Zatorre R.J. (2008). Listening to musical rhythms recruits motor regions of the brain. *Cerebral Cortex, 18*, 2844-2854. DOI: 10.1093/cercor.bhn042
- Collins, A. (2014). Music Education and the Brain: What Does It Take to Make a Change? *National Association for Music Education, 32*(2), 4–10. DOI: 10.1177/8755123313502346.
- Cordon, I., Melinder, A., Goodman, G., Edelstein, R. (2013). Children's and adults' memory for emotional pictures: Examining age-related patterns using the Developmental Affective Photo System. *Journal of Experimental Child Psychology, 114*, 339-356. DOI: 10.1016/j.jecp.2012.08.004
- Costa-Giomi, E. (1999). The effects of three years of piano instruction on children's cognitive development. *Journal of Research in Music Education, 47*(3), 198-212. DOI: 10.2307/3345779
- Diaz Abrahan, V., & Justel, N. (2015). Musical Improvisation. Giving a look between music-therapy and neuroscience. *Psicogente, 18*(34), 372-384. doi: 10.17081/psico.18.34.512
- 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*, 305–307. DOI: 10.1126/science.270.5234.305

- Fancourt, D., Ockelford, A., & Belai, A. (2014). The psychoneuroimmunological effects of music: A systematic review and a new model. *Brain, Behavior, and Immunity*, 36, 15-26. DOI: 10.1016/j.bbi.2013.10.014
- Forgeard, M., Winner, E., Norton, A., & Schlaug, G. (2008). Practicing a musical instrument in childhood is associated with enhanced verbal ability and nonverbal reasoning. *PLoS ONE*, 3(10). DOI: 10.1371/journal.pone.0003566
- Fujioka, T., Ross, B., Kakigi, R., Pantev, C., & Trainor, L. (2006). *Brain*, 129, 2593-2608. DOI: 10.1093/brain/aw1247
- Gaab, N., Gaser, C. & Schlaug, G. (2006). Improvement-related functional plasticity following pitch memory training. *NeuroImage*, 31, 255-263. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2005.11.046
- Gaser, C. & Schlaug, G. (2003). Brain Structures Differ between Musicians and Non-Musicians. *Journal of Neuroscience*, 23(27), 9240 –9245.
- Gold, C., Wigram, T. & Elefant, C. (2010). Music therapy for autistic spectrum disorder. *Cochrane Database System Review*, 19 (2):CD004381. DOI: 10.1002/14651858.CD004381.pub2
- Grocke, D. & Wigram, T. (2007). *Receptive Methods in Music Therapy: Techniques and Clinical Applications for Music Therapy Clinicians, Educators and Students*. London and Philadelphia: Jessica Kingsley Publishers.
- Ho, Y., Cheung, M., & Chan, A. (2003). Music training improves verbal but no visual memory: Cross-sectional and longitudinal explorations in children. *Neuropsychology*, 17(3), 439-450. DOI: 10.1037/0894-4105.17.3.439
- Hua, M., Han, Z., Chen, S., Yang, M., Zhou, R., & Hu, S. (2014). Late positive potential (LPP) modulation during affective picture processing in preschoolers. *Biological Psychology*, 101, 77-81. DOI: 10/1016/j.biopsycho.2014-06-006
- Hyde, K., Lerch, J., Norton, A., Forgeard, M., Winner, E., Evans, A., & Schlaug, G. (2009). Musical training shapes structural brain development. *The Journal of Neuroscience*, 29(10), 3019-3025. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.5118-08.2009.
- Justel, N. & Diaz Abraham V. (2012). Brain plasticity: Musical training involvement. *Suma Psicológica*, 19(2), 97-108. DOI: [10.14349/sumapsi2012.1234](https://doi.org/10.14349/sumapsi2012.1234)
- Justel, N., O’Conor, J. & Rubinstein, W. (2015). Emotional memory modulation through music in older people: A preliminary study. *Interdisciplinaria*, 32(2), 247-259.
- Justel, N., Psyrdellis, M. & Ruetti, E. (2013). Modulación de la memoria emocional: Una revisión de los principales factores que afectan los recuerdos. *Suma Psicológica*, 20(2), 163-174. DOI: 10.14349/sumapsi2013.1276
- Kensinger, E., & Corkin, S. (2003). Memory enhancement for emotional words: Are emotional words more vividly remembered than neutral words? *Memory & Cognition*, 31(8), 1169-1180. DOI: 10.3758/BF03195800

- Lang, P. J., Bradley, M. M. & 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.
- Leventon, J., & Bauer, P. (2016). Emotion regulation during the encoding of emotional stimuli: Effects on subsequent memory. *Journal of Experimental Child Psychology*, 142, 312-333. DOI: 10.1016/j.jecp.2015.09.024
- Leventon, J., Stevens, J., & Bauer, P. (2014). Development in the neurophysiology of emotion processing and memory in school-age children. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 10, 21-33. DOI: 10.1016/j.dcn.2014.07.007
- McGaugh, J.L., & Roozendaal, B. (2009). Emotional hormones and memory modulation. *Encyclopedia of neuroscience*, 933-940. DOI: 10.1016/B978-008045046-9.00849-4
- McIntyre, C., McGaugh, J.L., & Williams, C. (2012). Interacting brain systems modulate memory consolidation. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 36(7), 1750-1762. DOI:10.1016/j.neubiorev.2011.11.001
- Münte, T.F., Altenmüller, E., & Jäncke, L. (2002). The musician's brain as a model of neuroplasticity. *Nature Reviews Neuroscience*, 3, 473-478. DOI: 10.1038/nrn843
- Otgaar, H., Candel, I., & Merckelbach, H. (2008). Children's false memories: Easier to elicit for a negative than for a neutral event. *Acta Psychologica*, 128, 350-354. DOI: 10.1016/j.actpsy.2008.03.009
- Pantev, C., Oostenveld, R., Engelien, A., Ross, B., Roberts, L.E. & Hoke, M. (1998). Increased auditory cortical representation in musicians. *Nature*, 392, 811-814. DOI: 10.1038/33918
- Park, M., Gutyrchik, E., Bao, Y., Zaytseva, J., Carl, P., Welker, L., Pöppel, E., Reiser, M., Blautzik, J., & Meindl, T. (2014). Differences between musicians and non-musicians in neuro-affective processing of sadness and fear expressed in music. *Neuroscience Letters*, 566, 120-124. DOI: 10.1016/j.neulet.2014.02.041
- Rickard, N. (2004). Intense emotional responses to music: a test of the physiological arousal hypothesis. *Psychology of Music*, 32(4), 371-388. DOI: 10.1177/0305735604046096
- Roozendaal, B., & McGaugh, J.L. (2011). Memory modulation. *Behavioral neuroscience*, 125(6), 797-824. DOI: 10.1037/a0026187
- Schellenberg, E. (2004). Music lessons enhance IQ. *Psychological Science*, 15, 511-514. DOI: 10.1111/j.0956-7976.2004.00711.x
- Schlaug, G. (2001). The brain of musicians: A model for functional and structural plasticity. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 930, 281-299. DOI: 10.1111/j.1749-6632.2001.tb05739.x
- Schlaug, G., Forgeard, M., Zhu, L., Norton, A., Norton, A., & Winner, E. (2009). Training-induced neuroplasticity in young children. *The Neurosciences and Music III: Disorders and Plasticity: Annals of New York Academy of Sciences*, 1169, 205-208. DOI: 10.1111/j.1749-6632.04842.x

Schlaug, G., Norton, A., Overy, K., & Winner, E. (2005). Effects of music training in the child's brain and cognitive development. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1060, 219-230. DOI: 10.1196/annals.1360.015

Scott, L., (1992). Attention and perseverance behaviors of preschool children enrolled in suzuki violin lessons and other activities. *Journal of Research in Music Education*, 40(3), 225-235. DOI: 10.2307/3345684

Shahin, A., Roberts, A., Chau, W., Trainor, L., & Miller, L. (2008). Music training leads to the development of timbre-specific gamma band activity. *NeuroImage*, 41, 113-122. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2008.01.067

Sheldon, K. M., Ryan, R. M., & Reis, H. T. (1996). What makes for a good day? Competence and autonomy in the day and in the person. *Personality & Social Psychology Bulletin*, 22, 1270-1279. DOI: 10.1177/0146167296221007

Solomon, B., DeCicco, J., & Dennis, T. (2012). Emotional picture processing in children: An ERP study. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 2, 110-119. DOI: 10.1016/j.dcn.2011.04.002

Soria-Urios G., Duque P. & García-Moreno J. M. (2011). Música y cerebro: fundamentos neurocientíficos y trastornos musicales. *Neurología*, 52, 45-55.

Taylor, S. E. (1991). Asymmetrical effects of positive and negative events: The mobilization-minimization hypothesis. *Psychological Bulletin*, 110, 67-85. DOI: 10.1037/0033-2909.110.1.67

Trainor, L. J., Gao, X., Lei, J., Lehtovaara, K., & Harris, L. (2009). The primal role of the vestibular system in determining musical rhythm. *Cortex*, 45(1), 35-43. DOI: 10.1016/j.cortex.2007.10.014

Vaish, A., Grossmann, T. & Woodward, A. (2008). Not all emotions are created equal: The negativity bias in social-emotional development. *Psychological Bulletin*, 134(3), 383-403. DOI: 10.1037/0033-2909.134.3.383

Van Bergen, P., Wall, J., & Salmon, K. (2015). The good, the bad, and the neutral: The influence of emotional valence on young children's recall. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 4, 29-35. DOI: 10.1016/j.jarmac.2014.11.001

Young, S., & Glover, J. (1998). *Music in the early years*. London, UK: Falmer Press.

Zatorre R.J., Chen J.L. & Penhune V.B. (2007). When the brain plays music: auditory-motor interactions in music perception and production. *Nature Reviews*, 8, 547-558. DOI: 10.1038/nrn2152

* * *

María Benítez es Lic. En Musicoterapia, Universidad de Buenos Aires. Doctoranda e integrante del Laboratorio Interdisciplinario de Neurociencia Cognitiva (LINC). Docente de nivel inicial. Música profesional.

Veronika Díaz Abrahan es Lic. en Musicoterapia (UBA), Doctoranda en Neurociencias (UNC), becaria doctoral del CONICET. Integra el Laboratorio Interdisciplinario de Neurociencia Cognitiva de

la Universidad Nacional de San Martín. Docente de la licenciatura en Musicoterapia (UBA). Investiga el efecto de la música en las funciones cognitivas de niños, jóvenes y adultos mayores.

Maximiliano Bossio es Estudiante de psicología, Universidad de Buenos Aires, Integrante del Laboratorio Interdisciplinario de Neurociencia Cognitiva de la Universidad Nacional de San Martín. Ayudante alumno en Neurofisiología, UBA.

Favio Shifres es Graduado de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad Nacional de La Plata con los títulos de Profesor de Conjuntos Instrumentales y de Cámara (Especialidad Piano) y Licenciado en Dirección Orquestal. Doctor (PhD) por la Universidad de Roehampton (Reino Unido) en la especialidad de Psicología de la Música. Además de profesor titular de la cátedra de Educación Auditiva, es titular de Educación Musical Comparada, y Desarrollo de Proyectos. En el posgrado es profesor estable en FLACSO, UBA y UNA.

Nadia Justel es Dra. En Psicología, UNC. Directora del Laboratorio Interdisciplinario de Neurociencia Cognitiva. Investigadora adjunta CONICET. Profesora de neuropsicopatología UBA. Dirige líneas de investigación que indagan acerca de tratamientos mínimamente invasivos que modulan las funciones cognitivas.