

Desarrollo cognitivo en la primera infancia: Impacto de la formación musical en el lenguaje, la memoria y las habilidades visoespaciales

Desenvolvimento cognitivo na primeira infância: impacto do treinamento musical na linguagem, memória e habilidades visoespaciais

María Angélica Benítez^{1,2}, Favio Shifres³ y Nadia Justel^{1,2}

- 1. Laboratorio Interdisciplinario de Neurociencia Cognitiva. Centro de Investigación en Neurociencias y Neuropsicología. Universidad de Palermo.*
- 2. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas*
- 3. Laboratorio para el Estudio de la Experiencia Musical. Facultad de Artes. Universidad Nacional de La Plata*

Resumen

Diferentes tratamientos ambientales tienen la capacidad de influir y modificar las funciones cognitivas. Según investigaciones en el área de la neurociencia de la música, se han encontrado diferencias significativas en la memoria, el lenguaje, y la visoespacialidad en músicos adultos en comparación con personas sin este tipo de formación. Sin embargo, estas funciones han sido poco estudiadas en infantes. El objetivo de este trabajo es exponer un estudio que indaga el efecto de un programa sistemático de 12 semanas de aprendizaje musical en la memoria, el lenguaje y la visoespacialidad de infantes prescolares. Las y los participantes fueron evaluados antes y después del período de entrenamiento con tareas de memoria, lenguaje y visoespacialidad. Los resultados indican una mejora de la memoria y el lenguaje de las y los participantes, aunque no así, de la visoespacialidad, después de haber atravesado por el período de formación. Los hallazgos deben ser interpretados como un beneficio para la infancia, así como una oportunidad para reflexionar sobre la colaboración entre neuropsicólogos y educadores musicales en el diseño de estrategias de investigación sobre procesos cognitivos que puedan verse afectados por la actividad musical, así como en las decisiones curriculares que se toman en el aula.

Palabras claves: formación musical, infancia, memoria, lenguaje, visoespacialidad

Resumo

Diferentes tratamentos ambientais têm a capacidade de influenciar e modificar as funções cognitivas. Segundo pesquisas na área da neurociência da música, foram encontradas diferenças significativas na memória, na linguagem, e na visoespacialidade em músicos adultos em comparação com pessoas sem este tipo de formação. No entanto, estas funções têm sido pouco estudadas em crianças. O objetivo deste trabalho é expor um estudo que indaga o efeito de um programa sistemático de 12 semanas de aprendizagem musical na memória, na linguagem e na visoespacialidade de infantes prescolares. Os participantes foram avaliados antes e depois do período de treinamento com tarefas de memória, linguagem e visoespacialidade. Os resultados indicam uma melhoria da memória e da linguagem das e dos participantes, mas não assim, da visoespacialidade, depois de terem passado pelo período de formação. Os achados devem ser interpretados como um benefício para a infância, bem como uma oportunidade para refletir sobre a colaboração entre neuropsicólogos e educadores musicais na concepção de estratégias de investigação sobre processos cognitivos que possam ser afetados pela atividade musical, bem como nas decisões curriculares que se tomam na sala de aula.

Palavras-chave: formação musical, infância, memória, linguagem, visoespacialidade

Introducción

La literatura científica indica que el entrenamiento musical (EM) influye en diversas habilidades humanas (Merrett et al., 2013), tanto en habilidades musicales como no musicales. Aún no está claro en qué medida el tipo de EM contribuye al desarrollo humano.

El EM involucra procesos de atención sostenida, de repetición, de memoria a corto y largo plazo, por ende este tipo de formación impactaría en la memoria infantil (Kausel et al., 2020; Price-Mohr y Price, 2021; Saarikivi et al., 2019). En esta línea, se halló que las niñas y niños con EM alcanzaban mayores puntajes en pruebas de span de dígitos que aquellos sin instrucción, por lo que el EM se encontraría asociado a una mejor memoria de trabajo y a corto plazo (Guo et al., 2017).

En relación al lenguaje, las investigaciones previas expusieron que el EM mejoró los niveles de la percepción de la prosodia (Schön et al., 2010), los contrastes entre consonantes (Chobert et al., 2011), la segmentación del habla (Linnavalli et al., 2018) y el procesamiento sintáctico en grupos de infantes (Jentschke y Koelsch, 2009). Sin embargo, se ha reportado un estudio en el que no se hallaron mejoras en el desarrollo fonológico luego de un año de instrucción musical (Eccles et al., 2020).

Por otro lado, hay estudios en infantes que encontraron que el EM tiene la capacidad de mejorar las habilidades espaciales (Hetland, 2020; Rauscher, 2003). También, se ha reportado que las estrategias utilizadas en tareas espaciales eran las mismas que las niñas y niños utilizaban en tareas que involucraban aptitudes musicales (Nelson et al., 1992). Los trabajos que analizan el vínculo entre el EM y las habilidades visoespaciales en niñas y niños hasta el momento son escasos.

Por último, existen diferentes enfoques de actividades musicales que las niñas y niños pueden realizar. Dos de ellos son el receptivo y el activo (Chobert et al., 2012). El primero involucra percibir la música, mientras que el segundo implica también producir música. Existen datos en la literatura que indicaron que la producción de música sería más beneficiosa que la percepción (Gold et al., 2010), por ello es que se busca diferenciar el efecto de ambos tipos de enseñanza para poder dar cuenta cuál sería más beneficiosa para el desarrollo infantil. En el contexto argentino, el efecto del EM receptivo y activo desde la infancia temprana no ha sido investigado.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de un EM activo (EA) y receptivo (ER) a lo largo de 12 semanas en niñas y niños de 4 y 5 años, en comparación a un grupo control (GC) sin formación musical.

Metodología

Muestra

Participaron 132 infantes de 4 y 5 años de edad escolarizados en jardines de infantes de la provincia de Buenos Aires. Los participantes fueron asignados pseudoaleatoriamente a cada uno de los grupos debido a que a cada sala de jardín, se le designó al azar, una intervención. Luego de tener la aprobación por parte de los colegios colaboradores, se invitó a los tutores legales de los menores a una reunión en donde se les explicaron los procedimientos, mostrándoles los materiales que serían empleados. Aquellos que estuvieron de acuerdo firmaron un consentimiento informado donde se les aseguró el anonimato de los datos, así como su confidencialidad. Luego de ello se les pidió que completaran un cuestionario de datos socio-demográficos acerca de la niña o niño y su familia. Antes de comenzar las evaluaciones cognitivas se contó con el asentimiento de cada infante.

Debido a que la muestra estaba dividida por las intervenciones así como la edad de los infantes, quedaron conformados 6 grupos: (1) 4EA (n=24): infantes de 4 años con entrenamiento activo; (2) 4ER (n=26): infantes de 4 años con entrenamiento receptivo; (3) 4GC (n=19): infantes de 4 años del grupo control sin entrenamiento; (4) 5EA (n=19): infantes de 5 años con entrenamiento

activo; (5) 5ER (n=24): infantes de 5 años con entrenamiento receptivo; (6) 5GC (n=20): infantes de 5 años del grupo control sin entrenamiento.

Instrumentos

Questionario Sociodemográfico

Se utilizó un cuestionario estructurado el cual indagaba acerca de la edad, el sexo de los participantes, la profesión y los años de escolaridad de las personas encargadas de la crianza de la niña o niño.

Evaluación cognitiva

Se seleccionaron sub-tests de la batería WPPSI-III (Weschler, 2002) y de la batería Evaluación Neuropsicológica Infantil (ENI, Matute et al., 2007), de acuerdo con la edad del grupo de participantes.

Para la evaluación del lenguaje se utilizaron las pruebas de dibujos e información. Para el grupo de 5 años además se agregaron vocabulario, adivinanzas y repetición.

Para la evaluación de las habilidades visoespaciales se utilizaron las pruebas de cubos y rompecabezas. Para el grupo de 5 años además se agregaron copia de figura compleja y construcción con palitos.

Para evaluar la memoria emocional se utilizó un set de 72 imágenes seleccionadas del Sistema de Imágenes Afectivas Internacional (IAPS por sus siglas en inglés; Lang et al., 1995). Veinticuatro de las mismas con contenido positivo, 24 negativas y 24 neutras.

Instrumentos Musicales

El set empleado en el EA consistió en instrumentos de pequeña percusión. Para el ER, se utilizó un parlante inalámbrico JBL Flip 4 y un juego de tableros con dibujos de los estímulos sonoros-musicales que los infantes escuchaban.

Material para el Grupo Control

Para la intervención del GC, se utilizaron imágenes en blanco y negro, y crayones para colorear.

Intervenciones

Entrenamiento Receptivo

Implicó actividades de escucha de la música y/o sus elementos, incluyendo, la identificación y reconocimiento de diferentes fuentes sonoras y elementos del discurso sonoro y musical.

Entrenamiento Activo (o Productivo)

Implicó hacer o tocar música. Actividades de imitación, reproducción y creación de discursos sonoros musicales.

Grupo Control (Sin Entrenamiento Musical)

Implicó colorear un dibujo.

Procedimiento

El procedimiento constó de 4 fases: informativa, evaluación pre intervención, intervenciones y evaluación post intervención.

Fase 1. Información

Los tutores recibieron la explicación de los estudios y de estar de acuerdo, firmaron el consentimiento informado para que la niña o niño a cargo pudieran ser parte de los estudios y completaron una planilla de datos sociodemográficos del infante y la familia.

Fase 2. Evaluación pre intervención

Se evaluaron el lenguaje, la visoespacialidad y la memoria emocional. La evaluación duró un promedio de una hora por infante y se permitieron cortes si era necesario. El orden de las evaluaciones fue balanceado entre participantes para evitar efectos de arrastre y asegurar resultados precisos.

Fase 3. Intervenciones: entrenamiento musical receptivo, activo o grupo control

Actividades semanales con un profesor de música, dos veces por semana, media hora cada clase durante un período 12 semanas. Las actividades fueron llevadas a cabo en los establecimientos a los que concurrían las niñas y niños.

Fase 4. Evaluación post intervención

Se evaluó nuevamente el lenguaje, la visoespacialidad y la memoria emocional, una semana después de finalizada la segunda fase.

Aspectos éticos

El trabajo siguió las normas éticas vigentes (World Medical Association, Declaration of Helsinki, 2013) y fue evaluado y aprobado por el Comité de Ética del Instituto de Investigaciones Médicas "Alfredo Lanari" (protocolo 283). Se garantizó el anonimato y la confidencialidad de los datos al codificar las planillas utilizadas.

Análisis de datos

Se usó el software SPSS Statistics 25 para analizar los datos de cuestionarios sociodemográficos y determinar aspectos que podrían influir en el rendimiento de las niñas y niños. Se utilizaron análisis descriptivos, estadística no paramétrica (Kruskal Wallis y test de Friedman) y estadística paramétrica (ANOVA univariado) con un $p < .05$. Se encontró que los supuestos no se cumplieron para memoria emocional, construcción con palitos, copia de la figura compleja, dibujos y repetición.

Resultados

Pre-Intervención

Las evaluaciones pre-intervención no arrojaron diferencias significativas para ninguna de las medidas o grupos.

Post-Intervención

Lenguaje

Se presentan a continuación los resultados de cada sub test (ver Tabla 1).

Información, Vocabulario y Adivinanzas

Para los tres subtest el ANOVA indicó un efecto principal de Intervención. En información $F(2,114)=4.073$, $p=.020$, $\eta^2p=.067$, para Vocabulario $F(2,114)=9.624$, $p<.001$, $\eta^2p=.144$ y para Adivinanzas $F(2,114)=4.138$, $p=.018$, $\eta^2p=.068$. En todas estas pruebas, los grupos con entrenamiento musical (EA y ER) obtuvieron puntajes más altos que los controles.

Dibujos

La prueba de KW mostró efecto significativo $X^2=27.09$, $p<.0001$. Las comparaciones de a pares posteriores indicaron que el grupo 4EA tuvo un mejor rendimiento que el grupo 4GC $Z=-2.23$, $p=.026$ y que el grupo 5EA rindió por encima del grupo 5GC $Z=-2.49$, $p=.012$.

Repetición

La prueba de KW indicó un efecto significativo $X^2=19.34$, $p<.0001$. Las comparaciones de a pares posteriores señalaron que los grupos 5ER y 5EA rindieron mejor que el grupo 5GC, $Z=-4.43$, $p<.0001$ y $Z=-2.94$, $p=.003$.

Grupos	Información		Vocabulario		Adivinanzas		Dibujos		Repetición	
	M	DE	M	DE	M	DE	M	DE	M	DE
4EA	19.09	4.6	15.5	3.33	12.72	5.46	24.86	5	-	-
4ER	18.84	5.86	15.03	6.8	7.84	7.33	21.73	7.24	-	-
4GC	16.33	4.74	9.46	4.53	5.66	5.6	21	4.44	-	-
5EA	21.84	5.84	15.05	5.12	11.42	8.03	29.26	6.41	19.7	7.48
5ER	24.52	3.99	16.01	5	17.21	5.34	26.63	7.34	22.8	3.1
5GC	20.78	2.14	12.31	4.33	11.15	7.44	26.57	3.5	12.1	6.86

Tabla 1: Puntajes obtenidos en las pruebas de lenguaje. Nota. *M* = Media; *DE* = Desvío estándar.

Visoespacialidad

Los resultados se muestran en la Tabla 2.

Cubos

No se hallaron diferencias significativas ($p>.05$).

Rompecabezas

El ANOVA indicó un efecto principal del factor Intervención $F(2,114)=3.736$, $p=.027$, $\eta^2p=.062$. Los grupos con EM obtuvieron puntajes más altos que los GC.

Construcción con Palitos y Figura Compleja de Rey

No se encontraron diferencias significativas en estas pruebas, $p>.05$.

Grupos	Cubos		Rompecabezas		Construcción con palitos		Figura Compleja de Rey	
	M	DE	M	DE	M	DE	M	DE
4EA	23.63	8.46	15.5	7.35	-	-	-	-
4ER	21.03	6.51	14.34	9.09	-	-	-	-
4GC	19.06	5.12	12.6	6.86	-	-	-	-
5EA	24.47	6.49	24.78	8.05	3	1	3.71	2.39
5ER	26.63	5.14	25.31	6.09	4	2	4.21	1.6
5GC	22.78	6.16	18.68	8.27	3	2	4	1.86

Tabla 2: Puntajes obtenidos en las pruebas de visoespacialidad. Nota. *M* = Media; *DE* = Desvío estándar.

Memoria Emocional Visual

Medidas Inmediatas

Recuerdo libre

La prueba de KW resultó significativa para el recuerdo de imágenes neutras $X^2=42.63$, $p<.0001$ (ver Fig. 1 A y B). Las comparaciones posteriores indicaron que el grupo 4ER tuvo un mayor recuerdo que los grupos 4EA ($Z=-4.56$, $p<.001$), y 4GC ($Z=-3.72$, $p<.0001$). Además, el grupo 5EA recordó menos imágenes que los grupos 5ER ($Z=-3.69$, $p<.001$), y 5GC ($Z=-3.35$, $p=.001$).

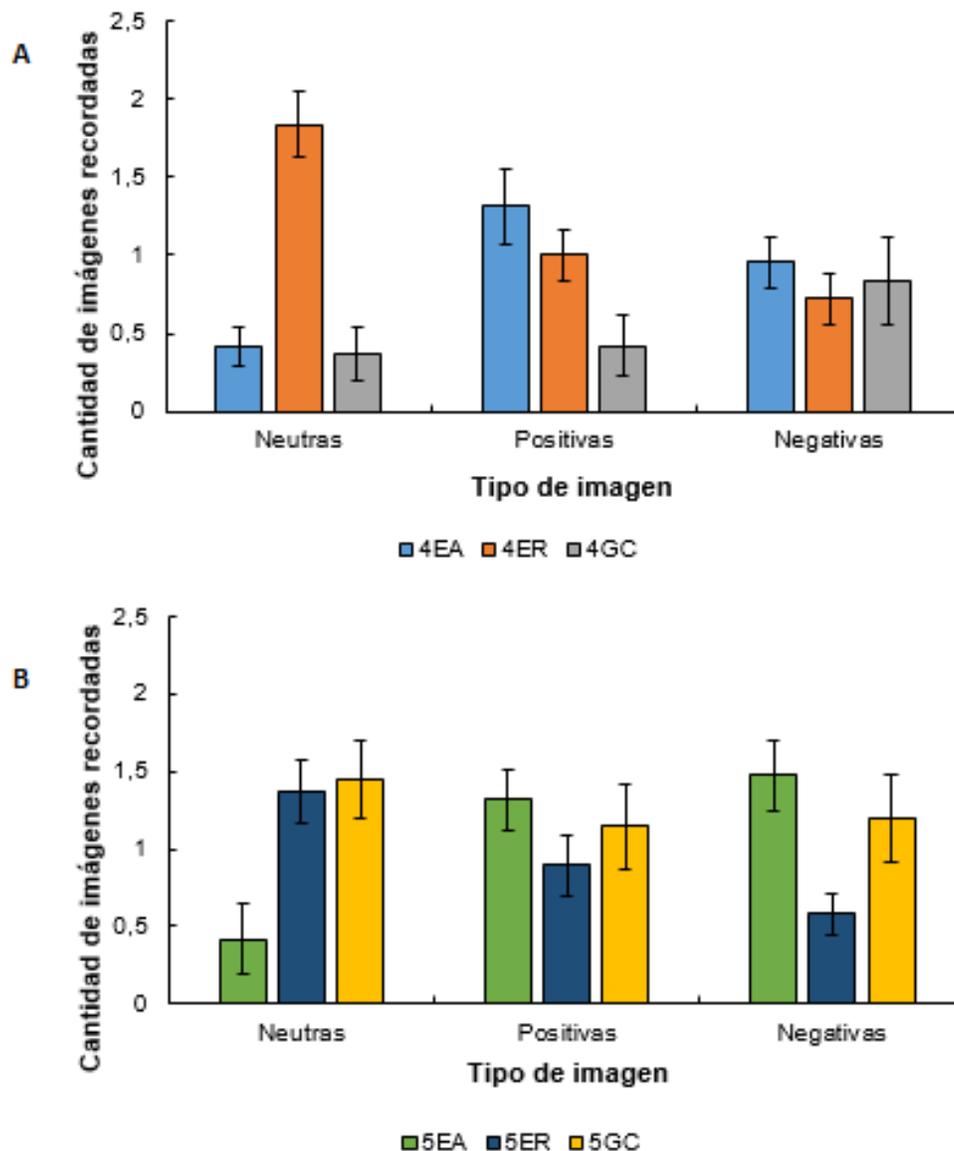


Figura 1. Cantidad de imágenes recordadas por los grupos de manera inmediata. Las líneas verticales indican el error estándar.

Reconocimiento

El test de KW resultó significativo para el reconocimiento de las imágenes neutras ($X^2=51.51$, $p<.0001$), positivas ($X^2=45.03$, $p<.0001$) y negativas ($X^2=23.15$, $p<.0001$). Las comparaciones posteriores mostraron que el grupo 4ER reconoció más imágenes positivas que el grupo 4EA ($Z=2.72$, $p=.006$). Los grupos 4ER y 4EA reconocieron más cantidad de imágenes neutras ($Z=4.88$, $p<.0001$; $Z=-4.74$, $p<.0001$), positivas ($Z=-4.65$, $p<.001$; $Z=-3.6$, $p<.0001$) y negativas ($Z=-4.22$, $p<.0001$; $Z=-3.48$, $p<.0001$) que el grupo 4GC. El grupo 5GC reconoció menos cantidad de imágenes neutras que los grupos 5ER ($Z=-3.36$, $p=.001$) y 5EA ($Z=-3.43$, $p=.001$) (ver Fig. 2 A y B).

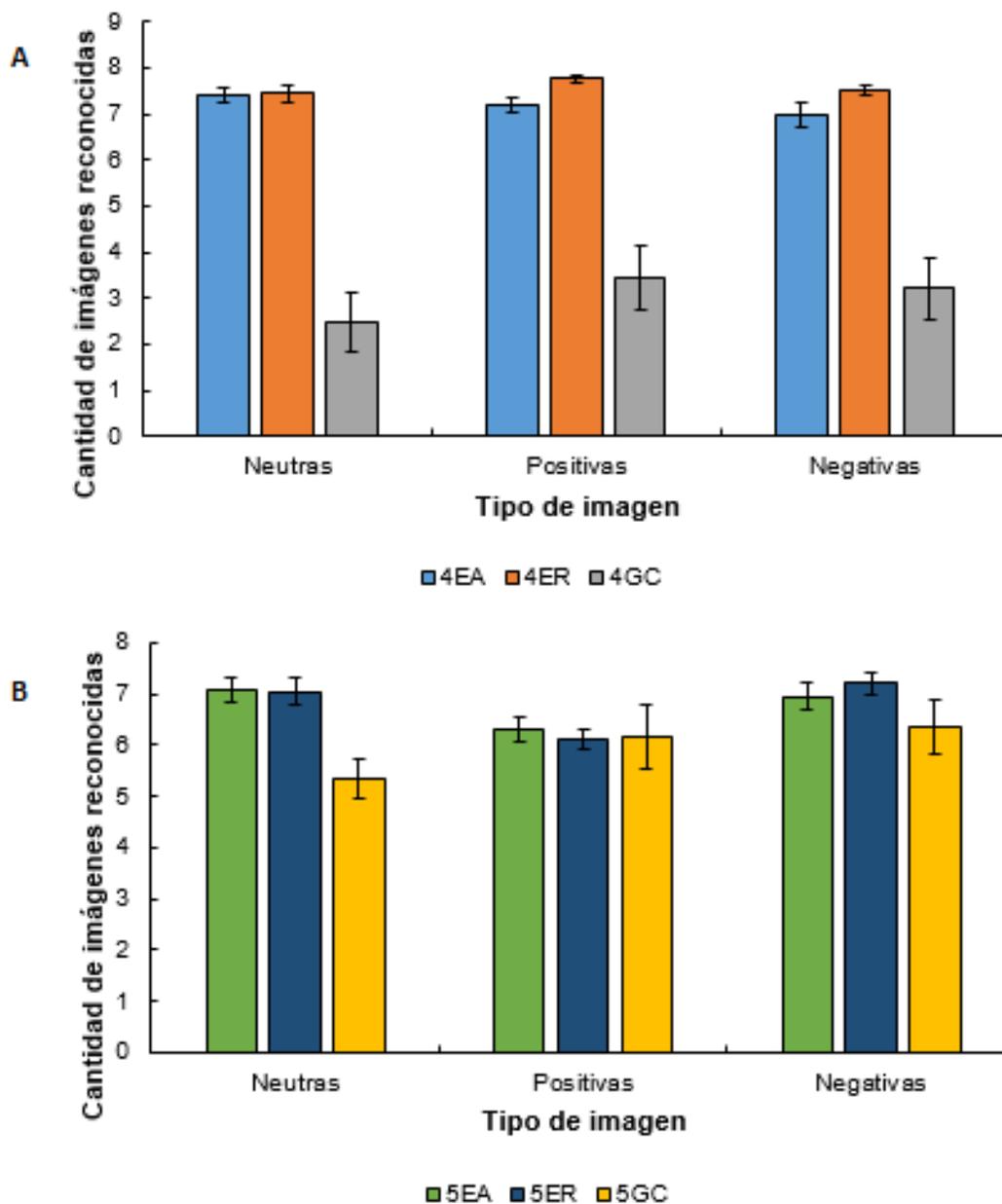


Figura 2. Cantidad de imágenes reconocidas por los grupos de manera inmediata. Nota. Las líneas verticales indican el error estándar.

Medidas Diferidas

Recuerdo libre

El test de KW resultó significativo para los tres tipos de imágenes (neutras: $X^2=41.4$, positivas: $X^2=35.65$, negativas: $X^2=36.45$, todos los $p<.0001$). Las comparaciones posteriores indicaron que el grupo 4ER recordó más imágenes neutras que los grupos 4EA y 4GC ($Z=-4.63$, $p<.0001$; $Z=-4.58$, $p<.0001$), pero menos imágenes negativas que el grupo 4EA ($Z=-2.58$, $p=.01$). A su vez recordó más imágenes positivas y negativas que el grupo 4GC ($Z=-3.73$, $p<.0001$; $Z=-2.29$, $p=.04$). El grupo 4EA recordó más imágenes positivas que el grupo 4GC ($Z=-4.13$, $p<.0001$). El grupo 5EA recordó más imágenes positivas que el grupo 5GC ($Z=-3.54$, $p<.001$) y más imágenes negativas que los grupos 5ER y 5GC ($Z=-2.86$, $p=.006$; $Z=-3.67$, $p<.0001$). El grupo 5ER recordó más imágenes positivas que el grupo 5GC ($Z=-2.93$, $p=.005$) (ver Fig. 3 A y B).

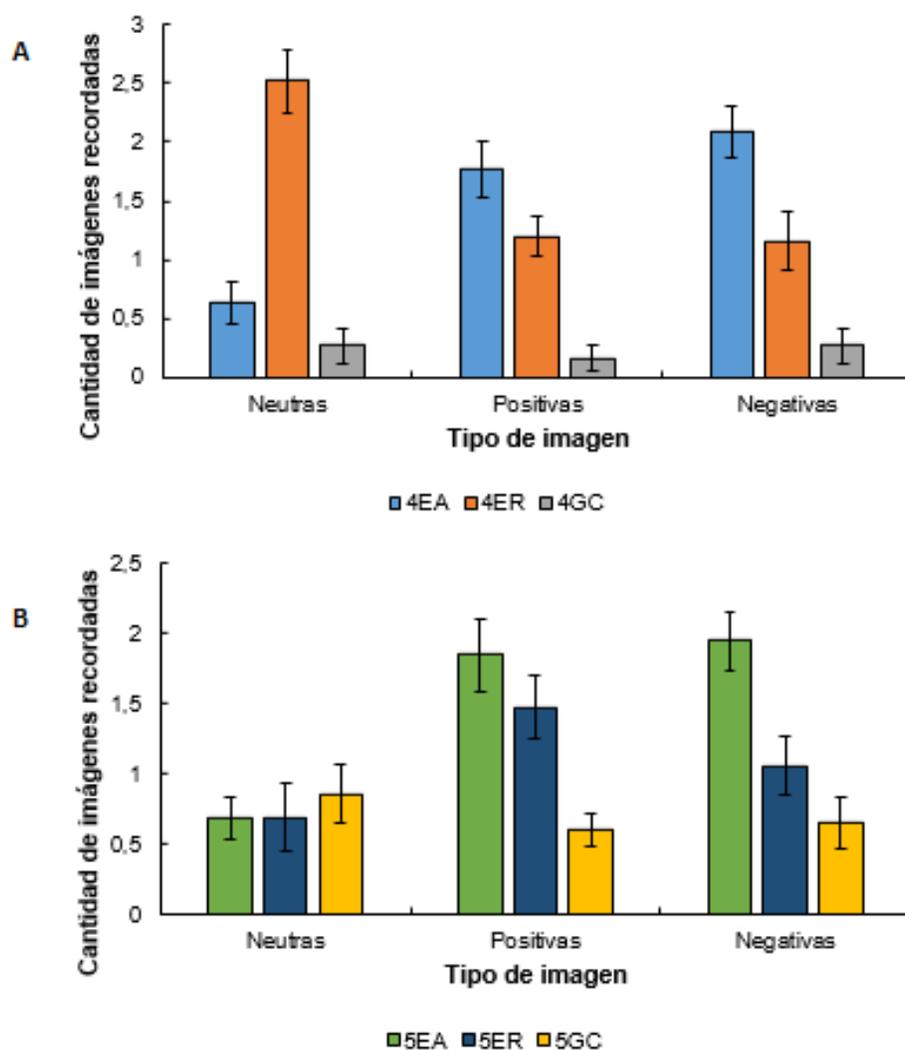


Figura 3. Cantidad de imágenes recordadas por los grupos de manera diferida. Nota. Las líneas verticales indican el error estándar.

Reconocimiento

Los grupos con EM reconocieron más imágenes que los del GC (ver Fig. 4 A y B). El test de Kruskal Wallis mostró un efecto significativo para los tres tipos de imágenes (neutras: $X^2=73.69$; positivas: $X^2=61.68$; negativas: $X^2=39.27$; todos los p valor $<.0001$). Los grupos 4ER y 4EA reconocieron más imágenes (de los tres tipos) que el grupo 4GC (comparación 4ER-4GC: neutras: $Z=-5.12$; positivas $Z=-4.66$; negativas: $Z=-3.65$, $p<.0001$. Comparación 4EA-4GC: neutras: $Z=-5.24$, $p<.0001$; positivas: $Z=-4.34$, $p<.0001$; negativas: $Z=-3.36$, $p=.001$). El mismo patrón de resultados se obtuvo para los grupos de 5 años de edad, los grupos con EM reconocieron más imágenes (de los tres tipos) que el grupo control (comparación 5ER-5GC: neutras: $Z=-4.86$; positivas $Z=-4.81$; negativas: $Z=-3.62$, $p<.0001$. Comparación 5EA-5GC: neutras: $Z=-5.09$; positivas: $Z=-4.97$; negativas: $Z=-4.15$, $p<.0001$).

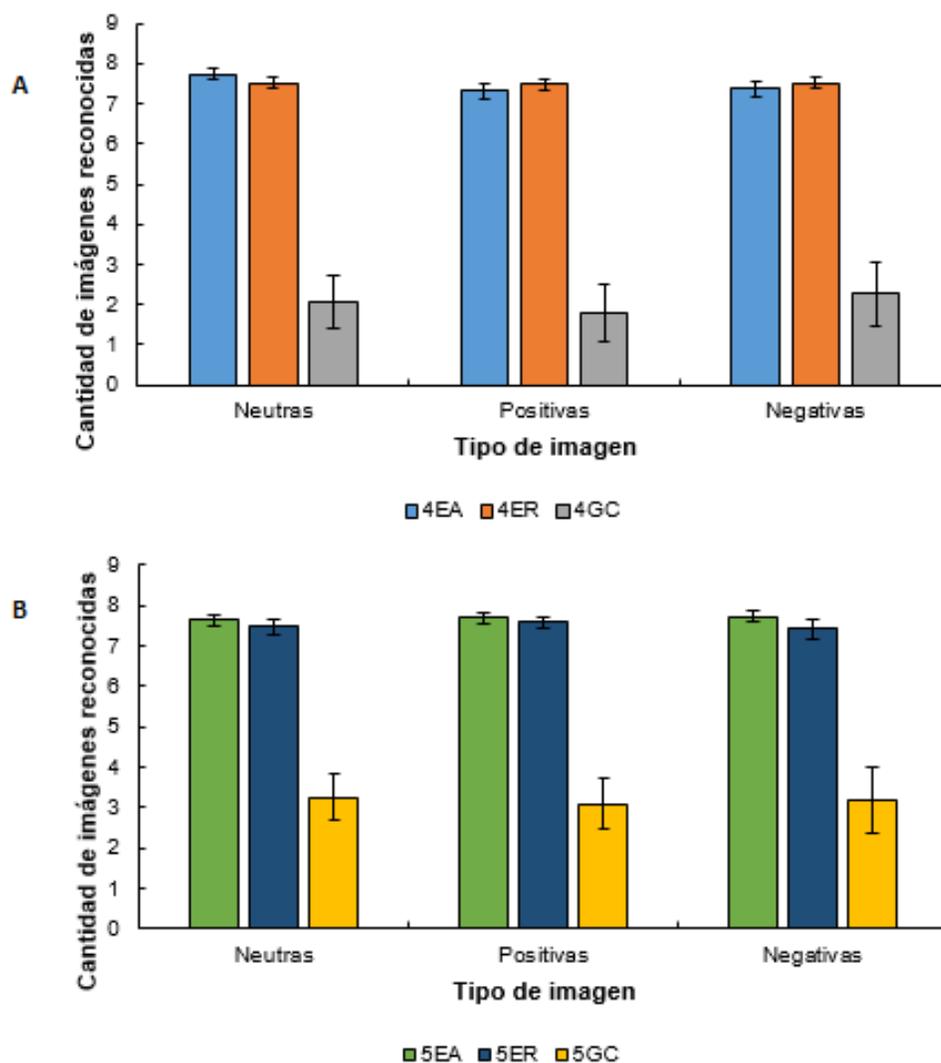


Figura 4. Cantidad de imágenes reconocidas por los grupos de manera diferida. Nota. Las líneas verticales indican el error estándar.

Conclusión

El objetivo de este estudio fue investigar los efectos de 12 semanas de entrenamiento auditivo (EA) y entrenamiento rítmico (ER) en niños en edad preescolar en tres áreas clave: memoria, lenguaje y habilidades visoespaciales.

Los resultados mostraron que el entrenamiento musical tuvo un impacto positivo en el lenguaje, con los grupos de entrenamiento obteniendo puntajes más altos que los controles en las pruebas de lenguaje después de 12 semanas de entrenamiento. Esto podría ser explicado por la existencia de circuitos neuronales compartidos entre la música y el procesamiento del habla, permitiendo una transferencia de habilidades cognitivas y perceptivas de un dominio a otro (Schön et al., 2010; Patel, 2011).

Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en las pruebas de visoespacialidad. La investigación en este área es escasa y está limitada a la escucha de música clásica (Rauscher et al., 1994; Rideout y Taylor, 1997), por lo que este estudio puede aportar nuevos conocimientos al respecto.

En cuanto a la memoria, los resultados sugieren que el entrenamiento musical actúa como un modulador de la memoria emocional. Durante la escucha y producción musical, se activan áreas cerebrales relacionadas con las emociones, como las cortezas prefrontales, auditivas, el giro cingulado y las cortezas parietales posteriores (Satoh et al., 2015). Además, la percepción del contenido emocional de la música activa la circunvolución frontal inferior bilateral y el precuneus, estructuras clave en la respuesta emocional evocada por el oyente. La música también está asociada con la liberación de neuroquímicos y neurotransmisores involucrados en los mecanismos de recompensa y placer (Chanda y Levitin, 2013), lo que puede reforzar los procesos de formación de memoria (Ferreri y Rodríguez-Fornells, 2017).

En resumen, los resultados indican que el entrenamiento musical tiene un impacto positivo en las funciones cognitivas evaluadas después de 12 semanas, lo que podría tener implicaciones en la educación y en la terapia para mejorar diversas condiciones.

Referencias

- Chanda, M. L., y Levitin, D. J. (2013). The neurochemistry of music. *Trends in Cognitive Sciences*, 17(4), 179–193. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2013.02.007>
- Chobert, J., Marie, C., François, C., Schön, D., y Besson, M. (2011). Enhanced passive and active processing of syllables in musician children. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 23(12), 3874–3887. https://doi.org/10.1162/jocn_a_00088
- Chobert, J., Marie, C., François, C., Schön, D., y Besson, M. (2011). Enhanced passive and active processing of syllables in musician children. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 23(12), 3874–3887. https://doi.org/10.1162/jocn_a_00088
- Eccles, R., van der Linde, J., le Roux, M., Holloway, J., MacCutcheon, D., Ljung, R., y Swanepoel, D. W. (2021). Effect of music instruction on phonological awareness and early literacy skills of five- to seven-year-old children. *Early Child Development and Care*, 191(12), 1896–1910. <https://doi.org/10.1080/03004430.2020.1803852>
- Ferreri, L., y Rodríguez-Fornells, A. (2017). Music-related rewards responses predict episodic memory performance. *Experimental Brain Research*, 235(12), 3721–3731. <https://doi.org/10.1007/s00221-017-5095-0>
- Gold, C., Lee, Y. H., y Boucher, J. (2010). The carelessness of musical production. *Psychological Science*, 21(7), 914–919.
- Guo, X., Ohsawa, C., Suzuki, A., y Sekiyama, K. (2017). Improved Digit Span in children after a 6-week intervention of playing a musical instrument: An exploratory randomized controlled trial. *Frontiers in Psychology*, 8, 2303. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.02303>

- Hetland, L. (2000). Learning to make music enhances spatial reasoning. *Journal of Aesthetic Education*, 34(3/4), 179. <https://doi.org/10.2307/3333643>
- Jentschke, S., y Koelsch, S. (2009). Musical training modulates the development of syntax processing in children. *NeuroImage*, 47(2), 735–744. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2009.04.090>
- Kausel, L., Zamorano, F., Billeke, P., Sutherland, M. E., Larrain-Valenzuela, J., Stecher, X., Schlaug, G., y Aboitiz, F. (2020). Neural dynamics of improved bimodal attention and working memory in musically trained children. *Frontiers in Neuroscience*, 14, 554731. <https://doi.org/10.3389/fnins.2020.554731>
- 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.
- Linnavalli, T., Putkinen, V., Lipsanen, J., Huotilainen, M., y Tervaniemi, M. (2018). Music playschool enhances children's linguistic skills. *Scientific Reports*, 8(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-27126-5>
- Matute, E., Roselli, M., Ardila, A., y Ostrosky-Solís, F. (2007). *Evaluación Neuropsicología Infantil (ENI)*. Editorial El Manual Moderno. México.
- Merrett, D. L., Peretz, I., y Wilson, S. J. (2013). Moderating variables of music training-induced neuroplasticity: a review and discussion. *Frontiers in Psychology*, 4, 606. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00606>
- Nelson, D. J., Barresi, A. L., y Barrett, J. R. (1992). Musical Cognition Within an Analogical Setting: Toward a Cognitive Component of Musical Aptitude in Children. *Psychology of Music*, 20(1), 70–79. <https://doi.org/10.1177/0305735692201006>
- Patel, A. D. (2011). Why would Musical Training Benefit the Neural Encoding of Speech? The OPERA Hypothesis. *Frontiers in Psychology*, 2. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2011.00142>
- Price-Mohr, R., y Price, C. (2021). Learning to play the piano whilst reading music: Short-term school-based piano instruction improves memory and word recognition in children. *Revue Internationale de l'enfance Prescolaire [International Journal of Early Childhood]*. <https://doi.org/10.1007/s13158-021-00297-5>
- Rauscher, F. H. (2003). Effects of piano, rhythm, and singing instruction on the spatial reasoning of at-risk children. University of Wisconsin Oshkosh.
- Rauscher, F. H., Shaw, G. L., Levine, L. J., Ky, K. N., y Wright, E. L. (1994). *Music and spatial task performance: A causal relationship*. American Psychological Association, Los Angeles, CA.
- Rideout, B. E., y Taylor, J. (1997). Enhanced Spatial Performance following 10 Minutes Exposure to Music: A Replication. *Perceptual and Motor Skills*, 85(1), 112–114. <https://doi.org/doi:10.2466/pms.1997.85.1.112>
- Saarikivi, K. A., Huotilainen, M., Tervaniemi, M., y Putkinen, V. (2019). Selectively enhanced development of working memory in musically trained children and adolescents. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, 13, 62. <https://doi.org/10.3389/fnint.2019.00062>
- Satoh, M., Evers, S., Furuya, S., y Ono, K. (2015). Music in the Brain: From Listening to Playing. *Behavioural Neurology*, 2015, 1–2. <https://doi.org/doi:10.1155/2015/927274>
- Schön, D., Gordon, R., Campagne, A., Magne, C., Astésano, C., Anton, J.-L., y Besson, M. (2010). Similar cerebral networks in language, music and song perception. *NeuroImage*, 51(1), 450–461. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.02.023>
- Weschler, D. (2002). *The Weschler Preschool and Primary Scale of Intelligence, Third Edition (WPPSI III)*. San Antonio, TX: The Psychological Corporation.
- World Medical Association Declaration of Helsinki. (2013). *JAMA*, 310(20), 2191. <https://doi.org/10.1001/jama.2013.281053>