

Relación entre el entrenamiento musical y la memoria de trabajo en adolescentes entre 12 y 14 años del partido de San Vicente, provincia de Buenos Aires

Relationship between musical training and working memory in adolescent between 12 and 14 years old from the San Vicente district, province of Buenos Aires

Daniela González Costa

Universidad de la Serena, Argentina (danielagonzalezcosta@gmail.com) (<http://orcid.org/0009-0008-5903-0390>)

Información del manuscrito:

Recibido/Received: 09/11/22

Revisado/Reviewed: 05/05/23

Aceptado/Accepted: 17/05/23

RESUMEN

Palabras clave:

Entrenamiento musical, memoria de trabajo, transferencia, adolescentes.

La presente tesis de maestría tuvo por objetivo evaluar el impacto del programa de una orquesta juvenil de la Provincia de Buenos Aires en la operatividad de la memoria de trabajo, las funciones ejecutivas y la memoria de trabajo verbal con pruebas estandarizadas. Se realizó un estudio transeccional, donde se compararon dos grupos de participantes adolescentes, con y sin entrenamiento musical. Se hallaron diferencias significativas a favor del grupo con entrenamiento musical en las pruebas de dígitos directos, dígitos inversos y las sub pruebas de comprensión verbal (semejanzas, vocabulario y comprensión), sumándose a los estudios que afirman que el entrenamiento musical afecta la memoria de trabajo verbal. No se hallaron diferencias significativas en las demás pruebas. Finalmente, se concluye que el programa de orquesta juvenil beneficia algunos aspectos del desarrollo cognitivo en sus participantes.

ABSTRACT

Keywords:

Musical training, working memory, transfer, adolescent.

The objective of this master's thesis was to evaluate the impact of the program of a youth orchestra in the Province of Buenos Aires on the operability of working memory, executive functions and verbal working memory with standardized tests. A transectional study was carried out, where two groups of adolescent participants were compared, with and without musical training. Significant differences were found in favor of the group with musical training in the direct digit tests, reverse digit tests and the verbal comprehension subtests (similarities, vocabulary and comprehension), adding to the studies that affirm that musical training affects working memory verbal. No significant differences were found in the other tests. Finally, it is concluded that the youth orchestra program benefits some aspects of cognitive development in its participants.

Introducción

El amplio campo de estudios que investigan el cerebro y la música, actualmente se ha enfocado en la investigación de cómo la práctica activa de la música puede propiciar cambios duraderos (Hallam, 2010) en la organización y plasticidad del cerebro (Kraus & Chandrasekaran, 2010). En estudios de tipo comparativos entre poblaciones con y sin entrenamiento musical, se investiga si la formación musical conduciría a una transferencia de habilidades desde la música hacia otros campos relacionados o no con ella (Miendlarzewska & Trost, 2014). Como consecuencia de ello, se han encontrado efectos beneficiosos en funciones cognitivas en niños y adolescentes entrenados musicalmente (Ciaroti et al., 2019) tanto en habilidades musicales como no musicales (Custodio & Cano-Campos, 2017). En la última década, se ha encontrado que las zonas corticales de la audición son más sensibles a la información auditiva en adultos músicos comparados con participantes sin este tipo de entrenamiento (George & Coch, 2011), mientras que, en niños y adolescentes, la música favorece el desarrollo cerebral y la estimulación de capacidades intelectuales para el desarrollo cognitivo y el aprendizaje (Arenas, Lázaro, & Sánchez, 2016). Además, se ha encontrado mayor plasticidad en el cerebro en sujetos que han realizado entrenamiento musical desde la infancia (Benítez, Díaz Abrahan & Justel, 2017; Wan & Schlaug, 2010), dependiendo de la duración y experiencia del entrenamiento (Vaquero, Rousseau, Vozian, Klein & Penhune, 2020).

En estudios de registros de neuroimagen cerebral, se ha encontrado mayor conectividad en adultos y niños con entrenamiento musical (Arias, 2014), por una repetida activación en zonas de la corteza prefrontal, donde se encuentra la memoria de trabajo (Peretz & Zatorre, 2005; Zuk, Benjamin, Kenyon & Gaab, 2014), el control cognitivo o control de respuestas automáticas mecánicas (Pallesen et al., 2010) y la atención (Jurado, 2016). Se ha encontrado modificación anatómica en esta zona en músicos adultos, debido a la capacidad de reorganizarse según la demanda cognitiva lo requiera (Hallam, 2010; Soria-Urios, Duque & García-Moreno, 2011).

Dentro de las modificaciones estructurales de cerebros de niños entrenados musicalmente, la más importante es el aumento de la activación de la corteza auditiva y la plasticidad en todo el sistema auditivo (Elangovan, Payne, Smurzynski & Fagelson, 2016), debido a la necesidad de manejar elementos auditivos en el tiempo (Hyde et al., 2009). Esto se explicaría debido a que niños con entrenamiento musical a temprana edad, demostraron una representación cortical (corteza auditiva) más extensa que niños sin entrenamiento (Wan & Schlaug, 2010). A partir de hallazgos neurocientíficos, se especifica en qué consiste el entrenamiento musical y cómo este complejo y demandante entrenamiento beneficia el desarrollo motor, articulario y cognitivo en niños, adolescentes y adultos.

Método

El diseño y metodología de la investigación es transeccional o transversal de tipo no experimental, causal entre variables (Hernández Sampieri, Fernández Collado & Baptista Lucio, 2010). Se investiga la relación entre una variable independiente (entrenamiento musical) y variables dependientes (memoria de trabajo, memoria de trabajo verbal, funciones ejecutivas), sin manipulación de variables (no experimental).

Sub pruebas memoria operativa

Los participantes realizaron pruebas estandarizadas WISC-IV (Wechsler, 2010), específicamente las pruebas del índice de memoria operativa (dígitos directos, dígitos inversos, letras y números), comprensión verbal (semejanzas, vocabulario y comprensión) y la tarea de cubos de Corsi (Corsi, 1972) en progresión. La subprueba de dígitos directos y dígitos inversos, calculan el coeficiente intelectual de la memoria operativa. La subprueba de semejanzas, vocabulario y comprensión, calculan el coeficiente intelectual de la comprensión verbal.

Retención de dígitos. Requirió que el niño repitiera los dígitos presentados, modificándose su requerimiento en directos (el mismo orden presentado) e inverso (el orden opuesto al presentado). La retención de dígitos posee una presentación oral y está diseñada para medir la memoria auditiva a corto plazo y la habilidad para secuenciar la atención y la concentración (Wechsler, 2010). La retención de dígitos directos según Wechsler (2010) involucra la memoria y el aprendizaje de la repetición mecánica, la atención, la codificación y el procesamiento auditivo, mientras que la retención de dígitos inversos involucra la memoria operativa, la transformación de información, el manejo mental, la imaginación, flexibilidad cognitiva y alerta mental.

Letras y números. Es una subprueba compuesta por una tarea de repetir oralmente una secuencia de letras y números combinados, primero los números en orden ascendente y luego las letras en orden alfabético. Esta tarea involucra formación de secuencias, manejo mental de la información, atención, memoria auditiva de corto plazo, formación de imágenes visoespaciales y velocidad de procesamiento (Wechsler, 2010).

Cubos de Corsi en progresión. Consiste en presentar información visoespacial mediante nueve cubos de madera pintados, dispuestos en un cuadrado no exacto. La investigadora tocó los cubos uno por uno y los participantes observaban y repetían lo observado tocando los cubos, respetando la secuencia presentada. Esta tarea se caracteriza por tener la misma lógica de dígitos (memoria operativa), donde cada serie se amplió y complejizó hasta el máximo nivel que el participante pudiera recordar (9 combinaciones de cubos). Este estudio permite completar la evaluación de la memoria de trabajo, aportando información de la retención visoespacial.

Sub pruebas comprensión verbal

Semejanzas. Es la subprueba principal en la comprensión verbal, en donde se presentaron dos palabras que representaban objetos comunes y el niño debía describir verbalmente en qué eran similares. Esta tarea está diseñada para medir el razonamiento verbal y la formación de conceptos, además de la comprensión auditiva, la memoria, la distinción entre características esenciales y secundarias y la expresión verbal (Wechsler, 2010).

Vocabulario. En esta subprueba, la presentación posee cuatro ítems gráficos y cuatro ítems verbales, diseñada para medir el conocimiento de palabras y la formación de conceptos verbales primero al ver y reconocer la información y luego al escuchar una palabra. Mide la riqueza de conocimientos, la capacidad de aprendizaje, la memoria de largo plazo y el grado de desarrollo lingüístico (Wechsler, 2010).

Comprensión. Esta prueba tiene una modalidad de pregunta y está diseñada para que el niño responda verbalmente- en base a la comprensión de una serie de principios generales y situaciones sociales- para qué sirve o qué tiene de bueno un concepto o un objeto. Mide la formación de conceptos y el razonamiento verbal, la expresión y la comprensión verbal, la habilidad para evaluar y utilizar la experiencia y la capacidad para manejar información práctica (Wechsler, 2010).

Resultados

Los resultados fueron analizados con el *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), realizando los siguientes análisis: i) prueba de normalidad Shapiro Wilk para definir el uso de estadístico no paramétrico; ii) se empleó el estadístico Chi cuadrado para evaluar las variables sociodemográficas, específicamente en el ingreso total del hogar y el género de los participantes, en relación a dos grupos de niños, con y sin entrenamiento musical y iii) el estadístico U de Mann Whitney para analizar las variables cuantitativas, que corresponden a la escolaridad de los padres y los ingresos individuales de padre y madre; sumando las sub prueba de memoria de trabajo y comprensión verbal realizadas por los participantes.

Resultados análisis de datos sociodemográficos. No se hallaron diferencias significativas entre los grupos en edad ($U = 169.5, p = .963$), escolaridad del padre ($U = 133.5, p = .221$), escolaridad de la madre ($U = 143.5, p = .359$), ingresos del padre ($U = 171, p = 1.0$), ingresos de la madre ($U = 159.5, p = .699$) o ingresos totales ($U = 159.5, p = .723$). Tampoco se encontraron diferencias en relación con el género de los niños ($X^2 = .232, p = .630$) o trabajo reportado por los padres ($X^2 = 8.9, p = .254$). Estos datos permiten afirmar que ambas muestras eran similares.

Análisis estadístico sub pruebas MO y CV

Memoria operativa.

Se hallaron diferencias significativas entre los grupos, con un mejor desempeño por parte del grupo entrenado en música, en dígitos directo ($U = 38.5, p < .0001$), dígitos inversos ($U = 51.5, p < .0001$), no así en letras y números ($U = 126.5, p = .172$) o cubos de Corsi ($U = 170.5, p = .985$). Los resultados se encuentran en las figuras 1, 2, 3 y la tabla 8.

Figura 1. Dígitos Directos

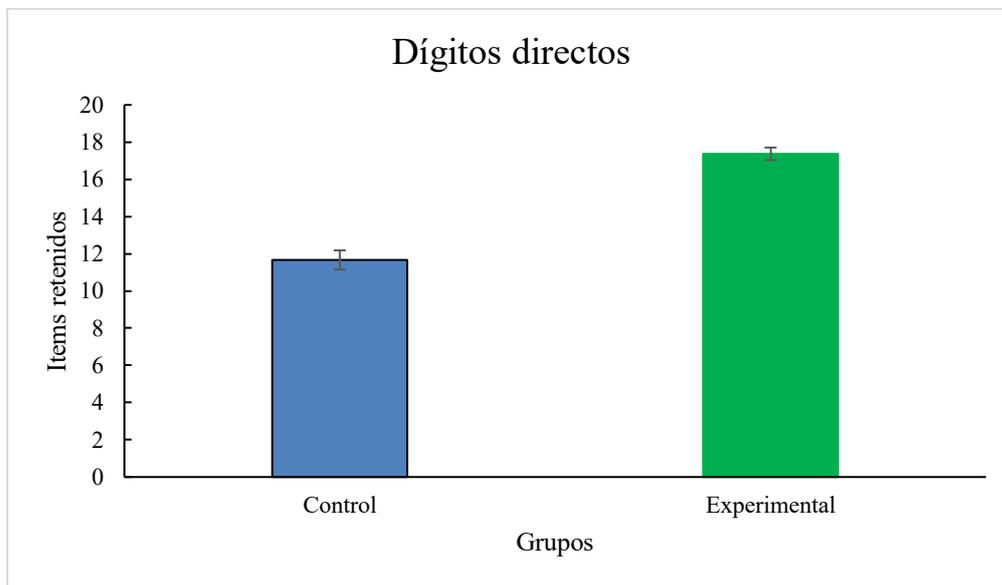


Figura 2. Dígitos Inverso

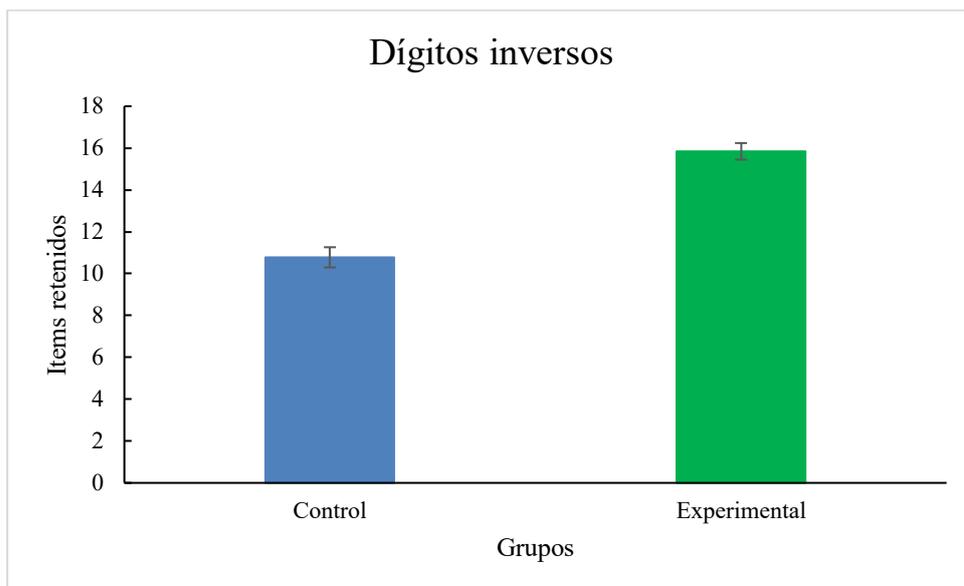


Figura 3. Letras y Números

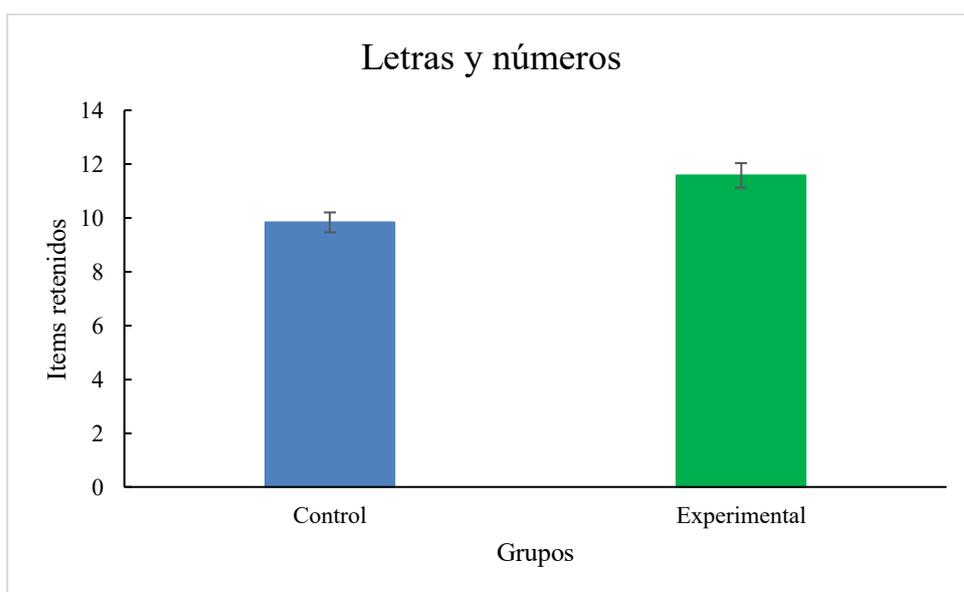


Tabla 8. Cubos de Corsi

Entrenamiento musical	N	Rango promedio	Suma de rangos
Niños y niñas (1)	18	19.03	342.5
Niños y niñas (2)	19	18.97	360.5
Total	37		

(1) Sin entrenamiento musical; (2) Con entrenamiento musical

Comprensión Verbal.

En relación con este ítem se hallaron diferencias en semejanzas ($U = 52, p < .0001$), vocabulario ($U = 34.5, p < .0001$) así como comprensión ($U = 43.5, p < .0001$) a favor del grupo con entrenamiento musical. Los resultados se encuentran en las figuras 4, 5 y 6.

Figura 4. Semejanzas

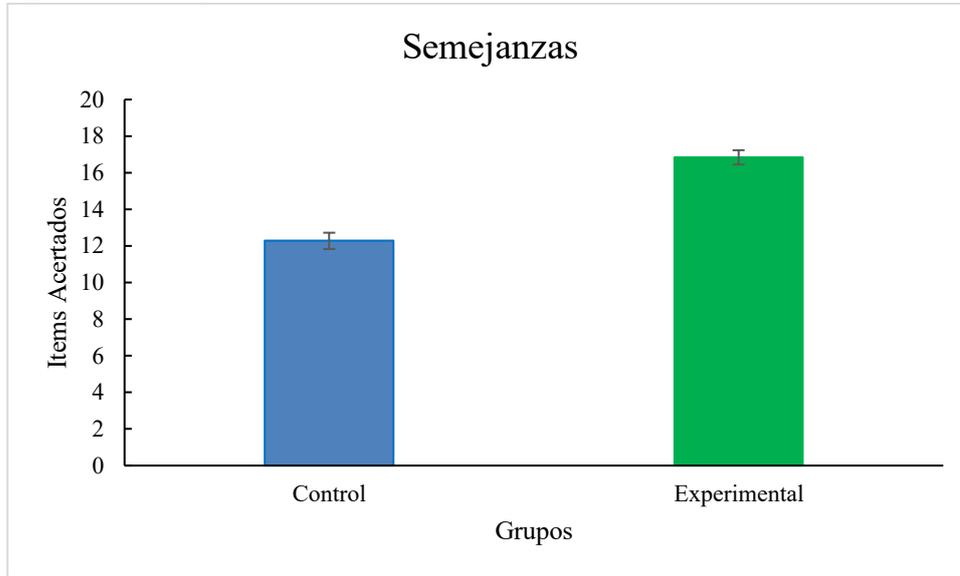


Figura 5. Vocabulario

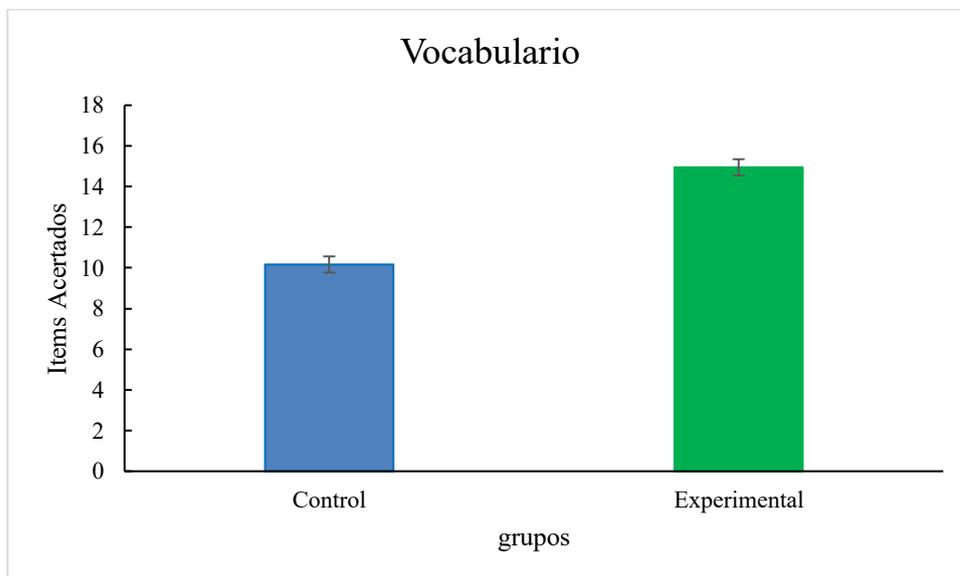
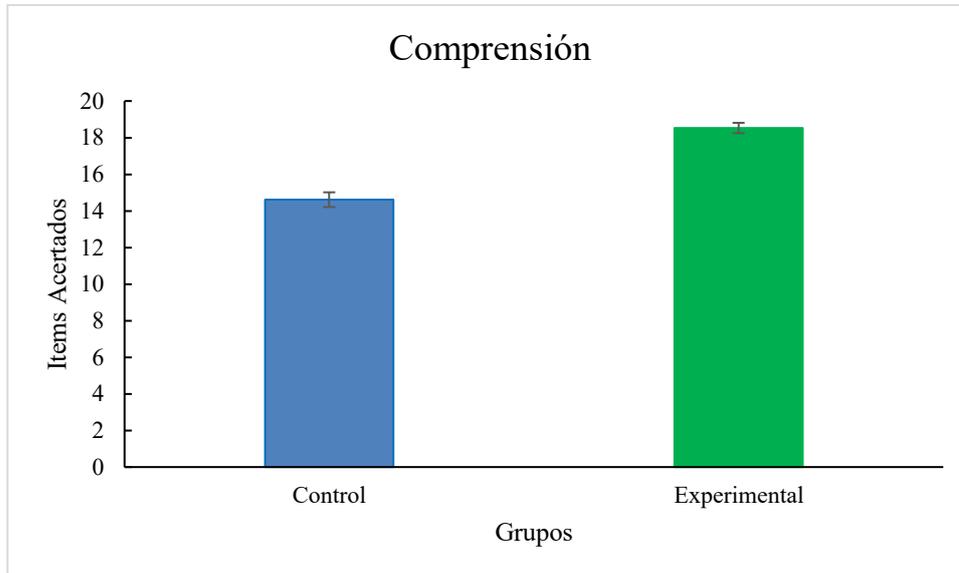


Figura 6. Comprensión



Discusión y conclusiones

En los objetivos específicos planteados en la presente investigación de tipo transeccional, se midió, analizó y comparó el rendimiento de la memoria operativa, específicamente en tareas de retención de información auditiva (tarea de retención de dígitos) y de información viso-espacial (prueba de Cubos de Corsi). Se sumó la comprensión verbal específicamente en tareas de semejanzas, vocabulario y comprensión. Los resultados obtenidos en el análisis de datos mostraron que los adolescentes con entrenamiento musical tenían mayor manejo de dígitos directos e inversos comparados con quienes no tenían entrenamiento musical, sin resultados en los cubos de Corsi, por lo que el entrenamiento musical posiblemente no afecta habilidades de tipo visoespaciales.

Transferencia de habilidades

Dentro del marco teórico, el hallazgo más importante son los efectos del aprendizaje y entrenamiento musical en la transferencia de conocimiento hacia habilidades no musicales. Principalmente se ha asociado al entrenamiento musical con un aumento de habilidades operativas, la memoria de trabajo verbal y las funciones ejecutivas, debido a la inhibición y control cognitivo que requiere la destreza de un instrumento musical (Medina & Barraza, 2019; Moreno & Farfán, 2015); además se suma también al desarrollo de la memoria operativa en la información auditiva (verbal y auditiva; Roden et al, 2012; Taylor & Dewhurst, 2017).

Por ejemplo, en antecedentes presentados anteriormente en poblaciones de niños preescolares, se ha encontrado que las clases de música y la práctica musical, ya sea vocal o instrumental, afecta positivamente habilidades de la memoria de trabajo verbal en el

aumento de vocabulario y el aprendizaje de melodías (Kim et al, 2018), mientras que, en niños y adolescentes, se ha visto mayor desarrollo cognitivo de dominio general y específico, como el coeficiente intelectual (Roden et al., 2014) y la memoria de trabajo verbal (Alonso, 2017). Además, la música es un entrenamiento que aumenta y flexibiliza las funciones ejecutivas en el desarrollo operativo de estas habilidades no musicales, permitiendo que los efectos positivos se extiendan en una amplia gama de habilidades de inteligencia (Vaquero et al., 2020).

Memoria de Trabajo y Funciones Ejecutivas

En la memoria de trabajo y funciones ejecutivas, se han reportado efectos beneficiosos del aprendizaje y entrenamiento musical en la transferencia de conocimiento hacia habilidades no musicales en varios dominios de la inteligencia general y específica (Miendlarzewska & Trost, 2014). En un análisis de memoria de trabajo, los estudios que midieron habilidades de tipo visoespacial y verbal, seleccionaron las pruebas Wechsler para este tipo de evaluación (Alonso, 2017; Francoise et al., 2012; Linnavalli et al., 2018; Moreno et al., 2012; Roden et al., 2012; Schlaug et al., 2005) con solamente una evidencia de una selección distinta de baterías, también con hallazgos de mayor memoria de trabajo en niños con entrenamiento musical (Cohrdes et al., 2018). Quienes evaluaron la memoria operativa y comprensión verbal, utilizaron pruebas de vocabulario y comprensión, encontrando resultados favorables y asociados a los efectos auditivos y operativos del entrenamiento musical (Alonso, 2017; Degé et al., 2011; Francois et al., 2012, Roden et al., 2012).

Habilidad fonológica

La habilidad fonológica y en general el aprendizaje que depende de lo auditivo está relacionada con el desarrollo de destrezas multimodales de la memoria de trabajo (Alonso, 2017), considerando que no es posible desarrollar la habilidad fonológica y destrezas de tipo operativas sin el control cognitivo o inhibitorio de las funciones ejecutivas, ya que es una función esencial en el rendimiento de la memoria de trabajo (Diamond, 2013). Por esto, el entrenamiento musical opera la información auditiva como entrenamiento auditivo, logrando un mayor rendimiento y producción sub vocal, vocal y fonológica en tareas auditivas. Como transferencia de conocimiento, la habilidad fonológica es considerada como una transferencia cercana, debido a que se encuentra en el mismo dominio que el aprendizaje musical, el articulatorio y auditivo. Se destaca el desarrollo de elementos auditivos cortos, como la discriminación o reconocimiento auditivo (Miendlarzewska & Trost, 2014).

Atención

Por otro lado, en la atención, tanto Barbaroux et al. (2019), Bugos y DeMarie (2017), Degé et al. (2011), Francois et al. (2012), Jurado (2016) Linavalli et al. 2018 como Sportsman (2011), seleccionaron la prueba NEPSY para su evaluación, sin hallar ningún resultado favorable que se pueda asociar al aprendizaje o entrenamiento musical en estas pruebas. Generalmente, la atención se ha relacionado con el desarrollo cognitivo propio del

crecimiento del niño, ya que a mayor edad es más probable encontrar rendimiento favorable en los participantes, por lo que no fue una habilidad que se presentara como importante en los antecedentes teóricos o metodológicos de esta investigación.

Referencias

- Alonso, R. K. (2017). *Memoria de trabajo: relación con el entrenamiento musical y el rendimiento académico* (tesis doctoral). Universidad Pontificia de Salamanca. Facultad de Psicología. <https://summa.upsa.es/viewer.vm?id=0000048481>
- American Psychological Association. (2010). *Manual de Publicaciones*, 3ra Edición. Manual Moderno.
- Arias, M. (2014). Música y cerebro: neuromusicología. *Neurosciences and History*, 2(4):149-155. [https://www.researchgate.net/publication/313417487 Musica y cerebro neuro musicologia](https://www.researchgate.net/publication/313417487_Musica_y_cerebro_neuro_musicologia)
- Baddeley, A. (2000). *The episodic buffer: a new component of working memory? Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417–423. doi:10.1016/s1364-6613(00)01538-2
- Baddeley, A. (2010). *Working memory. Current Biology*, 20(4), 136–140. doi:10.1016/j.cub.2009.12.014
- Baddeley, A. (2012). *Working Memory: Theories, Models, and Controversies. Annu. Rev. Psychol.* 63, 1–29. doi: 10.1146/annurev-psych-120710-100422
- Baddeley, A. Kopelman, M., Wilson, B. (2002). *The Handbook of Memory Disorders*. Great Britain, UK. <http://www.al-edu.com/wp-content/uploads/2014/05/Baddeley-et-al-eds-The-handbook-of-memory-Disorders.pdf>
- Benítez, M., Díaz, V., Justel, N. (2017). Beneficios del entrenamiento musical en el desarrollo infantil: una revisión sistemática. *Revista Internacional de Educación Musical RIEM. International Society for Music Education ISME* doi: 10.12967/RIEM-2017-5-p061-069
- Benítez, M., Díaz, V., Justel, N. (2021). Plasticidad cerebral y entrenamiento musical en infantes. Una revisión sistemática. *Revista Electrónica de LEEME*, 47, pp. 39-60 <https://ojs.uv.es/index.php/LEEME/index> doi: 10.7203/LEEME.47.20376
- Benítez, M., Diaz, V., Sarli, L., Bossio, M., Justel, N. (2018). Las clases de música mejoran la memoria en niños preescolares. *Cuadernos de Neuropsicología / Panamerican Journal of Neuropsychology*, 12(2). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=439655913011>
- Custodio, N., & Cano-Campos, M. (2017). Efectos de la música sobre las funciones cognitivas. *Revista de Neuro-Psiquiatría*, 80(1), 61. doi:10.20453/rnp.v80i1.3060
- Degé, F., Kubicek, C., & Schwarzer, G. (2011). Music Lessons and Intelligence: A Relation Mediated by Executive Functions. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, 29(2), 195–201. doi:10.1525/mp.2011.29.2.195
- Degé, F., & Schwarzer, G. (2017). Music lessons and verbal memory in 10- to 12-year-old children: Investigating articulatory rehearsal as mechanism underlying this association. *Psychomusicology: Music, Mind, and Brain*, 27(4), 256–266. <https://doi.org/10.1037/pmu0000201>
- Diamond, A. (2013). Executive Functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135– 170. doi:10.1146/annurev-psych-113011-14375
- Dirección general de cultura y educación.2021. Coros y orquestas.

- <https://abc.gov.ar/socioeducativa/programas/coros-y-orquestas>
- Elangovan, Saravanan; Payne, Nicole; Smurzynski, Jacek; and Fagelson, Marc A. (2016). *Musical Training Influences Auditory Temporal Processing*. *Journal of Hearing Science* 6 (3) 37-44 <https://dc.etsu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2577&context=etsu-works>
- George, E. M., & Coch, D. (2011). Music training and working memory: An ERP study. *Neuropsychologia*, 49(5), 1083–1094. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2011.02.001
- Hallam, S. (2010). The power of music: Its impact on the intellectual, social and personal development of children and young people. *International Journal of Music Education*, 28(3), 269–289. doi:10.1177/0255761410370658
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.
- Jurado, F. (2016). Relación entre la formación musical y las funciones cognitivas superiores de atención y memoria de trabajo verbal. *Repositorio digital REUNIR*, 1-75. <https://reunir.unir.net/handle/123456789/3959>
- Kim, J. N., Large, E. W., Gwon, Y., & Ashley, R. (2018). The Online Processing of Implied Harmony in the Perception of Tonal Melodies. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, 35(5), 594–606. doi:10.1525/mp.2018.35.5.594
- Kraus, N., & Chandrasekaran, B. (2010). Music training for the development of auditory skills. *Nature Reviews Neuroscience*, 11(8), 599–605. doi:10.1038/nrn2882
- Medina, D., Barraza, P. (2019). Efficiency of attentional networks in musicians and non-musicians. *Heliyon* 5, e01315. doi: 10.1016/j.heliyon.2019.e01315
- Miendlarzewska, E. A., & Trost, W. J. (2014). How musical training affects cognitive development: rhythm, reward and other modulating variables. *Frontiers in Neuroscience*, 7. doi:10.3389/fnins.2013.00279
- Moreno, S., Bialystok, E., Barac, R., Schellenberg, E. G., Cepeda, N. J., & Chau, T. (2012). Short-Term Music Training Enhances Verbal Intelligence and Executive Function. *Psychological Science*, 22(11), 1425–1433. doi:10.1177/0956797611416999
- Moreno, S., & Farzan, F. (2015). Music training and inhibitory control: a multidimensional model. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1337(1), 147–152. doi:10.1111/nyas.12674
- Pallesen, K. J., Brattico, E., Bailey, C. J., Korvenoja, A., Koivisto, J., Gjedde, A., & Carlson, S. (2010). Cognitive Control in Auditory Working Memory Is Enhanced in Musicians. *PLoS ONE*, 5(6), e11120. doi:10.1371/journal.pone.0011120
- Peretz, I. (2006). The nature of music from a biological perspective. *Cognition*, 100(1), 1–32. doi:10.1016/j.cognition.2005.11.004
- Peretz, I., Coltheart, M. (2003). Modularity of music processing. *Nature Neuroscience* 6(7) 688-691.
- Peretz, I., Zatorre, R. (2005). Brain organization for music processing. *A Review in Advance* (56) 89–114. doi: 10.1146/annurev.psych.56.091103.070225
- Roden, I., Grube, D., Bongard, S., Kreutz, G. (2014). Does music training enhance working memory performance? Findings from a quasi-experimental longitudinal study. *Psychology of Music*, 42(2) 284 –298 doi: 10.1177/0305735612471239
- Roden, I., Kreutz, G., & Bongard, S. (2012). Effects of a school-based instrumental music program on verbal and visual memory in primary school children: A longitudinal study. *Frontiers in Psychology*, 3, Article572. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00572>

- Soria-Urios G, Duque P, García-Moreno JM. (2011). Música y cerebro (II): evidencias cerebrales del entrenamiento musical. *Revista de Neurología*, 53(12), 739-46. doi: 10.33588/rn.5312.2011475
- Vaquero, L., Rousseau, P.-N., Vozian, D., Klein, D., & Penhune, V. (2020). What you learn & when you learn it: Impact of early bilingual & music experience on the structural characteristics of auditory-motor pathways. *NeuroImage*, 116689. doi:10.1016/j.neuroimage.2020.116689
- Wan, C. Y., & Schlaug, G. (2010). Music Making as a Tool for Promoting Brain Plasticity across the Life Span. *The Neuroscientist*, 16(5), 566– 577. doi:10.1177/1073858410377805
- Wechsler, D. (2010). Escala de inteligencia para niños de Weschler-IV. Adaptación Argentina Normas Buenos Aires. Paidós: Buenos Aires, Argentina.
- Zuk, J., Benjamin, C, Kenyon, A., Gaab, N. (2014). Behavioral and Neural Correlates of Executive Functioning in Musicians and Non-Musicians. *PLOS ONE* 9(6): e99868. doi.org/10.1371/journal.pone.0099868