

# EL ENTRENAMIENTO MUSICAL COMO FACTOR MODULADOR DE LAS FUNCIONES EJECUTIVAS Y LA RESERVA COGNITIVA. RESULTADOS PRELIMINARES

## MUSICAL TRAINING AS A MODULATING FACTOR OF EXECUTIVE FUNCTIONS AND COGNITIVE RESERVE. PRELIMINARY RESULTS

Moya García, Lydia<sup>1</sup> ; Feldberg, Carolina<sup>2</sup> 

### RESUMEN

Las funciones ejecutivas son actividades mentales complejas, necesarias para llevar a cabo el comportamiento requerido para adaptarse al entorno y alcanzar metas. Adicionalmente, la teoría de la Reserva Cognitiva propone el entrenamiento musical como favorecedor de las funciones cognitivas superiores. Por ello, el objetivo de este estudio fue analizar las posibles diferencias en funciones ejecutivas entre adultos sanos músicos y no músicos. Se entrevistó a 77 sujetos adultos (32 músicos y 45 control) y se llevaron a cabo una serie de pruebas neuropsicológicas que evalúan diversas funciones ejecutivas (Wisconsin Card Sorting Test, Paced auditory serial addition test y Trail Making Test B). Los resultados indicaron mejor desempeño de los músicos en tareas que implican la memoria de trabajo, la flexibilidad y la velocidad de procesamiento. Lo que va en consonancia con los estudios previos sobre el posible efecto favorecedor del entrenamiento musical sobre determinadas funciones ejecutivas.

### Palabras clave:

Entrenamiento musical - Memoria de trabajo - Funciones ejecutivas - Reserva cognitiva

### ABSTRACT

Executive functions are complex mental activities necessary to carry out the behavior required to adapt to the environment and achieve goals. Additionally, Cognitive Reserve theory proposes musical training as an enhancer of higher cognitive functions. Therefore, the objective of this study was to analyze the possible differences in executive functions between musicians and non-musicians. 77 healthy adult subjects (32 musicians and 45 control) were interviewed and a series of neuropsychological tests that assess various executive functions were carried out (Wisconsin Card Sorting Test, Paced auditory serial addition test y Trail Making Test B). Results indicated better performance of musicians in tasks that involve working memory, flexibility and processing speed. Which is in line with previous studies on the possible favorable effect of musical training on certain executive functions.

### Keywords:

Cognitive reserve - Executive functions - Music training - Working memory

<sup>1</sup>Universidad de Buenos Aires (UBA), Facultad de Psicología. Email: [lymoya.grc@gmail.com](mailto:lymoya.grc@gmail.com)

<sup>2</sup>Instituto de Neurociencias Buenos Aires (INEBA), Ciudad de Buenos Aires, Argentina.

## Introducción

A medida que se observa un incremento en la esperanza de vida, se advierte también un aumento en la prevalencia de enfermedades que afectan la esfera cognitiva (Salthouse, 2016). Diferentes líneas de investigación (Amieva, Mokri, Le Goff, Meillon, Jacquemin-Gadda, Foubert-Samier, Orgogozo, Stern & Dartigues, 2014; Strout & Howard, 2012) han analizado de qué maneras se pueden modular y proteger las funciones cognitivas con respecto al declive existente con el paso del tiempo.

Sin embargo, una de las líneas que mayores aportes ha hecho en cuanto al estudio del estilo de vida y la cognición es la teoría de la Reserva Cognitiva (RC). De acuerdo con Stern (Stern, 2002), la RC ha sido descrita como la capacidad del cerebro para tolerar mejor los efectos de la patología asociada a una enfermedad neurodegenerativa o lesión cerebral, incrementando la capacidad para soportar mayor cantidad de neuropatología antes de llegar al umbral donde la sintomatología clínica comienza a manifestarse.

Por su parte, el concepto de RC se superpone con los lineamientos enmarcados en lo que se conoce como hipótesis de la complejidad ambiental, la cual establece que la complejidad del ambiente se encuentra determinada por un estímulo existente y los diferentes tipos de demandas que establece tal estímulo. Por tanto, los individuos que se encuentran involucrados en actividades que requieren una alta demanda cognitiva cuentan con más recursos para mantener sus habilidades a través del tiempo. Por el contrario, aquellos que se encuentran en ambientes poco enriquecidos son más susceptibles de presentar afecciones en tales habilidades cognitivas (Redolat & Mesa-Gresa, 2012).

Entre los factores que conforman la RC, la participación en actividades recreativas ha ocupado un lugar de suma relevancia como indicador. Parte de los estudios en este sentido se han centrado en analizar cómo se procesa la música y el impacto que ésta forma artística tiene en el desarrollo de las funciones cognitivas como la atención, el lenguaje o las funciones ejecutivas (Benz, Sellaro, Hommel, & Colzato, 2016; Hanna-Pladdy & Gajewski, 2012). En concreto, las funciones ejecutivas son actividades mentales complejas, necesarias para planificar, organizar, guiar, revisar, regularizar y evaluar el comportamiento necesario para adaptarse eficazmente al entorno y para alcanzar metas (Bauermeister, 2014).

En cuanto al vínculo que existe entre las funciones ejecutivas y el entrenamiento musical, diferentes estudios han señalado el rol modulador y potenciador que tal actividad puede tener respecto de este proceso psicológico. Entendiéndose el entrenamiento musical como el tiempo de estudio que ha tenido un individuo respecto del estudio de un instrumento musical o el canto, además de su nivel de conocimiento y descifrado del lenguaje musical el cual se ve reflejado en la lectura de partituras (Ericsson, Krampe & Tesch-Römer, 1993). Según estos mismos autores, se toma como tiempo mínimo de entrenamiento musical a la asistencia a 7 años de instrucción en un instrumento o en canto, siendo cuatro de ellos consecutivos. En base a ello, estudios posteriores han utilizado para categorizar a los

sujetos cómo músicos la estipulación de un período entre 4 y 7 años de entrenamiento.

Teniendo en cuenta tales bases, los estudios realizados en las últimas décadas apuntan, por un lado, a que los músicos obtienen mejores puntuaciones que los no músicos en tareas de funciones ejecutivas que conciernen a la actualización, *switching* y a la inhibición (Moradzadeh, Blumenthal & Wiseheart, 2015; Moreno, Bialystok, Barak, Schellenberg, Cepeda & Chau, 2011; Moussard, Bermudez, Alain, Tays & Moreno, 2016; Okada, 2016; Slevc & Miyake, 2006). Sin embargo, en cuanto a la flexibilidad, los estudios son más controvertidos, siendo que ciertos trabajos apuntan a resultados inconclusos (Bialystok & DePape, 2009), mientras que otros constatan un efecto beneficioso (Hanna-Pladdy & MacKay, 2011; Zuk, Benjamin, Kenyon & Gaab, 2014). Por otro lado, la velocidad de procesamiento también se ha abarcado, observándose mejoras en determinadas tareas que la evalúan en muestras infantiles (Zuk, Benjamin, Kenyon & Gaab, 2014).

De manera adicional y dependiendo del marco de trabajo, gran parte de la literatura con respecto a las funciones ejecutivas también se ha orientado a indagar el efecto del entrenamiento sobre la memoria de trabajo. Muchos de los estudios anteriormente nombrados han remarcado el efecto beneficioso sobre tal función cognitiva (Bialystok & DePape, 2009; Moussard, Bermudez, Alain, Tays & Moreno, 2016; Zuk, Benjamin, Kenyon & Gaab, 2014), tomando especialmente tareas de tipo n-back.

Por lo que se puede concluir que el entrenamiento musical está principalmente relacionado con las funciones ejecutivas concernientes a actualización, inhibición y *switching* o cambio. Siendo controvertidos los resultados tanto en flexibilidad como en funciones medidas a través del Test de Stroop o el TMT-B. Con respecto a las tareas de n-back, que pueden medir tanto cierto componente de actualización como de memoria de trabajo, se aporta evidencia extra al efecto del entrenamiento musical sobre esta última función. Sin embargo, los resultados no son suficientes para constatar la vinculación entre las mismas variables abarcadas, quedando especialmente abierta la relación entre el entrenamiento musical y la flexibilidad. Teniendo en cuenta, además, la falta de literatura tanto en lengua castellana como en la población local.

## Objetivos

El presente estudio propone analizar el rol modulador que tiene el entrenamiento musical en el rendimiento en tareas neuropsicológicas que evalúan diversos componentes de las funciones ejecutivas. A su vez, se pretende sumar evidencia científica local respecto del rol neuroprotector que tiene el entrenamiento musical en los adultos.

## Metodología

### Participantes

Se entrevistó a 77 sujetos (32 músicos y 45 control) entre 18 y 50 años, habitantes de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y el Gran Buenos Aires, República Argentina. La técnica de muestreo utilizada fue muestreo por

bola de nieve, mediante el cual los potenciales sujetos fueron convocados por otros participantes. A su vez, se utilizaron flyers y mails informativos para dar a conocer la posibilidad de participar en el estudio dentro de los diferentes lugares frecuentados por la población objetivo. En específico, los sujetos músicos participantes fueron principalmente alumnos de los primeros años del profesorado impartido por el Conservatorio Superior de Música "Manuel de Falla". Mientras que los no músicos pertenecían, sobre todo, al grado en Psicología de la Universidad de Buenos Aires.

Los criterios de inclusión tomados para los sujetos músicos fueron contar con estudios secundarios completos, haber recibido entrenamiento musical por un período igual o mayor a 4 años consecutivos y la firma del consentimiento informado. Los criterios de exclusión fueron padecer enfermedades crónicas no controladas, de grado severo o en estado terminal, y presentar criterios diagnósticos según DSM-V para adicciones, retraso mental, demencias, esquizofrenia y otros trastornos psicóticos. Para los sujetos no músicos se estableció como criterio de inclusión el poseer educación secundaria completa y la firma de consentimiento informado. Los criterios de exclusión fueron los mismos que en el caso de los sujetos músicos, añadiendo la falta de entrenamiento musical destacable.

#### Diseño

Para cumplir los objetivos propuestos, fue utilizado un diseño ex post-facto de tipo transversal.

#### Instrumentos

Los instrumentos administrados en el presente estudio fueron:

- Cuestionario de datos generales. Comprende 6 preguntas sobre el perfil sociodemográfico de la muestra en las variables: género, edad, nacionalidad, estado civil, educación y ocupación principal.
- CEM-A (Feldberg, Stefani, Moya García, Mailing, Caruso, Somale & Allegri, 2019). Validación al castellano y a la población argentina del Musical Training Survey de Gooding, Abner, Jicha, Kryscio & Schmitt (2014). Consta de 35 ítems que analizan la destreza musical del sujeto en la ejecución de instrumentos o canto y su conocimiento objetivo sobre teoría musical, divididos en 2 secciones: Preparación musical (14 ítems) y Conocimiento musical (21 preguntas).
- Participación en actividades recreativas. Se indaga a través de 4 preguntas cerradas. Las mismas forman parte del Musical Training Survey (Gooding, Abner, Jicha, Kryscio, & Schmitt, 2014).
- Escala de depresión y ansiedad hospitalaria- HADS (Zigmond & Snaith, 1983). Instrumento autoaplicado que consta de 14 ítems que evalúan el estado de depresión y ansiedad de una persona en un contexto hospitalario clínico-ambulatorio. Los ítems impares se enfocan en indagar síntomas de tipo ansioso (HADS-A) y los ítems pares se enfocan en los de tipo depresivo (HADS-D). En cada una de las subescalas se puede obtener una puntuación que varía de 0 a 21, siendo que

una puntuación de 0 a 7 significa ausencia de síntoma, de 8 a 11 posible afectación y de 12 a 21 afectación entre probable a significativa.

- Test de Acentuación de Palabras, Revisado- TAP-R (Sierra, Torralva, Roca, Manes, & Burin, 2010). Este instrumento está conformado por una tarjeta donde se presenta 50 palabras en mayúsculas, de baja frecuencia de uso. La cual se le presenta al examinado y se le pide que lea las palabras en voz alta, sin prestar atención al significado. Cada palabra que se lee correctamente, tanto en transcripción grafema-fonema como en acentuación correcta se puntúa con 1, siendo el puntaje máximo de 50.
- Wisconsin Card Sorting Test- WCST (Heaton & Staff, 1993). El objetivo de esta prueba es evaluar razonamiento abstracto y flexibilidad de pensamiento, evidenciado como la capacidad de cambiar de estrategia cognitiva al cambiar el patrón de ordenamiento de una serie de cartas. Se utilizó la versión informatizada, la cual se compone de un total de 64 cartas, en donde hay que aparearlas con 4 cartas de referencia, todas ellas presentan diversas combinaciones de 4 formas geométricas diferentes (círculos, estrellas, cruces y triángulos), 4 colores (rojo, verde, amarillo y azul) y 4 cantidades (uno, dos, tres o cuatro). Las medidas tomadas fueron respuestas perseverativas, entendidas como el número de tarjetas que se ordena bajo una categoría incorrecta a pesar del *feedback* negativo de la prueba, y nivel conceptual, entendido como el número de respuestas consecutivas correctas.
- Paced auditory serial addition test- PASAT (Gronwall, 1977). Combina componentes de velocidad de procesamiento y memoria de trabajo. En esta prueba se presenta una serie de números cada 3 segundos, de manera verbal mediante en una grabación, y el sujeto debe sumar los dos últimos números que haya escuchado, de manera consecutiva y no acumulativa, sin dejar pasar ninguna cifra. Se toma el número de respuestas correctas totales.
- Trial Making Test, Parte B- TMT-B (Reitan & Wolfson, 1985). Esta forma evalúa principalmente flexibilidad, velocidad y secuenciación, además de atención dividida y capacidades motoras. El objetivo del test es que el evaluado una lo más rápido posible una serie de números y letras distribuidos en una hoja, teniendo que unir un número con una letra, esa letra con otro número y así de manera subsiguiente (números en orden ascendentes y letras según el orden del abecedario). La puntuación final se obtiene en base al tiempo transcurrido.

#### Procedimiento

Para poder dividir a los sujetos por grupo, se les pidió a los participantes que completasen de manera online y previamente a la evaluación con las pruebas principales, el cuestionario de datos generales, el CEM-A y el HADS. Las entrevistas de evaluación, donde se administró la batería con las pruebas de funciones ejecutivas, tuvieron una duración aproximada de 30 minutos, teniendo carácter individual.

### Análisis de datos

Una vez obtenidos los datos, los mismos se analizaron estadísticamente utilizando las pruebas pertinentes, entre ellas: cálculo de medidas descriptivas, prueba de normalidad de Shapiro-Wilk y la prueba no paramétrica para muestras independientes U de Mann-Whitney, en base a las características de la muestra. Siempre se utilizó un nivel de significación del 95% y como software se utilizó el *Statistical Package for the Social Sciences-SPSS* versión 22.0.

### Aspectos éticos

Luego de que los entrevistados recibieran una explicación clara del estudio y se aclarase la confidencialidad de los datos, se obtuvo la firma del consentimiento informado. El estudio se llevó a cabo de acuerdo con las pautas establecidas por la última revisión de la Declaración Helsinki (Asociación Médica Mundial, 2001), dictada en 1964. Además, fue evaluado y aprobado por el comité de ética de la institución en donde se llevó a cabo las evaluaciones.

### Resultados

Tal como se ve en la Tabla 1, los sujetos músicos tienen una edad promedio de 26.78 años ( $de= 10.09$ ) y primó la participación masculina (66%), el estado civil soltero (88%), nacionalidad argentina (94%) y estudios universitarios incompletos (46.9%). La ocupación principal fue estudiante (44%). En relación con los no músicos, la edad media fue de 26.84 años ( $de= 6.63$ ), primando la participación femenina (76%), el estado civil soltero (91%), nacionalidad argentina (89%) y estudios universitarios incompletos (55.6%). La ocupación principal fue estudiante (35.5%).

En cuanto a las actividades de tiempo libre que conforman la RC (Tabla 2), se indagó, tal como sugiere la literatura acerca del tema, respecto de: el aprendizaje de un segundo idioma, la realización de actividades cognitivas desafiantes, actividades cardiovasculares y/o práctica de estiramientos. Se observa que, en el caso de los músicos, prevaleció la participación en actividades cardiovasculares (81%) y el aprendizaje de un segundo idioma (81%). Mientras que, en el caso de los no músicos, prevaleció la participación tanto en actividades cognitivas (78%) como cardiovasculares (78%). Al realizar la prueba chi-cuadrado de Pearson, no se encontraron diferencias significativas entre ambos grupos en la realización de tales actividades, siendo el entrenamiento musical la tarea diferencial realizada entre ambos grupos.

Tabla 1

*Datos descriptivos. Variables sociodemográficas según grupos muestrales*

	Músicos (n=32)	Controles (n=45)
Edad (media, DE)	26.78 (10.09)	26.84 (6.63)
Sexo		
Hombres (n,%)	21 (66%)	11 (24%)
Mujeres (n,%)	11 (34%)	34 (76%)
Nacionalidad		
Argentina (n,%)	30 (94%)	40 (89%)
Extranjero (n,%)	2 (6%)	5 (11%)
Estado civil		
Soltero (n,%)	28 (88%)	41 (91%)
Casado (n,%)	3 (9%)	4 (9%)
Divorciado (n,%)	1 (3%)	0 (0%)
Educación		
Secundaria completa (n,%)	7 (21.9%)	5 (11.1%)
Terciario incompleto (n,%)	6 (18.7%)	2 (4.4%)
Terciario completo (n,%)	1 (3.1%)	4 (8.9%)
Universitario incompleto (n,%)	15 (46.9%)	25 (55.6%)
Universitario completo (n,%)	2 (6.3%)	4 (8.9%)
Posgrado (n,%)	1 (3.1%)	5 (11.1%)
Ocupación		
Estudiante (n,%)	14 (44%)	16 (35.5%)
Profesional de maestría (n,%)	0 (0%)	1 (2%)
Oficios (n,%)	1 (3%)	0 (0%)
Empleado (n,%)	7 (22%)	16 (35.5%)
Docente (n,%)	3 (9%)	3 (7%)
Profesional independiente (n,%)	2 (6%)	5 (11%)
Otros (n,%)	5 (16%)	4 (9%)

Tabla 2

*Realización de actividades conformantes de la RC y prueba chi-cuadrado.*

	Músicos		Controles		$\chi^2$	p
	Sí	No	Sí	No		
Segundo idioma	26 (81%)	6 (19%)	29 (64%)	16 (36%)	2.588	.108
Act. cognitivas	24 (75%)	8 (25%)	35 (78%)	10 (22%)	0.081	.777
Act. cardiovasc.	26 (81%)	6 (19%)	35 (78%)	10 (22%)	0.137	.711
Estiramientos	12 (37,5%)	20 (62,5%)	25 (56%)	20 (44%)	2.442	.118

**Tabla 3**  
*Resultados de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk por grupo y variable*

	Músicos			Controles		
	W	gl	p	W	gl	p
Edad	.787	32	.000	.917	45	.003
Educación	.931	32	.041	.960	45	.119
CEM-A	.916	32	.016	.941	45	.023
TAP-R	.976	32	.692	.968	45	.235
HADS-A	.955	32	.196	.965	45	.181
HADS-D	.929	32	.037	.939	45	.020
PASAT	.892	32	.004	.957	45	.093
RP WCST	.905	32	.008	.862	45	.000
NC WCST	.908	32	.010	.898	45	.001
TMT-B	.878	32	.002	.919	45	.004

De forma subsiguiente, se llevó a cabo la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk sobre los datos de las diversas tareas administradas (Tabla 3). Encontrándose que los resultados en la mayoría de ellas no seguían la distribución normal, por lo que, posteriormente, se tuvo que optar por comparar las distribuciones mediante la prueba no paramétrica para muestras independientes U de Mann-Whitney.

**Tabla 4**  
*Resultados de los análisis no paramétricos U de Mann-Whitney en variables moduladoras.*

	Músicos		Controles		U	p
	M	DE	M	DE		
Edad	26.8	10.09	26.8	6.63	600.5	.215
Años educ	15.8	2.97	16.2	2.57	648.5	.456
CEM-A	14.5	3.48	4.9	3.42	12.5	.000
TAP-R (CI)	100.4	6.68	99.8	6.19	691.5	.768
HADS-A	5.7	2.61	4.7	2.57	547	.071
HADS-D	3.7	2.48	3.5	2.51	689	.746

En lo referente a las variables moduladoras del rendimiento cognitivo, no se detectaron de manera general diferencias significativas intergrupales (Tabla 4), por lo que se podría considerar que los grupos muestrales se encuentran equiparados en tales medidas (edad, años de educación, CI y HADS). Sin embargo, las comparaciones con respecto al CEM-A (U= 12.5, p= .000) mostraron que había diferencias significativas, aportando evidencia de la capacidad del instrumento para distribuir a los sujetos en ambos grupos muestrales debido a las diferencias en el entrenamiento musical.

**Tabla 5**  
*Resultados de los análisis no paramétricos U de Mann-Whitney en pruebas de funciones ejecutivas*

	Músicos		Controles		U	p
	M	DE	M	DE		
PASAT	47.1	11.67	40.6	9.68	447	.005
RP WCST	52.0	14.00	45.6	11.59	490	.017
NC WCST	51.3	15.19	46.1	14.29	544.5	.069
TMT-B	69.5	31.31	77.9	27.94	552	.082

En consideración a las pruebas que miden específicamente funciones ejecutivas (Tabla 5), los resultados revelaron que se encuentran diferencias estadísticamente significativas a favor del grupo de sujetos músicos en PASAT (U= 447, p= .005) y respuestas perseverativas del WCST (U= 490, p= .017). Mientras que en nivel conceptual del WCST se obtuvo U= 544.5 (p= .069) y en el TMT-B se obtuvo U= 552 (p= .082), resultando no significativas las diferencias de distribución entre ambos grupos.

### Discusión

En el marco de la RC y la hipótesis de la complejidad ambiental, diversos estudios (Bourassa, Memel, Woolverton & Sbarra, 2017; Desai, Grossberg & Chibnall, 2010; Kelly, Duff, Kelly, Power, Brennan, Lawlor & Loughrey, 2017) señalan el rol beneficioso que tiene la participación social en el bienestar biopsicosocial de las personas, especialmente en lo que se refiere a la cognición. Las actividades del tiempo libre también pueden generar una ventaja en este sentido (Conti, Voelkl & McGuire, 2009; Ngandu et al., 2015; Stern & Munn, 2010). Entre tales actividades se podría ubicar el ejercicio musical, ya que cumple una triple función: ser una actividad recreativa, una actividad social y una actividad cognitivamente desafiante por todos los procesos que se deben ejecutar durante su práctica. Por ello, el presente estudio tuvo como propósito analizar el rol modulador que tiene el entrenamiento musical en el rendimiento en tareas neuropsicológicas que evalúan diversos componentes de las funciones ejecutivas.

Por su parte, los resultados confirman los objetivos planteados para el estudio. En cuanto a las características sociodemográficas de la muestra, ambos grupos presentaron equivalencias en cuanto a la edad promedio y el nivel de escolaridad (Ihle et al., 2018; Opdebeeck, Quinn, Nelis & Clare, 2015; Roe, Xiong, Miller & Morris, 2007). En lo referente a la ocupación, el mayor porcentaje se ubica dentro de la categoría estudiante (38,96%), siendo tanto la ocupación como la educación factores importantes de modulación de la cognición (Smart, Gow & Deary, 2014; Sörman, Hansson, Pritschke & Ljungberg, 2019). A su vez, ambos grupos muestrales resultaron equivalentes en variables que conforman la RC, como son el nivel de escolaridad y la ocupación.

De manera complementaria, los sujetos de ambos grupos participaban en igual medida en otras actividades de tiempo libre asociadas con la RC, entre ellas: el aprendizaje

de un segundo idioma, actividades cognitivamente desafiantes, actividades cardiovasculares y estiramientos. Advirtiéndose, igualmente, equidad entre ambos grupos en variables concernientes al estado de ánimo y al cociente intelectual (Becker, Orellana, Lahmann, Rücker, Bauer & Boeker, 2018; Fallahpour, Borell, Luborsky & Nygård, 2016; Russ, Hannah, Batty, Booth, Deary & Starr, 2017). Por lo que tales variables no deberían estar afectando a las posibles diferencias encontradas a nivel intergrupar en el rendimiento en las tareas que evalúan las funciones ejecutivas.

En relación a los resultados de cada grupo en las mismas, se advierte un rendimiento superior de los sujetos músicos, con respecto a los no músicos, en tareas que implican aspectos más complejos de las funciones ejecutivas como son el WCST y el PASAT. En el Test de categorización de Wisconsin, se observaron diferencias a favor de los músicos en la dimensión “respuestas perseverativas”, advirtiéndose menor número de errores en la realización de la tarea. Coincidiendo esto con los resultados observados en estudios anteriores (Moreno, Bialystok, Barak, Schellenberg, Cepeda & Chau, 2011; Moussard, Bermudez, Alain, Tays & Moreno, 2016; Okada, 2016; Zuk, Benjamin, Kenyon & Gaab, 2014), que señalaron el efecto positivo del entrenamiento musical en las funciones ejecutivas. Indicando que el entrenamiento musical mejora habilidades como la inhibición, la flexibilidad, la actualización, *switching* o la velocidad de procesamiento. Remarcándose, además, que el entrenamiento musical produce mejoras en flexibilidad y velocidad de procesamiento observados también en los resultados del presente estudio.

De manera complementaria, también se advierte mejor rendimiento de los sujetos músicos en el test de PASAT, siendo este resultado un elemento a favor respecto del rol favorecedor que tiene el entrenamiento musical sobre el razonamiento abstracto y la memoria de trabajo, aspectos cognitivos involucrados en la realización de tal prueba. Coincidiendo estos resultados con los hallados por diversos autores (D'Souza, Moradzadeh y Wiseheart, 2018; Franklin, Moore, Yip & Jonides, 2008; Talamini, Caretti y Grassi, 2016), quienes indican como el entrenamiento musical puede llegar a influir positivamente sobre tales funciones, especialmente en la memoria de trabajo. Sin embargo, se señala que no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos muestrales en una tarea menos compleja, que implica flexibilidad cognitiva, como es la Parte B del Trial Making Test.

Por lo tanto, teniendo en cuenta los hallazgos del presente trabajo y el background empírico precedente, parecería que el entrenamiento musical tendría un efecto favorecedor de las funciones ejecutivas, especialmente en tareas más complejas que evalúan esta función cognitiva o en tareas que impliquen varios aspectos de este proceso cognitivo en interacción con otras funciones. Sin embargo, se considera que sería adecuado seguir indagando en este sentido en vista a futuras investigaciones, con muestras más amplias y en poblaciones donde el estudio y la práctica musical puedan ser de carácter formal en su

totalidad. Siendo especialmente importante enfatizar el uso de diseños experimentales longitudinales, para poder obtener información más detallada con respecto de las diferencias a lo largo de la vida que se pueden producir en este proceso cognitivo como consecuencia del entrenamiento musical.

Aun así, el presente estudio no sólo abre puertas hacia nuevas investigaciones multidisciplinarias sobre el impacto que el entrenamiento musical tiene respecto de diversas funciones ejecutivas, sino que también inicia un camino hacia el descubrimiento de nuevos interrogantes en cuanto a la interrelación que existe entre estas variables y su impacto sobre otros ámbitos específicos, como puede ser la educación, la gerontología, la musicoterapia o la rehabilitación cognitiva. Haciéndose especial énfasis en la calidad de vida de los individuos y a su propia reserva cognitiva.

#### Agradecimientos

Se agradece al Instituto de Neurociencias Buenos Aires (INEBA) por el apoyo brindado para llevar a cabo el presente trabajo.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amieva, H., Mokri, H., Le Goff, M., Meillon, C., Jacqmin-Gadda, H., Foubert-Samier, A., ... & Dartigues, J. F. (2014). Compensatory mechanisms in higher-educated subjects with Alzheimer's disease: a study of 20 years of cognitive decline. *Brain*, 137(4), 1167-1175.
- Asociación Médica Mundial (2001). Declaración de Helsinki. Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. *Revista Neurológica Argentina*, 26, 75-77.
- Bauermeister, J. J. (2014). *Hiperactivo, Impulsivo, Distraído ¿Me conoces?, Tercera edición: Guía Acerca del Déficit Atencional (TDAH) Para Padres, Maestros y Profesionales*. Guilford Publications.
- Becker, E., Orellana Rios, C., Lahmann, C., Rücker, G., Bauer, J. & Boeker, M. (2018). Anxiety as a risk factor of Alzheimer's disease and vascular dementia. *The British Journal of Psychiatry*, 213(5), 654-660.
- Benz, S., Sellaro, R., Hommel, B., & Colzato, L. S. (2016). Music makes the world go round: The impact of musical training on non-musical cognitive functions—A review. *Frontiers in Psychology*, 6, 2023.
- Bialystok, E., & DePape, A. M. (2009). Musical expertise, bilingualism, and executive functioning. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 35(2), 565.
- Bourassa, K. J., Memel, M., Woolverton, C., & Sbarra, D. A. (2017). Social participation predicts cognitive functioning in aging adults over time: comparisons with physical health, depression, and physical activity. *Aging & mental health*, 21(2), 133-146.
- Conti, A., Voelkl, J. E. & McGuire, F. A. (2009). The potential role of leisure in the prevention of dementia. *Annual in Therapeutic Recreation*, 17, 31-45.
- Desai, A. K., Grossberg, G. T., & Chibnall, J. T. (2010). Healthy brain aging: a road map. *Clinics in Geriatric Medicine*, 26(1), 1- 16.
- D'Souza, A. A., Moradzadeh, L., & Wiseheart, M. (2018). Musical training, bilingualism, and executive function: working memory and inhibitory control. *Cognitive research: principles and implications*, 3(1), 11.

- Ericsson, K. A., Krampe, R. T., & Tesch-Römer, C. (1993). The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psychological review*, 100(3), 363.
- Fallahpour, M., Borell, L., Luborsky, M., & Nygård, L. (2016). Leisure-activity participation to prevent later-life cognitive decline: a systematic review. *Scandinavian journal of occupational therapy*, 23(3), 162-197.
- Feldberg, C., Stefani, D., Moya García, L., Mailing, I., Caruso, G., Somale, M. V., & Allegri, R. (2019). Medición del entrenamiento musical como indicador de reserva cognitiva: adaptación y validación de la versión argentina del Musical Training Questionnaire. *Neurología Argentina*, 11(1), 3-11.
- Franklin, M., Moore, K., Yip, C., Jonides, J., Rattray, K., & Moher, J. (2008). The effect of musical training on verbal memory. *Society for education, music and psychology research*, 6 (3), 353-365.
- Gooding, L. F., Abner, E. L., Jicha, G. A., Kryscio, R. J., & Schmitt, F. A. (2014). Musical training and late-life cognition. *American Journal of Alzheimer's Disease & Other Dementias*, 29(4), 333-343.
- Gronwall, D. M. A. (1977). Paced auditory serial-addition task: a measure of recovery from concussion. *Perceptual and motor skills*, 44(2), 367-373.
- Hanna-Pladdy, B., & Gajewski, B. (2012). Recent and past musical activity predicts cognitive aging variability: direct comparison with general lifestyle activities. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6, 198.
- Hanna-Pladdy, B., & MacKay, A. (2011). The relation between instrumental musical activity and cognitive aging. *Neuropsychology*, 25(3), 378.
- Heaton, R. K., & Staff, P. A. R. (1993). Wisconsin card sorting test: computer version 2. *Odessa: Psychological Assessment Resources*, 4, 1-4.
- Ihle, A., Ghisletta, P., Ballhausen, N., Fagot, D., Vallet, F., Bae-riswyl, M., ... & Kliegel, M. (2018). The role of cognitive reserve accumulated in midlife for the relation between chronic diseases and cognitive decline in old age: A longitudinal follow-up across six years. *Neuropsychologia*, 121, 37-46.
- Kelly, M. E., Duff, H., Kelly, S., Power, J. E. M., Brennan, S., Lawlor, B. A., & Loughrey, D. G. (2017). The impact of social activities, social networks, social support and social relationships on the cognitive functioning of healthy older adults: a systematic review. *Systematic reviews*, 6(1), 259.
- Moradzadeh, L., Blumenthal, G., & Wiseheart, M. (2015). Musical training, bilingualism, and executive function: A closer look at task switching and dual task performance. *Cognitive Science*, 39(5), 992-1020.
- Moreno, S., Bialystok, E., Barac, R., Schellenberg, E. G., Cepeda, N. J., & Chau, T. (2011). Short-term music training enhances verbal intelligence and executive function. *Psychological science*, 22(11), 1425-1433.
- Moussard, A., Bermudez, P., Alain, C., Tays, W., & Moreno, S. (2016). Life-long music practice and executive control in older adults: An event-related potential study. *Brain Research*, 1642, 146-153.
- Ngandu, T., Lehtisalo, J., Solomon, A., Levälähti, E., Ahtiluoto, S., Antikainen, R., ... & Lindström, J. (2015). A 2 year multidomain intervention of diet, exercise, cognitive training, and vascular risk monitoring versus control to prevent cognitive decline in at-risk elderly people (FINGER): a randomised controlled trial. *The Lancet*, 385(9984), 2255-2263.
- Okada, B. M. (2016). *Musical Training and Executive Functions* [Tesis doctoral, Universidad de Maryland]. <https://drum.lib.umd.edu/handle/1903/18933>
- Opdebeeck, C., Quinn, C., Nelis, S. M. & Clare, L. (2015). Does cognitive reserve moderate the association between mood and cognition? A systematic review. *Reviews in Clinical Gerontology*, 25(3), 181-193.
- Redolat, R., & Mesa-Gresa, P. (2012). Potential benefits and limitations of enriched environments and cognitive activity on age-related behavioural decline. *Current Topics in Behavioral Neurosciences*, 10, 293-316.
- Reitan, R. M., & Wolfson, D. (1985). *The Halstead-Reitan neuropsychological test battery: Theory and clinical interpretation* (Vol. 4). Reitan Neuropsychology.
- Roe, C. M., Xiong, C., Miller, J. P. & Morris, J. C. (2007). Education and Alzheimer disease without dementia: support for the cognitive reserve hypothesis. *Neurology*, 68(3), 223-228.
- Russ, T. C., Hannah, J., Batty, G. D., Booth, C. C., Deary, I. J. & Starr, J. M. (2017). Childhood Cognitive Ability and Incident Dementia: The 1932 Scottish Mental Survey Cohort into their 10th Decade. *Epidemiology (Cambridge, Mass.)*, 28(3), 361-364.
- Salthouse, T. (2016). Contributions of the Individual Differences Approach to Cognitive Aging. *The journals of gerontology, Series B, Psychological sciences and social sciences*, 72(1), 7-15.
- Sierra, N., Torralva, T., Roca, M., Manes, F., & Burin, D. I. (2010). Estimación de la inteligencia premórbida en deterioro cognitivo leve y moderado y en déficit ejecutivo. *Revista Neuropsicología Latinoamericana*, 2(1), 25-32.
- Slevc, L. R., & Miyake, A. (2006). Individual differences in second-language proficiency: Does musical ability matter? *Psychological science*, 17(8), 675-681.
- Smart, E. L., Gow, A. J. & Deary, I. J. (2014). Occupational complexity and lifetime cognitive abilities. *Neurology*, 83, 2285-2291.
- Sörman D. E., Hansson, P., Pritschke, I. & Ljungberg, J. K. (2019). Complexity of primary lifetime occupation and cognitive processing. *Frontiers in Psychology*, 10, 1861.
- Stern, Y. (2002). What is cognitive reserve? Theory and research application of the reserve concept. *Journal of the international neuropsychological society*, 8(3), 448-460.
- Stern, C. & Munn, Z. (2010). Cognitive leisure activities and their role in preventing dementia: a systematic review. *JBI Database of Systematic Reviews and Implementation Reports*, 7(29), 1292-1332.
- Strout, K. A., & Howard, E. P. (2012). The six dimensions of wellness and cognition in aging adults. *Journal of Holistic Nursing*, 30(3), 195-204.
- Talamini, F., Carretti, B., y Grassi, M. (2016). The working memory of musicians and nonmusicians. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, 34(2), 183-191.
- Zigmond, A. S., & Snaith, R. P. (1983). The hospital anxiety and depression scale. *Acta psychiatrica scandinavica*, 67(6), 361-370.
- 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.

Fecha de recepción: 27 de julio de 2020

Fecha de aceptación: 20 de octubre de 2020

Fecha de publicación: 30 de noviembre de 2020