

Revista arbitrada en castellano publicada por SAGE para la Sociedad Internacional para la Educación Musical (ISME).

ISSN: 2307-4841

doi:

10.1177/23074841211046709



Creative Commons CC-BY. Este artículo se distribuye bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution 4.0 (<http://www.creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) que permite cualquier uso, reproducción y distribución de la obra sin permiso, siempre y cuando la obra original se atribuya tal y como se especifica en las páginas de SAGE y Open Access (<https://us.sagepub.com/en-us/nam/open-access-at-sage>).



Efecto del entrenamiento musical en las funciones ejecutivas: un meta-análisis.

Mónica Hernández Campos, Instituto Tecnológico de Costa Rica
Mauricio Molina Delgado, Universidad de Costa Rica
Vanessa Smith-Castro, Universidad de Costa Rica
Odir Rodríguez Villagra, Universidad de Costa Rica

Resumen

En los últimos años ha surgido la interrogante de si es posible entrenar las funciones ejecutivas y si se considera que la música, por su alto nivel de complejidad, genera un efecto en estos procesos. Pese a que se ha encontrado una relación entre un entrenamiento musical y las funciones ejecutivas, estos resultados son contradictorios y no existe una estimación cuantitativa de la fuerza de esta posible asociación, ni tampoco estudios que integren los resultados de investigaciones similares para esclarecer la problemática planteada. El objetivo del presente estudio fue estimar meta-analíticamente el efecto del entrenamiento musical sobre el procesamiento ejecutivo, así como identificar potenciales variables moderadoras. Se encontró un tamaño de efecto moderado ($d=0,51$) el cual indica que las personas que recibieron un entrenamiento musical presentaron un mejor desempeño en las tareas de funciones ejecutivas en comparación a los participantes que no estuvieron expuestos a un entrenamiento de esta naturaleza.

Palabras Clave

Funciones ejecutivas; música; meta análisis; transferencia; entrenamiento.

Effect of music training on executive functions: A meta-analysis.

Mónica Hernández Campos, Costa Rican Institute of Technology
Mauricio Molina Delgado, University of Costa Rica
Vanessa Smith-Castro, University of Costa Rica
Odir Rodríguez Villagra, University of Costa Rica

Abstract

In recent years, questions have emerged regarding if it is possible to train executive functions and if music, for its high level of complexity, has an impact on these processes. Even though there is a relation between musical training and executive functions, this results are contradictory and there is no quantification of this potential association. The aim of this study was to estimate through a meta-analysis the effect of musical training in executive functions, and also to identify potential moderator variables. Results indicates that people who received a musical training showed a better performance in executive functions tasks in comparison to the participants that were not exposed to this kind of training ($d=.51$).

Keywords

Executive functions; music; meta analysis; transfer; training.

Efecto del entrenamiento musical en las funciones ejecutivas: un meta-análisis.

por **Mónica Hernández Campos (Instituto Tecnológico de Costa Rica), Mauricio Molina Delgado, Vanessa Smith-Castro, y Odir Rodríguez Villagra (Universidad de Costa Rica).**

Las funciones ejecutivas son una serie de procesos cognitivos de tipo descendente, requeridos para concentrarse y prestar atención, fundamentales en procesos complejos como razonamiento, resolución de problemas, planeamiento, regulación del afecto, motivación, y tareas de comprensión social (Diamond, 2013; Zelazo y Muller, 2005). Además, estudios previos han detectado asociación entre altos puntajes en funciones ejecutivas y salud física y mental, calidad de vida, éxito educativo y laboral, relaciones sociales eficientes, entre otras (Diamond, 2013).

Existe una gran diversidad en cómo las personas regulan sus pensamientos y acciones; pese a esto se desconocen cuáles son los mecanismos que subyacen a estas diferencias en los procesos de autorregulación (Miyake y Friedman, 2012). Estos antecedentes han aumentado el interés particular de algunos autores en desarrollar intervenciones para entrenar las funciones ejecutivas en la infancia temprana, tomando en cuenta que predicen logros a lo largo de la vida (Diamond, 2013).

Entre los entrenamientos que han detectado un aumento en el procesamiento ejecutivo es el aprendizaje de un instrumento. Adicional al potencial efecto en las funciones ejecutivas, se ha identificado que el entrenamiento musical fomenta el desarrollo de resiliencia y puede tener un impacto positivo en niños que crecen en ambientes con desventajas socioeconómicas y educativas (Hedayati y otros, 2016). Además, ha sido exitoso como herramienta en procesos de rehabilitación cognitiva en la mejora la comunicación, la función motora, y la calidad de vida posterior a una lesión cerebral (Magee y otros, 2017).

Pese a la multiplicidad de propuestas que pretenden definir este constructo, esta investigación parte de lo planteado por Miyake y otros (2000), quienes proponen un modelo basado en fuerte evidencia empírica que describe cómo se organizan las funciones ejecutivas y el rol que juegan en procesos cognitivos complejos. Este modelo está integrado por tres funciones ejecutivas: flexibilidad cognitiva o cambio de set; monitoreo y actualización de la memoria de trabajo; y control inhibitorio. La flexibilidad cognitiva involucra desengancharse de tareas irrelevantes para prestar atención a un nuevo conjunto de información necesaria para la tarea, así como resistir a la interferencia proactivamente. Por otra parte, la actualización de la memoria de trabajo requiere monitorear y codificar información nueva que sea relevante para la tarea, así como revisar los elementos que se manejan en la memoria para reemplazar información que no es más necesaria. Finalmente, el control inhibitorio es la habilidad de inhibir de manera intencional aquellas respuestas automáticas cuando es requerido.

En los últimos años ha surgido la interrogante de si es posible entrenar estas capacidades y, de ser así, qué entrenamientos específicos pueden generar un cambio en el procesamiento ejecutivo. Particularmente algunos autores se preguntan cuál podría ser el alcance de un entrenamiento musical (Diamond, 2013; Moreno y Farzan, 2015). Un estudio clásico que marcó el inicio de esta línea de investigación fue el

realizado por Rauscher y otros en 1995. El objetivo fue identificar si las habilidades visoespaciales podían mejorar después de escuchar música compuesta por Mozart; lo que se conoce popularmente como el *efecto Mozart*. Dicha investigación generó gran controversia debido a la variedad en los resultados que se encontraron durante su replicación (Nantais y Schellenberg, 1999; Pietschnig y otros, 2010; Thompson y otros, 2001). Cabe destacar que no existía un entrenamiento en música en estos estudios, sino una exposición pasiva a obras de Mozart.

A partir de este trabajo se empezaron a realizar diseños experimentales para identificar el efecto de la práctica de un instrumento en distintos procesos cognitivos. Algunos de los resultados de estos estudios mostraron que estudiantes involucrados en un proceso de aprendizaje de tipo musical exhibieron un desempeño académico superior a los que no estuvieron implicados en uno (Caterral, 1998), mejor desempeño en el razonamiento espacio-temporal, memoria de trabajo, estrategias de aprendizaje y atención en niños preescolares (Rauscher y Zupan, 2000), efectos positivos a largo plazo en la memoria verbal (Chang y otros, 1998), así como un mejor desempeño en las funciones ejecutivas (Bugos, 2004; Franklin y otros, 2008; Hernández y Villalobos, 2013; Moreno y otros, 2011; Pallesen y otros, 2010; Parbery-Clark y otros, 2009). Incluso programas cortos de entrenamiento musical generaron un impacto en el control cognitivo así como en el correlato neurológico de dichos procesos, lo cual parece ser una evidencia importante de plasticidad cerebral (Buonomano y Merzenich, 1998; Moreno y otros, 2011).

Moreno y Bidelman (2014) definen la transferencia como aquella habilidad de una experiencia o entrenamiento específico que influye en procesos no relacionados. Estos autores hacen una distinción entre transferencia cercana y lejana. La cercana ocurre en contextos y dominios similares, por ejemplo cuando un pianista demuestra dominio en la identificación de tonos de otros instrumentos además del piano. La lejana ocurre en dominios menos comunes; tal es el caso de la mejora en las funciones ejecutivas a partir de la práctica de un instrumento. Estos autores proponen un modelo explicativo de plasticidad y transferencia de procesos cognitivos. Desde su propuesta, la transferencia de música a habilidades no entrenadas podría ser gobernada por un efecto de sombrilla, en el que las habilidades cognitivas generales se activan por los requerimientos del entrenamiento musical en sí mismo. Adicional al factor de alta complejidad, Moreno y Farzan (2015) añaden que la transferencia entre habilidades ocurre cuando una actividad novedosa se expone a un entrenamiento y recluta otros procesos o componentes en las mismas regiones cerebrales. En el caso particular de las funciones ejecutivas, esta transferencia puede deberse a que dichos procesos son demandados durante la ejecución de tareas cognitivas de alto nivel (Moreno y otros, 2011).

El presente estudio tiene como objetivo estimar meta-analíticamente el efecto del entrenamiento musical en el procesamiento ejecutivo, así como identificar cuáles son las variables que moderan dicho efecto (Strait y Kraus, 2011;

Schellenberg, 2011). Cabe destacar que a la fecha no se ha podido identificar un meta-análisis publicado que intente responder a este interrogante. De esta manera, el presente estudio pretende aportar un mayor conocimiento de los procesos implicados en el entrenamiento de estas importantes funciones.

Método

Los estudios meta-analíticos permiten integrar los resultados de diversos estudios para revelar los patrones simples de relación entre las variables de interés y de esta forma desarrollar teoría. Además, permite corregir los efectos en el error de muestreo, medición y otros factores que producen resultados conflictivos (Schmidt y Hunter, 2003).

Este meta-análisis se realizó mediante un modelo por efectos aleatorios. En este tipo de análisis se estima la media general y, para minimizar la varianza, se calcula un peso para la media donde el peso asignado para cada estudio es inverso a la varianza de cada uno de estos (Borenstein y otros, 2010).

Revisión de literatura

La selección de artículos se realizó en el rango de años Enero 2000-Julio 2017, a partir de los siguientes criterios:

- Estudios experimentales con pre test y post test.
- Grupo experimental y grupo control.
- Personas sin ningún tipo de discapacidad.
- Entrenamiento en música general o un instrumento.
- Medición en funciones ejecutivas (control inhibitorio-memoria de trabajo-cambio de set).
- Reporte de las medias y desviaciones estándar para cada grupo.

Para la recolección de datos se realizó una búsqueda sistemática por palabras clave en las bases de datos: EBSCO, Wiley, Science Direct, Proquest, Jstore, Springer Link, SAGE y la Biblioteca de la Universidad de Costa Rica, con las siguientes palabras clave: «Music training» AND («executive functions», «cognitive improvement», «working memory», «set shifting», «inhibition», «inhibitory control», «cognitive improvement»); «instrument training» AND «executive functions»; «music» AND («cognitive abilities», «cognitive development»); «music lessons» AND («intelligence», «executive functions», «set shifting», «working memory», «inhibition», «inhibitory control»).

La búsqueda de palabras clave permitió identificar un total de 42.294 artículos. Los títulos y resúmenes fueron analizados para su selección previa eliminando aquellos que no cumplían con los criterios de inclusión. Este procedimiento permitió detectar 11 artículos para su futuro análisis de los cuales 6 fueron seleccionados finalmente para incluir en el estudio, que aportaron un total de 62 tamaños de efecto y 261 participantes.

Variables moderadoras

Para este estudio se seleccionan como variables moderadoras las siguientes: edad promedio en meses de participantes; tipo de entrenamiento (instrumento, clases generales de música, ambas); modalidad del entrenamiento (individual o en grupo); número de sesiones; tiempo del entrenamiento en horas; tiempo en minutos de cada sesión; tipo de tarea de funciones ejecutivas (actualización de la memoria de trabajo, control inhibitorio y flexibilidad cognitiva). Estas variables se seleccionan a partir de los datos aportados por parte de los estudios originales analizados en el meta-análisis. En la Tabla 1 se presenta la estrategia de

codificación para las variables moderadoras que se utilizó en la construcción de la base de datos para su posterior análisis.

Variable	Escala de medición	Estrategia de codificación
Artículo	NA	Cita
Año publicación	NA	Año publicación
Número de participantes	continua	Número de participantes
Sexo	categórica	Dato
Edad	categórica	Grupo etéreo (1 = Niños, 2 = Adolescentes, 3 = Adultos, 4=adultos mayores)
Edad en meses	continua	Dato
Grupo	categórica	1= experimental, 0= control
Tipo de entrenamiento	categórica	Tipo de entrenamiento (2= instrumento, 3= clases generales, 4= combina general e instrumento)
Forma de entrenamiento	categórica	1= individual, 2= grupal
Cantidad de sesiones	continua	Dato
Total de horas	continua	Dato
Tiempo de sesiones minutos	continua	Dato
Tipo tarea	categórica	1=flexibilidad cognitiva, 2= memoria de trabajo, 3= inhibición
Nombre de la tarea	NA	nombre de la tarea
\bar{x} pre test	continua	Dato
σ pre test	continua	Dato
\bar{x} postest	continua	Dato
σ postest	continua	Dato
N	continua	Dato

Tabla 1. Estrategia de codificación. Fuente: elaboración propia.

Cálculo del tamaño del efecto y heterogeneidad de tamaños de efecto análisis de variables moderadoras

El análisis de datos se hizo a través del programa CMA (Comprehensive Meta-Analysis) (Borenstein y otros, 2009). Se utilizó Excel para organizar toda la codificación de información extraída de los estudios.

Los tamaños de efecto se calcularon a partir de estudios primarios basados en el desempeño de un grupo de participantes que recibieron un entrenamiento en música en comparación a un grupo que estuvo expuesto a una actividad

control, esto en el procesamiento ejecutivo. Se calcularon los tamaños de efecto individuales a partir de las medias del pre test y post test, así como la desviación estándar de los mismos, además del tamaño de las muestras (la desviación estándar del post test para su estandarización) del grupo experimental y control.

Se empleó un modelo por efectos aleatorios en todos los análisis. Este modelo parte del supuesto de que los estudios incluidos en el meta-análisis son una muestra aleatoria de una amplia población (Rosenthal, 1995).

Se calculó el puntaje Z para tener un estadístico con una distribución conocida asociado a una probabilidad de error y el valor de p para el valor de Z calculado. Por otra parte, cada variable moderadora fue analizada a través de meta regresión (variables continuas) y análisis por subgrupo (variables categóricas).

Se empleó el test de Cochran (Q) para la medición de la heterogeneidad (Cochran, 1954) así como la I² (Higgins y Thompson, 2002). La Q de Cochran indica si los tamaños de efecto individuales son heterogéneos, de forma tal que se pueda detectar si los tratamientos tienen una eficacia similar o si esta varía. Las prueba de hipótesis que se evalúa es si H_0 = los TE del meta-análisis. Cuando se acepta la hipótesis nula, todos los TE del meta-análisis son semejantes, por lo que representan una medida similar de la eficacia del tratamiento (Thomas y Nelson, 2007). Por otra parte la I² representa el porcentaje de heterogeneidad de los tamaños de efecto. Un valor de 25%, 50% y 75% representan baja, media y alta heterogeneidad de manera correspondiente (Borenstein y otros, 2010).

Cálculo del sesgo de publicación

La mayor parte de estudios publicados reportan información que favorece rechazar la hipótesis nula en los estudios y son muy pocos los que se publican cuando este objetivo no se ha alcanzado. A este fenómeno se le conoce como «problema de estudios archivados» o «sesgo de publicación» y se define como “el fracaso de incluir todos los estudios individuales relevantes que se han realizado en el metanálisis” (Sedgwick y Marston, 2015, p. 2).

Es por esta razón que se detalla el cálculo de tendencias de publicación. Este cálculo permite identificar cuántos estudios con un efecto no significativo son necesarios para disminuir el TE significativo obtenido en un meta-análisis a un TE no significativo o pequeño (TE = 0,20). La fórmula empleada para esto fue:

$$K_0 = \frac{K(d_1 - d_2)}{d_2}$$

En donde K_0 es el número de trabajos necesarios para reducir el TE global del meta-análisis a un TE global no significativo (cantidad de no significativos), K es la cantidad de estudios incluidos en el meta-análisis (cantidad de efectos individuales), d_1 es la media de todos los TE del meta-análisis (TE global), d_2 es el valor de un TE (probablemente) no significativo, por ejemplo TE = 0,10 (puede ser: 0,15 o 0,20).

Las hipótesis que propone la prueba Q de Cochran son:

H_0 : Los tratamientos son igualmente efectivos.

H_1 : Existe una diferencia en la eficacia entre los tratamientos.

Además se calculó la regresión de Egger así como gráficos de embudo para la evaluación del sesgo en general. Cuando en el meta-análisis se han incluido todos los estudios

relevantes el gráfico debe presentar una distribución simétrica (Sedwick y Marson, 2015).

Resultados

La estrategia de codificación incluyó 6 estudios, los cuales aportaron un total de 62 tamaños de efecto. En la Figura 1 se presenta el diagrama de flujo para la búsqueda bibliográfica.

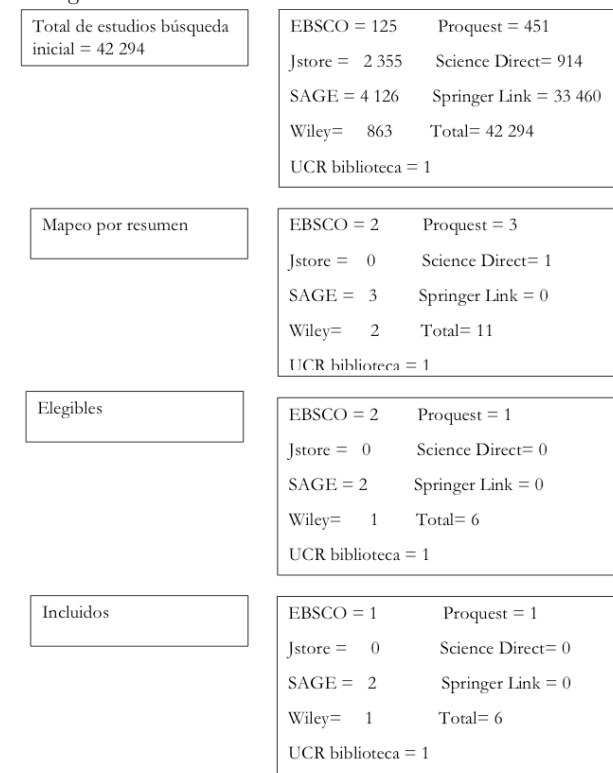


Figura 1. Diagrama de flujo de la búsqueda bibliográfica.

Fuente: elaboración propia. Los artículos no incluidos se excluyen porque no cumplían criterios de inclusión o se encontraban replicados.

Se observó un tamaño de efecto global moderado: $d=0,51$ ($n=62$, $IC95\%=0,32-0,70$, $<0,0001$). En este contexto, d indica la diferencia entre aquellos grupos expuestos a un entrenamiento musical en comparación a quienes no participaron de uno, con un mejor puntaje por parte del grupo experimental.

El valor K_0 estima que se requieren de 99 tamaños de efecto no significativos para reducir el tamaño de efecto. A través de la prueba de Heterogeneidad de Cochran se obtuvo un valor de 55,905 ($gl = 21$, $p <0,0001$; $I^2 = 62,436$), lo cual implica que las variables moderadoras pueden tener un efecto potencial.

En la Figura 2 se muestra el diagrama de bosque con los tamaños de efecto individual o el tamaño de efecto global.

Estudios	d	EE	varianza	Límite		Z	p	95% confianza
				Superior	Inferior			
Hernández y Villalobos (2012) 3	0,703	0,271	0,074	0,172	1,235	2,593	0,010	
Hernández y Villalobos (2012) 4	-0,542	0,272	0,074	-1,076	-0,008	-1,990	0,047	
Hernández y Villalobos (2012) 5	0,841	0,279	0,078	0,295	1,388	3,016	0,003	
Hernández y Villalobos (2012) 6	-0,227	0,264	0,070	-0,745	0,290	-0,860	0,390	
Hernández y Villalobos (2012) 7	0,590	0,269	0,072	0,063	1,117	2,193	0,028	
Hernández y Villalobos (2012) 2	0,253	0,273	0,075	-0,283	0,789	0,926	0,355	
Bugos et al (2007) 2	0,530	0,366	0,134	-0,187	1,246	1,449	0,147	
Bugos et al (2007) 3	0,860	0,376	0,141	0,124	1,596	2,290	0,022	
Roden et al (2014) 2	0,526	0,288	0,083	-0,038	1,090	1,829	0,067	
Roden et al (2014) 3	0,291	0,284	0,081	-0,266	0,848	1,023	0,306	
Roden et al (2014) 4	1,184	0,307	0,094	0,583	1,785	3,861	0,000	
Roden et al (2014) 5	0,017	0,283	0,080	-0,537	0,572	0,062	0,951	
Roden et al (2014) 6	0,840	0,295	0,087	0,262	1,419	2,848	0,004	
Roden et al (2014) 7	0,571	0,289	0,083	0,005	1,136	1,978	0,048	
Roden et al (2014) 8	1,292	0,311	0,097	0,683	1,901	4,155	0,000	
Janusa et al (2016) 2	0,487	0,269	0,072	-0,040	1,014	1,811	0,070	
Bianchi y Mangiacotti (2017) 1	0,433	0,431	0,186	-0,413	1,278	1,003	0,316	
Bugos y DeMarie (2017) 3	0,226	0,344	0,118	-0,448	0,900	0,657	0,511	
Bugos y DeMarie (2017) 4	0,029	0,343	0,118	-0,643	0,701	0,084	0,933	
Bugos y DeMarie (2017) 5	1,182	0,372	0,138	0,454	1,911	3,180	0,001	
Bugos y DeMarie (2017) 6	0,062	0,343	0,118	-0,610	0,734	0,181	0,857	
Hernández y Villalobos (2012) 8	0,331	0,267	0,071	-0,192	0,855	1,241	0,215	
Hernández y Villalobos (2012) 9	0,866	0,275	0,076	0,327	1,406	3,146	0,002	
Hernández y Villalobos (2012) 10	1,139	0,294	0,086	0,562	1,715	3,873	0,000	
Total	0,498	0,061	0,004	0,378	0,618	8,157	0,000	

Figura 2. Diagrama de árbol con tamaños de efectos individuales y efecto global. Fuente: elaboración propia.

Análisis tendencia de publicación

A través de la regresión de Egger se pudo identificar que no hay sesgo de publicación $t(20) = 0,94, p = 0,178$. Ver gráfico de embudo en la Figura 3.

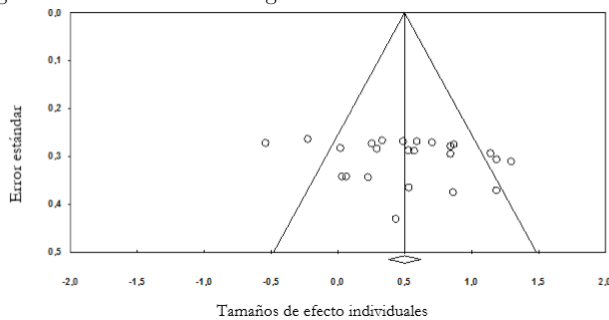


Figura 3. Gráfico de embudo del error estándar por tamaños de efecto individuales. Fuente: elaboración propia.

Análisis variables moderadoras

Los resultados del análisis de variables moderadoras se observan en las Tablas 2 (variables continuas) y 3 (variables categóricas). No se encontraron efectos significativos por parte de las variables estudiadas.

Variable	Q	gl	p
Edad en meses	0,10	1	0,74
Número de sesiones	2,58	1	0,10
Horas totales	1,22	1	0,27
Minutos por sesión	0,176	1	0,67
Calidad	3,58	1	0,05

Tabla 2. Meta-regresión para variables continuas. Fuente: elaboración propia.

Variable	Estadísticos para cada variable							Homogeneidad entre grupos		
	n	ES	ICI	ICS	Q	I	Z	Q	df	p
Forma de entrenamiento	18							2,89	2	,23
Individual	10	,08	,25	,60	31,42	71,35	4,82			
Grupal	8	,10	,42	,82	14,86	52,91	6,08			
Tipo de tarea	24							,91	2	,63
Cambio de set	2	,28	,12	1,23	,55	,00	2,38			
Memoria trabajo	13	,08	,36	,68	26,22	54,24	6,57			
Control inhibitorio	9	,10	,23	,63	29,17	72,58	4,30			
Tipo entrenamiento	23							,68	1	,40
Instrumento	11	,08	,28	,61	32,68	69,40	5,22			
General-instrumento	12	,09	,37	,73	23,50	53,19	6,05			

Tabla 3. Tamaños de efecto para variables categóricas. Análisis entre subgrupos. Fuente: elaboración propia.

Discusión

Ante los resultados contradictorios sobre el potencial efecto de un entrenamiento musical en las funciones ejecutivas, el presente estudio tuvo por objetivo realizar un meta-análisis para identificar el efecto en el procesamiento ejecutivo a partir de un entrenamiento musical, así como las variables que moderan dicho efecto. Las personas que recibieron un entrenamiento musical presentaron un mejor desempeño en las tareas de funciones ejecutivas en comparación a los participantes de los grupos control, el tamaño de efecto de esta relación fue moderado $d=0,51$. Esto es congruente con lo señalado en estudios antecedentes, los cuales encontraron un efecto en las funciones ejecutivas posterior a un entrenamiento musical (Bugos, 2004; Franklin y otros, 2008; Hernández y Villalobos, 2013; Moreno y otros, 2011; Pallesen y otros, 2010; Parbery-Clark y otros, 2009). A partir del modelo explicativo de Moreno y Bidelman (2014), esta transferencia lejana puede deberse a una activación directa por la demanda del entrenamiento en sí mismo, ya que el aprendizaje de un instrumento requiere de procesos como memorización, atención selectiva, coordinación motora y lectura de elementos rítmicos y melódicos de forma simultánea. Herholz y Zatorre (2012) explican que las neurociencias, con el objetivo de comprender los mecanismos de plasticidad cerebral, han adecuado modelos y paradigmas de los cuales el entrenamiento musical ha generado interés en particular. La razón radica en que la interpretación de un instrumento tiene un nivel de complejidad elevado por su naturaleza multimodal, lo cual crea la oportunidad de estudiar cómo distintos sistemas se ven beneficiados de esta

carga cognitiva, así como los cambios funcionales de la experiencia y el rol de los distintos factores diferenciadores de la misma.

A pesar de que el análisis de posibles variables moderadoras no mostró resultados significativos, resulta importante analizar las implicaciones de esta información. Con respecto a la edad de los participantes, es importante resaltar que el estudio incluyó únicamente niños y adultos mayores debido a que los estudios originales incorporaban sólo estos dos grupos etarios. Esto no permitió identificar si el efecto es el mismo para adolescentes o adultos jóvenes, pero sí indica que ambos grupos se beneficiaron del entrenamiento sin una ganancia cognitiva de un grupo sobre otro. Es de esperar que el entrenamiento genere un mayor efecto en estos dos grupos si se considera que las funciones ejecutivas permanecen en un desarrollo constante y creciente desde la niñez hasta la adultez, y en la adultez mayor la ejecución de tareas de control cognitivo empieza a decaer (De Luca y otros, 2003). De esta forma, las mejoras producto del entrenamiento pueden ser más fáciles de detectar en estos dos grupos de edad al comparar su desempeño en tareas de control cognitivo con personas que no han sido expuestas a una experiencia de esta naturaleza (Bugos y otros, 2007; Moreno y Bidelman, 2014). Estos resultados concuerdan con los hallados por Brehmer y otros (2012), Dahlin y otros (2008) y Karbach y Kray (2009), quienes afirman que las personas se benefician de un entrenamiento en las funciones ejecutivas en todas las etapas de la vida, en especial adultos mayores y niños.

Por otra parte, no se encontraron resultados significativos para número de sesiones, horas sumadas en total y minutos de cada sesión. La cantidad más baja de horas acumuladas de exposición a un entrenamiento musical fue de 11 horas y la más alta de 96 horas (ver anexo). Estos resultados parecen indicar que con tan solo 11 horas acumuladas de entrenamiento ya se produce un efecto en las funciones ejecutivas. Esto es consistente con estudios antecedentes que muestran un efecto significativo en el control cognitivo tanto en aspectos funcionales como estructurales con pocas horas de entrenamiento musical (Moreno y otros, 2011) y parece que mayor exposición no aporta más ganancia cognitiva en estos procesos.

El aprendizaje de un instrumento recluta una amplia gama de redes neuronales y se caracteriza por un alto nivel de complejidad, lo cual podría explicar por qué con un corto tiempo de entrenamiento se presenta un desempeño superior en el procesamiento ejecutivo (Moreno y Bidelman, 2014). Asimismo, la intensidad de tiempo en cada sesión de entrenamiento fue muy variada, rondó entre los 60 y los 240 minutos; sin embargo no se encontraron diferencias significativas en esta variable. Estos resultados difieren de estudios previos que afirman que la distribución de un entrenamiento en control cognitivo en pequeñas dosis es mucho más eficiente que la práctica masiva (von Bastian y Oberauer, 2014). Dadas las características de los estudios originales, este meta-análisis no puede confirmar si el rendimiento superior en el control cognitivo se mantiene a lo largo del tiempo, o bien si un entrenamiento más intenso genera resultados más duraderos.

Finalmente, no se encontró evidencia de diferencias en la variable moderadora «tipo de tarea». Esto es consistente con lo encontrado en estudios antecedentes los cuales revelan

diferencias significativas entre músicos y no músicos en memoria de trabajo, flexibilidad cognitiva y control inhibitorio (Bugos y otros, 2007; Degé y otros, 2011; Zuk y otros, 2014). Según la propuesta de Miyake y otros (2000), el aspecto común entre estas tres funciones ejecutivas podría ser el control de la atención, comprendido como la capacidad de mantener un objetivo en mente, resistir interferencia y realizar un esfuerzo voluntario para actualizar elementos de la memoria útiles para la tarea. En la etapa inicial de aprendizaje de un instrumento, el control de la atención es fundamental para poder conectar los distintos elementos musicales requeridos para la ejecución de una obra, tales como ritmo, melodía, musicalidad, coordinación motora, posición específica del cuerpo para obtener un sonido adecuado del instrumento, simbología musical, etc. Mantener toda esta información «en primera línea» podría estar reclutando no solo este mecanismo de control de la atención, sino también estructuras anatómicas similares. Es importante hacer la salvedad de que el análisis se realizó con únicamente dos casos de tareas de flexibilidad cognitiva, por lo que se recomienda en futuras investigaciones incluir tareas de cambio de set para comprender el efecto de un entrenamiento en estas funciones ejecutivas particulares.

Entre las limitaciones de este estudio se encuentra la falta de información de variables moderadoras reportada por los estudios primarios. Esto generó que información relevante tuviera que excluirse del estudio. Un ejemplo de esto fue el tipo de entrenamiento, ya que no se reportó si el entrenamiento consistía en clases de música académica o de otros géneros musicales. Es probable que existan otras variables que estén moderando el tamaño del efecto. Sin embargo, en este estudio se incluyó únicamente aquella información reportada por los estudios originales.

Los resultados de este meta-análisis sugieren que un entrenamiento musical mejora las funciones ejecutivas de forma que se establece una relación moderada pero robusta entre estas variables. Además, no se encontró sesgo de publicación, lo cual puede significar que los resultados no se encuentran influenciados por la tendencia de las editoriales a publicar únicamente aquellos estudios que hayan confirmado su hipótesis alternativa.

Para futuras investigaciones, se considera valioso a nivel metodológico reportar en diseños experimentales de forma detallada el tipo de entrenamiento empleado (ya sea música académica u otros géneros musicales), además es necesario realizar estudios longitudinales que permitan identificar el efecto a lo largo del tiempo en el procesamiento ejecutivo. Ese tipo de estudios longitudinales son necesarios para dar seguimiento a factores relacionados con el estilo de vida que pueden tener una relación con el funcionamiento ejecutivo.

Cabe mencionar que investigaciones que exploren el entrenamiento musical en conjunto con las funciones ejecutivas, así como estudios que permitan comprender en profundidad el desarrollo del procesamiento ejecutivo a lo largo del ciclo de vida, pueden tener importantes implicaciones para el desarrollo de técnicas o estrategias de rehabilitación cognitiva, y como prácticas educativas beneficiosas. En el caso particular de la adultez mayor, es importante identificar aquellos aspectos que promueven un envejecimiento digno y saludable, así como identificar cuáles son las formas más eficientes y eficaces para generar un enlentecimiento del declive cognitivo a través de las artes

musicales (Gajewski y otros, 2020). Finalmente, para futuros estudios es fundamental reconocer qué modelos de entrenamiento musical tienen mayor impacto en las funciones ejecutivas (Dores y otros, 2014).

Referencias

- Biasutti, M. y Mangiacotti, A. (2017). Assessing a cognitive music training for older participants: a randomised controlled trial. *International Journal of Geriatric Psychiatry*. doi: 10.1002/gps.4721
- Borenstein, M., Hedges, L.V., Higgins, J. P. T., y Rothstein, H. R. (2009). *Comprehensive Meta Analysis*. Biostat.
- Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J., y Rothstein, H. (2010). A basic introduction to fixed-effect and random-effects models for meta-analysis. *Research Synthesis Methods*, 1, 97–111. doi: 10.1002/jrsm.12
- Brehmer, Y., Westerberg, H. y Bäckman, L. (2012). Working-memory training in younger and older adults: Training gains, transfer, and maintenance. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6(63), 1-7. doi: 10.3389/fnhum.2012.00063
- Bugos, J. (2004). *The effect of individualized piano instruction on executive functions in older adults (ages 60-85)* (Tesis doctoral). Universidad de Florida. Recuperado de <https://www.proquest.com/openview/c8b7e582f8af2519c9a5759dcee8b642/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750&diss=y>
- Bugos, J. y DeMarie, D. (2017). The effects of a short-term music program on preschool children's executive functions. *Psychology of Music*, 45(6), 855-867.
- Bugos, J., Perlstein, W., McCrae, C., Brophy, T. y Bedenbaugh, P. (2007). Individualized piano instruction enhances executive functioning and working memory in older adults. *Aging and Mental Health*, 11(4), 464-471. doi: 10.1080/13607860601086504
- Buonomano, D. y Merzenich, M. (1998). Cortical plasticity: from synapses to maps. *Annual review of neuroscience*, 21(1), 149-186. doi: 10.1146/annurev.neuro.21.1.149
- Caterrall, J (1998). Does experience in the arts boost academic achievement? *Art Education*, 51, 6-11.
- Chang, A., Chi Ho, Y. y Chun Cheung, M. (1998). Music training improves verbal memory. *Nature*, 396(6707), 128-128.
- Cochran, W. (1954). Some methods for strengthening the common χ^2 tests. *Biometrics*, 10(4), 417-451. doi: 10.2307/3001616
- Dahlin, E., Nyberg, L., Bäckman, L. y Stigsdotter Neely, A. (2008). Plasticity of executive functioning in young and older adults: Immediate training gains, transfer, and long-term maintenance. *Psychology and Aging*, 23(4), 720-730. doi: 10.1037/a0014296
- de Luca, C., Wood, S., Anderson, V., Buchanan, J., Proffitt, T., Mahony, K. y Pantelis, C. (2003). Normative data from the CANTAB. I: development of executive function over the lifespan. *Journal of clinical and experimental neuropsychology*, 25(2), 242-254. doi: 10.1076/jcen.25.2.242.13639
- Degé, F., Kubicek, C. y Schwarzer, G. (2011). Music lessons and intelligence: A relation mediated by executive functions. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, 29(2), 195-201.
- Diamond, A. (2013). Executive Functions. *Annual Reviews of Psychology*, 64, 135–168.
- Dores, A. R., Carvalho, I. P., Barbosa, F., Martins, C., de Sousa, L. y Castro-Caldas, A. (2014). Conceptualization and rehabilitation of executive functions. *European psychologist*.
- Franklin, M., Moore., Y., Jonides, J., Rattray, K. y Moher, J. (2008). The effects of musical training on verbal memory. *Psychology of Music*. 36, 353-365. doi: 10.1177/0305735607086044
- Gajewski, P. D., Falkenstein, M., Thönes, S. y Wascher, E. (2020). Stroop task performance across the lifespan: High cognitive reserve in older age is associated with enhanced proactive and reactive interference control. *NeuroImage*, 207, 116430.
- Hedayati, N., Schibli, K. y D'Angiulli, A. (2016). El Sistema-inspired ensemble music training is associated with changes in children's neurocognitive functional integration: preliminary ERP evidence. *Neurocase*, 22(6), 538-547.
- Herholz, S. y Zatorre, R. (2012). Musical training as a framework for brain plasticity: behavior, function, and structure. *Neuron*, 76(3), 486-502. doi: 10.1016/j.neuron.2012.10.011
- Hernández, M. y Villalobos, F. (2013). *Efecto de la práctica individualizada en piano sobre las funciones ejecutivas de niños y niñas preescolares del área metropolitana de Costa Rica*. Tesis para optar por el grado de licenciatura en Psicología. Universidad de Costa Rica.
- Higgins, J. y Thompson, S. (2002). Quantifying heterogeneity in a meta-analysis. *Statistics in Medicine*, 21, 1539–1558. doi: 10.1002/sim.1186
- Karbach, J. y Kray, J. (2009). How useful is executive control training? Age differences in near and far transfer of task-switching training. *Developmental Science*, 12(6), 978-990.
- Magee, W., Clark, I., Tamplin, J. y Bradt, J. (2017). Music intervention for acquired brain injury. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 1, 1-42. doi: 10.1002/14651858.CD006787.pub3
- Miyake, A. y Friedman, N. (2012). The nature and organization of individual differences in executive functions: Four general conclusions. *Current Directions in Psychological Science*, 21(1), 8–14. doi: 10.1177/0963721411429458
- Miyake, A., Friedman, N., Emerson, M., Witzki, A. y Howerter, A. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology* 41, 49–100.
- Moreno, S., Bialystok, E., Barac, R., Schellenberg, E. G., Cepeda, N. J. y Chau, T. (2011). Short-term music training enhances verbal intelligence and executive function. *Psychological Science*, 22, 1425-1433. doi: 10.1177/0956797611416999
- Moreno, S. y Bidelman, G. M. (2014). Examining neural plasticity and cognitive benefit through the unique lens of musical training. *Hearing research*, 308, 84-97. doi: 10.1016/j.heares.2013.09.012
- Moreno, S. y 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

- Nantais, K. M. y Schellenberg, E. G. (1999). The Mozart effect: An artifact of preference. *Psychological Science*, 10(4), 370-373.
- Pallesen, K. J., Brattico, E., Bailey, C. J., Korvenoja, A., Koivisto, J., Gjedde, A. y Carlson, S. (2010). Cognitive control in auditory working memory is enhanced in musicians. *PLoS one*, 5(6), e11120. doi: 10.1371/journal.pone.0011120
- Parbery-Clark, A., Skoe, E., Lam, C. y Kraus, N. (2009). Musician enhancement for speech-in-noise. *Ear and Hearing*, 30, 653-661. doi: 10.1097/AUD.0b013e3181b412e9
- Pietschnig, J., Voracek, M. y Formann, A. K. (2010). Mozart effect–Shmozart effect: A meta-analysis. *Intelligence*, 38(3), 314-323.
- Rausher, F., Shaw, G. y Ky, K. (1995). Listening to Mozart enhances spatial-temporal reasoning: towards a neurophysiological basis. *Neuroscience Letter*, 185, 44-47. doi: 10.1016/0304-3940(94)11221-4
- Rauscher, F. y Zupan, M. (2000). Classroom keyboard instruction improves Kindergarten children's spatial-temporal performance: A field experiment. *Early Childhood Research Quarterly*, 15, 215-228. doi: 10.1016/S0885-2006(00)00050-8
- Rosenthal, R. (1995). How to write meta analysis. *Psychological Bulletin*, 118(2), 183–192.
- Schellenberg, G. (2011). Examining the association between music lessons and intelligence. *British Journal of Psychology*, 102(3), 283–302. doi: 10.1111/j.2044-8295.2010.02000.x
- Schmidt, F. y Hunter, J. (2003). Meta-Analysis. En R. Schinka, W. Velicer e I. Weiner (Ed.), *Handbook of Psychology: Research Methods on Psychology* (pp. 533-554). John Wiley and Sons. doi: 10.1002/0471264385.wei0221
- Sedgwick, P. y Marston, L. (2015). How to read a funnel plot in a meta-analysis. *Bmj*, 351, h4758. doi: 10.1136/bmj.h4718
- Strait, D. y Kraus, N. (2011). Playing music for a smarter ear: Cognitive, perceptual, and neurobiological evidence. *Music Perception*, 29, 133-146. doi: 10.1525/mp.2011.29.2.133
- Thomas, J. y Nelson, J. (2007). *Métodos de investigación en actividad física*. Human Kinetics.
- Thompson, W. F., Schellenberg, E. G. y Husain, G. (2001). Arousal, mood, and the Mozart effect. *Psychological Science*, 12(3), 248-251.
- von Bastian, C. y Oberauer, K. (2014). Effects and mechanisms of working memory training: a review. *Psychological Research*, 78(6), 803-820. doi: 10.1007/s00426-013-0524-6
- Zelazo, P. y Muller, U. (2005). Hot and cold aspects of executive function: Relation in early development. En W. Schneider (Ed.), *Young Children Cognitive Development* (pp. 71-93). Lawrence Erlbaum Associates.
- Zuk, J., Benjamin, C., Kenyon, A. y Gaab, N. (2014). Behavioral and neural correlates of executive functioning in musicians and non-musicians. *PLoS one*, 9(6), e99868. doi: 10.1371/journal.pone.0099868

Anexo

Referencia del artículo	Edad participantes	Tamaño de la muestra	Tipo entrenamiento
Biasutti, M. y Mangiacotti, A. (2017).	\bar{x} = 83 años	Grupo experimental =18 Grupo control=17	Clases generales de música y entrenamiento de instrumento individual para el grupo experimental y actividades de gimnasia para el grupo control
Bugos, J. y DeMarie, D. (2017).	\bar{x} grupo experimental = 4,82 años M grupo control= 4,97 años	Grupo experimental =18 Grupo control=18	Clases generales de música para el grupo experimental y entrenamiento de Lego grupo control
Bugos, J., Perlstein, W., McCrae, C., Brophy, T., y Bedenbaugh, P. (2007)	\bar{x} grupo control= 71,4 (6,4) \bar{x} grupo experimental = 69,6 (4,7)	Grupo experimental = 16 Grupo control=15	El grupo experimental estuvo expuesto a clases individualizadas de piano
Hernández, M. y Villalobos, F. (2013).	\bar{x} = 4,5 años	Grupo experimental =26 Grupo control=31	Clases individualizadas de piano para el grupo experimental, escucha de música académica para el grupo control

Tabla 4. Artículos incluidos en el meta-análisis. Fuente: elaboración propia.

Sobre los Autores

Mónica Hernández Campos

Master en Ciencias Cognoscitivas graduada de la Universidad de Costa Rica. Actualmente es estudiante del doctorado "Formación en la Sociedad del Conocimiento" de la Universidad de Salamanca. Es profesora de psicología y asesora académica en el Instituto Tecnológico de Costa Rica. Sus áreas de interés son procesos cognitivos, aprendizaje e innovación educativa.

Mauricio Molina Delgado

Director de la Escuela de Filosofía de la Universidad de Costa Rica e investigador del Instituto de Investigaciones Psicológicas de dicha Universidad. Es Doctor en Psicología por la Universidad Aristotélica de Salónica.

Vanessa Smith-Castro

Doctora en Psicología Social por la Universidad Philipps (Alemania). Profesora Catedrática de la Universidad de Costa Rica. Investigadora del Instituto de Investigaciones Psicológicas de esa misma casa de estudio.

Odir Rodríguez Villagra

Director del Programa de Posgrado en Ciencias Cognoscitivas investigador del Instituto de Investigaciones Psicológicas (IIP), del Centro de Investigación en Neurociencias (CIN) y profesor de la Escuela de Psicología de la UCR



ISME
INTERNATIONAL SOCIETY
FOR MUSIC EDUCATION



Revista
Internacional
de Educación
Musical
ISSN: 2307-4841

Mónica Hernández Campos

Instituto Tecnológico de Costa Rica
Calle 15, Avenida 14.
1 km Sur de la Basílica de los Ángeles.
Provincia de Cartago, Cartago.
159-7050 Costa Rica
Costa Rica
mohernandez@itcr.ac.cr

EQUIPO EDITORIAL

Editores:

José Luis Aróstegui Plaza, Universidad de Granada (España)
Guadalupe López Íñiguez, Academia Sibelius (Finlandia)
Rosa María Serrano Pastor, Universidad de Zaragoza (España)

Consejo Editorial

Carlos Abril. Universidad de Miami, Estados Unidos.
Rolando Ángel-Alvarado. Universidad Alberto Hurtado, Chile.
Leonardo Borne. Universidad Federal de Mato Grosso, Brasil.
Alberto Cabedo Mas. Universidad Jaime I, España.
Diego Calderón Garrido. Universidad de Barcelona, España.
Raúl Wenceslao Capistrán Gracia. Universidad Autónoma de Aguascalientes, México.
Carmen Carrillo Aguilera. Universidad Internacional de Cataluña, España.
Óscar Casanova López. Universidad de Zaragoza, España.
Amalia Casas-Mas. Universidad Complutense de Madrid, España.
José Joaquín García Merino. IES Bahía Marbella, España.
Josep Gustems Carnicer. Universidad de Barcelona, España.
Dafna Kohn. Instituto Levinski de Tel-Aviv, Israel.

Mari Paz López-Peláez Casella, Universidad de Jaén, España.
Daniel Mateos Moreno. Universidad de Málaga, España
Luis Nuño Fernández. Universidad Politécnica de Valencia, España
Lluïsa Pardàs i Feliú. Conservatorio Issac Albéniz de Gerona, España
Jèssica Pérez Moreno. Universidad Autónoma de Barcelona, España.
Susana Sarfson Gleizer. Universidad de Zaragoza, España.
Patrick K. Schmidt. Universidad de Ontario Occidental, Canadá.
Giuseppe Sellari. Universidad de Roma-Tor Vergata, Italia.
Euridiana Silva. Universidad del Estado de Santa Catarina, Brasil
Mónica María Tobo. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
Ana Mercedes Vernia. Universidad Jaime I, España.
Maria Helena Vieira. Universidad del Miño, Portugal.