

# Uso de la m3sica para modular la memoria: Una revisi3n sistem3tica

Use of music as memory modulator: A systematic review



Veronika Mariana **Diaz Abrahan**  
Nadia **Romina Justel**

**Rip**  
**12<sup>2</sup>**

Volumen 12 #2 may-ago  
12 Años

Revista Iberoamericana de  
**Psicolog3a**

ISSN-I: 2027-1786 | e-ISSN: 2500-6517  
Publicaci3n Cuatrimestral

ID: 10.33881/2027-1786.RIP.12204

Title: Use of music as memory modulator:  
Subtitle: a systematic review

Título: Uso de la música para modular la  
memoria:

Subtítulo: Una revisión sistemática

Alt Title / Título alternativo:

[en]: Use of music as memory modulator:  
A systematic review

[es]: Uso de la música para modular la  
memoria: Una revisión sistemática

Author (s) / Autor (es):

Diaz Abrahan, & Justel

Keywords / Palabras Clave:

[en]: Memory; musical training; focal  
musical intervention; modulation

[es]: Memoria; entrenamiento musical;  
intervenciones musicales focales;  
modulación

Proyecto / Project:

CONICET and UNSAM and grants PICT 2014-  
1323. 2015-2017 and PICT 2017-0558.  
2018-2021 to NJ

Financiación / Funding:

UNSAM-CONICET

Submitted: 2019-01-18

Accepted: 2019-04-04

Veronika Mariana **Diaz Abrahan**, [Dra]Mus sp

Research ID: [https://www.researchgate.net/profile/Veronika\\_Diaz\\_Abrahan](https://www.researchgate.net/profile/Veronika_Diaz_Abrahan)  
ORCID: [0000-0001-5003-4274](https://orcid.org/0000-0001-5003-4274)

Source | Filiación:

Laboratorio Interdisciplinario de Neurociencia Cognitiva (LINC). cBIO:  
Doctoranda en Neurociencias; Docente licenciatura en Musicoterapia, Licenciada  
en Musicoterapia.

City | Ciudad:

Buenos Aires [ar]

e-mail:

[abrahanveronika@conicet.gov.ar](mailto:abrahanveronika@conicet.gov.ar)

## Resumen

La memoria es una función cognitiva que permite al ser humano adquirir, almacenar y recuperar información. Dentro de la literatura se identifican diversos factores que tienen la capacidad de modificar la capacidad mnémica, así como también afectar las diferentes fases de formación de la memoria. En este sentido el objetivo del presente artículo de revisión sistemática estuvo orientado a presentar los antecedentes en cuanto al efecto de la música, como entrenamiento musical prolongado, así como intervención focal, sobre esta función cognitiva. Se seleccionaron 39 artículos de investigación empírica extraídos de diversas bases de datos. A través de la evidencia presentada se concluye que las propuestas musicales representan una potencial herramienta para abordar no sólo el estudio de la memoria, sino también para la estimulación y rehabilitación de la misma.

## Abstract

Memory is a cognitive function that allows the human being to acquire, storage and recovery information. Within the literature there are several factors that had the ability to modify the mnemonic capacity, and to interfere with the different phases of memory. In this sense, the goal of this systematic review was oriented to present the antecedents related to the effect of music, as long-term musical training and also focal acute intervention, on this cognitive function. Thirty-nine articles were selected from several databases. Through the evidence presented it is concluded that musical interventions are a potential tool to approach the study of memory, its stimulation and rehabilitation as well.

## Citar como:

Diaz Abrahan, V. M., & Justel, N. R. (2019). Uso de la música para modular la memoria: : Una revisión sistemática. *Revista Iberoamericana de Psicología*, 39 - 50. Obtenido de: <https://reviberopsicologia.ibero.edu.co/article/view/1576>

Dra Nadia Romina **Justel**, Psi

Research ID: [https://www.researchgate.net/profile/Nadia\\_Justel](https://www.researchgate.net/profile/Nadia_Justel)  
ORCID: [0000-0002-0145-3357](https://orcid.org/0000-0002-0145-3357)

Source | Filiación:

Laboratorio Interdisciplinario de Neurociencia Cognitiva (LINC). CEMSC3 ECyT ICIFI  
UNSAM-CONICET

BIO:

Dra. en Psicología; Directora grupo de investigación. Directora del Laboratorio  
Interdisciplinario de Neurociencia Cognitiva (LINC).

City | Ciudad:

Buenos Aires [ar]

e-mail:

[nadiajustel@conicet.gov.ar](mailto:nadiajustel@conicet.gov.ar)

# Uso de la música para modular la memoria: Una revisión sistemática

Use of music as memory modulator: A systematic review

Veronika Mariana **Díaz Abrahan**

Nadia Romina **Justel**

## Introducción

La memoria es la capacidad que tienen los seres humanos y animales para adquirir, almacenar y recuperar información. Desde una perspectiva funcional, la memoria se concibe como un constructo complejo que requiere diferentes procesos, con particularidades psicológicas y neurobiológicas (McGaugh, 2002).

A su vez, la memoria no es una entidad monolítica indivisible, sino que, existen múltiples sistemas de almacenamiento y uso de la información mnésica (Milner, Squire, & Kandel, 1998). Estos sistemas son susceptibles de modificación, ya sea para mejorar o deteriorar el recuerdo. La implementación de un tratamiento, través del uso de drogas o intervenciones comportamentales puntuales, antes, durante o después de un proceso de aprendizaje, puede generar modificaciones en el recuerdo, es decir aumentar o debilitar el proceso de formación de la memoria, lo que es conocido como neuromodulación (Cahill & McGaugh, 1995; Justel, Psyrdellis, & Ruetti, 2013).

A lo largo de los años se propusieron múltiples clasificaciones sobre los sistemas de memoria (Ruetti, Justel, & Bentesola, 2009). Se puede hacer una distinción, en función del curso temporal de la memoria y de acuerdo al tiempo en el que la información adquirida es accesible al recuerdo, distinguiendo entre la memoria de corto (MCP) o largo plazo (MLP; (Atkinson & Shiffrin, 1971). Otra manera de clasificar a la memoria es de acuerdo a las fases que sigue la huella mnésica desde su adquisición hasta su recuperación, distinguiendo entre adquisición, consolidación/almacenamiento, evocación y reconsolidación (Alberini & Ledoux, 2013; McGaugh, 2002).

Dentro de la literatura se identificaron varios modos de modular la memoria, por nombrar algunos de ellos se puede citar la emoción (LaLumiere, McGaugh, & McIntyre, 2017; McGaugh J. , 2018), el sueño (Cellini, 2017; Diekelmann & Born, 2010), el estrés (Wang & Sun., 2017) o un estímulo novedoso (Justel & Psyrdellis, 2014). La música no ha quedado por fuera de esta temática (Diaz, Shifres, & Justel, 2018). Por ello, el objetivo del presente artículo de revisión sistemática es exhibir los antecedentes sobre el efecto modulador que posee la música sobre la memoria. En una primera instancia desarrollando el papel del entrenamiento musical, es decir prolongado o crónico, sobre esta función cognitiva, y posteriormente, presentando las potencialidades de las intervenciones musicales focales, es decir agudas, en la memoria.

entre música y memoria, (c) que el artículo indague sobre el efecto de entrenamientos o actividades musicales.

Una primera búsqueda arrojó **1826** resultados, de los cuales se seleccionaron **93** artículos considerados adecuados, ante la lectura del título de cada uno. A partir de la lectura del resumen/abstract de cada artículo se estableció un total de **50** publicaciones que cumplieran con los criterios de inclusión, y mediante un último filtro determinado por el período de publicación del **2000** al **2018**, se descartaron **11** publicaciones, con una excepción publicada en el año **1995** la cual resultaba pertinente. La muestra final estuvo conformada por **39** artículos empíricos, los cuales fueron interpretados independientemente utilizando un enfoque cualitativo, identificando categorías teóricas derivadas de los datos mediante la utilización de un método comparativo constante, teniendo en cuenta la siguientes variables de análisis: (a) tipo de muestra; (b) enfoque musical, (c) tiempo de exposición de la intervención; (d) comparaciones metodológicas realizadas, (e) variables dependientes (únicamente relacionadas con la memoria); y (f) resultados obtenidos.

## Materiales y métodos

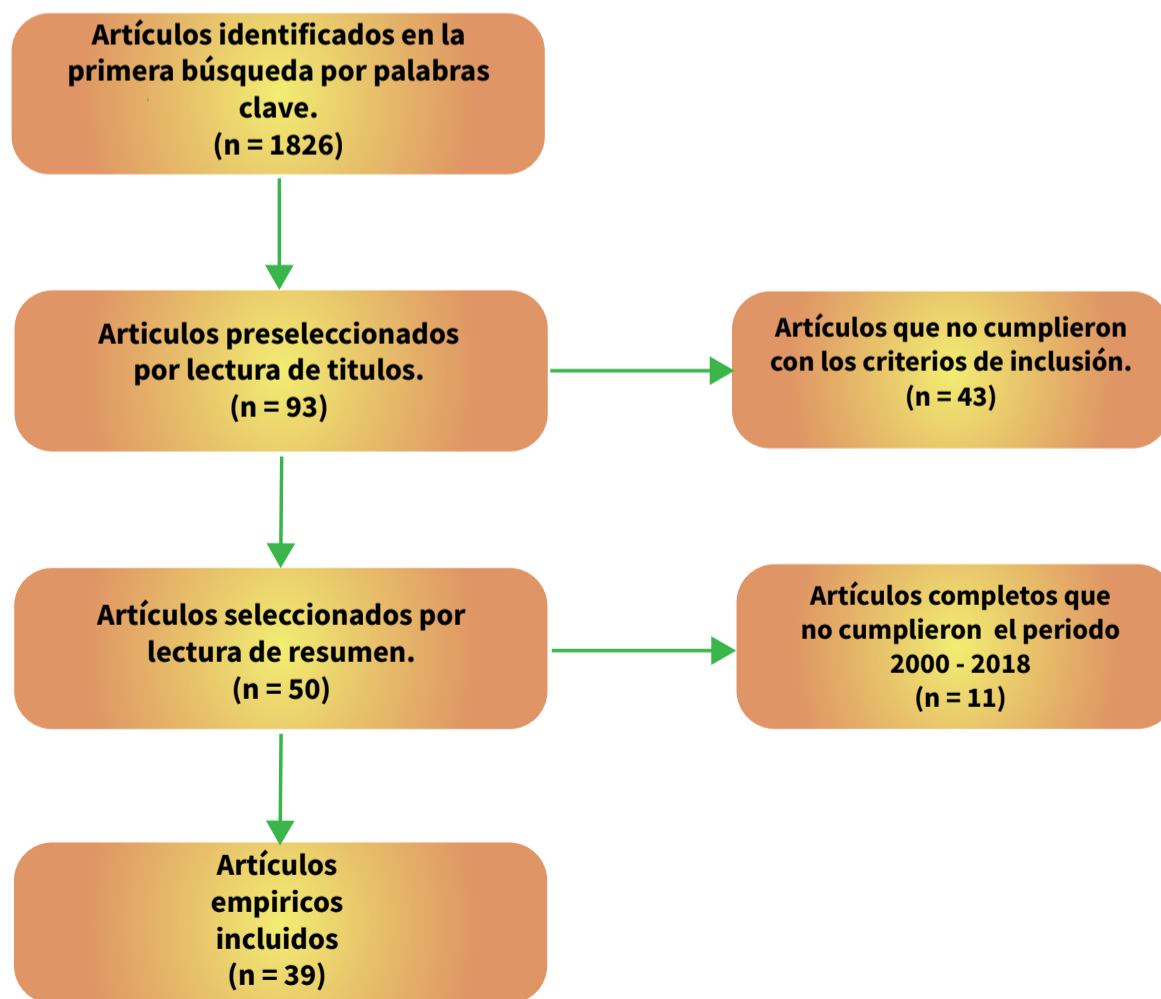
Se realizó una revisión de la bibliografía en las bases de datos Redalyc, SciELO, Science Direct, PubMed, y Taylor & Francis. En cada uno de los buscadores académicos se utilizaron, en una primera instancia, las siguientes palabras clave: music, musical training, memory, consolidation, modulation. Se combinaron los operadores booleanos AND y OR, según conviniera.

Los criterios de inclusión utilizados para filtrar los resultados ajustándose a la temática de la revisión fueron: (a) que se trate de investigaciones empíricas, (b) que el artículo plantee una relación

## Resultados

En cuanto a los resultados de la búsqueda bibliográfica, en la Figura 1 se observa el diagrama de flujo de la selección de los artículos.

Figura 1. Diagrama de flujo especificando el proceso de búsqueda y selección de publicaciones.



Los resultados obtenidos de los artículos empíricos principales incluidos y analizados se encuentran detallados en la Tabla 1, para los estudios sobre el efecto del entrenamiento musical, y en la Tabla 2, para las intervenciones musicales focales.

**Tabla 1. Recopilación de estudios principales sobre efecto del entrenamiento musical.**

Autor (año)	Muestra	Enfoque Musical	Tiempo de exposición	Comparaciones realizadas	Variable dependiente	Resultado
Degé et al., (2011)	Niños	Entrenamiento musical	2 años de entrenamiento musical	Entrenamiento musical vs Control sin entrenamiento	Memoria de corto plazo visual y auditiva	Entrenamiento musical > Control
Roden et al., (2014)	Niños	Entrenamiento musical	Lecciones semanales de 45 minutos x 1 año	Entrenamiento musical vs Control clase de ciencia	Memoria de trabajo verbal	Entrenamiento musical > Control
Hansen et al., (2012)	Adultos	Entrenamiento musical	10 años (expertos), 8 años (amateur) y 0.3 (no músicos) de experiencia musical	Músicos expertos vs Músicos vs No Músicos	Memoria de trabajo verbal	Músicos expertos > No Músicos
Lee et al., (2007)	Niños y Adultos	Entrenamiento musical	6 años (niños) y 14 años (adultos) de experiencia musical	Niños con entrenamiento musical vs Niños control; Adultos músicos vs Adultos control	Memoria de trabajo visual y verbal	Niños con entrenamiento musical > Niños control; Adultos músicos > Adultos control
Franklin et al., (2008)	Adultos	Entrenamiento musical	> 9 años de entrenamiento musical (15 horas de practica semanal)	Músicos vs No Músicos	Memoria verbal	Músicos > No Músicos
Hanna-Pladdy & Gajewski (2012)	Adultos Mayores	Entrenamiento musical	Músicos alto (> 10 años de entrenamiento) vs Músicos medio (< 9 años de entrenamiento) vs No Músicos	Músicos alto vs Músicos Medio vs No Músicos	Memoria de trabajo, memoria de largo plazo visual y verbal	Músicos (general) > No Músicos
Ho et al., (2003)	Niños	Entrenamiento musical	Promedio de 2.6 años de experiencia musical	Entrenamiento musical vs Control sin entrenamiento	Memoria visual y verbal	Entrenamiento musical > Control (memoria verbal)
Roden et al., (2012)	Niños	Entrenamiento musical	Lecciones semanales de 45 minutos x 1 año	Entrenamiento musical vs Clase de ciencia vs Control	Memoria de largo plazo visual y verbal	Entrenamiento musical > Clase de ciencia y Control (memoria verbal)
Rickard et al., (2010)	Niños	Entrenamiento musical	2 años máximo de entrenamiento musical	Entrenamiento musical intensivo vs Clases de música habitual (luego de 1 y dos años)	Memoria de largo plazo verbal	Entrenamiento musical intensivo > Clases de música habitual (solo al año)
Martens et al., (2011)	Niños con Síndrome de Williams	Entrenamiento musical	1 a 5 años de antecedentes musicales	Entrenamiento musical vs Control sin entrenamiento	Memoria de largo plazo verbal (modalidad hablada y cantada)	Entrenamiento musical > Control (memoria verbal cantada)
Dunning et al., (2015)	Adultos con Síndrome de Williams	Entrenamiento musical	4 años de antecedentes musicales	Entrenamiento musical vs Control sin entrenamiento	Memoria de largo plazo verbal (modalidad hablada y cantada)	Entrenamiento musical > Control
Chan et al., (1998)	Adultos	Entrenamiento musical	Promedio de 2.6 años de experiencia musical	Entrenamiento musical vs Control sin entrenamiento	Memoria visual y verbal	Entrenamiento musical > Control (memoria verbal)
Jakobson et al., (2008)	Adultos	Entrenamiento musical	Promedio de 11.5 años de experiencia musical (fórmula)	Correlación años de educación musical y rendimiento de la memoria	Memoria visual y verbal	Correlación positiva entre años de educación y rendimiento mnémico (visual y verbal)
Brandler & Rammsayer (2003)	Adultos	Entrenamiento musical	14 años de entrenamiento musical instrumental	Músicos vs No Músicos	Memoria verbal	Músicos > No Músicos
Helmbold et al., (2005)	Adultos	Entrenamiento musical	Promedio de 17 años de entrenamiento musical	Músicos vs No Músicos	Memoria Verbal	Músicos = No Músicos
Taylor & Dewhurst (2017)	Adultos	Entrenamiento musical	4 años mínimo de antecedentes musicales (por lo menos 1 práctica instrumental semanal)	Músicos vs No Músicos	Memoria verbal	Músicos > No Músicos
Fauvel et al., (2014)	Adulto mediana edad y adulto mayor	Entrenamiento musical	4 años mínimo de antecedentes musicales (2 horas de práctica semanal en los últimos 6 meses)	Estudio 1: Músicos (mediana edad y adulto mayor) vs No Músicos (mediana edad y adulto mayor)	Memoria a largo plazo visual y verbal, memoria de trabajo verbal	Músicos > No Músicos (memoria de trabajo verbal)
	Adulto Mayor		4 años mínimo de antecedentes musicales	Estudio 2: Músicos tempranos vs Músicos tardíos	Memoria a largo plazo visual y verbal, memoria de trabajo verbal	Músicos tempranos = Músicos tardíos
Hanna-Pladdy & MacKay (2011)	Adultos Mayores	Entrenamiento musical	Músicos (mas de 10 años de entrenamiento) vs Músicos (menos de 9 años de entrenamiento) vs No Músicos	Músicos entrenamiento alto vs Músicos entrenamiento bajo vs No Músicos	Memoria visual y verbal	Músicos entrenamiento alto > Músicos entrenamiento bajo > No Músicos
Benítez et al., (2018)	Niños	Entrenamiento musical	4 semanas de entrenamiento musical	Entrenamiento Activo vs Receptivo	Memoria emocional visual	Receptivo > Activo
Shumig et al., (2005)	Adultos	Entrenamiento musical	Músicos profesionales	Músicos vs No Músicos	Memoria visual y volumen hipocampal	Músicos > No Músicos
Vergheze et al., (2003)	Adulto Mayor con Enfermedad tipo Alzheimer	Entrenamiento musical	No reporta	Alta frecuencia de practica instrumental vs Poca frecuencia de practica vs Control	Síntomas de demencia y memoria episódica	Alta frecuencia > Baja frecuencia y Control (memoria); Alta frecuencia < Baja frecuencia y Control (probabilidades de desarrollar demencia)

Tabla 2. Recopilación de estudios principales sobre efecto de las intervenciones musicales focales.

Autor (año)	Muestra	Enfoque Musical	Tiempo de exposición	Comparaciones realizadas	Variable dependiente	Resultado
Psyrdellis et al., (2017)	Ratas	Exposición a música	3 minutos de exposición	Música relajante vs Música activante vs ruido blanco vs control (silencio); evaluación de la memoria a las 2 y 6 horas posterior al aprendizaje	Memoria espacial	Música relajante < otras condiciones (a las 2 hs); Música activante > otras condiciones (a las 6 hs)
Xiong et al., (2018)	Ratas	Exposición a música	2 exposiciones diarias de 59 segundo (por 15 días)	Exposición a música vs Control (silencio)	Memoria espacial	Exposición a música > Control (silencio)
Justel & Rubinstein (2013)	Adultos jóvenes	Percepción musical	3 minutos de exposición	Música activante vs Música relajante vs Ruido blanco	Memoria emocional visual	Música relajante y activante > Ruido blanco
Justel et al., (2016)	Adultos jóvenes	Percepción musical	3 minutos de exposición	Música activante vs Ruido blanco	Memoria verbal	Música activante > Ruido blanco
Ferreri & Rodríguez-Fornells (2017)	Adultos jóvenes	Percepción musical	8 minutos de exposición musical	Música gratificante vs no gratificante	Memoria episódica musical (evaluación a las 24 hs)	Música gratificante > no gratificante
Ratovohery et al., (2018)	Adultos jóvenes y mayores (músicos)	Percepción musical	Exposición aguda	Texto recitado con musical positiva vs Texto recitado con música negativa vs Texto recitado en neutro	Memoria verbal (evaluación inmediata, a los 10 min y 24 hs)	Texto recitado con musical positiva > Texto recitado con música negativa y neutro (tres instancia de evaluación)
Proverbio et al., (2015)	Adultos jóvenes	Música de fondo	Exposición aguda	Música alegre vs Música conmovedora vs Sonidos ambientales vs Silencio	Memoria episódica visual (evaluación inmediata)	Música conmovedora > Otras condiciones
Ferreri et al., (2013)	Adultos jóvenes	Música de fondo	Escucha musical durante el aprendizaje de palabras (15 o 28 seg de exposición)	Música de fondo vs Silencio	Memoria verbal; actividad de la corteza prefrontal	Música de fondo > Silencio (rendimiento memoria); Música de fondo < Silencio (actividad de corteza prefrontal)
Bottiroli et al., (2014)	Adultos Mayores	Música de fondo	Exposición aguda durante las tareas de memoria	Música positiva vs Música negativa vs Ruido blanco vs Silencio	Memoria episódica y semántica	Música positiva y negativa > Ruido blanco y silencio
Ferreri et al., (2014)	Adultos Mayores	Música de fondo	Escucha musical durante el aprendizaje de palabras (15 o 28 seg de exposición)	Música de fondo vs Silencio	Memoria verbal; actividad de la corteza prefrontal	Música de fondo > Silencio (rendimiento memoria); Música de fondo < Silencio (actividad de corteza prefrontal)
Hallam et al., (2002)	Niños	Música de fondo	Exposición aguda durante las tareas de memoria	Música de fondo vs Silencio	Memoria episódica	Música de fondo > Silencio
Moreno & Mayer (2000)	Adultos jóvenes	Música de fondo	Exposición aguda durante las tareas de memoria	Música de fondo vs Silencio	Memoria episódica	Música de fondo < Silencio
Judde & Rickard (2010)	Adultos	Percepción musical	Exposición aguda luego del aprendizaje de palabras	Música con valencia positiva vs Música con valencia negativa vs Control silencio (estímulos presentados de forma inmediata, a los 20 o 45 min)	Memoria verbal	Música positiva y negativa > Control silencio (a los 20 min)
Rickard et al., (2012)	Adultos jóvenes	Percepción musical	Exposición aguda durante el aprendizaje de una historia	Estudio 1: Música relajante vs Silencio (presentación en fase de codificación de la memoria)	Memoria verbal emocional (evaluación a los 7 días)	Música relajante < Silencio
			Exposición aguda luego del aprendizaje de una historia	Estudio 2: Música Relajante vs Sonido ambiente (Presentación post codificación)	Memoria verbal emocional (evaluación inmediata y a los 7 días)	Música relajante < Silencio
Justel et al., (2015)	Adultos mayores	Percepción musical	3 minutos de exposición	Música activante vs Música relajante vs Ruido blanco	Memoria visual emocional (Evaluación inmediata y a los 7 días)	Música activante > Ruido blanco > Música relajante
Diaz Abrahan et al., (2018)	Adultos jóvenes	Producción musical	3 minutos de exposición	Improvisación musical vs Reproducción musical vs Silencio; Músicos vs No Músicos	Memoria visual emocional (Evaluación inmediata y a los 7 días)	Improvisación musical > Silencio > Reproducción musical; Músicos > No Músicos
Benítez & Diaz Abrahan (2018)	Niños	Producción musical	3 minutos de exposición	Improvisación musical vs Silencio	Memoria visual emocional (Evaluación inmediata y a los 7 días)	Improvisación musical > Silencio
Ballarini et al., (2013)	Niños	Clase especial de música	20 minutos de clase	Clase de música vs Clase de ciencia vs Control sin actividad	Memoria episódica verbal y visual (contenido escolar general)	Clase de música y Clase de ciencia > Control sin actividad

## Modulación de la memoria a través del entrenamiento musical prolongado

Aprender música puede conferir ventajas cognitivas que van más allá del procesamiento de la música en sí. Es por ello que la evidencia indica que existen diferencias cerebrales, anatómicas y funcionales, entre los músicos y los no músicos (Justel & Diaz-Abraham, 2012) así como también se encuentran divergencias entre los músicos, ya que los profesionales que comenzaron su formación en edades tempranas de la vida presentan cambios más pronunciados que aquellos que comenzaron posteriormente (Hutchinson, Lee, Gaab, & Schlaug, 2003; Schlaug, Jäncke, Huang, Staige, & Steinmetz, 1995).

Los resultados de los estudios longitudinales en niños (Hannon & Trainor, 2007; Schellenberg, 2004; Roden, Kreuts, & Bongard, 2012) y adultos (Elmer & Jäncke, 2018; Habib & Besson, 2009; Zuk, Benjamin, Kenyon, & Gaab, 2014), indican que la práctica y el aprendizaje musical conducen a un amplio fenómeno de plasticidad cerebral, afectando el rendimiento cognitivo (Talamini, Altoè, Carretti, & Grassi, 2018). Específicamente en relación a la memoria, existen controversias en los resultados obtenidos dependiendo del tipo de memoria, la forma de medirla y las características de la muestra.

En evaluaciones de MCP, se encontró que las personas con conocimientos musicales, presentaron un rendimiento exitoso en la manipulación de información verbal y en tareas de recuerdo libre mientras realizaban una segunda tarea, al ser comparados con no músicos (Talamini, Altoè, Carretti, & Grassi, 2018). Un estudio realizado por Degé, Wehrum, Stark, y Schwarzer (2011) indagó el efecto de un entrenamiento musical de dos años sobre la MCP visual y auditiva

de niños. Al comparar el rendimiento con un grupo control sin entrenamiento, los autores encontraron mayores puntajes en las tareas visuales y auditivas por parte de los niños que participaron de las actividades musicales. Resultados similares fueron hallados por (2014), también en niños, y por Hansen, Wallentin, y Vuust (2012) en adultos jóvenes, así como por Lee, Lu, y Ko, (2007) tanto en niños como adultos jóvenes.

La MLP de tipo verbal es una de las más indagadas dentro de la literatura (Franklin, Moore, Yip, Jonides, Rattray, & Moher, 2008; Hanna-Pladdy & Gajewski, 2012) teniendo en cuenta la relación directa que existe entre la música y el procesamiento auditivo y verbal (Justel & Diaz-Abraham, 2012), debido a que existiría una mayor estimulación de los mecanismos auditivos y verbales durante el entrenamiento musical (Taylor & Dewhurst, 2017). Ampliando lo antedicho, estudios de pacientes con daño cerebral han demostrado que el lóbulo temporal izquierdo media principalmente la memoria verbal (Frisk & Milner, 1990), siendo un lóbulo altamente estimulado con el aprendizaje musical (Herholz, Boh, & Pantev, 2011; Moreno, Bialystok, Barac, Schellenberg, Cepeda, & Chau, 2011; Schlaug, Jäncke, Huang, Staige, & Steinmetz, 1995).

Con población infantil, varias investigaciones indagaron el efecto de la participación en programas de entrenamiento musical, con resultados positivos sobre la MLP de modalidad verbal (Ho, Cheung, & Chan, 2003). Por ejemplo, Roden, Kreutz y Bongard (2012) compararon el rendimiento de MLP visual y verbal de niños que participaron de un programa de aprendizaje musical y dos grupos controles, uno sin entrenamiento y otro que participaron de una clase de ciencia. Las evaluaciones se realizaron en tres tiempos diferentes a lo largo de **18** meses, contando con una línea de base y dos medidas post entrenamiento. Los resultados indicaron que los niños que aprendieron música mejoraron el rendimiento de la memoria verbal en las dos mediciones post intervención realizada, patrón que no se observó en los otros grupos, sin encontrar diferencias significativas en la memoria visual.

La intensidad y la frecuencia del entrenamiento musical son variables a considerar cuando se indaga el efecto de la música en la MLP. Sobre este tema se realizó un estudio con niños que concurrieron a un programa de aprendizaje instrumental musical intensivo, caracterizado por clases extra-escolares de **1** hora semanal que incorporaban la improvisación y el juego como técnicas de aprendizaje, quienes fueron comparados con un grupo control con clases de música habituales. Al evaluar la memoria verbal luego de un año de entrenamiento, los niños del programa intensivo presentaron mejores rendimientos en las tareas mnémicas, sin embargo, este aumento no se replicó al realizar la evaluación dos años después, con lo cual se puede hablar de una mejora transitoria (Rickard, Vasquez, Murphy, Gill, & Toukhsati, 2010).

Un estudio focalizado en niños con Síndrome de Williams (SW), investigó el efecto de la afinidad musical sobre el aprendizaje y recuerdo de una lista de frases y palabras, reproducida de forma hablada o cantada. Los resultados mostraron que los niños que tenían mayor afinidad por la música presentaban un mejor recuerdo de la información aprendida de forma cantada en comparación al grupo sin esta afinidad musical (Martens, Jungers, & Steele, 2011). En otro estudio evaluaron el promedio de antecedentes musicales de los participantes, el cual era de **4** años y se halló una mejora de la memoria tanto en las frases cantadas como habladas, ante la comparación con adultos no músicos con SW (Dunning, Martens, & Jungers, 2015).

Chan, Ho, y Cheung (1998) encontraron que adultos que recibieron un promedio de 6 años de entrenamiento instrumental musical, antes de los **12** años de edad, presentaron una mejora en la

memoria verbal en comparación a controles sin entrenamiento. Por otra parte, Jakobson, Lewycky, Kilgour, y Stoesz (2008) establecieron una correlación positiva entre el rendimiento en este tipo de memoria y la cantidad de años de educación musical que los sujetos adultos tenían, es decir que a mayor cantidad de años de estudio mejor rendimiento mnésico. Sin embargo, hay estudios que no replican los mismos resultados (Brandler & Rammsayer, 2003); (Helmbold, Rammsayer, & Altenmüller, 2005). En este punto las diferencias pueden deberse a la variabilidad de la muestra y/o errores en el muestreo. Por este motivo, Franklin et al., (2008) realizaron un estudio controlando variables sociodemográficas, así como coeficiente intelectual. En este estudio los autores encontraron que los músicos presentaron un mejor desempeño que los no músicos en tareas de memoria verbal inmediata y diferida. Resultados similares fueron hallados por Taylor y Dewhurst (2017).

Virando el tema hacia una memoria de tipo visual, las inconsistencias en torno a los resultados son más visibles, ya que los estudios destacan el efecto sobre la memoria verbal pero no visual (Fauvel, y otros, 2014; Ho, Cheung, & Chan, 2003; Rickard, Vasquez, Murphy, Gill, & Toukhsati, 2010). Sin embargo, existen algunas justificaciones a la falta de resultados positivos sobre el tema. Por una parte, los estudios que no encuentran diferencias se caracterizan por ser investigaciones con poblaciones asiáticas, quienes naturalmente tienen una sobreestimulación visual por el tipo de lectoescritura ideográfica. Y, por otro lado, las críticas están de la mano de las decisiones y las metodologías abordadas, las cuales difieren fuertemente entre estudios (Roden, Kreutz, & Bongard, 2012).

Una forma clásica de evaluar la memoria de tipo visual es a través de la observación de imágenes, su copia y su posterior evocación. Utilizando esta herramienta, un estudio realizado por Hanna-Pladdy y MacKay (2011), comparó a adultos mayores músicos de entrenamiento elevado, de entrenamiento medio y participantes de un grupo control sin conocimientos musicales, encontrando un mejor rendimiento de la memoria visual por parte de los sujetos con alto entrenamiento musical, seguido del entrenamiento medio.

Con población infantil, Benítez, Diaz Abrahan, Sarli, Bossio, y Justel (2018) indagaron el efecto de las clases de música sobre la memoria emocional visual de niños prescolares dentro de un ámbito educativo. Los niños participaron de clases de música de tipo activas, produciendo música, o receptivas, percibiendo música, durante un período de **10** semanas. En este estudio, la memoria fue evaluada en tres tiempos diferentes (antes del comienzo de las clases, a las **10** o **20** semanas de finalizadas las clases musicales). Los resultados indicaron que los niños que recibieron una intervención de tipo receptiva presentaron un mejor rendimiento en la memoria visual en comparación con los grupos que realizaron propuestas musicales activas. Este antecedente no sólo permite arrojar evidencia sobre la influencia de la música en la memoria de tipo visual, sino que también reconoce la importancia de los programas musicales dentro del ámbito escolar, con beneficios hacia funciones cognitivas alejadas de las habilidades musicales.

Aportando resultados de neuroimagen, el estudio presentado por Sluming et al; (2005) brinda dos correlaciones positivas a destacar: por una parte, entre el aumento del volumen y de la densidad de materia gris hipocampal y el entrenamiento musical, y por otro lado, entre el rendimiento en tareas comportamentales mnémicas visuales y el aumento del volumen hipocampal. Convertirse en músico genera una reorganización interna de los circuitos hipocampales como respuesta a la demanda cognitiva creciente y a las habilidades requeridas para el aprendizaje musical (Sluming, Page, Downe, Denby, Mayes, & Roberts, 2005), como por ejemplo desarrollar la memoria musical, donde se deben memorizar largos pasajes musicales (Ho, Cheung, & Chan,

2003). El desarrollo de estas habilidades requiere de un entrenamiento musical prolongado en el tiempo, por tal motivo los resultados favorables en cuando a la memoria de tipo visual se encuentran mayormente asociados a sujetos adultos mayores los cuales poseen un entrenamiento musical sostenido a lo largo de años (Watanabe, Savion-Lemieux, & Penhune, 2007).

Con respecto a los adultos mayores, se sabe que la memoria episódica es una función cognitiva que decae no sólo asociada a un envejecimiento patológico, por ejemplo demencia (Bohn, Kwong See, & Fung, 2016), sino que también acompaña el declive producto del proceso normal y saludable del paso del tiempo (Hedden & Gabrieli, 2004; Ratovohery, Baudouin, Gachet, Palisson, & Narme, 2018). La gran estimulación que requiere aprender música, aprender a tocar un instrumento, interactuar con otros músicos durante la performance musical, entre otras actividades, crearía mecanismos o vías neuronales alternativas que permitirían compensar el déficit cognitivo debido al paso de los años (Schneider, Hunter, & Bardach, 2018). Por ejemplo, un estudio encontró que los adultos mayores que tocaban con frecuencia un instrumento musical tenían menos probabilidades de desarrollar demencia durante un seguimiento de 5 años, así como también presentaban mejores rendimientos de la memoria episódica, que aquellos que tocaban con poca frecuencia o no lo hacían en absoluto y participaban de otras actividades (Verghese, y otros, 2003). Esta temática resulta sumamente interesante, no obstante, requiere de mayores investigaciones para arribar a conclusiones más esclarecedoras.

A modo de resumen, se puede establecer una relación entre el entrenamiento musical y el rendimiento de la memoria. Convertirse en músico o participar de programas de aprendizaje musical en el caso de población infantil, conlleva un entrenamiento cognitivo el cual extiende sus beneficios hacia funciones que no están relacionadas con la música, como es el caso de algunos tipos de MCP y MLP. Existen algunas variables, más allá del entrenamiento musical en sí, que podrían influir en las modificaciones cerebrales y cognitivas. Por ejemplo, la edad de adquisición, la cual determina un período sensible en la infancia donde el entrenamiento motor enriquecido a través de la práctica musical traería aparejados beneficios duraderos. Sin embargo, existen estudios que no encontraron diferencias significativas en cuanto a la edad de adquisición musical de los sujetos (Hanna-Pladdy & MacKay, 2011) y otros que sí (Fauvel, y otros, 2014) por lo cual la temática requeriría de más indagación.

## Modulación de la memoria a través de intervenciones musicales focales.

Existe toda una línea de investigación que estudia la eficacia de los tratamientos musicales agudos o focales, los cuales están definidos como la intervención en un momento particular del desempeño cognitivo (Pontifex, Hillman, Fernhall, Thompson, & Valentini, 2015). Vinculadas a la música y orientadas a personas con o sin conocimientos musicales, estas propuestas incluyen tocar un instrumento musical, escuchar música, crear música, las cuales estimulan una gran variedad de funciones cognitivas, entre ellas la memoria (Zatorre & McGill, 2005)

La exposición a un estímulo musical podría mejorar el desempeño cognitivo gracias a la modificación afectiva, emocional y fisiológica que la música induce (Altenmüller & Schlaug, 2015); (Rickard, Toukhsati, & S., 2005); (Rickard, Wing, & Velik, 2012). En efecto, el arousal emocional inducido musicalmente se encuentra acompañado por la liberación de

neuroquímicos que moderan el desempeño cognitivo, así como por la liberación de los neurotransmisores involucrados en los mecanismos de recompensa y de placer (Chanda & Levitin, 2013), lo que puede resultar en el refuerzo de los procesos de formación de la memoria (Ferreri & Rodríguez-Fornells, 2017) tanto en modelos animales (Psyrdellis, Diaz Abarahan, Cetratelli, & Justel, 2017; Xiong, y otros, 2018) como humanos (Justel, O'Conor, & Rubinstein, 2013; Justel, Diaz Abarahan, Castro, & Rubinstein, 2016). En este punto se puede hacer una distinción entre diseños metodológicos donde la música está presente de forma simultánea al aprendizaje de una tarea, actuando sobre la fase de codificación (Ferreri & Rodríguez-Fornells, 2017), o de forma posterior a ella, afectando la consolidación de la memoria (Justel, Psyrdellis, & Ruetti, 2013; Justel, Diaz Abarahan, Castro, & Rubinstein, 2016). Con respecto al primer tópico, se desarrolló un estudio con la participación de adultos jóvenes y mayores, quienes fueron expuestos a tres textos, recitados con voz neutra (condición control), al ritmo de una pieza musical positiva o una pieza negativa (condiciones experimentales), y se evaluó la memoria de modo inmediato y diferido. Los participantes que escucharon el texto acompañado de la pieza musical positiva recordaron más información, que las otras dos condiciones. Estos hallazgos pueden ser justificados por el efecto de la inducción emocional positiva que ejerce la música sobre la memoria (Ratovohery, Baudouin, Gachet, Palisson, & Narme, 2018).

Dentro de las propuestas de percepción musical que se utilizan de modo simultáneo a la adquisición de información, el uso de la música de fondo presenta algunos antecedentes, aunque controversiales. Los estudios que reportan beneficios de la escucha de música de fondo sobre la memoria justifican el efecto teniendo en cuenta la influencia positiva que genera la música sobre el nivel de activación (arousal) y el estado de ánimo (Proverbio, y otros, 2015). Por ejemplo, un estudio realizado por Ferreri, Aucouturier, Muthalib, Bigand, y Bugaiska (2013) solicitó a un grupo de adultos jóvenes que aprendieran una lista de palabras en un contexto con música de fondo o silencio, midiendo por una parte, el rendimiento de la memoria a través de una tarea de reconocimiento, y por otra parte, monitoreando la actividad de la corteza prefrontal dorsolateral durante la fase de codificación. Los resultados comportamentales indicaron que la música de fondo facilitó la codificación y aumentó el recuerdo de palabras, mientras que los datos de neuroimagen mostraron una menor activación general de la corteza prefrontal durante la tarea que tenía a la música como contexto, lo que indicaría una menor exigencia neurocognitiva para codificar y evocar material verbal. Resultados similares fueron hallados en adultos mayores (Bottiroli, Rosi, Russo, Vecchi, & Cavallini, 2014; Ferreri, Bigand, Perrey, Muthalib, Bard, & Bugaiska, 2014) y niños (Hallam, Price, & Katsarou, 2002).

No obstante, la música de fondo también puede considerarse una distracción ante el aprendizaje y el recuerdo de información (Furnham & Allass, 1999). Por ejemplo, en un estudio realizado por Moreno y Mayer (2000) se encontró que el recuerdo de una narración empeoró al estar acompañada de música de fondo al comparar con el grupo control con silencio. Si bien hay resultados controversiales, es de destacar que los estudios utilizan diferentes estímulos musicales, algunos de los cuales fueron seleccionados dependiendo de la valencia, es decir si resultaban emocionalmente positivas o negativas, mientras que otros trabajaron con el nivel de arousal. Por ello, las comparaciones entre los estudios deben realizarse con cautela.

Si la propuesta musical es presentada de modo posterior a la fase de adquisición, afectaría la consolidación de la memoria. Por ejemplo, Judde y Rickard (2010) realizaron un estudio mediante el cual los participantes, adultos, aprendieron una lista de palabras neutras y posteriormente fueron expuestos a una pieza de música con valencia positiva o una negativa. Los estímulos musicales fueron introducidos



inmediatamente luego de la adquisición, **20** o **45** minutos después. Los resultados indicaron que la música de ambas valencias mejoró la memoria, y a su vez la ventana temporal óptima resultó ser la de los **20** minutos. Sin embargo, la exposición inmediata a la fase de adquisición también resultó beneficiosa en estudios de memoria visual (Justel & Rubinstein, 2013) y verbal (Justel, Diaz Abrahan, Castro, & Rubinstein, 2016).

En un estudio realizado por Rickard et al., (2012), expusieron a participantes a música relajante o sonidos del ambiente simultánea o posteriormente a la presentación de una historia con contenido emocional y observaron que aquellos sujetos que fueron expuestos a la música redujeron significativamente la memoria de contenido emocional. Resultados similares, pero con población adulta mayor, fueron hallados por Justel, O'Conor, y Rubinstein (2013).

Siguiendo la lógica de la implementación de un tratamiento musical posterior al período de adquisición de información, Diaz Abrahan, et al., (2018) realizaron un estudio a través del uso de la improvisación musical como modulador cognitivo, es decir una actividad de producción musical (Abrahan & Justel, 2015). Los participantes, adultos jóvenes músicos y no músicos, observaron una serie de imágenes con contenido emocional y neutro, y posteriormente fueron divididos y expuestos a tres condiciones diferentes que implicaban una improvisación musical libre, la reproducción de un patrón rítmico o la permanencia en silencio. Los autores encontraron que las personas que participaron de la improvisación recordaron más información tanto neutra como emocional en comparación a los otros grupos. Además, los músicos presentaron un mayor rendimiento mnémico que los no músicos. Resultados similares fueron hallados con población infantil dentro del ámbito educativo inicial (Benítez & Diaz Abrahan, 2018).

En otro estudio en contexto educativo, Ballarini, Martínez, Pérez, Moncada, y Viola (2013) indagaron el papel de una experiencia musical o científica novedosa sobre la memoria de niños comparando con un grupo control sin actividad novedosa. Los resultados de este estudio mostraron una mejora en la memoria visual y verbal de los niños expuestos a las clases de música, así como ciencia.

Concluyendo este apartado, la música, implementada a través del uso de intervenciones agudas, presenta beneficios en lo que respecta al desempeño en tareas de memoria, es decir que transfiere sus efectos hacia funciones lejanas a la habilidad musical, aspecto que requiere la inversión de más cantidad de investigaciones, pero que resulta de capital interés en lo que respecta al estudio de la cognición humana y la estimulación y rehabilitación de la misma.

## Discusión y conclusiones

El objetivo del presente artículo fue exhibir los antecedentes sobre el efecto que tiene la música sobre la memoria, en una primera instancia teniendo en cuenta los beneficios del aprendizaje musical prolongado sobre esta función cognitiva, y posteriormente, presentando las potencialidades de las intervenciones musicales focales en diferentes etapas del proceso de formación de la traza mnémica.

Siguiendo este orden de ideas y en base a los hallazgos de las mencionadas investigaciones, se puede concluir que la memoria puede ser potenciada a través del entrenamiento musical. Los estudios

que compararon el rendimiento de los músicos con los no músicos corroboran las potencialidades que tiene el aprendizaje musical sobre la memoria (Franklin, Moore, Yip, Jonides, Rattray, & Moher, 2008; Herdener, y otros, 2010; Ho, Cheung, & Chan, 2003; Sluming, Page, Downe, Denby, Mayes, & Roberts, 2005). Sin embargo, se pueden destacar dos puntos dentro de la literatura, que permiten entrever que es necesario más investigaciones sobre la temática. Por un lado, la falta de resultados contundentes con respecto a la MLP visual y el control de variables intervinientes en el muestreo. Por otra parte, la escasez de estudios sobre otras modalidades sensoriales y tipos de memoria, como lo son, por ejemplo, memorias procedurales.

Los hallazgos arribados a través de los estudios presentados, dan pie para diseñar programas de intervención donde aprender música o a tocar un instrumento pueda repercutir de manera positiva en la cognición, tornándose un factor preventivo del declive cognitivo producto del paso del tiempo, por ejemplo. La mayoría de los programas de entrenamiento de la memoria se basan en técnicas mnemónicas y compensatorias, y en este sentido la idea de usar un programa de aprendizaje musical para mejorar esta función cognitiva parece ser una propuesta novedosa y motivadora en lo que respecta a la convocatoria de adultos mayores.

En un segundo apartado se presentaron los estudios que dan cuenta del efecto que tiene una intervención musical focal aplicándola durante una tarea de adquisición de información. Salvo en el caso del uso de la música de fondo, la cual presenta inconsistencias en los resultados reportados, el uso de la música y de las actividades musicales, tanto en niños como en adultos, muestran ser eficaces ante el objetivo de modular la fase de codificación de la memoria. Sin embargo, la selección de las piezas o actividades musicales debe realizarse controladamente, teniendo en cuenta que la música es un estímulo altamente complejo y de esta forma existen numerosas variables a considerar, las cuales podrían ejercer diversos efectos en la función cognitiva que se esté trabajando.

Por otra parte, se presentaron los antecedentes sobre los tratamientos musicales implementados de manera posterior a la fase de adquisición, favoreciendo o deteriorando la consolidación de la misma (Jude & Rickard, 2010; Justel, O'Conor, & Rubinstein, 2013; Justel, Diaz Abrahan, Castro, & Rubinstein, 2016; Rickard, Toukhsati, & S., 2005). A la luz de estas evidencias existe la posibilidad de utilizar las actividades musicales como formas de tratamiento no farmacológico sobre aquellas funciones cognitivas que requieren ser estimuladas y/o rehabilitadas en el caso de ciertas patologías neuronales o durante el envejecimiento normal, donde la memoria es una de los dominios mayormente afectados.

Los gruesos de los estudios presentados en la presente revisión se basan en la implementación de la música sobre las etapas de codificación o consolidación de la memoria, y en este punto resulta interesante indagar el efecto de las propuestas musicales en otras etapas, como por ejemplo durante la fase de recuperación o reconsolidación de la memoria, temática que no presenta antecedentes hasta el momento.

El estudio sobre la efectividad de la música como tratamiento modulador de la memoria es una temática que crece con el correr de los años. Cabe destacar que los estudios realizados hasta el momento están focalizados en su mayoría en actividades de percepción musical, con pocos antecedentes que indaguen los beneficios de las actividades focales de producción. En esta línea de pensamiento, las propuestas que ofrece la musicoterapia deberían ser puestas a prueba ya que las intervenciones musicales que se utilizan en esta área están orientadas hacia personas con o sin antecedentes musicales y aplicables a diferentes ámbitos.

# Referencias

La exposición a la música favorece la consolidación de los recuerdos. (2013). *Boletín de Psicología*, 109, 73-83.

Abrahan, V., & Justel, N. (2015). La improvisación musical. Una mirada compartida entre la musicoterapia y las neurociencia. *Psicogente*, 18(34), 372-384.

Alberini, C., & Ledoux, J. (2013). Memory reconsolidation. *current biology*, 23(17), 746-750.

Altenmüller, E., & Schlaug, G. (2015). Apollo's gift: new aspects of neurologic music therapy. *Progress in brain research*(217), 237-52.

Atkinson, R., & Shiffrin, R. (1971). The control of short-term memory. *scientific american*, 225(2), 82-90.

Ballarini, F., Martínez, M. C., Pérez, M., Moncada, D., & Viola, H. (2013). Memory in elementary school children is improved by an unrelated novel experience. *PLoS ONE*, 8(6).

Benítez, M., & Diaz Abrahan, V. (2018). *Estrategias musicales para la mejora de la memoria emocional visual infantil en contexto educativo*. . X Congreso Internacional de Investigación y Práctica Profesional en Psicología XXV Jornadas de Investigación XIV Encuentro de Investigadores en Psicología del MERCOSUR (pág. 68). Buenos Aires: Facultad de Psicología.

Bohn, L., Kwong See, S., & Fung, H. (2016). The perspective and positivity effects in Alzheimer's disease. *Psychology and Aging*, 31(6), 574-582.

Bottiroli, S., Rosi, A., Russo, R., Vecchi, T., & Cavallini, E. (2014). The cognitive effects of listening to background music on older adults: processing speed improves with upbeat music, while memory seems to benefit from both upbeat and downbeat music. *Front Aging Neurosci.*, 228.

Brandler, S., & Rammsayer, T. (2003). *Differences in mental abilities between musicians and non-musicians*. Psychology of Music.

Cahill, L., & McGaugh, J. (1995). A novel demonstration of enhanced memory associated with emotional arousal. *Conscious Cognition*, 4(4), 410-421.

Cellini, N. (2017). Memory consolidation in sleep disorders. *sleep medicine reviews*, 35, 101-112.

Chan, A., Ho, Y., & Cheung, M. (1998). Music training improves verbal memory. *Nature*(128), 396(6707).

Chanda, M., & Levitin, D. (2013). The neurochemistry of music. . *Trends in Cognitive Sciences*, 17(4), 179-193.

Degé, F., Wehrum, S., Stark, R., & Schwarzer, G. (2011). The influence of two years of school music training in secondary school on visual and auditory memory. *European Journal of Developmental Psychology*, 8(5), 608-623.

Diaz Abrahan, V., Shifres, F., & Justel, N. (2018). Music improvisation modulates emotional memory. *Psychology of Music*, 9, 1-16 (in press). doi:[45110.1177/0305735618810793](https://doi.org/10.1177/0305735618810793)

Diaz, V., Shifres, F., & Justel, N. (2018). Diaz Abrahan, V., Shifres, F., & Justel, N. (2018). Music improvisation modulates450emotional memory. *Psychology of Music*, 1-16 (in press). doi:[45110.1177/0305735618810793](https://doi.org/10.1177/0305735618810793)

Diekelmann, S., & Born, J. (2010). The memory function of sleep. *natures reviews*, 11(2), 114-126.

Dunning, B., Martens, M., & Jungers, M. (2015). Music lessons are associated with increased verbal memory in individuals with Williams syndrome. *Research in Developmental Disabilities*, 36, 565-578.

Elmer, S., & Jäncke, L. (2018). Relationships between music training, speech processing, and word learning: a network perspective. *annals of the new york academy of sciences*, 14(1), 1-9.

Fauvel, B., Groussard, M., Mutlu, J., Arenaza-Urquijo, E., Eustache, F., Desgranges, B., y otros. (2014). Musical practice and cognitive aging: two cross-sectional studies point to phonemic fluency as a potential candidate for a use-dependent adaptation. *Front Aging Neurosci*, 9(6), 227.

Ferreri, L., & Rodriguez-Fornells, A. (2017). Music-related rewards responses predict episodic memory performance. *Experimental Brain Research*, 235(12), 3721-3731.

Ferreri, L., Aucouturier, J. J., Muthalib, M., Bigand, E., & Bugaiska, A. (2013). Ferreri, L., Aucouturier, J. J., Muthali Music improves verbal memory encoding while decreasing prefrontal cortex activity: a fNIRS study. *Frontiers in Human Neuroscience*(7), 779.

Ferreri, L., Bigand, E., Perrey, S., Muthalib, M., Bard, P., & Bugaiska, A. (2014). Less Effort, Better Results: How Does Music Act on Prefrontal Cortex in Older Adults during Verbal Encoding? An fNIRS Study. *Frontiers in Human Neuroscience*, 12(8), 301.

Franklin, M., Moore, K., Yip, C. Y., Jonides, J., Rattray, K., & Moher, J. (2008). The effects of musical training on verbal memory. *Psychology of Music*, 36(3), 353-365.

Frisk, V., & Milner, B. (1990). The role of the left hippocampal region in the acquisition and retention of story content. *Neuropsychologia*, 28(4), 349-359.

Furnham, A., & Allass, K. (1999). The influence of musical distraction of varying complexity on the cognitive performance of extroverts and introverts. *European Journal of Personality*, 13(1), 27-38.

Habib, M., & Besson, M. (2009). What do music training and musical experience teach us about brain plasticity?. *Music perception*, 26(3), 279-285.

Hallam, S., Price, J., & Katsarou, G. (2002). The effects of background music on primary school pupils' task performance. *Educational Studies*, 28(2), 111-122.

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), 378-86.

Hannon, E., & Trainor, L. (2007). Music acquisition: effects of enculturation and formal training on development. *trends in cognitive sciences*, 11(11), 466-472.

Hansen, M., Wallentin, M., & Vuust, P. (2012). Working memory and musical competence of musicians and nonmusicians. *psychology of music*, 41(6), 779-793.

Hedden, T., & Gabrieli, J. (2004). Insights into the ageing mind: a view from cognitive neuroscience. *Nature Review Neuroscience*, 5(2), 87-96.

Helmbold, N., Rammsayer, T., & Altenmüller, E. (2005). Differences in Primary Mental abilities between musicians and non-musicians. *Journal of Individual Differences*, 26(2), 14-85.

Herdener, M., Esposito, F., di Salle, F., Boller, C., Hilt, C., Habermeyer, B., y otros. (2010). Musical training induces functional plasticity in human hippocampus. *Journal of Neuroscience*, 30(4), 1377-1384.

Herholz, S., Boh, B., & Pantev, C. (2011). Musical training modulates encoding of higher-order regularities in the auditory cortex. *European Journal of Neuroscience*, 34(3), 524-533.

Ho, Y., Cheung, M., & Chan, A. (2003). Music training improves verbal but not visual memory: Cross-sectional and longitudinal explorations in children. *Neuropsychology*, 17(3), 439-450.

Ho, Y., Cheung, M., & Chan, A. (2003). Music training improves verbal but not visual memory: Cross-sectional and longitudinal explorations in children. *Neuropsychology*, 17(3), 439-450.

Hutchinson, S., Lee, L., Gaab, N., & Schlaug, G. (2003). Cerebellar volume of musicians. *cerebral cortex*, 13(9), 943-949.

Jakobson, L., Lewycky, S., Kilgour, A., & Stoesz, B. (2008). Memory for verbal and visual material in highly trained musicians. Music Perception. *An Interdisciplinary Journal*, 26(1), 41-55.

Judde, S., & Rickard, N. (2010). The effect of post-learning presentation of music on long term word list retention. *Neurobiology of Learning and Memory*, 94(1), 13-20.

- Justel, N., & Diaz, V. (2012). Plasticidad cerebral: Participación del entrenamiento musical. *Suma Psicológica*, 19(2), 97-108.
- Justel, N., & Psyrdellis, M. (2014). Novedad y modulación de la memoria: mecanismos neurobiológicos implicados. *interdisciplinaria*, 31(2), 195-211.
- Justel, N., Diaz Abrahan, V., Castro, C., & Rubinstein, W. (2016). Efecto de la música sobre la memoria emocional verbal. *Anuario de Investigaciones*, 2(2), 297-301.
- Justel, N., O'Connor, J., & Rubinstein, W. (2013). Emotional memory modulation through music in older people: A preliminary study. *Interdisciplinaria*, 32(2), 247-259.
- Justel, N., Psyrdellis, M., & Ruetti, E. (2013). Modulación de la memoria emocional: Una revisión de los principales factores que afectan los recuerdos. *suma psicologica*, 20(2), 163-174.
- LaLumiere, R., McGaugh, J., & McIntyre, C. (2017). Emotional Modulation of Learning and Memory: Pharmacological Implications. *Pharmacol Rev*, 69(3), 236-255.
- Lee, Y., Lu, M., & Koch. (2007). Effects of skill training on working memory capacity. *Learning and Instruction*, 17(3), 1-14.
- Martens, M., Jungers, M., & Steele, A. (2011). Effect of musical experience on verbal memory in Williams syndrome: evidence from a novel word learning task. *Neuropsychologia*, 49(11), 3093-3102.
- McGaugh, J. (2002). Memory consolidation and the amygdala: a systems perspective. *Trends Neurosciences*, 25(9), 456-461.
- McGaugh, J. (2018). Emotional arousal regulation of memory consolidation. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 19, 55-60.
- Milner, B., Squire, L., & Kandel, K. (1998). Cognitive neuroscience and the study of memory. *Neuron*, 20(3), 445-468.
- Moreno, R., & Mayer, R. (2000). A coherence effect in multimedia learning: the case for minimizing irrelevant sounds in the design of multimedia instructional messages. *Journal of Educational Psychology*, 92(1), 117-125.
- 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. *Psychology Science*, 22(11), 1425-1433.
- Pontifex, M., Hillman, C., Fernhall, B., Thompson, K., & Valentini, T. (2015). The Effect of Acute Aerobic and Resistance Exercise on Working Memory. *Medicine and science in sport and exercise*, 1(4), 927-34.
- Proverbio, A., Lozano, V., Alessandra, L., De Benedetto, F., Guardamagna, M., Gazzola, M., y otros. (2015). The effect of background music on episodic memory and autonomic responses: listening to emotionally touching music enhances facial memory capacity. *Sci Rep* [jour].
- Psyrdellis, M., Diaz Abraha, V., Cetratelli, C., & Justel, N. (2017). Rock influences spatial memory in adult rats, while classical music do not. *Psicológica. revista de metodología y psicología experimental*, 38(2), 117-193.
- Ratovohery, S., Baudouin, A., Gachet, A., Palisson, P., & Narme, P. (2018). Is music a memory booster in normal aging? The influence of emotion. *Memory*, 26(10), 1344-1354.
- Rickard, N., Toukhsati, S., & S., F. (2005). The effect of music on cognitive performance: Insight from neurobiological and animal studies. *Behavioral and Cognitive Neuroscience Reviews*, 4(4), 235-361.
- Rickard, N., Vasquez, J., urphy, F., ill, A., & oukhsati, S. (2010). Benefits of a classroom based instrumental music program on verbal memory of primary school children: A longitudinal study. *Australian Journal of Music Education*(1), 36-47.
- Rickard, N., Wing, W., & Velik, L. (2012). Relaxing music counters heightened consolidation of emotional memory. *Neurobiology of Learning & Memory*, 97(2), 220-228.
- Roden, I., Grube, D., Bongard, S., & Kreutz, G. (2014). Does music training enhance working memory performance? *Findings from a quasi-experimental longitudinal study*. 42(2), 284-298.
- 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. *front psychology*, 3, 572-580.
- Ruetti, E., Justel, N., & Bentesola, M. (2009). Perspectivas clásicas y contemporáneas acerca de la memoria. *Suma Psicológica*, 16(1), 65-83.
- Schellenberg, E. (2004). Music lessons enhance IQ. *psychology sciences*, 15(8), 511-514.
- Schlaug, G., Jäncke, L., Huang, Y., Staige, R., & Steinmetz, H. (1995). Increased corpus callosum size in musicians. *Neuropsychologia*, 33(8), 1047-1055.
- Schneider, C., Hunter, E., & Bardach, S. (2018). Potential cognitive benefits from playing music among cognitively intact older adults: A scoping review. *ournal of Applied Gerontology*, 1-12.
- Sluming, V., Page, D., Downe, J., Denby, C., Mayes, A., & Roberts, A. (2005). Increased hippocampal volumes and enhanced visual memory in musicians. *Proceedings of the International Society for Magnetic Resonance in Medicine*, 13-83.
- Talamini, F., Altoè, G., Carretti, B., & Grassi, M. (2018). Musicians have better memory than nonmusicians: A meta-analysis. *plos one*, 12(3), 186-773.
- Taylor, A., & Dewhurst, A. (2017). Investigating the influence of music training on verbal memory. *Psychology of Music*, 45(6), 814-820.
- Verghese, J., Lipton, R., Katz, M., Hall, C., Derby, C., Kuslansky, G., y otros. (2003). Leisure activities and the risk of dementia in the elderly. *The New England Journal of Medicine*, 348(25), 2508-2516.
- Wang, B., & S. B. (2017). Post-encoding emotional arousal enhances consolidation of item memory, but not reality-monitoring source memory. *quarterly journal of experimental psychology*, 70(3), 461-472.
- Watanabe, D., Savion-Lemieux, T., & Penhune, V. (2007). The effect of early musical training on adult motor performance: evidence for a sensitive period in motor learning. *Experimental Brain Research*, 176(2), 332-40.
- Xiong, X., Han, L., Liu, S., Miao, J., Luo, M., Xue, M., y otros. (2018). Music intervention improves spatial learning and memory and alters serum proteomics profiling in rats. *Journal of Neuroscience Research*, 96(10), 1727-1735.
- Zatorre, R., & McGill, J. (2005). Music, the food of neuroscience?. *Nature*, 434(7031), 312-315.
- 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), 968-998.

