

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

*Presentada por:* Lic. Daniela González Costa

*Director/a:* Dra. Nadia Justel

*FLACSO*

*2022*

## **Índice**

Agradecimientos.....	5
Resumen .....	6
La relación del entrenamiento musical y la memoria de trabajo.....	7
Marco Teórico .....	9
<b>Primer apartado</b>	
Entrenamiento musical .....	10
Audición y visión .....	11
Audición y la conexión motora.....	13
Destreza .....	14
<b>Segundo apartado</b>	
Antecedentes Teóricos.....	16
Memoria de trabajo, funciones ejecutivas y entrenamiento musical.....	16
El bucle fonológico.....	18
Transferencia de habilidades.....	20
Transferencia de habilidades cercana .....	22
Transferencia de habilidades lejana.....	23
<b>Tercer apartado</b>	
Entrenamiento musical y memoria de trabajo/funciones ejecutivas.....	26
Retención de dígitos.....	29
Control cognitivo.....	31

## **Cuarto apartado**

Antecedentes Metodológicos.....	33
---------------------------------	----

## **Marco Empírico**

### **Primer apartado**

Formulación del problema .....	47
--------------------------------	----

Programas de intervención musical.....	47
--	----

Hipótesis y objetivos.....	48
----------------------------	----

### **Segundo apartado**

#### **Metodología**

Diseño y metodología.....	50
---------------------------	----

Participantes... ..	50
---------------------	----

Procedimiento.....	52
--------------------	----

#### **Sub pruebas de memoria operativa**

Retención de dígitos.....	53
---------------------------	----

Letras y números.....	54
-----------------------	----

Cubos de Corsi en progresión.....	54
-----------------------------------	----

Sub prueba de comprensión verbal... ..	55
--	----

Semejanzas... ..	55
------------------	----

Vocabulario... ..	55
-------------------	----

Comprensión.....	55
------------------	----

#### **Análisis estadístico**

Resultados análisis socio-demográficos... ..	56
--	----

#### **Tablas**

Tabla 1 y 2.....	57
Tabla 3 y 4.....	58
Tabla 5 y 6.....	59
Tabla 7... ..	60
<b>Análisis estadístico sub pruebas MO y CV</b>	
Figura 1.....	61
Figura 2 y 3.....	62
Tabla 8... ..	63
Figura 4.....	63
Figura 5 y 6.....	64
<b>Discusión</b>	
Intervención musical en la población infanto juvenil.....	66
Revisión de estudios metodológicos.....	67
Transferencia de habilidades.....	68
Memoria de Trabajo y Funciones Ejecutivas... ..	69
Habilidad fonológica .....	70
Atención... ..	72
Limitaciones y proyecciones... ..	72
Proyecciones en lo educativo.....	73
<b>Referencias Bibliográficas</b>	
Referencias bibliográficas... ..	74

### **Agradecimientos**

Agradezco profundamente la oportunidad de haber escrito esta tesis de la mano de una persona espectacular, tremendamente profesional y de gran calidad humana: la Doctora Nadia Justel. Me siento honrada y afortunada de haber podido escribir este documento bajo su atenta mirada y su optimismo interminable.

En segunda instancia quiero agradecer a mi familia, quienes siempre me apoyaron y me animaron a continuar incluso cuando sentía menos motivación. Fueron personas que estuvieron dándome el aliento que me faltaba.

## **Resumen**

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

*Palabras clave:* Entrenamiento musical, memoria de trabajo, transferencia, adolescentes.

## **“La relación entre el entrenamiento musical y la memoria de trabajo”**

El amplio campo de estudios que investigan el cerebro y la música, actualmente se ha enfocado en la investigación de cómo la práctica activa de la música puede propiciar cambios duraderos (Hallam, 2010) en la organización y plasticidad del cerebro (Kraus & Chandrasekaran, 2010). En estudios de tipo comparativos entre poblaciones con y sin entrenamiento musical, se investiga si la formación musical conduciría a una transferencia de habilidades desde la música hacia otros campos relacionados o no con ella (Miendlarzewska & Trost, 2014). Como consecuencia de ello, se han encontrado efectos beneficiosos en funciones cognitivas en niños y adolescentes entrenados musicalmente (Ciaroti et al., 2019) tanto en habilidades musicales como no musicales (Custodio & Cano-Campos, 2017).

En la última década, se ha encontrado que las zonas corticales de la audición son más sensibles a la información auditiva en adultos músicos comparados con participantes sin este tipo de entrenamiento (George & Coch, 2011), mientras que, en niños y adolescentes, la música favorece el desarrollo cerebral y la estimulación de capacidades intelectuales para el desarrollo cognitivo y el aprendizaje (Arenas, Lázaro, & Sánchez, 2016). Además, se ha encontrado mayor plasticidad en el cerebro en sujetos que han realizado entrenamiento musical desde la infancia (Benítez, Díaz Abrahan & Justel, 2017; Wan & Schlaug, 2010), dependiendo de la duración y experiencia del entrenamiento (Vaquero, Rousseau, Vozian, Klein & Penhune, 2020).

En estudios de registros de neuroimagen cerebral, se ha encontrado mayor conectividad en adultos y niños con entrenamiento musical (Arias, 2014), por una repetida

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

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



## **I) Marco Teórico**

**Primer apartado:** *Entrenamiento musical*

**Segundo apartado:** *Memoria de Trabajo, Funciones Ejecutivas y  
Entrenamiento Musical*

**Tercer apartado:** *Entrenamiento musical y Memoria de trabajo/Funciones  
Ejecutivas*

**Cuarto apartado:** *Antecedentes metodológicos*

## **Primer apartado “Entrenamiento musical”**

El entrenamiento musical es la práctica sistemática de habilidades motoras rápidas y operaciones cognitivas elaboradas en un instrumento musical (instrumental o vocal; Herff, Olsen, & Dean, 2018) que generalmente inicia entre los 6 y 7 años, coincidente con la escolarización (Ciaroti et al., 2019). Debido a que se requiere manipular físicamente un instrumento, el entrenamiento musical es una actividad procedimental (Benítez, Díaz Abrahan, Sarli, Bossio, & Justel, 2018), enfocada en desarrollar destrezas melódicas, rítmicas y armónicas (Berrón, Monreal, & Balsera, 2017) que entrena la atención y la memoria, la coordinación y la capacidad de alternar estas funciones cognitivas en diferentes tareas, es decir, atender a varios focos de información (Miendlarzewska & Trost, 2014). Al ser una práctica de tipo explícita y adquirida (Peretz, 2006), hacer música requiere un plano consciente de cada parte del cuerpo, como las articulaciones, manos y dedos (independencia de manos), a veces los pies y la cabeza, e inclusive las digitaciones simples comprenden memoria sensorial y mecánica, asociaciones auditivas, lógica y memoria visual (Reynoso, 2010).

El entrenamiento musical ejercita multimodalmente una serie de elementos temporales (ritmo) y melódicos (tono, timbre, melodía; Custodio & Cano-Campos, 2017; Peretz & Coltheart, 2003). La combinación de los elementos rítmicos y melódicos en la práctica musical es organizada de forma secuencial y temporal mediante elementos auditivos específicos de la música (Kim, Large, Gwon & Ashley 2018), que puede ser aprendidos por múltiples sentidos operados simultáneamente (Roden, Kreutz & Bongard, 2012). El proceso de adquirir o aprender una habilidad musical requiere repetición, ensayo y secuenciación

constantes (Custodio & Cano-Campos, 2017). El entrenamiento musical es una experiencia motora multimodal (Taylor & Dewhurst, 2017), que afecta las habilidades de sincronización motora bimanual y que requiere, como mínimo, tocar las notas y su duración en el tiempo según la rítmica indicada, sumado a la capacidad de reconocer patrones y tener en mente esta estructura (Miendlarzewska & Trost, 2014).

La práctica musical requiere la operatividad del sistema ejecutivo (Roden et al., 2014) por la simultaneidad de tareas sensoriales (Carioti et al., 2019) de fragmentos de música muy breves o limitados, que se van repitiendo y manipulando (Alonso, 2017), con coordinación, motricidad, audición y cognición en una sola acción (Reynoso, 2010). El mantenimiento de la información es un proceso cognitivo básico en la práctica multimodal de la música, debido a que se requiere coordinación auditiva, visual y motora en el aprendizaje musical en múltiples tareas (Carioti et al., 2019), como la entonación y el dictado musical, la lectura vocal y el lenguaje musical, todos constituidos por procesos mentales complejos (Berrón et al., 2017). En esta acción multimodal, el dominio del instrumento se entiende como la capacidad de mantener una serie de elementos tanto melódicos como temporales en la secuencia musical en curso (Peretz & Coltheart, 2003).

### **Audición y visión**

La audición pertenece a un módulo de información encapsulada, de especificidad de dominio, que no constituye un proceso cognitivo demandante o complejo (Fodor, 1983), a diferencia de la audición en el entrenamiento musical (Purwins et al., 2008). La audición, localizada en la zona cortical auditiva, es parte de un sistema de integración de información que se activa repetidamente en la práctica musical (Herholz & Zatorre, 2012), por la

necesidad de operar elementos musicales temporales (Janurik, Szabó, & Józsa, 2019), vinculadas a la habilidad motora y articuladora de la música (Williamson, Baddeley, & Hitch, 2010).

La audición musical es una fuente de información potencialmente compleja, flexible en su automatización y demandante en su manipulación, producción y entrenamiento (Purwins et al., 2008). En este proceso, se activan funciones de la memoria de trabajo en todo el sistema auditivo y motor para mantener en línea la información y relacionar elementos de una secuencia con otra (Herff & Czernochowski, 2017; Miendlarzewska & Trost, 2014).

El entrenamiento musical afecta el desarrollo auditivo tanto en niños como en adultos (Herrera, Hernández-Candelas, Lorenzo, & Ropp, 2014; Niwa et al., 2014; Wallentin, Nielsen, Friis-Olivarius, Vuust, & Vuust, 2010). La información musical es configurada por notas organizadas en una dimensión melódica y temporal (Kim et al., 2018), operada de forma concurrente en el tiempo (Peretz, 2006), que requiere la capacidad de ahorro de recursos cognitivos de procesos conscientes, y, por lo tanto, la eficiencia de la memoria de trabajo (Baddeley, Kopelman, & Wilson, 2002). Como consecuencia del entrenamiento musical, se desarrolla el oído interno, que es entendido como la capacidad de representar mentalmente la nota musical antes de tocarla o emitirla (Alonso, 2017).

Mientras que, en habilidades visuales, se ha encontrado una mayor capacidad de atención visual y motora (Carioti et al., 2019), específicamente en tareas de atención visual selectiva, dividida y sostenida, que se entiende como un indicio de integración sensoriomotora, por la capacidad de reacción y respuesta a diferentes fuentes de información en adultos (Rodrigues, Loureiro, & Caramelli, 2010) y en menos medida en niños (Moreno

et al., 2012). La práctica constante de información auditiva y visual en el instrumento musical beneficia el desarrollo cognitivo a causa del entrenamiento de las funciones ejecutivas, que procesan operativamente las habilidades de audición y visión que requieren la memoria de trabajo (Schulze, Mueller, & Koelsch, 2010), control inhibitorio y la flexibilidad cognitiva continuamente (Janurik et al., 2019).

### **Audición y la conexión motora**

Cuando un músico toca un instrumento, los sistemas motores que controlan la motricidad fina, - necesaria para producir el sonido en el instrumento musical o vocal- se activan, por lo tanto, el sonido es procesado por los circuitos auditivos, que a su vez se utilizan para ajustar la salida motora y articularia de la música (Ocampo, 2020; Reynoso, 2010). Por esto, existe un estrecho vínculo entre los mecanismos sensoriales y de producción motora que requiere precisión, como digitación, palmas, coordinación mano-ojo y articulación vocal, con la motricidad fina, excluyendo motricidad de tipo gruesa (Dumont, Syurina, Feron, & van Hooren, 2017). En la práctica musical, se requieren de tres funciones básicas del control motor: i) sincronización, ii) secuenciación y iii) organización espacial del movimiento. La sincronización se refiere al sentido temporal de la música, mientras que la secuenciación y la noción espacial del movimiento, se refiere a la ejecución de notas individuales en el instrumento (Ocampo, 2020).

Las tareas musicales pueden ser diversas, como tocar o cantar piezas de memoria, lectura a primera vista, e improvisación en habilidades motoras rápidas y operaciones cognitivas (Peretz & Coltheart, 2003) necesarias para el dominio de un instrumento (Custodio & Cano-Campos, 2017). Todas ellas requieren de la pericia musical (Taylor & Dewhurst,

2017), en la cual se desarrollan procesos automáticos en su aprendizaje o adquisiciones de destrezas (Alonso, 2017; Herff et al., 2018).

## **Destreza**

La destreza del entrenamiento musical se sostiene de la práctica constante, y se traduce en procesos cognitivos automáticos (Herff et al., 2018), es decir, cuando una habilidad musical se ha convertido en destreza, requiere de una menor demanda de atención (Alonso, 2017).

Los procesos mentales automáticos - o adquisiciones de dominio de un instrumento musical-, mantienen una serie de elementos tanto melódicos como temporales en la secuencia musical en curso (Jurado, 2016). Para lograr destrezas musicales, se requiere coordinar información visual y auditiva en una acción motora bimanual y una retroalimentación sensorial al repetir constantemente el ejercicio (Miendlarzewska & Trost, 2014), debido a que, mientras un sujeto está tocando y/o cantando música, maneja coordinadamente todos estos elementos que han sido percibidos por sus sentidos y han sido organizados mentalmente mientras realiza una práctica constante (Roden et al., 2014). La destreza en el entrenamiento musical a largo plazo beneficia la conectividad funcional del cerebro en redes de operaciones motoras y multisensoriales, debido a la capacidad de operar información desde diferentes fuentes de forma conjunta (Miendlarzewska & Trost, 2014) y por la capacidad de conectar las operaciones melódicas del hemisferio derecho con las operaciones analíticas de la música en el izquierdo (Arias, 2014). Inclusive en destrezas musicales altamente complejas, se activa el *planum polare* del lóbulo temporal, que procesa el lenguaje y la música (Benítez et al., 2017).

El entrenamiento musical afectaría las habilidades cognitivas (Benítez et al., 2018), entre ellas la memoria de trabajo y las funciones ejecutivas, presentes en la práctica y aprendizaje de un instrumento musical (Hutchins, 2018; Hyde et al., 2009). Numerosos estudios en niños con entrenamiento musical demostraron destrezas o habilidades fonológicas, debido a la memorización de pasajes musicales largos, el aprendizaje de estructuras y reglas musicales y la adquisición de destrezas motoras (Benítez et al., 2017), asociados a una mayor capacidad operativa del bucle fonológico y la memoria de trabajo (Suárez, Elangovan, & Au, 2015). Al hallazgo de mayor habilidad fonológica y destrezas multimodales de la memoria de trabajo, se suma el control cognitivo o inhibitorio de las funciones ejecutivas, como una función primordial en la eficiencia de la memoria de trabajo (Diamond, 2013).

Para seguir adentrando al lector en este tema, a continuación, se definirá que es la memoria de trabajo, así como las funciones ejecutivas para en un paso posterior en mostrar aquellos estudios que dan cuenta de la relación entre entrenamiento musical y memoria de trabajo/funciones ejecutivas.

## **Segundo apartado “Antecedentes Teóricos”**

### **Memoria de Trabajo, Funciones Ejecutivas y Entrenamiento Musical**

La memoria es fundamental para el aprendizaje, debido a que permite almacenar información que se transforma en conocimiento y establece relaciones entre las mismas (Berrón et al., 2017). La visión actual de memoria en el aprendizaje involucra múltiples subsistemas, dentro de los cuales la memoria de trabajo (memoria de corto plazo) es más demandada por el entrenamiento musical (Diaz Abrahan & Justel, 2019) y en segunda medida se ha relacionado la memoria de trabajo verbal y las funciones ejecutivas con el entrenamiento musical (Cheung, Chan, Liu, Law, & Wong, 2017).

La memoria de trabajo es un sistema mental de múltiples operaciones básicas, principalmente responsable del almacenamiento temporal y la manipulación simultánea de la información de corto plazo que proviene de diferentes dominios sensoriales, esenciales para todos los procesos complejos o superiores de conocimiento (Baddeley, 2010). Por lo tanto, se trata de un sistema que realiza funciones cognitivas básicas, tales como retener información, ejercer control atencional, la inhibición<sup>1</sup> cognitiva, autorregulación y filtrar distracciones irrelevantes; hasta funciones más complejas como elaborar estrategias de codificación y ensayo, formar patrones multimodales, coordinándolas operativamente (Cowan, 2016), afectando en este proceso el rendimiento de la atención (Ferreri & Verga, 2016). Debido a la capacidad operativa de la memoria, se ha planteado una evolución de términos desde “memoria de corto plazo” a “memoria de trabajo”, considerando que operar

---

<sup>1</sup> La inhibición cognitiva es resistirse a estímulos incorrectos que activen procesos automáticos (Bugos & DeMarie, 2017).



información requiere de las funciones ejecutivas (Baddeley, 2012), perteneciendo ambas a un mismo constructo teórico de desempeño cognitivo (Injoque-Ricle, Barreyro, & Burin, 2012).

Las funciones ejecutivas se refieren a una serie de procesos necesarios para centrar la atención y la concentración en determinadas tareas de elaboración mental, que son inhibición (inhibición de la respuesta automática) control de interferencia (focalización e inhibición cognitiva), memoria de trabajo y flexibilidad cognitiva (adaptarse de manera rápida y flexible a circunstancias cambiantes). Representan constructos cognitivos diferenciados que interactúan entre sí, liderados por la inhibición, esencial para la operatividad de la memoria de trabajo (Diamond, 2013). Este conjunto de procesos está relacionado con la limitada capacidad del sistema de atención y de las operaciones conscientes de la mente, que ha sido estudiada como un sistema de tres principales redes que comprenden la alerta, la orientación y las funciones ejecutivas (Petersen & Posner, 2012) y puede definirse como un mecanismo central de control de información, que actúa de acuerdo con los objetivos del organismo, - activando e inhibiendo procesos-, que puede orientarse hacia los sentidos, las estructuras de conocimiento en memoria y los sistemas de respuesta (Colmenero, Catena, & Fuentes, 2001).

En la operatividad de la información, se encuentran dos retenes sensoriales multimodales de la memoria de trabajo, el bucle fonológico y la agenda visoespacial. Se trata de búferes o retenes auditivo-verbales y visoespaciales de la memoria de trabajo, de duración y capacidad limitadas, encargados de la retención y manipulación de información auditiva (verbal y sonido) y visual y espacial (imágenes, noción espacial) respectivamente (Baddeley, 2010). La agenda visoespacial y el bucle fonológico operan en conjunto, según la modalidad

de la tarea y la capacidad de mantenimiento (Injoque-Ricle, Calero, Alloway, & Burin, 2010). En este ejercicio de retención y manipulación, la agenda visoespacial y el bucle fonológico poseen diferencias; la agenda de información visual está conectada con el búfer activo de la capacidad articulatoria y motora del bucle fonológico; mientras que, en las tareas de información auditiva, la retención y manipulación del bucle fonológico son inmediatas (Baddeley, 2000).

### **El bucle fonológico**

El *bucle fonológico* se entiende como un breve almacén de actividad pasiva y activa de la memoria de trabajo, que tiene la función de mantener la información auditiva y utilizarla en tareas operativas de recuerdo inmediato. En la medida en que la información se escucha, el bucle fonológico mantiene la información operativamente con el fin de ser manipulada y generar una nueva información, por ensayo<sup>2</sup> vocal o subvocal (Baddeley, 2012). El retén o bucle fonológico posee mecanismos de repaso para el mantenimiento activo de información verbal (vocal o subvocal) con dos subcomponentes: i) un almacén fonológico pasivo, cuya función es representar la información de forma proposicional, con una duración y capacidad limitadas; y ii) un subsistema de repaso fonológico activo (Baddeley, 2000; Talamini et al., 2016), que tiene por objetivo refrescar la información auditiva (Alonso, 2017). Por ejemplo, en la entonación durante el entrenamiento musical, resulta imprescindible que se puedan mantener secuencias de elementos acústicos, compartiendo funcionalidad como en el habla y compartiendo procesos de bucle fonológico de almacenamiento y manipulación de la memoria de trabajo bajo el mecanismo activo de repaso, que mantiene fresca la información

---

<sup>2</sup> El ensayo es el ejercicio de articular el sonido por medio de la activación de la laringe y las cuerdas vocales.

(Alonso, 2017; Baddeley, 2010). Es por esto por lo que, en el entrenamiento musical, el sujeto toca y escucha repetidamente, de forma activa, entrenando así el mecanismo de repaso sobre el flujo de información auditiva que se está ejercitado multimodalmente y refrescándose al mismo tiempo.

La activación cerebral es distinta entre el repaso activo o pasivo, ya que, en tareas pasivas (escuchar-identificar) se activa la zona auditiva del lóbulo temporal, en el área de Wernicke (Alonso, 2017); mientras que las tareas activas (escuchar- discriminar) se involucran zonas vocales y motoras (Brown & Martínez, 2007), ubicadas en el área de la articulación fonológica, el área de Broca (Alonso, 2017).

Posiblemente, la exigente demanda de recursos cognitivos tanto atencionales como de memoria sea coordinada por el ejecutivo central de la memoria de trabajo, debido a que el sistema ejecutivo es el centro de operaciones en tareas ejecutivas tales como la planificación, la recuperación, la focalización, la inhibición y el monitoreo multisensorial (Baddeley, 2010) en todos los componentes de la memoria de trabajo (Suárez et al., 2015). En la memoria de trabajo, el ejecutivo central es un sistema capaz de recuperar la información de corto plazo de forma consciente, manipulándola y modificándola coordinadamente entre otros componentes, para así dar forma a las habilidades operativas de información (Injoque-Ricle et al., 2012). La operatividad tiene la función de recuperar cada vez más información, consolidándola por medio de sus cualidades; así también aumentar la eficacia de la información memorizada (Martins et al., 2017).

La recuperación bajo el efecto de la actualización de información es entendida como el proceso mental de elaborar y recuperar una serie de estímulos asociados con las funciones

ejecutivas de *updating* (información concurrente). En esta operatividad de información, la recuperación es directa, por ejemplo, a través de una serie de estímulos o códigos auditivos y/o táctiles y se procesa como un código de información multimodal integrada (Baddeley et al., 2002). El constante entrenamiento de la operatividad y recuperación de la memoria de trabajo puede afectar en el desarrollo de habilidades de retención, manipulación y producción de información, mayormente de tipo auditiva (Baddeley et al., 2002).

### **Transferencia de habilidades**

La educación musical temprana desarrolla destrezas visuales, espaciales y verbales y puede proveer ventajas cognitivas (Diaz Abrahan & Justel, 2019) afectando la maduración cognitiva, el coeficiente intelectual y habilidades cognitivas no musicales desde la niñez (Carioti et al., 2019). Tocar un instrumento musical estimula el desarrollo cognitivo (Benítez et al., 2017; Schellenberg, 2011) y actúa como un modulador cognitivo (Cheung et al., 2017), de forma tal que articula sistemas cognitivos y procesos psicológicos de memoria y aprendizaje (Diaz Abrahan & Justel, 2019; Ferreri & Verga, 2016). El aprendizaje y la memoria musical comprometen una gran suma de procesos, entre ellos auditivos, verbales, motores, cognitivos, los cuales pueden desarrollar habilidades no musicales. Estos efectos en operaciones cognitivas y habilidades son entendidas como transferencia cognitiva o de conocimiento, en donde las habilidades adquiridas gracias al entrenamiento musical pueden generar beneficios a funciones relacionadas con la música (transferencia cercana) así como no relacionadas (transferencia lejana) (Bugos & DeMarie, 2017; Hallam, 2010).

Tanto en la transferencia de conocimiento cercana como lejana, la información auditiva cumple un rol importante en la generación de este beneficio (Benítez, Díaz, & Justel,

2021), debido a que el entrenamiento musical requiere que se puedan mantener secuencias de elementos acústicos bajo el mecanismo activo de repaso del bucle fonológico de la memoria de trabajo, que mantiene vigente la información (Alonso, 2017; Baddeley, 2010). En la medida que se requiera, la corteza prefrontal responderá al entrenamiento musical por la demanda de una importante actividad de integración cognitiva al cerebro humano, conformando redes neuronales que comunican varias funciones en un mismo momento. Estas funciones integradas se activan por la gran demanda cognitiva que requiere el entrenamiento musical, para realizar otras operaciones no musicales que sean cognitivamente demandantes (Carpentier, Moreno & McIntosh, 2016). Llevado hacia habilidades, Carpentier et al. (2016) afirman que la experiencia musical crea representaciones de conocimiento de tipo auditivo, motor, visual y cognitivo y aumenta habilidades básicas de integración cognitiva, que serán transferidas a habilidades no musicales que compartan dominio auditivo, como por ejemplo el lenguaje.

Las habilidades de transferencia cercana son de tipo auditivas - musicales y son más probables de que ocurran (Hallam, 2010)-, debido a que generalmente se tratan de hallazgos de mayor habilidad en tareas de información auditiva verbal y melódica (Weiss, Schellenberg & Trehub, 2017). Mientras que las habilidades de transferencia lejana son consideradas como habilidades compartidas con el lenguaje (Kraus & Chandrasekaran, 2010), como la memoria de trabajo (Bugos & DeMarie, 2017), la memoria verbal, las funciones ejecutivas y el rendimiento académico (Wan & Schlaug, 2010). Estas últimas son asociadas a la consecuencia de un prolongado tiempo y nivel de entrenamiento musical, que puede

modificar las estructuras cerebrales en zonas auditivas, del lenguaje verbal y de la memoria de trabajo (Vaquero et al., 2020).

### **Habilidades de transferencia cercana**

En la transferencia de tipo cercana, se ha encontrado que el entrenamiento musical activa mecanismos involucrados desde el inicio de la percepción auditiva, es decir, desde el reconocimiento de lo escuchado, como un input de activación de procesos cognitivos que poseen acceso directo a áreas auditivas (Peretz, 2006).

En una amplia cantidad de estudios, se ha encontrado evidencia de que las clases de música aumentan las habilidades de reconocimiento de elementos pequeños de información auditiva, tanto en lo musical como en otras habilidades que también requieren entrenamiento auditivo (Fujioka, Ross, Kakigi, Pantev & Trainor, 2006). Las evidencias indican que el entrenamiento musical puede modular la sincronización cortical de las redes neuronales involucradas en la formación o codificación de la memoria verbal (Cheung et al., 2017), con mayor actividad en la zona cortical auditiva, el tronco cerebral y la corteza prefrontal evaluado con EEG (Schulze et al., 2010). Específicamente, se ha investigado si existe relación entre el reconocimiento auditivo de fonemas o elementos lingüísticos pequeños y el entrenamiento musical (Dumont et al., 2017). Por ejemplo, en un estudio de tareas de memoria de trabajo no verbales (palabras, tonos y timbres) y rendimiento de tareas de información concurrente (dígitos y palabras) se encontró un mayor rendimiento en las tareas de tonos y palabras, y en menor medida en las tareas auditivas no verbales en adultos sin entrenamiento musical (dígitos y timbres) (Jeong & Ryu, 2016). En un estudio anterior, Fujioka et al. (2006) encontraron que niños preescolares que tuvieron lecciones de violín,

demonstraron una mayor memoria musical comparados con un grupo control de niños que no recibieron clases de música, con sólo cuatro meses de entrenamiento. El mismo hallazgo se ha encontrado desde el entrenamiento musical, que beneficia la capacidad auditiva en recuperar información auditiva melódica escuchada por músicos y no músicos adultos (Habibi, Wirantana & Starr, 2014).

### **Habilidades de transferencia lejana**

Mientras que, en las habilidades de transferencia lejana, se ha vinculado mayor memoria verbal (vocabulario y comprensión verbal) en niños y adolescentes con entrenamiento musical (Rickard, Vasquez, Murphy, Gill, & Toukhsati, 2010). En la música y el habla se ha encontrado mayor activación en la corteza y el tronco encefálico en el cambio de tono del habla y su significado en adultos músicos y no músicos (Kraus & Chandrasekaran, 2010), además se ha encontrado activación en la red frontoparietal y cortical en el habla y de la música, lo que podría considerarse como una evidencia de transferencia lejana (Ferrerri & Verga, 2016).

En un estudio longitudinal del aprendizaje lingüístico y entrenamiento musical en niños preescolares, se investigó: i) las habilidades lingüísticas fonémicas, ii) la inhibición cognitiva (matrices) y iii) memoria verbal (vocabulario) en un grupo que recibió clases de instrumento y canto, mientras el grupo control tomó clases de baile. Se encontró que el primer grupo de niños tuvo mayor desempeño en habilidades fonémicas y verbales comparados con el grupo control, sin encontrar resultados favorables en la inhibición en los participantes. Se encontró que el aprendizaje de canciones aumentó el vocabulario en niños que tomaron clases de música (Linnavalli, Putkinen, & Lipsanen, 2018).

Al comparar habilidades en niños con entrenamiento musical y niños bilingües, se ha encontrado que ambos tienen mayor control ejecutivo (inhibición) en una amplia gama de tareas de inteligencia tanto auditiva como visuales, al ser comparadas con niños sin estos entrenamientos (Janus, Lee, Moreno, & Bialystok, 2016), además, se ha encontrado que la inhibición afecta las habilidades verbales, y es una función importante en el aprendizaje musical (Linnavalli, et al., 2018).

Sumado a estas evidencias, Carpentier et al. (2016), afirman que tanto la música como el bilingüismo comparten habilidades de control cognitivo, por la función de la articulación del lenguaje verbal, compartiendo correlatos neuronales entre ambas operaciones. En su estudio de escaneo cerebral (encefalograma), Carpentier et al. (2016), entrenaron a dos grupos de niños preescolares monolingües del idioma inglés - el primero en el idioma francés y el segundo en música- para la detección de notas musicales y sonidos del habla francesa de tipo extraños, con el objetivo de registrar cambios de la zona cortical auditiva en ambos entrenamientos. Se encontró mayor actividad en las zonas corticales auditivas y en áreas del lenguaje verbal en ambos grupos de niños, sumándose como evidencia a la capacidad de integración de la música y de un segundo idioma como habilidades de transferencia que comparten correlatos neuronales auditivos.

A diferencia de la memoria de trabajo y el habla, la atención no se encuentra explícitamente como una habilidad de transferencia (Miendlarzewska & Trost, 2014). Esto se debe a que se ha estudiado la atención en niños preescolares, en un periodo de aumento del desarrollo cognitivo y se ha encontrado que la atención es intermitente, con breves lapsos de concentración (Bugos & DeMarie, 2017), con maduración en la adolescencia (Diamond,



2013). Por ejemplo, en el estudio de Bugos y DeMarie (2017) hallaron modificaciones cerebrales en redes atencionales de niños con entrenamiento musical al compararlos con niños sin este entrenamiento. En un estudio se evaluó la flexibilidad cognitiva, memoria de trabajo, fluidez verbal y velocidad de procesamiento en niños con y sin entrenamiento musical, se realizó un escaneo cerebral mediante la técnica fMRI, encontrando mayor activación en las zonas prefrontales de niños con entrenamiento musical, reporte consistente con los análisis fMRI de Schlaug et al. 2005 así como Zuk et al. 2014. El desarrollo de la corteza prefrontal es crucial en habilidades ejecutivas y el entrenamiento musical demuestra que esta zona posee una mayor activación y mejor rendimiento en niños de entre cinco a diez años (Zuk et al., 2014), sumando evidencias de la importancia de las funciones ejecutivas en el dominio de un instrumento (Miendlarzewska & Trost, 2014). Si las funciones ejecutivas se fortalecen, aporta a todos los dominios de conocimiento que requiera manipulación mental de información, beneficiando aspectos tales como el desempeño y el rendimiento académico en niños (Reyes Cerillo, Barreyro, & Injoque-Ricle, 2015).

Por esto, se ha planteado que la transferencia en sistemas cognitivos atencionales y memorísticos son distintos, ya que los atencionales podrían ser automáticos, es decir, se transfieren automáticamente por su uso sistemático en la práctica musical (Kraus & Chandrasekaran, 2010). Esto se explica debido a que pertenecen al ámbito de adquisición de destrezas que serán automatizadas, siendo entendidas como una serie de procesos ejecutivos necesarios para centrar la atención y la concentración en determinadas tareas (Diamond, 2013) y no como una transferencia cognitiva cercana o lejana. La transferencia de habilidades desde lo musical a otra área siempre requiere un desarrollo mayor de habilidades de tipo

auditivas, incluyendo los correlatos neuronales entre la música el habla, demostrado en habilidades de reconocimiento y memoria verbal y auditiva (Cheung et al., 2017).

### **Tercer apartado “Entrenamiento musical y Memoria de trabajo/Funciones Ejecutivas”**

Una gran cantidad de autores relacionan el entrenamiento musical con habilidades cognitivas que dependen de la memoria (Benítez et al., 2018), tales como la memoria de trabajo y las funciones ejecutivas, presentes en la práctica y aprendizaje de un instrumento musical (Hutchins, 2018; Hyde et al., 2009), principalmente por sus cualidades operativas (Kim et al., 2018). El entrenamiento musical requiere recuperar información directa y operativamente, por ejemplo, a través de una serie de estímulos auditivos motores y/o táctiles, en donde la información musical toma acción con la memoria de trabajo y sus componentes, para manipular información multimodal de corta extensión (Roden, Grube, Bongard, & Kreutz, 2014).

La música activa una combinación de áreas sensoriomotoras en la planificación vocal, producción vocal y ensayo articulatorio o subvocal automáticamente (Brown & Martínez, 2007) y conforma correlatos neuronales que conectan la retención de información musical verbal y musical (Schulze et al., 2010). Por esta activación, el entrenamiento musical se considera una ventaja en tareas de memoria verbal y fonológica (Alonso, 2017; Jurado, 2016). La información musical activa dos subsistemas semi independientes, que son la dimensión melódica y la dimensión temporal, unidos en el léxico musical y fonológico (Custodio y Cano-Campos, 2017; Peretz & Coltheart, 2003). El léxico musical es el almacén donde se guarda toda la información musical fonológica, que se conecta y activa con el plano

fonológico, de manera que permite realizar una planificación vocal, refrescando la melodía cuanto sea necesario para mantener el flujo de información concurrente (Custodio & Cano-Campos, 2017).

En la manipulación de información visoespacial de la memoria de trabajo en el entrenamiento musical, también se requiere manejar información auditiva y multimodal (Roden et al., 2014). Por ejemplo, la lectura de una partitura, en la práctica, requiere velocidad, cambios de posición, vibrato y articulaciones, reaccionar rápidamente; proceso en el cual las habilidades visoespaciales son esenciales, tales como la orientación ocular, la atención ejecutiva y la alerta (Alonso, 2017), e implican mayor activación en la zona occipital y parietal en tareas rítmicas, zonas en las cuales se desarrollan habilidades visoespaciales (Alonso, 2017; Bergman et al., 2014). Es decir, en el entrenamiento musical la memoria de trabajo retiene, manipula y produce información de forma multimodal tanto en lo auditivo como lo viso-espacial, con la diferencia de tareas auditivas que reportan efectos cognitivos tanto en habilidades musicales como no musicales, a diferencia de tareas visuales, que si bien son parte de la manipulación multimodal y multisensorial de la música, se encuentran sin reporte de efecto o beneficio cognitivo duradero a partir de su entrenamiento (Bergman et al., 2014).

En relación con el bucle fonológico, en un estudio en niños con entrenamiento musical, Alonso (2017) afirma que los niños activan el mecanismo de repaso espontánea o naturalmente, como respuesta a la tarea musical. La función de repaso tiene la capacidad de refrescar las representaciones del almacén fonológico para que no decaigan con el tiempo (Alonso, 2017), entendida como una función activa esencial en el entrenamiento musical

(Talamini, Carretti, & Grassi, 2016). Es decir, en la práctica musical, la constante necesidad de sostener elementos en el tiempo afecta la capacidad del repaso fonológico, aumentando su capacidad de retención y manipulación. Por ejemplo, la entonación musical (nombrar y afinar las notas musicales) implica un manejo de elementos que se articulan con el habla y requieren mantener secuencias acústicas, sobre todo por oído (Alonso, 2017). En la activación de las funciones de retención del bucle fonológico, se ha encontrado activación en la memoria de trabajo de corto plazo y en zonas motoras y de articulación del habla, como en el área de Broca<sup>3</sup> (Besson, Chobert, & Marie, 2011; Brown & Martínez, 2007) y la corteza premotora (Wan & Schlaug, 2010).

El lenguaje verbal es una habilidad que pertenece a la memoria verbal y auditiva en su conjunto, que implica comprensión, entendida como una operación compleja del lenguaje, a diferencia de la manipulación de información auditiva de corta duración como la retención de dígitos, entendida como un proceso cognitivo básico (Rickard et al., 2010).

En tareas de retención y manipulación de información de input visual y output auditiva en adultos, el bucle fonológico se ve afectado en técnicas de similitud fonológica<sup>4</sup>, longitud de la palabra<sup>5</sup> y efectos de supresión articulatoria (Talami et al., 2016), que tienen por objetivo poner dificultad en la retención de la información auditiva mediante la afectación del repaso mental (Baddeley, 2000). En el estudio de Degé & Schwarzer (2017) estudiaron la supresión articulatoria en tareas de memoria verbal (lista de palabras) en niños entre 10 y 12 años con y sin entrenamiento musical encontrando que los niños con entrenamiento musical

---

<sup>3</sup> La zona de Broca es encargada de la producción del lenguaje verbal.

<sup>4</sup> Williamson et al. (2010) realizaron un estudio de similitud fonológica, comparando la recuperación de tonos y letras.

<sup>5</sup> Ramachandra et al. (2012) utilizaron este mecanismo con la lectura de palabras de forma acumulativa.

obtuvieron una importante ventaja en la modalidad sin supresión articulatoria y ambos grupos no se demostraron ventajas importantes cuando el recuerdo fue bloqueado con la supresión articulatoria. Mientras que, en términos de subvocalización, el ensayo articulatorio de un niño no posee la estrategia de ensayo subvocal que realiza un adulto, ya que depende de la capacidad articulatoria ejercitado en el bucle fonológico y de la extensión o complejidad del código fonológico (Baddeley, 2000).

### **Retención de dígitos**

Se ha encontrado que las personas consideradas músicos tienen un mayor desempeño comparados con participantes sin entrenamiento musical en tareas de dígitos presentadas oralmente, es decir, desarrollan mayor capacidad de almacenamiento temporal y manipulación de información auditiva (Pallesen et al., 2010; Suárez, Elangovan & Au, 2015), proceso que generalmente es atribuido al entrenamiento del bucle fonológico de la memoria de trabajo (Baddeley, 2012; Baddeley & Hitch, 2002).

Ramachandra, Meighan y Gradzki (2012) estudiaron las funciones ejecutivas y la memoria fonológica con tareas de dígitos directos e inversos y *listening recall*<sup>6</sup> en adultos con y sin entrenamiento musical, encontrado que los participantes músicos tuvieron un desempeño mayor que el grupo control en ambas tareas. En estudios posteriores, se investigó la capacidad de memoria en tareas de información auditiva bloqueando la capacidad de repaso del bucle fonológico, y la coordinación mano-ojo de la velocidad de procesamiento de las funciones ejecutivas, encontrando resultados de mayor rendimiento en los participantes músicos (Talamini, Carretti, & Grassi, 2016; Suárez et al., 2015). Cuando el bucle fonológico

---

<sup>6</sup> Los participantes leen oraciones de forma acumulativa.

fue bloqueado por supresión articulatoria<sup>7</sup>, no se encontraron resultados favorables en músicos o en el grupo control, debido a que se bloqueó el mecanismo de repaso; a diferencia de cuando el bucle fonológico no fue bloqueado y lograron comprobar mayor retención de dígitos en el grupo con entrenamiento musical comparado con el grupo sin entrenamiento (Talamini et al., 2016).

Los niños con entrenamiento musical retienen más dígitos de tipo directos y con amplitud (span) cuando son comparados con sus pares sin entrenamiento musical (Alonso, 2017). Por ejemplo, la tarea de dígitos, comprende dos análisis: i) presentar dígitos de forma auditiva, visual y audiovisual para investigar si la retención de los dígitos depende del bucle fonológico, considerando la capacidad de retención del ensayo articulatorio y manipular la tarea mentalmente; y ii) la modalidad de presentación de dígitos, que permite estudiar el ejecutivo central y la memoria de trabajo verbal, debido a que se intenta evaluar si el rendimiento es mejor en forma auditiva o visual (Talamini et al., 2016). La modalidad de dígitos también varía en el estudio de sujetos con y sin entrenamiento musical, encontrándose que adultos y niños logran mejor retención de dígitos en la modalidad directa comparados con participantes sin entrenamiento; sin embargo, la modalidad de dígitos inversos no muestra evidencia de ventaja en los participantes (Hansen, Wallentin, & Vuust, 2012; Talami et al., 2016).

---

<sup>7</sup> Se refiere a suprimir el ensayo sub vocal.

## **Control cognitivo**

Actualmente se ha puesto atención al control cognitivo inhibitorio como una habilidad recurrente en el entrenamiento musical (Frischen, Schwarzer, & Degé, 2019), ya que permite operar la memoria de trabajo y la flexibilidad cognitiva eficientemente (Diamond, 2013). Se ha encontrado que las funciones ejecutivas que operan funciones de control cognitivo, memoria de trabajo y flexibilidad cognitiva, tienen relación en efectos del entrenamiento musical sobre habilidades no musicales, principalmente por su capacidad de atender selectivamente y de supervisar tareas, de retener y manipular información de corto plazo (memoria de trabajo) y de cambiar el foco (flexibilidad cognitiva) (Moreno & Farzán, 2015). El control inhibitorio es importante en el mantenimiento de información en la memoria de trabajo y la flexibilidad cognitiva, y esto se ve empleado en la práctica musical cuando se necesita cambiar o inhibir estrategias de forma flexible para el aprendizaje, por ejemplo, en los cambios de digitación conscientes y voluntarios; además, es usual al aprender música sostener la atención por largos periodos de tiempo. Por otro lado, el control inhibitorio atencional (control de la interferencia a nivel de percepción), permite que la atención se concentre en un foco específico, suprimiendo la atención a otros estímulos (Sportsman, 2011), tarea sumamente relevante en el entrenamiento musical. La literatura acerca de supresión de estímulos irrelevantes y la capacidad de focalización en niños con entrenamiento musical no arroja información relevante, debido a que el control inhibitorio o inhibición cognitiva es una función compleja que no ha madurado a nivel neuronal (Diamond, 2013; Strait, Slater, O'Connell, & Kraus, 2015). Sin embargo, se ha encontrado que el control inhibitorio atencional en adultos con entrenamiento musical es mayor que adultos sin este

entrenamiento, inclusive se incrementa al aumentar los años de entrenamiento musical (Hallam, 2010); además, el entrenamiento musical puede fortalecer la capacidad atencional ejecutiva de habilidades complejas en niños (Medina & Barraza, 2019) pero se necesitan más estudios en el área.

Tanto en adultos como en niños, se ha estudiado el sostenimiento de la atención de la información auditiva y visual alternadamente en el entrenamiento musical, principalmente debido a que el entrenamiento musical requiere el enfoque de la atención por largos periodos de tiempo, como la planificación y el control de cambios continuamente (Janurik et al., 2019). El entrenamiento musical requiere varios elementos cognitivamente desafiantes funcionando, como, por ejemplo, largos períodos de atención sostenida en extensos pasajes musicales operados por la memoria de trabajo, que se traducirán en coordinación motora entrenada en la memoria a largo plazo (Bergman et al., 2014). Con la práctica sistemática y longitudinal, esta habilidad se perfecciona, para poder seleccionar la información y los estímulos más importantes (Sportsman, 2011).

La atención, la memoria y las funciones ejecutivas están interrelacionadas en la selectividad, el foco y la consciencia de información que se está operando (Jurado, 2016). Por ejemplo, en el entrenamiento musical, las redes neuronales de la corteza visual se incorporan a la atención del ritmo y son capaces de mantener o enfocar la atención en sostener una determinada secuencia (Miendlarzewska & Trost, 2014). La atención selectiva y la orientación también están directamente involucradas en la práctica musical, con la diferencia en que la atención selectiva es consciente, tanto en lo rítmico como en lo melódico; mientras que la orientación es temporal y espacial, de manera involuntaria (Johndro et al., 2019). La



atención selectiva a identificar melodías es mayor en adultos músicos, sin embargo, cuando la atención es dividida con otro foco de atención distractora, baja su capacidad atencional (Herff & Czernochowski, 2017). En general, la atención es entendida como la habilidad que se perfecciona en el entrenamiento musical (Medina & Barraza, 2019) y es considerada como una habilidad esencial en el desarrollo exitoso del niño escolarizado, permitiendo que se desplieguen habilidades cognitivas complejas hasta la adultez (Wang et al., 2015).

A continuación, se presentan antecedentes correspondientes a investigaciones transeccionales y longitudinales de desarrollo cognitivo y entrenamiento musical en niños, comparando dos o más grupos de entrenamiento no solamente musical, sino también lingüístico, académico o artístico además del entrenamiento musical; así mismo también aparecen estudios de tipo intervención evaluando longitudinalmente los avances de habilidades asociadas al entrenamiento musical.

#### **Cuarto apartado “Antecedentes metodológicos”**

Con el objetivo de estudiar las habilidades cognitivas en niños con entrenamiento musical, Schlaug et al. (2005) evaluaron la memoria visoespacial con tareas de: i) diseño de bloques, ii) la subprueba de vocabulario de WISC III (Wechsler, 2003) o WAIS y iii) matrices progresivas (CPM) y matrices progresivas de Raven (MPR). Además, los niños realizaron tres pruebas: i) Análisis Auditivo (Rosner & Simon, 1971), ii) la prueba AMMA (Gordon, 1986) que mide la aptitud o habilidad musical y iii) dos pruebas para medir la motricidad de las manos. Finalmente, se midió la activación cerebral mediante un escaneo fMRI (*functional magnetic resonance imaging*). Este estudio tuvo una duración de dos años con 75

participantes: 50 niños entre 5 y 7 años, a punto de iniciar clases de música, y un grupo de control de 25 niños. Al finalizar el primer año, se registró en los niños con entrenamiento musical comparados con el grupo control un mayor desempeño en la prueba AMMA de aptitud musical y en las pruebas de motricidad; mientras que en el escaneo cerebral se encontró un aumento de material gris en la zona de la corteza sensoriomotora y el lóbulo occipital bilateral. Al finalizar el segundo año, se encontró que los niños que realizaron el entrenamiento musical tuvieron un mejor desempeño en todas las tareas comparados con el grupo control, excepto en la de diseño de bloques, siendo consistente con estudios posteriores que afirman que el entrenamiento musical no afecta el desempeño de la memoria de trabajo visoespacial (Moreno et al., 2012; Roden et al., 2014).

Moreno et al. (2012) se propusieron estudiar inteligencia verbal y espacial con dos subpruebas del WPPSI-III: vocabulario y diseño de bloques (Wechsler, 2002), con el fin de comparar los resultados en niños con y sin entrenamiento musical. Como entrenamiento musical, los participantes realizaron tareas de ritmo, tono y melodía vocales. En las clases de artes visuales (grupo control), los participantes realizaron tareas de línea, dimensión y perspectiva. Tanto en el entrenamiento musical como en las clases de artes visuales se realizaron dos sesiones diarias de una hora, 5 días a la semana durante 4 semanas. Para ello contaron con la participación de 64 niños entre 4 y 6 años, 32 de ellos tuvieron el entrenamiento musical y 32 niños tuvieron clases de artes visuales. En la línea de base, los participantes no mostraron diferencias en las tareas verbales y espaciales. Al analizar los resultados posteriores a las intervenciones, los niños con entrenamiento musical demostraron

mayor habilidad en tareas de inteligencia verbal, específicamente en vocabulario y funciones ejecutivas.

Tierney, Krisman y Kraus (2015) estudiaron longitudinalmente la audición (sonido), las habilidades lingüísticas y las respuestas motoras rápidas en tareas de i) consciencia fonológica, ii) memoria fonológica y iii) denominación con la *prueba Comprehensive Test of Phonological Processing* (CTOPP) en un grupo de 40 adolescentes de 14 años que recibieron entrenamiento musical hasta la finalización de los estudios secundarios y un grupo control que realizó entrenamiento físico. Inicialmente, no se reportaron diferencias en ambos grupos, y al final de los estudios secundarios fueron evaluados nuevamente, encontrando que los jóvenes que recibieron entrenamiento musical superaron al grupo control en tareas de consciencia fonológica, sin hallar diferencias en las demás tareas.

Hutchins (2018) evaluó si las clases formales de música en grupo afectarían la atención, la memoria y la flexibilidad cognitiva (función ejecutiva) así como el lenguaje verbal y habilidades musicales en el reconocimiento de melodías y el canto en cinco tareas: i) el Peabody (vocabulario de imágenes) (Dunn & Dunn, 2007), ii) prueba de fonología (Wagner, Torgesen, Rashotte, & Pearson, 2012), iii) Evaluación de habilidades auditivas (Geffner & Goldman, 2010); iv) sincronización de percusión y v) tarea de canto. Para ello participaron 90 niños de entre 3 y 6 años, quienes fueron evaluados al principio y al final del año escolar (pre y post test). En el análisis post entrenamiento se halló que los niños mejoraron habilidades auditivas y fonológicas en el canto y el lenguaje verbal (vocabulario) en comparación con la evaluación pre-intervención musical, sin encontrar resultados significativos en las funciones ejecutivas. Por esto, Hutchins (2018) indica que los efectos

del entrenamiento musical en niños pequeños corresponden a una transferencia de habilidades musicales hacia competencias lingüísticas sobre habilidades de flexibilidad cognitiva (motora y visoespacial).

Francois et al. (2012) tuvieron como objetivo evaluar el efecto de dos años de entrenamiento musical sobre habilidades auditivas y del habla en niños. Para ello evaluaron tareas de inteligencia (WISC-IV; Wechsler, 2010) así como comprensión verbal y percepción atencional (Nepsy- II; Korkman, Kirk, & Kemp, 2001). Específicamente, las tareas consistieron en i) retención de dígitos directos e inversos, ii) similitud, iii) símbolos, iv) atención visual y auditiva v) orientación visoespacial y vi) lectura de palabras y no palabras. Además, estudiaron la percepción auditiva con tareas de discriminación melódica y realizaron un registro cerebral (EEG). Contaron con la participación de 24 niños de 8 años, en donde la mitad fueron entrenados musicalmente mientras que 12 niños tomaron clases de pintura. Ambos grupos fueron evaluados en cuatro momentos a lo largo de dos años. Al final del segundo año, el grupo de niños con entrenamiento musical tuvo un mejor desempeño en todas las tareas, comparados con el grupo de pintura. En el EEG no se hallaron diferencias significativas.

En el estudio de Cohrdes, Grolig y Schroeder (2018), investigaron habilidades verbales y musicales en un grupo de niños preescolares con las baterías *Musik und Tanz für Kinder* (Nykrin, Grüner & Widmer, 2007) de habilidades musicales y la *Culture Fair Intelligence Test* (CFT 1-R; Weiß & Osterland, 2013) para la inteligencia verbal. El grupo de participantes se dividió en tres: i) un grupo recibió entrenamiento musical, ii) un segundo grupo recibió clases de lenguaje y iii) un tercer grupo no recibió entrenamiento además de

las clases que recibieron todos en el jardín de infantes. Se realizaron comparaciones pre y post entrenamiento (6 meses de duración), encontrando que los grupos de música y lingüística mejoraron significativamente sus habilidades verbales y musicales comparados con el grupo sin entrenamiento.

En el estudio de Linnavalli et al. (2018), se investigaron habilidades lingüísticas y su modulación mediante el entrenamiento musical en niños preescolares. Evaluaron tres grupos de niños, durante dos años con cuatro evaluaciones. El primer grupo recibió entrenamiento musical, el segundo tomó clases de baile y otro grupo control sin entrenamientos específicos. Para las evaluaciones utilizaron las subpruebas de procesamiento de fonemas e inhibición de la batería Nepsy-II y las subpruebas de vocabulario, diseño de bloques y matrices de WISC-IV. Se encontró que los niños entrenados musicalmente aumentaron sus habilidades lingüísticas. No se hallaron otras diferencias significativas.

Rickard et al. (2010) investigaron de forma longitudinal la relación entre la memoria verbal y visual en un grupo de niños que entraron a un programa de formación de orquesta y un grupo control que no formó parte de este entrenamiento. Para medir la memoria verbal, tomaron pruebas de dígitos y aprendizaje verbal inmediata y diferida de *The Children Memory Scale* (CMS; Cohen, 1997), mientras que para evaluar la memoria visual utilizaron la prueba de retención visual de *Benton Visual Desings* (BVRT; Sivan, 1992). Al final del primer año, encontraron mayor habilidad de memoria verbal y dígitos en niños con entrenamiento musical; mientras que en la memoria visual no se encontraron diferencias significativas.

Jaschke, Honing, y Scherder (2018) realizaron un estudio donde evaluaron la planificación, memoria de trabajo, coeficiente intelectual e inhibición en dos grupos de niños con o sin entrenamiento musical. Los participantes fueron evaluados con las tareas de i) planificación con la Torre de Londres (ToL) (Shallice, 1982), ii) la memoria de trabajo visoespacial (matrices) (Alloway, 2007) iii) el coeficiente intelectual en memoria de trabajo verbal (Wechsler, 1991) y iv) la inhibición con la tarea Go/No go (Nosek & Banaji, 2001; Lakatos et al., 2013). Participaron 150 niños de primaria, entre 6 y 9 años, divididos en clases de música o en clases de artes visuales que se extendieron por dos años y medio. Los resultados obtenidos indicaron resultados significativos en las funciones ejecutivas (planificación e inhibición) y el coeficiente intelectual de memoria de trabajo verbal a favor de los participantes que tomaron clases de música, mientras que los niños que tomaron clases de artes visuales superaron a los niños de música en memoria de trabajo visoespacial.

En el estudio de Degé, Kubicek, y Schwarzer (2011) estudiaron las funciones ejecutivas y la inteligencia en sujetos con distintos niveles de entrenamiento musical. Se evaluaron las funciones ejecutivas con la batería de evaluación neuropsicológica del desarrollo Nepsy II (Korkman, Kirk, & Kemp, 2007) y el coeficiente intelectual con la prueba CFT 20-R (Weiss, 2006). Las tareas consistieron en: i) atención y funciones ejecutivas, ii) lenguaje, aprendizaje y memoria, iii) funcionamiento sensoriomotor y iv) procesamiento visoespacial. Los participantes fueron 90 niños de 9 a 12 años divididos en 30 participantes sin entrenamiento musical, 45 tuvo de uno a cuatro años de entrenamiento musical y 15 niños con más de cuatro años de este entrenamiento. Los resultados indicaron que ambos grupos con entrenamiento musical tuvieron un mejor desempeño en todas las subpruebas y lograron

mayor puntaje de coeficiente intelectual, en comparación con los participantes sin entrenamiento musical.

Barbaroux, Dittinger y Besson (2019) investigaron si un programa de entrenamiento musical afectaba la memoria de trabajo, la consciencia fonológica y la atención visual y auditiva en un grupo de 35 niños de bajo nivel socioeconómico (NSE), entre 7 y 12 años, que tuvieron clases de música durante 18 meses. El estudio evaluó la musicalidad adaptada del MBEA (*Montreal Battery of Evaluation of Amusia*), cuatro tareas de la batería abreviada WISC-IV: i) búsqueda de símbolos (velocidad de procesamiento), ii) similitudes (comprensión verbal), iii) matrices (razonamiento perceptivo), y iv) secuenciación de dígitos, letras y números (atención y memoria de trabajo auditivo). Además, se evaluó consciencia fonológica con la prueba BALE (*Batterie Analytique du Langage Ecrit*) y la atención visual y auditiva con la prueba Nepsy- II (Korkman et al., 2007) antes y después del entrenamiento musical. Comparando pre vs post entrenamiento musical se observaron mayores puntajes en las pruebas post entrenamiento, sin embargo, al no contar con un grupo control no se puede precisar si las diferencias no se deban a desarrollo evolutivo.

Roden et al. (2012) estudiaron si el entrenamiento musical afectaría la memoria operativa (Wechsler, 1997) y el coeficiente intelectual (Weiss, 2006). Evaluaron 44 niños escolarizados, de entre 6 y 10 años, que fueron divididos en dos grupos. A un grupo se le brindó entrenamiento musical por un período de 18 meses y el otro grupo recibió clases de ciencias naturales. Los participantes fueron evaluados en: i) viso-espacialidad mediante la prueba de matrices y Cubos de Corsi, ii) bucle fonológico (clasificación de palabras, no palabras) y iii) ejecutivo central mediante diferentes pruebas (*Counting Span Test, Complex*

*Span Test, Color Span Backwards Test*) en tres momentos del estudio (al inicio, a la mitad y al finalizar el entrenamiento). Se encontró que los niños con entrenamiento musical obtuvieron una puntuación significativamente mayor en funciones ejecutivas, específicamente en tareas del ejecutivo central (datos consistentes con los hallazgos de Degé et al., 2011).

En un estudio transversal, Jurado (2016) evaluó el rendimiento en tareas de atención y memoria de trabajo con el test D2 de Pruebas de Atención Grupal (Brickenkamp, 2012) y la tarea de letras y números del índice memoria de trabajo de la escala de inteligencia WISC-IV (Wechsler, 2005). Los participantes fueron 62 adolescentes entre 13 y 16 años, en donde la mitad de ellos contaba con entrenamiento musical y 31 de ellos no había realizado este tipo de práctica. Se halló que los adolescentes con entrenamiento musical lograron mejores puntajes en tareas de memoria de trabajo verbal comparados con los participantes sin este tipo de entrenamiento. En la prueba de atención, no se registraron diferencias significativas entre los jóvenes.

Sportsman (2011) tuvo por objetivo estudiar las funciones ejecutivas, atención, la aptitud musical y el rendimiento académico en un estudio longitudinal que aplicó un programa de entrenamiento musical durante un año. Las funciones ejecutivas (cambio de foco, control inhibitorio y memoria de trabajo) fueron estudiadas con las pruebas BRIEF (Gioia, Isquith, Guy & Kenworthy, 2000), la atención fue medida con la prueba BASC-2 (Reynolds & Kamphaus, 2004) y la aptitud musical fue medida con la prueba AMMA (Gordon, 1986). Los participantes fueron niños de entre 6 y 7 años, escolarizados, divididos en dos grupos, uno de ellos fue el grupo control con 39 niños y otro grupo de 78 participantes



tuvieron entrenamiento musical. No se observaron diferencias significativas al final del entrenamiento musical en las funciones ejecutivas o atención (similar a Jurado, 2016), de acuerdo con antecedentes que afirman que las funciones ejecutivas o atencionales no se ven beneficiadas por el entrenamiento musical en estas edades (Strait et al., 2015). Hubo una correlación positiva en el grupo de niños con entrenamiento musical entre la aptitud tonal en la prueba AMMA y la memoria de trabajo, comparados con el grupo control.

Bugos y DeMarie (2017) investigaron la inhibición cognitiva luego de un programa de seis semanas de entrenamiento musical en niños de edad preescolar. Para medir esta habilidad, utilizaron las tareas *de Matching Familiar Figures Test* para la inhibición visual y Stroop para la inhibición verbal. Además, midieron la aptitud musical con la prueba AMMA (Gordon, 1986). Los participantes fueron 34 niños entre 4 y 5 años, divididos en dos grupos: entrenamiento musical y clases de Lego. Se hallaron diferencias significativas en la inhibición visual a favor del grupo con entrenamiento musical, sin diferencias en las demás pruebas.

En un estudio longitudinal, Frischen et al. (2019) estudiaron si diferentes entrenamientos musicales afectarían las funciones ejecutivas. Para ello participaron 76 niños entre 5 y 6 años, quienes fueron divididos aleatoriamente en tres grupos: entrenamiento musical rítmico, entrenamiento musical melódico y deportes; y tuvieron clases tres veces a la semana de veinte minutos cada una. Se evaluó i) inhibición cognitiva con Nepsy- II (Korkman et al., 2007) ii) el cambio de foco con *Dimensional Change Card Sort* (DCCS; Zelazo, 2006) y iii) memoria de trabajo con la batería *Matrix Span Test* (Hasselhorn, 2012) y Cubos de Corsi (Hasselhorn et al., 2012). Se hallaron diferencias significativas para el

grupo con entrenamiento musical rítmico en el control inhibitorio en comparación a los otros dos grupos. No se hallaron otras diferencias significativas.

Holochwost et al. (2017) examinaron si el entrenamiento musical afectaba el rendimiento académico (puntaje de prueba estandarizada en lenguaje y matemáticas) y las funciones ejecutivas. Para ello participaron 216 niños escolarizados de entre 6 y 13 años, 135 niños con entrenamiento musical, con 5 clases a la semana de 40 minutos cada una (clases de instrumento y de orquesta), y 81 niños como grupo control. El control inhibitorio y la flexibilidad cognitiva fueron evaluadas con la batería de *Psychology Experiment Building Language* (Mueller & Piper, 2014), mientras que la memoria de trabajo se evaluó con retención de dígitos directos y la memoria visoespacial con los Cubos de Corsi. Se hallaron diferencias significativas en las tareas de control inhibitorio y flexibilidad, así como en el rendimiento académico a favor de los participantes con entrenamiento musical comparados con el grupo control. En la memoria de trabajo y memoria visoespacial no se encontraron diferencias significativas.

Guo, Ohsawa, Suzuki, y Sekiyama (2018) estudiaron la velocidad de procesamiento, la memoria de trabajo y el control inhibitorio con las sub pruebas de vocabulario, intervalo de dígitos, secuenciación de letras y números del WISC-IV (Ueno et al., 2010; Wechsler, 2003), la velocidad de denominación y el control cognitivo con la prueba *RAN* (Norton & Wolf, 2012). Participaron 40 niños de 6 a 8 años, en donde la mitad fue entrenada musicalmente durante 6 semanas. Se encontró mayor capacidad de retención de dígitos directos e inversos en los niños con entrenamiento musical, sin otras diferencias

significativas, por lo que los autores sugieren que varias semanas de entrenamiento musical instrumental serían beneficiosas para mejorar la memoria de trabajo de los niños.

Alonso (2017) correlacionó el nivel de entrenamiento musical con tareas memoria de trabajo (dígitos, letras y números), memoria de trabajo musical y el rendimiento académico musical y escolar. Participaron 300 estudiantes de entre 10 y 18 años divididos en tres grupos de edad (10 a 11 años, 13 a 15 años, 16 a 18 años) de menor a mayor nivel de entrenamiento musical (de 2 a 4 años, 5 a 7 años, 8 a 10 años respectivamente). Para la evaluación de la memoria de trabajo, los participantes realizaron la tarea de dígitos, letras y números (dependiendo de la edad WISC-IV, Wechsler, 2003 o WAIS-IV, Wechsler, 2008). La memoria de trabajo musical fue evaluada con la batería de tareas Apoloment-15 (Alonso, Cabaco, & del Barrio, 2015), mientras que el rendimiento musical y escolar se obtuvo del boletín de calificaciones, extrayendo el promedio de cada participante. Los resultados mostraron una correlación significativa positiva entre memoria de trabajo musical y el rendimiento en la tarea de dígitos en los niños con entrenamiento musical. Además, se observó una correlación significativa positiva entre la tarea de dígitos y rendimiento académico.

En términos generales, los antecedentes coinciden en que las habilidades dependientes de la agenda visoespacial no se ven afectadas por el entrenamiento musical (Carioti et al., 2019; Moreno et al., 2012), sin hallar resultados favorables entre participantes con y sin entrenamiento musical. Al analizar la memoria de trabajo, el rendimiento académico y el coeficiente intelectual, se hallaron mayores resultados en las habilidades de

dominio general (memoria de trabajo), de inteligencia y rendimiento académico en niños con entrenamiento musical (Alonso, 2017).

La mayor capacidad de retención de dígitos directos en niños con entrenamiento musical es constante en todas las investigaciones. Debido a la capacidad de retención y manipulación de la memoria de trabajo y el bucle fonológico, el entrenamiento musical ha sido vinculado con la experiencia musical y verbal como una estimulación de información auditiva (Herholz & Zatorre, 2012) y como una mayor capacidad de retención y manipulación de información verbal a partir del entrenamiento musical (Taylor & Dewhurst, 2017).

Tanto en las habilidades de memoria de trabajo como en la información verbal, se ha encontrado un efecto del entrenamiento musical en el bucle fonológico, principalmente en la capacidad de retención y manipulación de información auditiva de corto plazo en melodías y elementos temporales (Williamson et al., 2010). Se han propuesto modelos fonológicos que indican que la música es información auditiva operada en parte como información verbal, por una superposición funcional en zonas cerebrales involucradas en el habla y la música, tanto en niveles de los núcleos del lenguaje (lingüístico, semántico) como en la información musical (sonido, Herrera et al., 2010).

El beneficio cognitivo del entrenamiento musical en la memoria de trabajo está basado en la experiencia longitudinal de niños que sistemáticamente practican música, por lo tanto, se espera encontrar evidencia de efectos significativos en retención de dígitos y comprensión verbal en niños escolarizados que asisten regularmente a una orquesta sinfónica, comparados con niños que no realizan actividades musicales en el partido de San

Vicente, provincia de Buenos Aires. Basado en la evidencia presentada, este estudio pretende relacionar la memoria de trabajo y el entrenamiento musical por medio de los siguientes hallazgos: i) efectos significativos en el desempeño de pruebas de memoria de trabajo, ii) mayor retención de dígitos directos y comprensión verbal en niños con entrenamiento musical y iii) las capacidades asociadas a la agenda visoespacial no se verán afectadas en los participantes.

## **II) Marco Empírico**

**Primer apartado:** *Formulación del problema*

**Segundo apartado:** *Metodología*

**Tercer apartado:** *Análisis de datos*

**Cuarto apartado:** *Discusión*

## **Marco empírico**

### **Primer apartado “Formulación del problema”**

La presente tesis tiene por objetivo evaluar la relación entre la memoria operativa, la memoria de trabajo verbal, las funciones ejecutivas y el entrenamiento musical en adolescentes que pertenecen al programa de orquestas y coros del bicentenario en entornos periféricos de Buenos Aires, y que practican música sinfónica con regularidad durante al menos dos años, comparados con un grupo control de jóvenes que no poseen este entrenamiento.

### **Programas de intervención musical**

Este estudio está enmarcado en el programa de intervención musical de coros y orquestas del bicentenario de Argentina, con un equipo de dirección general de cultura y educación de la Provincia de Buenos Aires. Este equipo coordina a los inspectores de distrito, quienes tienen la tarea de supervisar la administración y el funcionamiento de las orquestas en las distintas escuelas donde se llevan a cabo los ensayos y conciertos.

El programa de coros y orquestas del bicentenario tiene por objetivo “potenciar la inclusión de niños y adolescentes en contextos de vulnerabilidad, revinculándolos con los espacios escolares y acompañando la permanencia de ellos o ellas en las aulas” (Dirección general de cultura y educación, 2021).

### **Hipótesis**

- Los adolescentes con entrenamiento musical, en comparación con sus pares de la misma edad sin entrenamiento musical, tendrán mejor rendimiento de memoria de trabajo (específicamente en tareas de memoria operativa y de comprensión verbal).
- Los adolescentes con entrenamiento musical tendrán un rendimiento significativamente superior que sus pares de la misma edad sin entrenamiento musical, en tareas de memoria operativa que impliquen la manipulación y retención de información auditiva (retención de dígitos).
- No se encontrarán diferencias significativas en el rendimiento de adolescentes con y sin entrenamiento musical en tareas de memoria operativa que evalúan el procesamiento de información viso-espacial (prueba de Cubos de Corsi).
- Los adolescentes con entrenamiento musical tendrán un rendimiento significativamente mejor que los niños de la misma edad sin entrenamiento musical, en tareas de comprensión verbal (semejanzas, vocabulario y comprensión).

### **Objetivos**

#### **Objetivo general:**

Indagar si existen diferencias en el rendimiento de la memoria de trabajo (específicamente en tareas de memoria operativa y de comprensión verbal) en adolescentes de entre 12 y 14 años, con y sin entrenamiento musical, en el partido de San Vicente (provincia de Buenos Aires).

#### **Objetivos específicos:**

- Medir, analizar y comparar el rendimiento de la memoria operativa, específicamente en tareas de retención de información auditiva (tarea de retención de dígitos) y de información



viso-espacial (prueba de Cubos de Corsi), en adolescentes de entre 12 y 14 años, con y sin entrenamiento musical, del partido de San Vicente, de la Provincia de Buenos Aires.

- Medir, analizar y comparar el rendimiento de la comprensión verbal (específicamente en tareas de semejanzas, vocabulario y comprensión) en adolescentes de entre 12 y 14 años con y sin entrenamiento musical, del partido de San Vicente, de la Provincia de Buenos Aires.

## **Segundo apartado “Metodología”**

### **Diseño y metodología**

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

### **Participantes**

Los participantes fueron 37 niños entre 12 y 14 años, que asistieron a clases regulares en tres escuelas del sector de Alejandro Korn y San Vicente, provincia de Buenos Aires. Las escuelas fueron: i) Escuela n°22 Doctor Luis Agote (San Vicente), ii) Escuela n° 27 Malvinas Argentinas (Alejandro Korn) y iii) Escuela técnica n°1 (San Vicente). Estas escuelas son públicas, por lo tanto, aplican el currículum escolar del Ministerio de Educación de la Provincia de Buenos Aires.

Dentro de esta población, 19 niños asistieron al Programa Orquestas y Coros del Bicentenario de la provincia de Buenos Aires (orquesta del Puente y orquesta Mainumbí) y tomaban clases particulares de dos horas a la semana en instrumentos sinfónicos, además de un día a la semana dedicado al ensayo de orquesta, con una asistencia constante entre dos a cinco años. Este grupo fue considerado el experimental, el cual contaba con entrenamiento musical y se configuró del siguiente modo: i) diez niños tocaban instrumentos de cuerda (violín, viola), ii) seis niños tocaban instrumentos de viento (trompeta, trombón) y iii) tres

niños tocaban instrumentos de percusión (batería y piano). Las edades de los participantes con entrenamiento musical fueron i) 12 niños entre 12 años y 12 años y seis meses, ii) 5 niños entre 13 años y 13 años y seis meses y iii) 2 niños tenían entre 14 y 14 años con cuatro meses. El grupo control, sin entrenamiento musical, contó con la participación de 18 niños escolarizados: i) 15 niños entre 12 y 12 años con nueve meses, ii) 3 niños entre 14 y 14 años con dos meses. De los participantes, las psicólogas de las escuelas indicaron que ninguno tenía diagnóstico de dificultades del habla y déficit atencional, ya que podrían interferir en el rendimiento de las tareas de memoria operativa y comprensión verbal. Todos eran monolingües del idioma español<sup>8</sup>.

De modo previo al comienzo del estudio, los padres tuvieron una reunión con la psicóloga de cada escuela, donde se explicaron los propósitos de este. Se presentó a la investigadora a cargo, estudiante de maestría en psicología cognitiva y aprendizaje en el conurbano de Buenos Aires, quien sería la responsable de administrar las tareas de memoria a sus hijos. Se explicó que las tareas de memoria pertenecían a un manual estandarizado en Buenos Aires, y que los resultados serían anónimos salvo para la investigadora, quien los reportaría de forma anónima en su estudio de maestría. Las tareas serían realizadas en un único día en cada escuela, por aproximadamente 35 minutos, con el compromiso de cortar la tarea en caso de que su hijo presentase fatiga, cansancio, o se negase a realizarlo. Luego, los padres que aceptaron que sus hijos participen y se mostraron de acuerdo, firmaron un consentimiento informado.

---

<sup>8</sup> Niños bilingües muestran ventajas en control ejecutivo (Janus et al., 2016), es decir, niños bilingües estarían en ventaja en el rendimiento de tareas de funciones ejecutivas comparados con participantes no músicos.

Este consentimiento se completó por el padre/madre/tutor que autorizó la toma de subpruebas del índice de memoria operativa, comprensión verbal y la tarea de cubos de Corsi (Corsi, 1972) de la batería WISC-IV (Wechsler, 2010). Además del consentimiento informado, los padres/madres/tutores completaron un cuestionario socio-demográfico donde se registró nombre y apellido, el nombre y apellido del participante, en caso de que el participante fuera miembro de la orquesta, se identificó el instrumento musical (voz y/o instrumento), tiempo de entrenamiento musical (mínimo dos años), y el tipo de estudio (conservatorio, orquesta, coro, academia de música, clases particulares); finalmente el nivel de escolaridad de los padres (primaria, secundaria, universitario, posgrado), el tipo de empleo o actividades domésticas y el sueldo promedio mensual.

### **Procedimiento**

Durante el segundo semestre del año 2019, se realizó la coordinación de un cronograma de actividades con directivos de tres escuelas de la provincia de San Vicente y Alejandro Korn para asistir personalmente a cada escuela a realizar las pruebas de forma individual. La investigadora realizó las tareas durante el horario de clases, en un aula silenciosa sin distractores, con un tiempo promedio de 30 a 35 minutos en total. El proceso fue supervisado por la psicóloga de cada escuela.

Este procedimiento se realizó en cuatro fechas y el orden de las tareas se llevó a cabo de la siguiente forma: i) dígitos directos, ii) dígitos inversos, iii) letras y números; iv) semejanzas, v) vocabulario, vi) comprensión y vii) cubos de Corsi. Los participantes realizaron las tareas de forma individual e iniciaron las tareas a las nueve y media de la mañana de cada sesión, avanzando uno por uno hasta a las cuatro de la tarde, considerando

una hora de almuerzo. Los recreos no fueron considerados en el tiempo de este procedimiento.

Cada participante tomó asiento en un aula silenciosa sin estímulos auditivos o visuales, favoreciendo la tranquilidad y la atención en las tareas. La secuencia entre tareas no tuvo pausa, sin embargo, se otorgó un breve descanso de segundos entre tareas, en silencio. Al finalizar las tareas, todos los participantes fueron felicitados y regresados a su aula. Todos los niños pudieron contestar el mínimo de respuestas indicada en el manual de Wechsler, respetando sus pausas en el proceso.

### **Sub pruebas memoria operativa**

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

### **Memoria operativa**

***Retención de dígitos.*** Requirió que el niño repitiera los dígitos presentados, modificándose su requerimiento en directos (el mismo orden presentado) e inverso (el orden opuesto al presentado). La retención de dígitos posee una presentación oral y está diseñada para medir la memoria auditiva a corto plazo y la habilidad para secuenciar la atención y la concentración

(Wechsler, 2010). La retención de dígitos directos según Wechsler (2010) involucra la memoria y el aprendizaje de la repetición mecánica, la atención, la codificación y el procesamiento auditivo, mientras que la retención de dígitos inversos involucra la memoria operativa, la transformación de información, el manejo mental, la imaginación, flexibilidad cognitiva y alerta mental.

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

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

## **Sub pruebas comprensión verbal**

### **Comprensión verbal**

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

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

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

### **Tercer apartado “Análisis de datos”**

#### **Análisis estadísticos**

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

#### **Resultados análisis de datos sociodemográficos.**

No se hallaron diferencias significativas entre los grupos en edad ( $U = 169.5, p = 963$ ), escolaridad del padre ( $U = 133.5, p = 221$ ), escolaridad de la madre ( $U = 143.5, p = .359$ ), ingresos del padre ( $U = 171, p = 1.0$ ), ingresos de la madre ( $U = 159.5, p = .699$ ) o ingresos totales ( $U = 159.5, p = .723$ ). Tampoco se encontraron diferencias en relación con el género de los niños ( $X^2 = .232, p = .630$ ) o trabajo reportado por los padres ( $X^2 = 8.9, p = .254$ ). Estos datos permiten afirmar que ambas muestras eran similares. Estos resultados se encuentran en las tablas 1 a 7.



Tabla 1.

*Descriptivos de edad*

Participantes	Rango edad	Frecuencia	Porcentaje
	12.0 – 12.3	17	45.9
	12.3 – 12.6	09	24.3
	12.6 – 12.9	01	2.2
	13.0 – 13.3	03	8.1
	13.3 – 13.6	02	5.4
	13.6 – 13.9	00	00
	14.0 – 14.3	03	8.1
	14.3 – 14.6	02	5.4
Total		37	100

Tabla 2.

*Escolaridad de padres de niños sin (1) y con entrenamiento musical (2)*

Padres	Secundario incompleto	Secundario completo	Universitario incompleto	Universitario completo
Niños (1)	1	5	1	2
Niñas (1)	0	4	1	3
Niños (2)	0	5	0	3
Niñas (2)	0	3	4	4
Total	1	17	6	12

Tabla 3.

*Escolaridad de madres de niños sin (1) y con entrenamiento musical (2)*

Madres	Secundario incompleto	Secundario completo	Universitario incompleto	Universitario completo
Niños (1)	2	5	1	2
Niñas (1)	2	3	0	3
Niños (2)	1	6	0	1
Niñas (2)	0	5	0	6
Total	5	19	1	12

Tabla 4.

*Ingresos de padres de niños sin (1) y con entrenamiento musical (2)*

Padres	Sueldo entre 0 – 9.000	Sueldo entre 10.000 – 19.000	Sueldo entre 20.000 – 29.000	Sueldo entre 30.000 – 39.000
Niños (1)	0	2	5	2
Niñas (1)	0	2	3	4
Niños (2)	1	0	5	3
Niñas (2)	1	1	5	3
Total	2	5	18	12

Tabla 5.

*Ingresos de madres de niños sin (1) y con entrenamiento musical (2)*

Padres	Sueldo entre 0 – 9.000	Sueldo entre 10.000 – 19.000	Sueldo entre 20.000 – 29.000	Sueldo entre 30.000 – 39.000
Niños (1)	6	1	2	0
Niñas (1)	5	1	3	0
Niños (2)	6	2	0	0
Niñas (2)	5	0	2	4
Total	22	4	7	4

Tabla 6.

*Género por entrenamiento musical (EM)*

	Sin EM	EM	Total
Niños	09	08	17
Niñas	09	11	20
Total	18	19	37

Tabla 7.

*Trabajos padres y madres de niños sin o con entrenamiento musical (EM)*

Tipo	Sin EM	EM	Total
i	3	6	9
ii	8	8	16
iii	4	0	4
iv	2	2	4
v	1	0	1
vi	0	1	1
vii	0	1	1
viii	0	1	1
Total	18	19	37

El tipo de empleo fue categorizado en las siguientes áreas: i) agrícola (9), ii) vendedor (16), iii) docencia (3), iv) construcción (4), v) mecánica (1), vi) computación (1), vii) leyes (1) y viii) salud (1).

**Análisis estadístico sub pruebas MO y CV**

**Memoria operativa.**

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

Figura 1. Dígitos Directos

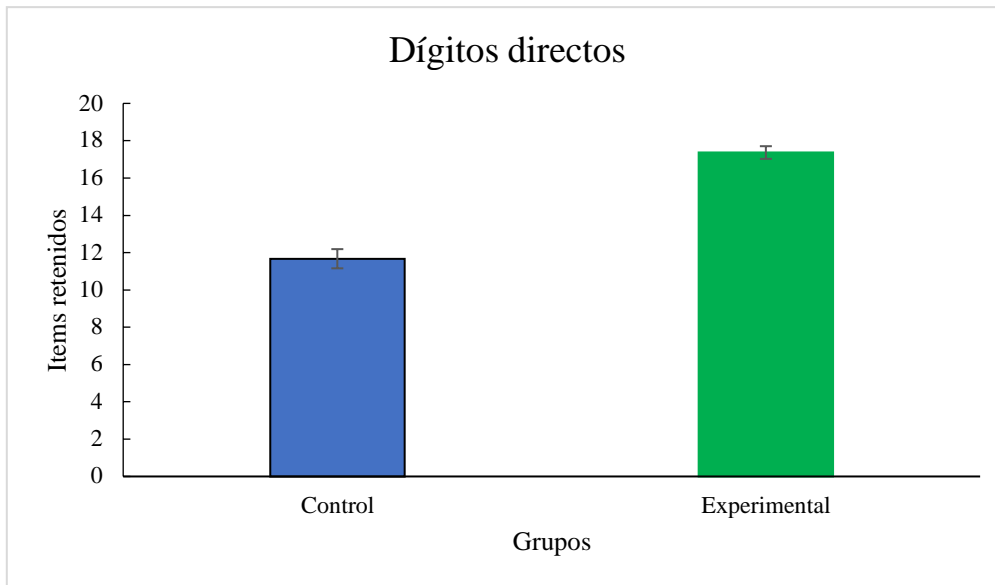


Figura 2. Dígitos Inverso

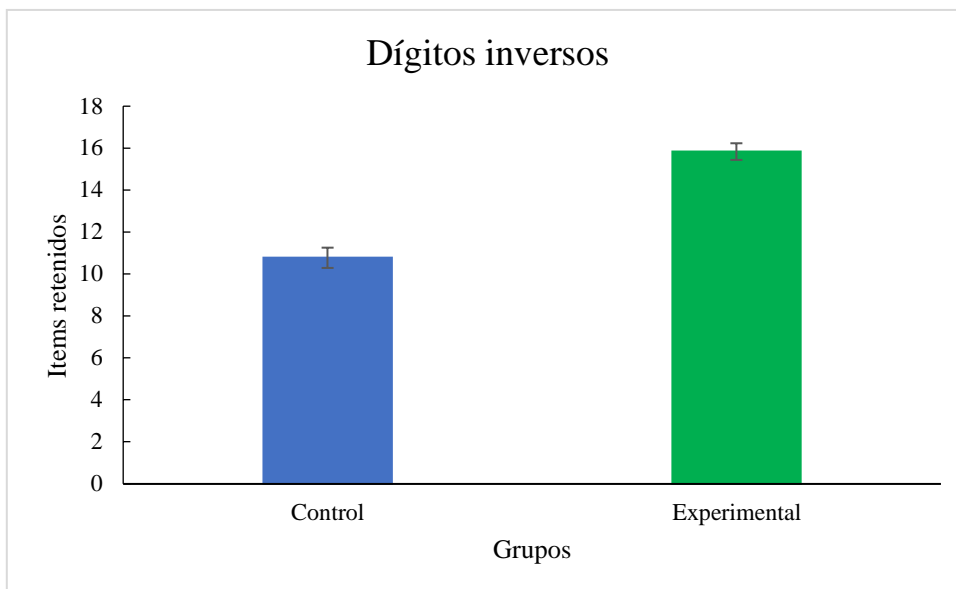


Figura 3. Letras y Números

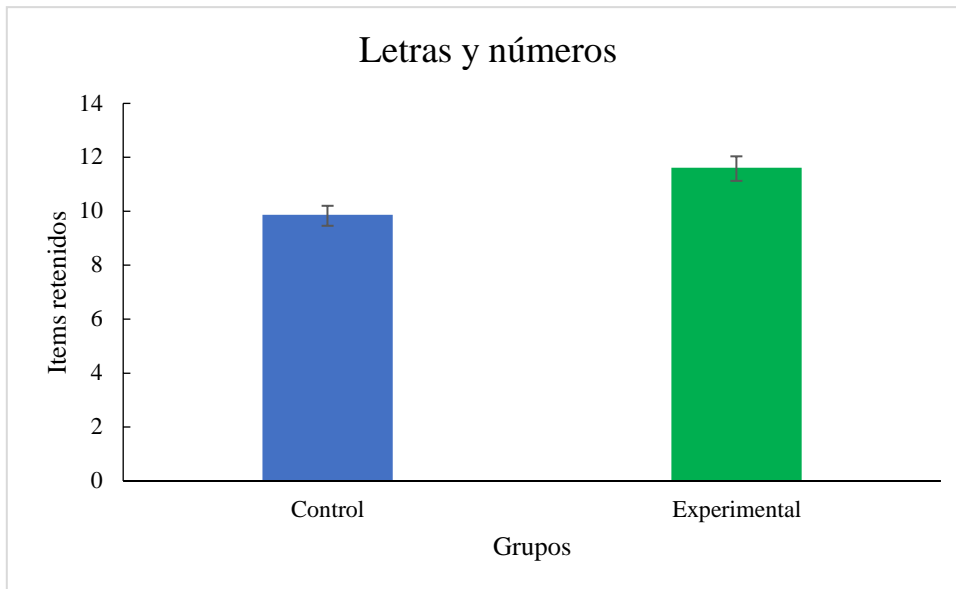


Tabla 8. Cubos de Corsi

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

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

### **Comprensión Verbal.**

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

Figura 4. Semejanzas

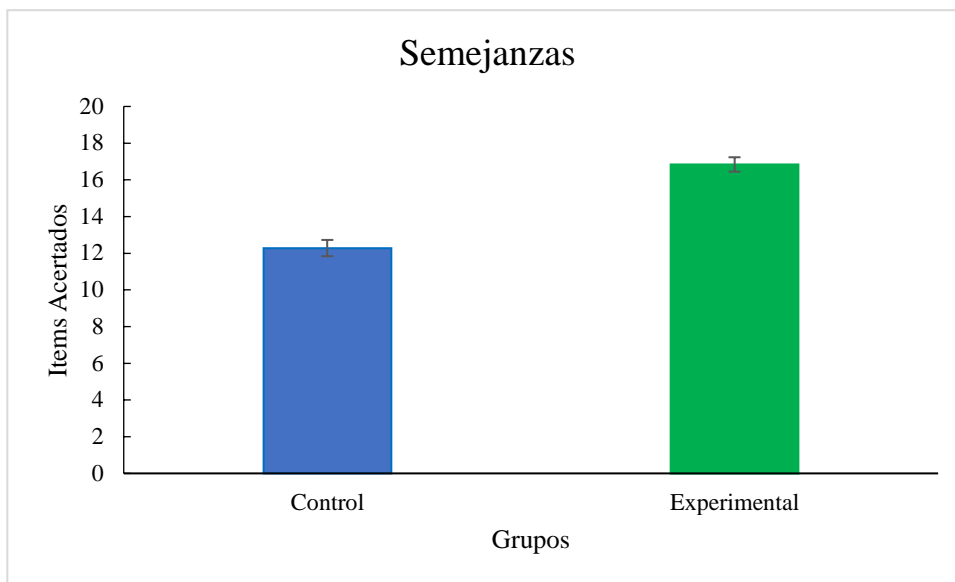


Figura 5. Vocabulario

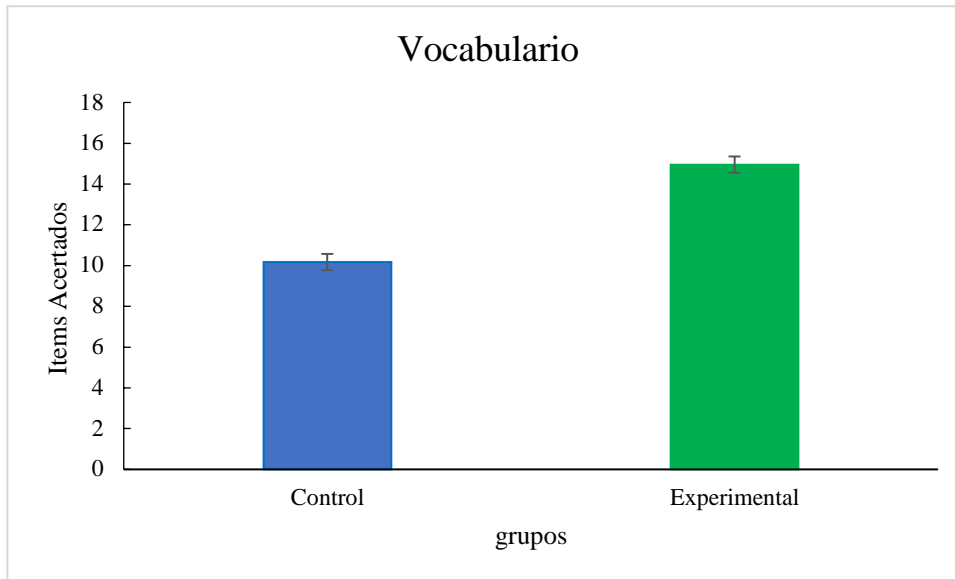
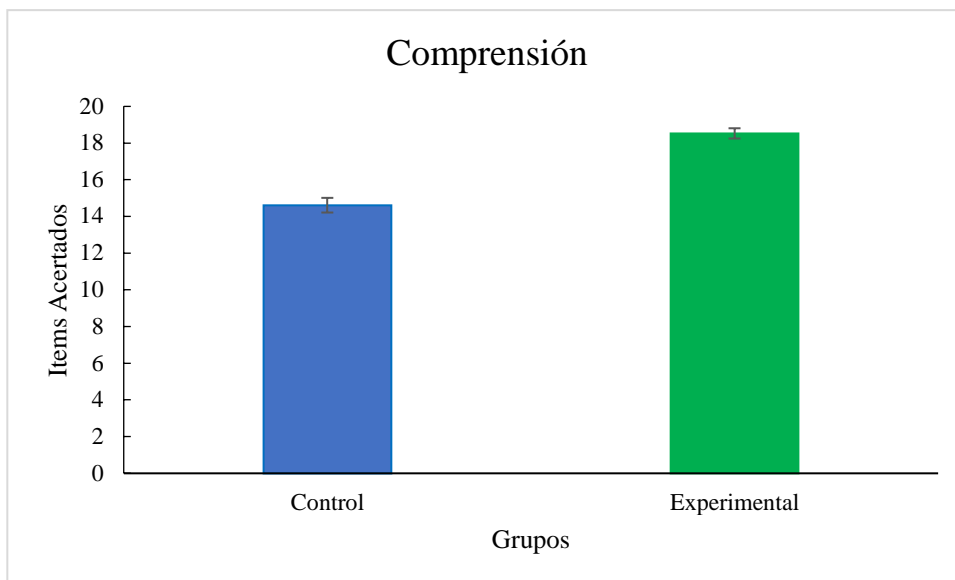


Figura 6. Comprensión





### **Cuarto apartado “Discusión”**

El objetivo general de este estudio fue indagar si existía una relación entre la memoria operativa, la memoria de trabajo verbal, las funciones ejecutivas y el entrenamiento musical en adolescentes. Se compararon dos grupos de similares características (edad, NSE), en los cuales la principal diferencia fue que el grupo experimental contara con al menos dos años de entrenamiento musical sistemático y el grupo de control no. Múltiples estudios afirman que el aumento de habilidades en el contexto de las intervenciones musicales, apoyan y mejoran los procesos educativos y otras dimensiones involucradas en estos procesos (Dumont, 2017). En los resultados, se encontró que en las tareas de retención de dígitos directos e inversos y de comprensión verbal quienes tenían entrenamiento musical tuvieron un mejor desempeño (Alonso, 2017; Jurado, 2017; Roden et al., 2014), mientras que letras y números y cubos de Corsi no se hallaron diferencias significativas (Schlaug, 2005). Estos resultados han sido consistentes con la revisión de antecedentes metodológicos presentados en este documento, los cuales coinciden en que el entrenamiento musical sostenido en el tiempo mejoraría determinadas funciones cognitivas básicas (Benítez et al., 2017).

#### **Intervención musical en la población infanto-juvenil**

El entrenamiento musical, independientemente del tipo de implementación (clases de música, orquesta, canto) y de la extensión de tiempo (desde semanas hasta años) es un tipo de aprendizaje que aporta al desarrollo cognitivo y educativo en todas las edades (Flohr, 2009; Sportsman, 2011), en donde sus resultados aumentan proporcionalmente a los años y dificultad de entrenamiento (Vaquero et al., 2020).

La intervención musical tanto en la modalidad de clases de música (lenguaje musical), así como en instrumentos sinfónicos y ensayos de orquesta, se han consolidado como una forma de investigación beneficiosa para toda la población de participantes (Barbaroux et al, 2019), ya sea con fines sociales o de inserción escolar en poblaciones vulnerables o en participantes de poblaciones no vulnerables que cuentan con un programa para la aplicación de este tipo de intervenciones (Sportsman, 2011).

### **Revisión de estudios metodológicos**

En el presente estudio de maestría, encontramos importantes similitudes teóricas y metodológicas con los estudios transeccionales presentados en los antecedentes. Por ejemplo, en los estudios transeccionales, la variable del entrenamiento musical fue no experimental, debido a que ya existían participantes que contaban con años de entrenamiento musical previos. Las edades de los participantes rondaron entre niños de 10 años y adolescentes de 18 años. En todas las correlaciones entre la memoria de trabajo verbal y el entrenamiento musical, existió un grupo control que no hubiera realizado un entrenamiento musical sistemático en el último tiempo, con el fin de comparar resultados (Alonso, 2017; Degé et al., 2011; Jurado, 2016).

En los estudios longitudinales, los investigadores realizaron distintos tipos de intervenciones con el entrenamiento musical y en distintas extensiones de tiempo y frecuencias. El mínimo de tiempo fue de seis semanas con cinco clases de música semanales en niños preescolares y un máximo de dos años y medio en programas de intervención orquestal en niños y adolescentes hasta 14 años. El estudio longitudinal permitió a los investigadores manipular el entrenamiento musical en distintos formatos: i) lenguaje musical,

ii) canto iii) práctica instrumental y/o iv) ensayos de música de tipo grupales. En todos los casos, las habilidades que dependen de la memoria de trabajo verbal (retención de dígitos, vocabulario) aumentaron en relación a la prueba previa al entrenamiento musical. Además, los estudios que midieron las funciones ejecutivas y la atención, encontraron resultados favorables en la planificación y en la inhibición visual (Bugos & DeMarie, 2017; Jaschke, Honing & Scherder, 2018), no así en la atención (Jurado, 2016). Finalmente, no se encontró que el entrenamiento musical afecte en las habilidades de la memoria visoespacial, siendo un hallazgo consistente en todos los estudios (Moreno et al., 2012).

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

### **Transferencia de habilidades**

Dentro del marco teórico, el hallazgo más importante son los efectos del aprendizaje y entrenamiento musical en la transferencia de conocimiento hacia habilidades no musicales. Principalmente se ha asociado al entrenamiento musical con un aumento de habilidades operativas, la memoria de trabajo verbal y las funciones ejecutivas, debido a la inhibición y

control cognitivo que requiere la destreza de un instrumento musical (Medina & Barraza, 2019; Moreno & Farfán, 2015); además se suma también al desarrollo de la memoria operativa en la información auditiva (verbal y auditiva; Roden et al, 2012; Taylor & Dewhurst, 2017).

Por ejemplo, en antecedentes presentados anteriormente en poblaciones de niños preescolares, se ha encontrado que las clases de música y la práctica musical, ya sea vocal o instrumental, afecta positivamente habilidades de la memoria de trabajo verbal en el aumento de vocabulario y el aprendizaje de melodías (Kim et al, 2018), mientras que, en niños y adolescentes, se ha visto mayor desarrollo cognitivo de dominio general y específico, como el coeficiente intelectual (Roden et al., 2014) y la memoria de trabajo verbal (Alonso, 2017).

Además, la música es un entrenamiento que aumenta y flexibiliza las funciones ejecutivas en el desarrollo operativo de estas habilidades no musicales, permitiendo que los efectos positivos se extiendan en una amplia gama de habilidades de inteligencia (Vaquero et al., 2020).

### **Memoria de Trabajo y Funciones Ejecutivas**

En la memoria de trabajo y funciones ejecutivas, se han reportado efectos beneficiosos del aprendizaje y entrenamiento musical en la transferencia de conocimiento hacia habilidades no musicales en varios dominios de la inteligencia general y específica (Miendlarzewska & Trost, 2014).

En un análisis de memoria de trabajo, los estudios que midieron habilidades de tipo visoespacial y verbal, seleccionaron las pruebas Wechsler para este tipo de evaluación

(Alonso, 2017; Francoise et al., 2012; Linnavalli et al., 2018; Moreno et al., 2012; Roden et al., 2012; Schlaug et al., 2005) con solamente una evidencia de una selección distinta de baterías, también con hallazgos de mayor memoria de trabajo en niños con entrenamiento musical (Cohrdes et al., 2018).

Los estudios que realizaron mediciones de memoria de trabajo con Wechsler, se dividieron en quienes compararon habilidades viso espaciales y verbales en niños con y sin entrenamiento musical, con pruebas de matrices, bloques y vocabulario (Moreno et al., 2012; Schlaug et al., 2005). Las pruebas de matrices y bloques van dirigidas a la memoria visoespacial, que no reporta efectos por el entrenamiento musical (Roden et al., 2014) mientras que la prueba de vocabulario está directamente relacionada a la memoria de trabajo verbal (Alonso, 2017; Jurado, 2016). Quienes evaluaron la memoria operativa y comprensión verbal, utilizaron pruebas de vocabulario y comprensión, encontrando resultados favorables y asociados a los efectos auditivos y operativos del entrenamiento musical (Alonso, 2017; Degé et al., 2011; Francois et al., 2012, Roden et al., 2012).

Dentro de sub pruebas de memoria operativa, se destacaron en la prueba de dígitos directos y comprensión verbal en niños con entrenamiento musical; mientras que, las investigaciones que compararon habilidades viso espaciales y verbales relacionadas a las funciones ejecutivas (inhibición, memoria de trabajo, flexibilidad o planificación), siempre encontraron mayor desempeño en tareas verbales, tal como en los resultados del presente estudio.

Solamente existió una excepción en el estudio de Rickard et al. (2010), quien evaluó la memoria de trabajo verbal con pruebas de dígitos de una prueba que no fue Wechsler (*The*

*Children Memory Scale*, CMS; Cohen, 1997), encontrando también mayor capacidad en el grupo con entrenamiento musical.

En las funciones ejecutivas, las habilidades de velocidad de procesamiento, habilidades fonológicas, inhibición, memoria de trabajo, flexibilidad cognitiva y planificación fueron evaluadas con una amplia variedad de tareas. El tipo de test más repetido para medir habilidades de inhibición cognitiva y atención visual y auditiva fue NEPSY (Frischen, 2019), mientras que Barbaroux et al. (2019) y Jaschke et al. (2018) utilizaron pruebas Wechsler para habilidades de memoria de trabajo (secuenciación de dígitos, planificación y matrices). En todas las investigaciones, las habilidades de secuenciación y planificación fueron relacionadas al entrenamiento musical, no así la prueba de matrices. Frischen (2019) evaluó la memoria de trabajo con la batería *Matrix Span Test* (Hasselhorn, 2012), mientras que Holochwost (2017) midieron el control inhibitorio y la flexibilidad con la batería de *Psychology Experiment Building Language* (Mueller & Piper, 2014) en poblaciones de edades similares (5 a 13 años), encontrando mayores habilidades en ambos tipos de habilidades al finalizar el entrenamiento musical. Además, en estos dos estudios, investigaron la memoria viso espacial con la prueba de Cubos de Corsi (Hasselhorn et al., 2012), sin hallar resultados significativos en los participantes, tal como sucedió en la presente tesis.

### **Habilidad fonológica**

La habilidad fonológica y en general el aprendizaje que depende de lo auditivo está relacionada con el desarrollo de destrezas multimodales de la memoria de trabajo (Alonso, 2017), considerando que no es posible desarrollar la habilidad fonológica y destrezas de tipo

operativas sin el control cognitivo o inhibitorio de las funciones ejecutivas, ya que es una función esencial en el rendimiento de la memoria de trabajo (Diamond, 2013). Por esto, el entrenamiento musical opera la información auditiva como entrenamiento auditivo, logrando un mayor rendimiento y producción sub vocal, vocal y fonológica en tareas auditivas. Como transferencia de conocimiento, la habilidad fonológica es considerada como una transferencia cercana, debido a que se encuentra en el mismo dominio que el aprendizaje musical, el articulatorio y auditivo. Se destaca el desarrollo de elementos auditivos cortos, como la discriminación o reconocimiento auditivo (Miendlarzewska & Trost, 2014).

En una revisión sistemática de los antecedentes metodológicos presentados en este estudio, Hutchins (2018) realizó la prueba de fonología (Wagner, Torgesen, Rashotte, & Pearson, 2012) y la evaluación de habilidades auditivas (Geffner & Goldman, 2010), mientras que Tierney et al. (2015) evaluaron las mismas habilidades con otras baterías de *prueba Comprehensive Test of Phonological Processing (CTOPP)*. En el caso de Hutchins, sus participantes fueron preescolares, quienes lograron mayores habilidades en funciones ejecutivas de tipo auditiva y el canto; mientras que Tierney realizó un estudio en adolescentes, quienes aumentaron habilidades de consciencia fonológica al final del entrenamiento. En general, las habilidades que dependen de la capacidad de repaso sub vocal y retención auditiva, se ven mejoradas en un amplio rango de edades de estudiantes con entrenamiento musical (Alonso, 2017).

En un estudio anterior, Schlaug (2005) realizó un Análisis Auditivo (Rosner & Simon, 1971) y la prueba AMMA (Gordon, 1986) que mide la aptitud o habilidad musical,

encontrando resultados favorables, habilidades que no fueron investigadas en el presente estudio de maestría.

### **Atención**

Por otro lado, en la atención, tanto Barbaroux et al. (2019), Bugos y DeMarie (2017), Degé et al. (2011), Francois et al. (2012), Jurado (2016) Linavalli et al. 2018 como Sportsman (2011), seleccionaron la prueba NEPSY para su evaluación, sin hallar ningún resultado favorable que se pueda asociar al aprendizaje o entrenamiento musical en estas pruebas. Generalmente, la atención se ha relacionado con el desarrollo cognitivo propio del crecimiento del niño, ya que a mayor edad es más probable encontrar rendimiento favorable en los participantes, por lo que no fue una habilidad que se presentara como importante en los antecedentes teóricos o metodológicos de esta investigación.

### **3.5 Limitaciones y proyecciones**

Las principales limitaciones de este estudio son de tipo metodológicas, donde primero se encuentra la cantidad de participantes. En los antecedentes metodológicos de este documento, se presentaron estudios de tipo cuantitativo, lo que requiere la participación de un número importante de personas, para que sus resultados pudieran ser representativos de una parte de la población. En el caso de este estudio en particular, la muestra total fue de 37 estudiantes de secundaria y de ellos 19 fueron adolescentes con entrenamiento musical, por lo que, en este caso, la muestra no representa al partido de San Vicente. Sin embargo, coincide con hallazgos y evidencias presentadas en otras poblaciones de similares características.



Dentro de esta limitación, también se encuentra la manipulación de variables. El entrenamiento musical en la mayoría de los antecedentes fue experimental, administrado como clases o intervención musical. En este estudio se realizó una medición en un momento determinado, como resultado de un entrenamiento musical realizado por un programa ya existente. Posiblemente y como proyección hacia el futuro, se podría realizar un estudio de tipo experimental que permita relacionar los efectos del entrenamiento musical como transferencia a otros dominios de forma causal, para contribuir no solamente con la relación de variables, sino también con la causa y el efecto en el desarrollo de la música, el aprendizaje y el desarrollo cognitivo.

En segundo término, las pruebas siempre fueron aplicadas en el mismo orden. Al no modificar el orden, no es posible hacer una comparación, si hubiese existido diferencias en el rendimiento de los participantes. En definitiva, no es posible saber si los resultados habrían sido distintos al empezar la toma de pruebas por comprensión verbal o Cubos de Corsi y no siempre por el índice de memoria operativa, pudiendo existir efectos de *carry-over*.

### **Proyecciones en lo educativo**

La psicología cognitiva ha abierto un enorme campo en lo que se refiere a la escolaridad, el aprendizaje, el desarrollo cognitivo y el entrenamiento musical. Cada década se suman mayor cantidad de evidencias que confirman que el entrenamiento musical brinda un beneficio intelectual, psicológico y cognitivo, que es favorecedor en más de un área de desarrollo del niño y el adolescente (Sportsman, 2011). Considerando que actualmente existen evidencias concordantes en los múltiples beneficios del entrenamiento musical, estos hallazgos podrían ser parte de la formación de futuros profesores de música tanto de

contextos formales como no formales, que involucren el desarrollo de la habilidad procedimental. Es deseable aprovechar el importante interés que sugiere el conocimiento del cerebro y el aprendizaje a un mayor desarrollo y divulgación del campo académico hasta escuelas, colegios, universidades e instituciones y comunidades que se dediquen a la práctica musical en niños y jóvenes, sobre todo en programas de inserción social.

### **Referencias bibliográficas**

- Alonso, R. K. (2017). *Memoria de trabajo: relación con el entrenamiento musical y el rendimiento académico* (tesis doctoral). Universidad Pontificia de Salamanca. Facultad de Psicología. <https://summa.upsa.es/viewer.vm?id=0000048481>
- American Psychological Association. (2010). *Manual de Publicaciones*, 3ra Edición. Manual Moderno.
- Arenas, M., Lázaro, F., López, M. (2016). Aptitudes musicales e intelectuales en escolares de 10 a 12 años de la comunidad autónoma de la Región de Murcia. *Revista Electrónica de LEEME*, 38, pp. 47-59 <https://ojs.uv.es/index.php/LEEME/article/view/9884>
- Arias, M. (2014). Música y cerebro: neuromusicología. *Neurosciences and History*; 2(4):149-155. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/313417487\\_Musica\\_y\\_cerebro\\_neuromusicologia](https://www.researchgate.net/publication/313417487_Musica_y_cerebro_neuromusicologia)
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417–423.doi:10.1016/s1364-6613(00)01538-2

Baddeley, A. (2010). Working memory. *Current Biology*, 20(4), 136–140.

doi:10.1016/j.cub.2009.12.014

Baddeley, A. (2012). Working Memory: Theories, Models, and Controversies. *Annu. Rev. Psychol.* 63, 1–29. doi: 10.1146/annurev-psych-120710-100422

Psychol. 63, 1–29. doi: 10.1146/annurev-psych-120710-100422

Baddeley, A. Kopelman, M., Wilson, B. (2002). *The Handbook of Memory Disorders*.

Great Britain, UK. Recuperado de: <http://www.al-edu.com/wp-content/uploads/2014/05/Baddeley-et-al-eds-The-handbook-of-memory-Disorders.pdf>

Barbaroux M., Dittinger, E., Besson M. (2019). Music training with De´mos program positively influences cognitive functions in children from low socio-economic backgrounds. *PLoS ONE* 14(5): e0216874. doi.org/10.1371/journal.pone.0216874

Benítez, M., Díaz, V., Justel, N. (2017). Beneficios del entrenamiento musical en el desarrollo infantil: una revisión sistemática. *Revista Internacional de Educación Musical RIEM. International Society for Music Education ISME*

doi: 10.12967/RIEM-2017-5-p061-069

Benítez, M., Díaz, V., Justel, N. (2021). Plasticidad cerebral y entrenamiento musical en infantes. Una revisión sistemática. *Revista Electrónica de LEEME*, 47, pp. 39-60

<https://ojs.uv.es/index.php/LEEME/index> doi: 10.7203/LEEME.47.20376

Benítez, M., Diaz, V., Sarli, L., Bossio, M., Justel, N. (2018). Las clases de música mejoran la memoria en niños preescolares. *Cuadernos de Neuropsicología / Panamerican Journal of Neuropsychology*, 12(2). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=439655913011>

Bergman Nutley, S., Darki, F., & Klingberg, T. (2014). Music practice is associated with development of working memory during childhood and adolescence. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7. doi:10.3389/fnhum.2013.00926

Berrón Ruiz, E., Monreal Guerrero, I. M., & Balsera Gómez, F. J. (2017). El conocimiento armónico como estrategia para mejorar la comprensión, la motivación y la creatividad en el aprendizaje del lenguaje musical. *Revista Electrónica Complutense de Investigación En Educación Musical - RECIEM*, 14(0). doi:10.5209/reciem.53371

Besson, M., Chobert, J., & Marie, C. (2011). Transfer of Training between Music and Speech: Common Processing, Attention, and Memory. *Frontiers in Psychology*, 2. doi:10.3389/fpsyg.2011.00094

Brown, S., & Martinez, M. J. (2007). Activation of premotor vocal areas during musical discrimination. *Brain and Cognition*, 63(1), 59–69. doi:10.1016/j.bandc.2006.08.006

Bugos, J. A., & DeMarie, D. (2017). The effects of a short-term music program on preschool children's executive functions. *Psychology of Music*, 45(6), 855–867. doi: 10.1177/0305735617692666

Carioti, D., Danelli, L., Guasti, M. T., Gallucci, M., Perugini, M., Steca, P., Paulesu, E. (2019). Music Education at School: Too Little and Too Late? Evidence From a Longitudinal Study on Music Training in Preadolescents. *Frontiers in Psychology*, 10. doi:10.3389/fpsyg.2019.02704

Carpentier, S. M., Moreno, S., & McIntosh, A. R. (2016). Short-term Music Training Enhances Complex, Distributed Neural Communication during Music and Linguistic Tasks. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 28(10), 1603- 1612. doi:10.1162/jocn\_a\_00988

- Cheung, M., Chan, A. S., Liu, Y., Law, D., & Wong, C. W. Y. (2017). Music training is associated with cortical synchronization reflected in EEG coherence during verbal memory encoding. *PLOS ONE*, 12(3), e0174906. doi:10.1371/journal.pone.0174906
- Cohrdes, C., Grolig, L., & Schroeder, S. (2018). The development of music competencies in preschool children: Effects of a training program and the role of environmental factors. *Psychology of Music*, 1-18. doi:10.1177/0305735618756764
- Colmenero, J; Catena, A; Fuentes, L. (2001). Atención visual: Una revisión sobre las redes atencionales del cerebro, 17 (1) 45-67. *Anales de Psicología*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia, España.
- Cowan, N. (2016). Working Memory Maturation. *Perspectives on Psychological Science*, 11(2), 239–264. doi:10.1177/1745691615621279
- Custodio, N., & Cano-Campos, M. (2017). Efectos de la música sobre las funciones cognitivas. *Revista de Neuro-Psiquiatria*, 80(1), 61. doi:10.20453/rnp.v80i1.3060
- Degé, F., Kubicek, C., & Schwarzer, G. (2011). Music Lessons and Intelligence: A Relation Mediated by Executive Functions. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, 29(2), 195–201. doi:10.1525/mp.2011.29.2.195
- Degé, F., & Schwarzer, G. (2017). Music lessons and verbal memory in 10- to 12-year-old children: Investigating articulatory rehearsal as mechanism underlying this association. *Psychomusicology: Music, Mind, and Brain*, 27(4), 256–266. <https://doi.org/10.1037/pmu0000201>
- Diamond, A. (2013). Executive Functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135– 170. doi:10.1146/annurev-psych-113011-14375
- Dirección general de cultura y educación.2021. Coros y orquestas.

<https://abc.gob.ar/socioeducativa/programas/coros-y-orquestas>

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>

Dumont, E., Syurina, E. V., Feron, F. J. M., & van Hooren, S. (2017). Music Interventions and Child Development: A Critical Review and Further Directions. *Frontiers in Psychology*, 8. doi:10.3389/fpsyg.2017.01694

Elangovan, Saravanan; Payne, Nicole; Smurzynski, Jacek; and Fagelson, Marc A. (2016). Musical Training Influences Auditory Temporal Processing. *Journal of Hearing Science* 6 (3) 37-44

<https://dc.etsu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2577&context=etsu-works>

Ferreri, L., & Verga, L. (2016). Benefits of Music on Verbal Learning and Memory: How and When Does It Work? *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, 34(2), 167–182. doi:10.1525/mp.2016.34.2.167

Flohr, J. W. (2009). Best Practices for Young Children’s Music Education: Guidance From Brain Research. *General Music Today*, 23(2), 13-19. doi:10.1177/1048371309352344

Fodor, J. (1983). *The modularity of mind*. Cambridge, MIT Press.

Francois, C., Chobert, J., Besson, M., & Schon, D. (2012). Music Training for the Development of Speech Segmentation. *Cerebral Cortex*, 23(9), 2038– 2043. doi:10.1093/cercor/bhs180

Frischen, U., Schwarzer, G., & Degé, F. (2019). Comparing the Effects of Rhythm-Based Music Training and Pitch-Based Music Training on Executive Functions in Preschoolers. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, 13.

doi:10.3389/fnint.2019.00041

Fujioka, T., Ross, B., Kakigi, R., Pantev, C. & Trainor, L. J. (2006). One year of musical training affects development of auditory cortical-evoked fields in young children. *Brain*, 129, 2593-2607. doi: 10.1093/brain/awl247

George, E. M., & Coch, D. (2011). Music training and working memory: An ERP study. *Neuropsychologia*, 49(5), 1083–1094. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2011.02.001

Guo, X., Ohsawa, C., Suzuki, A., & Sekiyama, K. (2018). Improved Digit Span in Children after a 6-Week Intervention of Playing a Musical Instrument: An Exploratory Randomized Controlled Trial. *Frontiers in Psychology*. [doi.org/10.3389/fpsyg.2017.02303](https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.02303)

Habibi, A., Wirantana, V., Starr, A. (2014). Cortical Activity during Perception of Musical Rhythm; Comparing Musicians and Non-musicians. *Psychomusicology*, 24, (2), 125–135. doi:10.1037/pmu0000046.

Hallam, S. (2010). The power of music: Its impact on the intellectual, social and personal development of children and young people. *International Journal of Music Education*, 28(3), 269–289. doi:10.1177/0255761410370658

Hansen, M., Wallentin, M., & Vuust, P. (2012). Working memory and musical competence of musicians and non-musicians. *Psychology of Music* 41(6) 779 –793  
doi:10.1177/0305735612452186

Herrera, L., Hernández-Candelas, M., Lorenzo, O., Ropp, C. (2014). Influencia del entrenamiento musical en el desarrollo cognitivo y lingüístico de niños de 3 a 4 años. *Revista de Psicodidáctica*, 19 (2), 367-386. doi: 10.1387/RevPsicodidact.9761

- Herrera, L., Lorenzo, O., Defior, S., Fernandez-Smith, G., & Costa-Giomi, E. (2010). Effects of phonological and musical training on the reading readiness of native- and foreign-Spanish-speaking children. *Psychology of Music*, 39(1), 68–81. doi:10.1177/0305735610361995
- Herff, S., Czernochowski, D. (2017). The role of divided attention and expertise in melody recognition. *Musicae Scientiae* 1 –18 doi: 10.1177/1029864917731126
- Herff, S., Olsen, K., Dean, R. (2018). Resilient memory for melodies: The number of intervening melodies does not influence novel melody recognition. *Quarterly Journal of Experimental Psychology* 71(5) 1150 –1171. doi: [10.1080/17470218.2017.1318932](https://doi.org/10.1080/17470218.2017.1318932)
- Herholz, S., 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](https://doi.org/10.1016/j.neuron.2012.10.011)
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. & Baptista Lucio, P. (2010). Metodología de la investigación. México: McGraw-Hill.
- Holochwost, S. J., Propper, C. B., Wolf, D. P., Willoughby, M. T., Fisher, K. R., Kolacz, J., Volpe, V. V., & Jaffee, S. R. (2017). Music education, academic achievement, and executive functions. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 11(2), 147–166. doi.org/10.1037/aca0000112
- Hutchins, S. (2018). Early Childhood Music Training and Associated Improvements in Music and Language Abilities. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, 35(5), 579–593. doi:10.1525/mp.2018.35.5.579
- Hyde, K., Lerch, J., Norton, A., Forgeard, M., Winner, E., Evans, A., Schlaug, G. (2009). The effects of musical training on structural. Brain development. A longitudinal study. *The Neurosciences and Music III: Academy of Sciences. Disorders and Plasticity*. doi: 10.1111/j.1749-6632.2009.04852



- Injoque-Ricle, I., Calero, A., Alloway, T., Burin, D. (2010). Assessing working memory in Spanish-speaking children: Automated Working Memory Assessment battery adaptation. *Learning and Individual Differences* 21, 78–84. doi:10.1016/j.lindif.2010.09.012
- Injoque-Ricle, I., Barreyro, J., Burin, D. (2012). Working Memory Structure in Children: Comparing Different Models During Childhood. *Escritos de Psicología*, 5(2), 27-38. doi: 10.5231/psy.writ.2012.1904
- Janurik, M., Szabó, N., Józsa, K. (2019). The Relationship of Musical Perception And The Executive Function Among 7-Years-Old Children, *EDULEARN19 Proceedings*, 4818-4826. doi: [10.21125/edulearn.2019.1199](https://doi.org/10.21125/edulearn.2019.1199)
- Janus, M., Lee, Y., Moreno, S., & Bialystok, E. (2016). Effects of short-term music and second-language training on executive control. *Journal of Experimental Child Psychology*, 144, 84–97. doi:10.1016/j.jecp.2015.11.009
- Jaschke, A. C., Honing, H., & Scherder, E. J. A. (2018). Longitudinal Analysis of Music Education on Executive Functions in Primary School Children. *Frontiers in Neuroscience*, 12, 1-11. doi: 10.3389/fnins.2018.00103
- Jeong, E., & Ryu, H. (2016). Nonverbal auditory working memory: Can music indicate the capacity? *Brain and Cognition*, 105, 9–21. doi:10.1016/j.bandc.2016.03.003
- Johndro, H., Jacobs, L., Patel, A. D., & Race, E. (2019). Temporal predictions provided by musical rhythm influence visual memory encoding. *Acta Psychologica*, 200, 102923. doi:10.1016/j.actpsy.2019.102923
- Jurado, F. (2016). Relación entre la formación musical y las funciones cognitivas superiores de atención y memoria de trabajo verbal. Repositorio digital REUNIR, 1-75. Recuperado de: <https://reunir.unir.net/handle/123456789/3959>

- Kim, J. N., Large, E. W., Gwon, Y., & Ashley, R. (2018). The Online Processing of Implied Harmony in the Perception of Tonal Melodies. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, 35(5), 594–606. doi:10.1525/mp.2018.35.5.594
- Kraus, N., & Chandrasekaran, B. (2010). Music training for the development of auditory skills. *Nature Reviews Neuroscience*, 11(8), 599–605. doi:10.1038/nrn2882
- Linnavalli, T., Putkinen, V., Lipsanen, J. (2018). Music playschool enhances children’s linguistic skills. *Sci Rep* 8, (8767), 1-10- doi.org/10.1038/s41598-018-27126-5
- Martins, M. D., Gingras, B., Puig-Waldmueller, E., & Fitch, W. T. (2017). Cognitive representation of “musical fractals”: Processing hierarchy and recursion in the auditory domain. *Cognition*, 161, 31–45. doi:10.1016/j.cognition.2017.01.001
- Medina, D., Barraza, P. (2019). Efficiency of attentional networks in musicians and non-musicians. *Heliyon* 5, e01315. doi: 10.1016/j.heliyon.2019.e01315
- Miendlarzewska, E. A., & Trost, W. J. (2014). How musical training affects cognitive development: rhythm, reward and other modulating variables. *Frontiers in Neuroscience*, 7. doi:10.3389/fnins.2013.00279
- Moreno, S., Bialystok, E., Barac, R., Schellenberg, E. G., Cepeda, N. J., & Chau, T. (2012). Short-Term Music Training Enhances Verbal Intelligence and Executive Function. *Psychological Science*, 22(11), 1425– 1433. doi:10.1177/0956797611416999
- Moreno, S., & Farzan, F. (2015). Music training and inhibitory control: a multidimensional model. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1337(1), 147–152. doi:10.1111/nyas.12674

Ocampo, D. (2020). *Revisión de las evidencias investigativas de los efectos de la enseñanza de la música, como estimulación neurosensorial de escolares, en las funciones cognitivas* (tesis licenciatura). Universidad de Antioquía, Medellín, Colombia.

[http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/17919/2/OcampoDavid\\_2020\\_M%C3%BAsicaFuncionesCognitivas.pdf](http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/17919/2/OcampoDavid_2020_M%C3%BAsicaFuncionesCognitivas.pdf)

Pallesen, K. J., Brattico, E., Bailey, C. J., Korvenoja, A., Koivisto, J., Gjedde, A., & Carlson, S. (2010). Cognitive Control in Auditory Working Memory Is Enhanced in Musicians. *PLoS ONE*, 5(6), e11120. doi:10.1371/journal.pone.0011120

Peretz, I. (2006). The nature of music from a biological perspective. *Cognition*, 100(1), 1–32. doi:10.1016/j.cognition.2005.11.004

Peretz, I., Coltheart, M. (2003). Modularity of music processing. *Nature Neuroscience* 6(7) 688-691.

Peretz, I., Zatorre, R. (2005). Brain organization for music processing. *A Review in Advance* (56) 89–114. doi: 10.1146/annurev.psych.56.091103.070225

Petersen, S. E., & Posner, M. I. (2012). The Attention System of the Human Brain: 20 Years After. *Annual Review of Neuroscience*, 35(1), 73–89. doi:10.1146/annurev-neuro-062111-150525

Ramachandra, V., Meighan, C., & Gradzki, J. (2012). The impact of musical training on the phonological memory and the central executive: A brief report. *North American Journal of Psychology*, 14(3), 541-548.

Reyes Cerillo, S., & Barreyro, J., & Injoque-Ricle, I. (2015). El rol de la Función Ejecutiva en el Rendimiento Académico en niños de 9 años. *Revista Neuropsicología Latinoamericana*, 7 (2), 42-47. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=439542510005>

- Reynoso, K. (2010). La educación musical y su impacto en el desarrollo. *Revista de Educación y Desarrollo*, 12, 53-60.
- Rickard, N. S., Vasquez, J. T., Murphy, F., Gill, A., and Toukhsati, S. R. (2010). Benefits of a classroom based instrumental music program on verbal memory of primary school children: a longitudinal study. *Austral. J. Music Educ.* 1, 36–47. Recuperado de: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ912414.pdf>
- Roden, I., Grube, D., Bongard, S., Kreutz, G. (2014). Does music training enhance working memory performance? Findings from a quasi-experimental longitudinal study. *Psychology of Music*, 42(2) 284 –298 doi: 10.1177/0305735612471239
- Roden, I., Kreutz, G., & Bongard, S. (2012). Effects of a school-based instrumental music program on verbal and visual memory in primary school children: A longitudinal study. *Frontiers in Psychology*, 3, Article572. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00572>
- Rodrigues, A., Loureiro, M., Caramelli, P. (2010). Musical training, neuroplasticity and cognition. *Dement Neuropsychol* 4(4) 277-286 [doi.org/10.1016/j.bandc.2013.04.009](https://doi.org/10.1016/j.bandc.2013.04.009)
- Schellenberg, E. (2011). Examining the association between music lesson and intelligence. *British Journal of Psychology*. 102, (3), 283-302. doi: 10.1111/20448295201002000
- Schulze, K., Mueller, K., & Koelsch, S. (2010). Neural correlates of strategy use during auditory working memory in musicians and non-musicians. *European Journal of Neuroscience*, 33(1), 189–196. doi:10.1111/j.1460-9568.2010.07470.x
- Schlaug, G., Norton, A., Overy, K., Winner, E. (2005). Effects of Music Training on the Child's Brain and Cognitive Development. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1060(1), 219–230. doi: 10.1196/annals.1360.015

- Soria-Urios G, Duque P, García-Moreno JM. (2011). Música y cerebro (II): evidencias cerebrales del entrenamiento musical. *Revista de Neurología*, 53(12), 739-46. doi: [10.33588/rn.5312.2011475](https://doi.org/10.33588/rn.5312.2011475)
- Sportsman, E. (2011). *Development of musicianship and executive functioning among children participating in a music program* (thesis doctoral). Michigan University. School Psychology. Michigan, Estados Unidos. <https://d.lib.msu.edu/etd/246>  
doi.org/doi:10.25335/M5T766
- Strait, D. L., Slater, J., O’Connell, S., & Kraus, N. (2015). Music training relates to the development of neural mechanisms of selective auditory attention. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 12, 94–104. doi:10.1016/j.dcn.2015.01.001
- Suárez, L., Elangovan, S., & Au, A. (2015). Cross-sectional study on the relationship between music training and working memory in adults. *Australian Journal of Psychology*, 68(1), 38–46. doi:10.1111/ajpy.12087
- Talamini, F., Carretti, B., & Grassi, M. (2016). The Working Memory of Musicians and Nonmusicians. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, 34(2), 183–191. doi:10.1525/mp.2016.34.2.183
- Taylor, A. C., & Dewhurst, S. A. (2017). Investigating the influence of music training on verbal memory. *Psychology of Music*, 45(6), 814-820. doi:10.1177/0305735617690246
- Tierney, A., Krizman, J., Kraus, N. (2015). Music training alters the course of adolescent auditory development. *PNA* 22 (32), 62-67. doi:10.1073/pnas.1505114112//DCSupplemental
- Vaquero, L., Rousseau, P.-N., Vozian, D., Klein, D., & Penhune, V. (2020). What you learn & when you learn it: Impact of early bilingual & music experience on the structural characteristics of auditory-motor pathways. *NeuroImage*, 116689.

doi:10.1016/j.neuroimage.2020.116689

Wallentin, M., Nielsen, A. H., Friis-Olivarius, M., Vuust, C., & Vuust, P. (2010). The Musical Ear Test, a new reliable test for measuring musical competence. *Learning and Individual Differences*, 20(3), 188–196. doi:10.1016/j.lindif.2010.02.004

Wan, C. Y., & Schlaug, G. (2010). Music Making as a Tool for Promoting Brain Plasticity across the Life Span. *The Neuroscientist*, 16(5), 566– 577.

doi:10.1177/1073858410377805

Wang X, Ossher L, Reuter-Lorenz PA. (2015). Examining the relationship between skilled music training and attention. *Conscious Cognition* 36, 169-79.

doi: 10.1016/j.concog.2015.06.014.

Wechsler, D. (2010). Escala de inteligencia para niños de Weschler-IV. Adaptación Argentina Normas Buenos Aires. Paidós: Buenos Aires, Argentina.

Weiss, M., Schellenberg, E., & Trehub, S. (2017). Generality of the memory advantage for local melodies. *Music Perception*, 34(3), 313–318. [doi.org/10.1525/MP.2017.34.3.313](https://doi.org/10.1525/MP.2017.34.3.313)

Williamson, V. J., Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (2010). Musicians' and nonmusicians' short-term memory for verbal and musical sequences: Comparing phonological similarity and pitch proximity. *Memory & Cognition*, 38(2), 163– 175. doi:10.3758/mc.38.2.163

Zuk, J., Benjamin, C, Kenyon, A., Gaab, N. (2014). Behavioral and Neural Correlates of Executive Functioning in Musicians and Non-Musicians. *PLOS ONE* 9(6): e99868. [doi.org/10.1371/journal.pone.0099868](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0099868)

