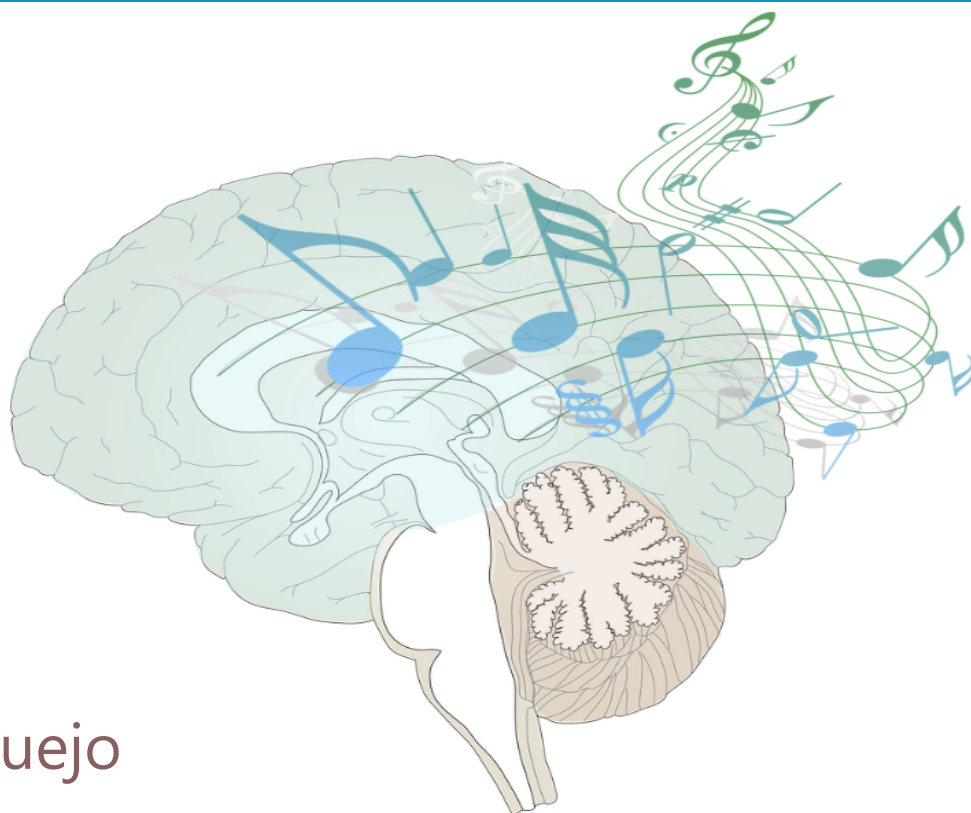


Tesis doctoral

**Importancia del entrenamiento musical temprano en el desarrollo de las funciones ejecutivas, inteligencia emocional, creatividad, hábitos de estudio y habilidades académicas en niños de 8-12 años**

Universidad  
Internacional de  
La Rioja

Autora  
**Katya Martin Requejo**



Directora: Sandra Santiago Ramajo  
Codirector: Javier Tourón Figueroa



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL  
DE LA RIOJA

PROGRAMA DE DOCTORADO EN SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO Y  
ACCIÓN EN LOS ÁMBITOS DE LA EDUCACIÓN, LA COMUNICACIÓN,  
LOS DERECHOS Y LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS

TESIS DOCTORAL

**Importancia del entrenamiento musical temprano en el  
desarrollo de las funciones ejecutivas, inteligencia  
emocional, creatividad, hábitos de estudio y habilidades  
académicas en niños de 8-12 años**

**Memoria presentada por**

Katya Martin Requejo  
para optar al grado de Doctora  
por la Universidad Internacional de La Rioja

**Dirigida por los Doctores:**

Sandra Santiago Ramajo  
y  
Javier Tourón Figueroa

Madrid, 2022



*Zuretzat, bidelagun ezin hobea zarelako.*

*Musikak batzen jarrai gaitzala.*



## **Agradecimientos**

Llegar hasta aquí no hubiese sido posible sin el apoyo imprescindible de distintas personas, por lo que comenzaré expresándoles mi más profundo agradecimiento.

En primer lugar, a la Dra. Sandra Santiago Ramajo, por aceptar embarcarse en esta aventura, por ser una gran mentora, por apoyarme en las distintas dificultades y por ser una gran persona. Su implicación, experiencia, confianza y positividad han sido indispensables para superar los distintos contratiempos que han surgido. Al Dr. Javier Tourón Figueroa por guiar el proceso con sus sabios consejos y orientaciones.

A todos los centros educativos, escuelas de música, conservatorios y familias que se han animado a participar en la investigación aun teniendo en cuenta el complicado contexto sanitario y social que hemos vivido. Sin el apoyo de todos ellos no habría muestra, no habría datos y, en definitiva, este trabajo no existiría.

A toda mi familia, pero, sobre todo, a mis dos hijos, que han nacido en medio de este proceso y para los que no ha tenido que ser fácil. El contexto no me ha permitido dedicarles el tiempo que necesitaban, principalmente, en sus primeros meses de vida, ni disfrutar de ellos todo lo que me hubiese gustado. Aun siendo consciente de la importancia de los primeros años de vida y de que el tiempo perdido no se recupera, de aquí en adelante, solo espero poder pasar más tiempo con ellos y tiempo de calidad. A mi marido por su apoyo, acompañamiento y confianza incondicional. Todo esto no hubiese sido posible sin su ayuda, impulso y comprensión diaria. A mis padres y hermana, por apoyarme también en esta aventura y por creer en mí. A mis suegros, por aportar el respaldo necesario que ha permitido una mejor conciliación familiar.





## Resumen

Los beneficios derivados del entrenamiento musical instrumental han sido previamente investigados, pero sigue existiendo cierta controversia respecto a las mejoras que puede conllevar en las distintas habilidades cognitivas y académicas en niños, principalmente, en función de la edad de inicio y de la intensidad del entrenamiento. Por ello, el presente trabajo ha explorado las diferencias en las funciones ejecutivas, la inteligencia emocional, la creatividad, la inteligencia general y en las habilidades académicas en niños de 8 a 12 años, en función de si realizaban un entrenamiento musical, así como de la edad de inicio y la intensidad de dicho entrenamiento. Además, se ha analizado el efecto mediacional de las habilidades cognitivas entre el entrenamiento musical y las habilidades académicas. En total, se han evaluado 162 niños mediante instrumentos estandarizados y validados para la medición de las variables cognitivas. Las habilidades académicas se han medido mediante pruebas estandarizadas evaluando las habilidades verbales, las habilidades matemáticas y los hábitos y técnicas de estudio. El rendimiento escolar, por su parte, se ha medido mediante las calificaciones escolares. Los resultados han mostrado mejores puntuaciones en los niños con entrenamiento musical en diversos procesos de las funciones ejecutivas, la inteligencia emocional, la inteligencia general, las habilidades semánticas, los problemas matemáticos, el rendimiento escolar y en los hábitos y técnicas de estudio. Haber iniciado el entrenamiento musical antes de los siete años da lugar a mejoras significativas en numerosos procesos cognitivos y habilidades académicas, mientras que iniciarlo a partir de los siete años presenta mejoras en la fluidez semántica e inteligencia general. Por su parte, una intensidad del entrenamiento musical de 1-3 horas semanales sería más relevante para el desarrollo de habilidades cognitivas, mientras que una intensidad de más de tres horas semanales lo sería para el desarrollo de habilidades académicas. El rendimiento escolar, a su vez, se vería reforzado con las distintas condiciones del entrenamiento musical (iniciado antes y después de los siete años y con distintas intensidades). No se han observado mejoras en ninguno de los grupos con respecto a la creatividad. Finalmente, algunos procesos cognitivos han mediado entre el entrenamiento musical y las habilidades académicas. Este estudio destaca los beneficios del entrenamiento musical en niños de 8 a 12 años, mejorando diversos procesos cognitivos y las habilidades académicas, principalmente, en aquellos que inician el entrenamiento

antes de los siete años. Además, un entrenamiento musical de intensidad moderada sería más beneficioso para potenciar diversas habilidades cognitivas que resultan esenciales en el desarrollo académico, destacando las funciones ejecutivas. Así mismo, se concluye que parte de las mejoras encontradas en las habilidades académicas se deben a mejoras en diversos procesos cognitivos derivadas del entrenamiento musical (sobre todo, en las funciones ejecutivas e inteligencia emocional). Todo ello pone de relieve el valor que el entrenamiento musical puede tener para el ámbito educativo.

## **Abstract**

The benefits derived from instrumental music training have been previously investigated, but there is still some controversy regarding the improvements that it can bring in the different cognitive and academic skills in children, mainly depending on the age of onset and the intensity of the training. Therefore, the present study explored the differences in executive functions, emotional intelligence, creativity, general intelligence and academic skills in children aged 8 to 12 years, depending on whether they underwent musical training, as well as the age of onset and the intensity of such training. In addition, the mediational effect of cognitive skills between musical training and academic skills was analyzed. In total, 162 children were evaluated using standardized and validated instruments for the measurement of cognitive variables. Academic skills were measured by standardized tests assessing verbal skills, mathematical skills and study habits and techniques. School performance, on the other hand, has been measured by school grades. The results have shown better scores in children with musical training in various processes of executive functions, emotional intelligence, general intelligence, semantic skills, mathematical problems, school performance and study habits and techniques. Having started music training before the age of seven leads to significant improvements in numerous cognitive processes and academic skills, while starting it after the age of seven leads to improvements in semantic fluency and general intelligence. In turn, a musical training intensity of 1-3 hours per week would be more relevant for the development of cognitive skills, while an intensity of more than three hours per week would be more relevant for the development of academic skills. School performance, in turn, would be enhanced by the different conditions of music training (started before and after the age of seven, and with different intensities). No improvements have been observed in any of the groups with respect to creativity. Finally, some cognitive processes mediated between music training and academic skills. This study highlights the benefits of music training in children aged 8 to 12 years, improving various cognitive processes and academic skills, mainly in those who start training before the age of seven. In addition, a moderate intensity musical training would be more beneficial to enhance various cognitive skills that are essential in academic development, highlighting the executive functions. Likewise, it is concluded that part of the improvements found in academic skills are due to improvements in various cognitive processes derived from musical

training (especially in executive functions and emotional intelligence). All this highlights the value that musical training can have for the educational environment.

# Índice de contenidos

<b>PARTE I. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1. La música y el ser humano.....</b>	<b>3</b>
1.1. Una aproximación a la música .....	3
1.1.1. Los parámetros musicales.....	5
1.2. El rol de la música en el desarrollo humano.....	7
1.2.1. Integración a la música desde el entorno cultural.....	12
1.3. La educación musical y sus tipologías .....	14
1.4. La educación musical en España.....	23
1.4.1. La enseñanza específica de la música en España.....	27
1.4.1.1. La enseñanza específica de la música en la Comunidad Autónoma de País Vasco.....	29
<b>CAPÍTULO 2. Neuropsicología y música .....</b>	<b>33</b>
2.1. Neurociencia cognitiva y neuropsicología .....	33
2.2. La neurocognición musical.....	35
2.2.1. Correlatos anatómo-funcionales de la percepción musical.....	37
2.2.2. Sustratos anatómo-funcionales de la interpretación musical instrumental .....	49
<b>CAPÍTULO 3. Las funciones ejecutivas .....</b>	<b>55</b>
3.1. Definición de las funciones ejecutivas.....	55
3.2. Modelos cognitivos de las funciones ejecutivas .....	58
3.3. Bases anatómo-funcionales de las funciones ejecutivas .....	62
3.4. Desarrollo evolutivo de las funciones ejecutivas .....	67
<b>CAPÍTULO 4. La inteligencia emocional .....</b>	<b>73</b>
1.3.1 Definición y modelos de la inteligencia emocional .....	73

1.3.2. Bases cerebrales de la inteligencia emocional.....	80
1.3.3. Desarrollo evolutivo de la inteligencia emocional.....	86
<b>CAPÍTULO 5. La creatividad .....</b>	<b>91</b>
5.1. El constructo de la creatividad .....	91
5.1.1. Dominios creativos .....	94
5.2. Bases anatomo-funcionales de la creatividad .....	95
5.2.1. Dominancia hemisférica de la creatividad .....	99
5.2.2. Relación de la creatividad con otros procesos cognitivos .....	101
5.3. Rasgos neurobiológicos, de la personalidad y ambientales relacionados con la creatividad.....	104
<b>CAPÍTULO 6. El rendimiento escolar y las habilidades académicas nucleares .....</b>	<b>109</b>
6.1. Las habilidades lingüísticas.....	112
6.1.1. Sustratos neuroanatómicos de los procesos lingüísticos .....	118
6.2. Las habilidades matemáticas .....	123
6.2.1. Bases neuroanatómicas de los procesos numéricos.....	128
<b>CAPÍTULO 7. Los hábitos y técnicas de estudio .....</b>	<b>135</b>
7.1. Aproximación conceptual a los hábitos y técnicas de estudio.....	135
7.2. Factores relevantes para la adquisición de unos buenos hábitos y técnicas de estudio .....	141
7.3. Beneficios de los hábitos y técnicas de estudio en el ámbito educativo ..	144
<b>CAPÍTULO 8. Efectos neuropsicológicos y académicos derivados del entrenamiento musical.....</b>	<b>149</b>
8.1. Modulaciones anatomo-funcionales inducidas por el entrenamiento musical instrumental prolongado.....	149
8.1.1. Adaptaciones neuroanatómicas asociadas al entrenamiento musical prolongado .....	151

8.1.2. Adaptaciones neurofuncionales asociadas al entrenamiento musical prolongado .....	154
8.2. Influencia de la edad en la que se inicia el entrenamiento musical.....	159
8.3. Incidencia de factores neurobiológicos, ambientales y socioculturales en el efecto del entrenamiento musical.....	165
8.4. Efectos de transferencia inducidos por el entrenamiento musical.....	172
8.4.1. Entrenamiento musical y funciones ejecutivas .....	175
8.4.2. Entrenamiento musical e inteligencia emocional .....	181
8.4.3. Entrenamiento musical y creatividad .....	185
8.4.4. Entrenamiento musical, habilidades académicas nucleares y rendimiento escolar .....	189
8.4.4.1. Entrenamiento musical y habilidades verbales .....	190
8.4.4.2. Entrenamiento musical y habilidades matemáticas .....	196
8.4.4.3. Entrenamiento musical y rendimiento escolar.....	200
8.4.5. Entrenamiento musical y hábitos y técnicas de estudio .....	203
8.5. Controversias respecto a las transferencias lejanas .....	205
<b>PARTE II. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS .....</b>	<b>215</b>
<b>CAPÍTULO 9. Justificación.....</b>	<b>217</b>
<b>CAPÍTULO 10. Objetivos e hipótesis .....</b>	<b>221</b>
10.1. Objetivo general de la tesis doctoral .....	221
10.1.1. Estudio 1: Diferencias en las habilidades cognitivas (funciones ejecutivas, inteligencia emocional, creatividad e inteligencia general) en función del entrenamiento musical instrumental en niños de 8-12 años.....	221
10.1.2. Estudio 2: Diferencias en habilidades académicas (habilidades verbales y matemáticas, el rendimiento escolar y los hábitos y técnicas de estudio) en función del entrenamiento musical instrumental en niños de 8-12 años .....	222

10.1.3. Estudio 3: Efecto de mediación de las variables cognitivas entre el entrenamiento musical instrumental y las habilidades académicas en niños de 8-12 años .....	224
---	-----

**PARTE III. ESTUDIOS EMPÍRICOS ..... 227**

**CAPÍTULO 11. Estudio 1: Diferencias en las habilidades cognitivas (funciones ejecutivas, inteligencia emocional, creatividad e inteligencia general) en función del entrenamiento musical instrumental en niños de 8-12 años .... 229**

11.1. Introducción.....	229
11.2. Método .....	235
11.2.1. Muestra.....	235
11.2.2. Diseño .....	243
11.2.3. Instrumentos.....	243
11.2.4. Procedimiento.....	247
11.2.5. Análisis .....	249
11.3. Resultados .....	250
11.3.1. Resultados de las diferencias en habilidades cognitivas entre el grupo sin entrenamiento musical y el grupo con entrenamiento musical.....	250
11.3.2. Resultados de las diferencias en habilidades cognitivas en función de la edad de inicio en el entrenamiento musical .....	255
11.3.3. Resultados de las diferencias en habilidades cognitivas según la intensidad del entrenamiento musical .....	261
11.4. Discusión.....	268
11.4.1. Diferencias en habilidades cognitivas entre el grupo sin entrenamiento musical y el grupo con entrenamiento musical .....	269
11.4.2. Diferencias en habilidades cognitivas en función de la edad de inicio en el entrenamiento musical.....	279
11.4.3. Diferencias en habilidades cognitivas según la intensidad del entrenamiento musical .....	285



11.5. Conclusiones.....	289
-------------------------	-----

**CAPÍTULO 12. Estudio 2: Diferencias en habilidades académicas (habilidades verbales y matemáticas, el rendimiento escolar y los hábitos y técnicas de estudio) en función del entrenamiento musical instrumental en niños de 8-12 años ..... 293**

12.1. Introducción.....	293
12.2. Método .....	298
12.2.1. Muestra.....	299
12.2.2. Diseño .....	299
12.2.3. Instrumentos.....	299
12.2.4. Procedimiento.....	302
12.2.5. Análisis .....	302
12.3. Resultados .....	302
12.3.1. Resultados de las diferencias en habilidades académicas entre el grupo sin entrenamiento musical y el grupo con entrenamiento musical.....	302
12.3.2. Resultados de las diferencias en habilidades académicas en función de la edad de inicio en el entrenamiento musical.....	306
12.3.3. Resultados de las diferencias en habilidades académicas según la intensidad del entrenamiento musical .....	312
12.4. Discusión.....	318
12.4.1. Diferencias en habilidades académicas entre el grupo sin entrenamiento musical y el grupo con entrenamiento musical .....	318
12.4.2. Diferencias en habilidades académicas en función de la edad de inicio en el entrenamiento musical.....	325
12.4.3. Diferencias en habilidades académicas según la intensidad del entrenamiento musical .....	329
12.5. Conclusiones.....	334

<b>CAPÍTULO 13. Estudio 3: Efecto de mediación de las variables cognitivas entre el entrenamiento musical instrumental y las habilidades académicas en niños de 8-12 años .....</b>	<b>337</b>
13.1. Introducción.....	337
13.2. Método .....	341
13.2.1. Muestra.....	341
13.2.2. Diseño .....	341
13.2.3. Instrumentos.....	342
13.2.4. Procedimiento.....	342
13.2.5. Análisis .....	342
13.3. Resultados .....	345
13.3.1. Resultados de mediación de las variables cognitivas entre el entrenamiento musical y las habilidades verbales.....	345
13.3.2. Resultados de mediación de las variables cognitivas entre el entrenamiento musical y las habilidades matemáticas.....	349
13.3.3. Resultados de mediación de las variables cognitivas entre el entrenamiento musical y el rendimiento escolar.....	351
13.3.4. Resultados de mediación de las variables cognitivas entre el entrenamiento musical y los hábitos y técnicas de estudio .....	354
13.4. Discusión.....	357
13.4.1. Efecto mediador de las variables cognitivas entre el entrenamiento musical y las habilidades verbales .....	357
13.4.2. Efecto mediador de las variables cognitivas entre el entrenamiento musical y las habilidades matemáticas.....	361
13.4.3. Efecto mediador de las variables cognitivas entre el entrenamiento musical y el rendimiento escolar.....	363
13.4.4. Efecto mediador de las variables cognitivas entre el entrenamiento musical y los hábitos y técnicas de estudio .....	366
13.5. Conclusiones.....	369

<b>PARTE IV. DISCUSIÓN GENERAL .....</b>	<b>373</b>
<b>CAPÍTULO 14. Discusión general.....</b>	<b>375</b>
14.1. Diferencias cognitivas y académicas entre niños sin entrenamiento musical y con entrenamiento musical .....	376
14.2. Diferencias cognitivas y académicas en función de la edad de inicio del entrenamiento musical.....	380
14.3. Diferencias cognitivas y académicas en función de la intensidad del entrenamiento musical.....	386
<b>CAPÍTULO 15. Limitaciones y prospectiva.....</b>	<b>395</b>
<b>CAPÍTULO 16. Conclusiones generales .....</b>	<b>403</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>409</b>
Publicaciones derivadas de la elaboración de la tesis doctoral .....	533
<b>ANEXOS.....</b>	<b>535</b>
<b>ANEXO 1: Invitación para las familias .....</b>	<b>537</b>
<b>ANEXO 2: Invitación para las familias (participación exclusivamente online)</b> .....	<b>538</b>
<b>ANEXO 3: Análisis de mediación no significativos .....</b>	<b>539</b>



## Listado de acrónimos

ADAP	Adaptabilidad
AEE	Actividades extraescolares
AR	Aritmética
AS	Atención sostenida
BADYG	Batería de Actividades Diferenciales y Generales
BARON	Inventario de Inteligencia Emocional
BRIEF-2	Evaluación Conductual de la Función Ejecutiva
CAPV	Comunidad Autónoma del País Vasco
CE	Control emocional
CHTE	Cuestionario de Hábitos y Técnicas de Estudio
CI	Cociente intelectual
CIN	Medida conductual de la inhibición
CMNS	Conocimiento del medio natural y social
CR	Creatividad
CREA	Test de Inteligencia Creativa
DI	Dígitos
EA	Estado anímico
EF	Educación física
EM	Entrenamiento musical
EMU	Educación musical
ENFEN	Evaluación Neuropsicológica de las Funciones ejecutivas en Niños
EP	Educación plástica

EV	Educación en valores
FE	Funciones ejecutivas
FF	Fluidez fonológica
FL	Flexibilidad cognitiva
FLEX	Medida conductual de la flexibilidad
FS	Fluidez semántica
HTE	Hábitos y técnicas de estudio
IC	Iniciativa
IE	Inteligencia emocional
IN	Inhibición
INTR	Intrapersonal
ITE	Interpersonal
K-BIT	Test Breve de Inteligencia de Kaufman
LC	Lengua castellana
LI	Lengua inglesa
LN	Letras y números
LV	Lengua vasca
MT	Memoria de trabajo
MTC	Medida conductual de la memoria de trabajo
ME	Manejo del estrés
OR	Organización de materiales
PL	Planificación
PLAC	Medida conductual de la planificación
RC	Regulación conductual

REM	Regulación emocional
RG	Regulación cognitiva
SSM	Supervisión de sí mismo
SST	Supervisión de la tarea
WISC-IV	Subtest de Memoria de Trabajo

---

## **Uso genérico del masculino**

A lo largo del documento, y siempre que el contexto no ha requerido de la distinción de sexos para su comprensión, se ha utilizado el genérico del masculino para designar la clase o individuos, ya que este término inclusivo no implica una condición marcada de oposición entre lo masculino y lo femenino, siguiendo las recomendaciones del Informe de la Real Academia Española sobre el lenguaje inclusivo y cuestiones conexas (Real Academia Española, 2020).





## Prólogo

La música desempeña un importante papel en distintos eventos y situaciones de nuestra vida cotidiana, pero, más allá de su poder catártico, parece que el entrenamiento musical instrumental (aprendizaje musical basado en tocar un instrumento musical) podría ser una actividad relevante para modular y potenciar el desarrollo de diversas funciones cerebrales (Linnavalli et al., 2021; Román-Caballero et al., 2022; Schellenberg, 2020). Los procesos de enseñanza-aprendizaje se sustentan en distintas funciones cerebrales y dado que la educación persigue el desarrollo integral de todos los estudiantes, se plantea que el entrenamiento musical podría contribuir de manera significativa al ámbito educativo. Este pretexto motivó que el trabajo final realizado dentro del Máster en Neuropsicología y Educación se centrara en esta temática, lo que despertó el interés por continuar profundizando en este ámbito. Todo ello impulsó la puesta en marcha de la presente investigación, buscando analizar la relevancia del entrenamiento musical instrumental para el desarrollo de habilidades cognitivas y académicas en niños de la etapa de Educación Primaria, así como estudiar la importancia diferencial de la edad de inicio e intensidad de dicho entrenamiento.

El trabajo se ha estructurado en cuatro partes, donde la primera aborda la revisión teórica de las distintas variables involucradas en el estudio (Capítulos 1-8). Partiendo de la revisión de la literatura previa, la segunda parte justifica la importancia de llevar a cabo el presente trabajo y expone los distintos objetivos que persigue (Capítulos 9-10). Los objetivos del trabajo se han abordado a través de tres estudios empíricos recogidos en la tercera parte del trabajo. El primer estudio analiza las diferencias en las habilidades cognitivas (Capítulo 11), el segundo en las habilidades académicas (Capítulo 12) y el tercer estudio aborda el efecto de mediación de las habilidades cognitivas entre el entrenamiento musical instrumental y las habilidades académicas (Capítulo 13). La cuarta parte del trabajo expone la discusión general de la investigación (Capítulo 14), las limitaciones y prospectiva (Capítulo 15), así como las conclusiones generales (Capítulo 16). El trabajo continúa con las referencias asociadas a los autores citados a lo largo del texto, para finalizar con los distintos anexos que ayudan a complementar el trabajo.



# **PARTE I. MARCO TEÓRICO**



# **CAPÍTULO 1. La música y el ser humano**

## ***1.1. Una aproximación a la música***

La música es un fenómeno físico que existe en nuestro entorno en forma de vibraciones y que, tras pasar por el sistema auditivo, es percibida como fenómeno musical en nuestro cerebro (Arias, 2014). Este fenómeno comienza con las vibraciones captadas por el pabellón auditivo del oído externo, para continuar con su transmisión por el oído medio e interno (donde se realiza la transducción coclear) y llegar, finalmente, a nuestro cerebro en forma de impulsos eléctricos (Cruz et al., 2013; Montalvo y Moreira-Vera, 2016). El cerebro es el que percibe y da forma a lo que conocemos como música (Arias, 2014) y donde se desencadenan una serie de reacciones que inciden sobre aspectos biológicos y comportamentales del ser humano (Montalvo y Moreira-Vera, 2016). Por ello, la música es considerada como la manifestación artística más abstracta, ya que, al contrario que en las artes visuales o verbales, su valor estético no reside en el relato o en la representación de eventos (Zatorre y Salimpoor, 2013). Así pues, la música representa sonidos de lo humano y crea historias que no requieren de palabras para generar narraciones llenas de significado (Malloch y Trevarthen, 2018).

Se trata de un rasgo que acompaña a todas las culturas humanas, con una amplia variabilidad sociocultural y que desempeña diversas funciones y significados, lo que dificulta el establecimiento de una única y universal definición de la música (Honing et al., 2015; Pearce y Rohrmeier, 2012). En este sentido, Dahlhaus y Eggebrecht (2012) afirman que, del mismo modo que no existe una única historia, tampoco existe una sola música universal, ya que esto supondría caer en la utopía clásica de la humanidad. Por lo tanto, toda definición de la música es una construcción ideológica asentada en procesos políticos y socioculturales dinámicos (Cross y Morley, 2008). A pesar de la variabilidad cultural de la música, se considera que los distintos grupos sociales o culturales comparten algunas características musicales (Dissanayake, 2011): se trata de una acción interpretativa y a veces basada en la improvisación; es comunal debido a que prácticamente todas las personas del grupo pueden participar; es multimodal al manifestarse en el canto, en la danza o en la instrumentación musical; tiene un alto valor cultural; y en ocasiones, tiene una

intención religiosa o de ritual. En este sentido, la mayoría de los sistemas musicales comparten la unión entre la música y el ritual, así como la propiedad isorítmica (mantenimiento de la misma configuración rítmica a lo largo de una pieza musical) (Trehub et al., 2015). En la Tabla 1 se recogen las características de una tipología de música universal.

**Tabla 1**

*Tipología de una música universal*

Característica	Especificaciones
Universales conservados en todas las expresiones musicales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de tonos discretos</li> <li>• Octavas equivalentes</li> <li>• Transposición musical</li> <li>• Organización musical en frases</li> <li>• Activación de la expresión emotiva</li> </ul>
Patrones predominantes en la mayoría de los sistemas musicales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escalas de siete o menos notas</li> <li>• Ritmos precisos e isométricos</li> <li>• Organización divisional en la estructura rítmica</li> <li>• Uso de motivos melódicos para generar melodías</li> <li>• Uso de idiófonos y tambores</li> <li>• Contexto religioso o de ritual al hacer música</li> <li>• Uso de textos verbales en la música vocal</li> <li>• Función comunicativa y de actitud social de la música</li> </ul>
Patrones comunes en muchos estilos musicales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Predominio del canto silábico</li> <li>• Uso de aerófonos</li> <li>• Imitaciones cruzadas entre voces e instrumentos</li> <li>• Uso de la representación acústica</li> <li>• Asociación entre la música y la danza</li> </ul>

Característica	Especificaciones
Conjunto de rangos universales en todos los sistemas musicales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ritmos medidos frente a no medidos</li> <li>• Textura monofónica frente a heterofónica</li> <li>• Textura homofónica frente a polifónica</li> <li>• Organización individual frente a grupal</li> </ul>

*Nota:* Adaptado de "Universals in the world's musics", por Brown, S. y Jordania, J., 2013, *Psychology of Music*, 41(12), 229-248. Copyright 2011.

El sistema musical de toda cultura puede descomponerse en elementos básicos del sonido para organizarlos, a su vez, en categorías musicales como el ritmo o la melodía (Brown y Jordania, 2013). En este sentido, el cerebro percibe el fenómeno musical tras combinar las distintas cualidades del sonido (intensidad, timbre, duración y tono) y generar los parámetros musicales (melodía, métrica, ritmo y melodía) (Arias, 2014). Estos parámetros se consideran las categorías gramaticales universales de la música que permiten definir, analizar y comparar todo sistema musical (Brown y Jordania, 2013).

### 1.1.1. Los parámetros musicales

A pesar de las diferencias estructurales, la música puede ser considerada universal para todas las sociedades debido a los parámetros musicales compartidos (Espinar, 2011), que están constituidos por los elementos básicos del sonido con las siguientes cualidades físicas (Levitin, 2014; Montalvo y Moreira-Vera, 2016):

- Tono o altura: cualidad del sonido que designa si un sonido es grave o agudo, lo que está determinado por la frecuencia de la vibración sonora, siendo los agudos los que presentan mayores frecuencias. Se mide en Hercios (Hz) o ciclos por segundos y, para que un sonido sea audible, debe estar dentro del espectro audible del ser humano (situado entre 20-20.000 Hz). En la música, se denomina tono al sonido musical aislado y se le llama nota cuando está representado mediante la notación musical en el pentagrama. Musicalmente, el tono se relaciona con los parámetros de la melodía y la armonía.
- Intensidad o volumen: indica si el sonido es débil o fuerte, estando determinado por la amplitud de las vibraciones. Se mide en decibelios (dB) y para su

percepción, el sonido debe superar el umbral auditivo (0 dB) y no debería superar el umbral del dolor (120 dB). En relación con los parámetros musicales, la intensidad se asocia a los matices y dinámicas de la expresión musical.

- Duración: se refiere al tiempo de vibración del sonido medido en segundos y, musicalmente, se relaciona con el ritmo.
- Timbre: es la cualidad que permite distinguir distintas fuentes sonoras, como voces o instrumentos musicales, aunque estén realizando un sonido de la misma duración, intensidad y tono. Se forma gracias a los armónicos (ondas de menor amplitud respecto a la onda principal) y se determina en función de la forma de dichas ondas concomitantes.

A partir de estos atributos perceptuales básicos del sonido, el cerebro realiza una organización coherente entre los sonidos y los silencios para formar los parámetros de orden superior que conforman la música (Levitin, 2014; Montalvo y Moreira-Vera, 2016):

- Melodía: está formada por la combinación de sonidos y silencios que suenan sucesivamente para conformar la parte principal de una pieza musical.
- Armonía: se basa en las relaciones verticales y concordantes entre tonos que suenan simultáneamente, siendo el acorde de triada (tres tonos simultáneos) la unidad básica.
- Ritmo: hace referencia a la duración de un conjunto de sonidos agrupados en unidades de tiempo.
- Compás: el modo en que se distribuyen y se agrupan los sonidos a lo largo del tiempo, combinando partes sonoras acentuadas y débiles que se repiten en intervalos regulares.
- Tonalidad: se define como la ordenación jerárquica de un conjunto de tonos en una escala, que se ordena a partir de unos intervalos o distancias concretas entre cada sonido.

Todos estos parámetros se procesan en el cerebro a través de una compleja cascada neuronal auditiva donde intervienen procesos mecánicos (el oído externo y medio) y eventos químicos (oído interno y nervio auditivo) (Omar et al., 2010). Este



procesamiento implica la separación de las propiedades musicales, análisis, reagrupación, reconocimiento e interpretación de las mismas para derivar en la sensación y en la percepción auditiva, permitiendo así construir representaciones internas y abstractas del estímulo sonoro (García-Casares et al., 2013). Todo ser humano está capacitado para vivir la experiencia de la música (Dissanayake, 2011) y esta naturaleza innata hace que esté presente en todas las sociedades mostrando una evolución dependiente de la sonoridad que rodea a la persona (Martín-López, 2006).

## ***1.2. El rol de la música en el desarrollo humano***

Desde la antigüedad, la música ha formado parte de la vida cotidiana de todas las culturas, siendo así esencial para la filosofía natural y para la construcción de la teoría evolutiva del ser humano (Killin, 2018). Es un antiguo dominio sociocognitivo que resulta básico para la especie humana y que incide en su desarrollo filogenético (Koelsch y Siebel, 2005). Además de una característica innata, la música desempeña un rol biológico en la evolución humana, debido a que es un medio que favorece la transformación adaptativa y eficiente del estado mental emocional en señales sociales (Clark et al., 2015). Por ello, la música es un aspecto muy asociado al ser humano desde fases muy tempranas del desarrollo (Martín-López, 2006) y es que, a pesar de que otras especies también han mostrado ciertas habilidades proto-musicales (Schachner et al., 2009), parece que algunas facultades musicales serían exclusivas del ser humano como la creación musical, la composición musical, las interpretaciones grupales, la sensibilidad a la calidad perceptiva y el aprendizaje y ejecución instrumental (Koelsch, 2009; Schachner et al., 2009; Zatorre y Salimpoor, 2013).

Al hablar de la música como una facultad innata, es importante diferenciar los términos de musicalidad y música. La musicalidad hace referencia al desarrollo natural y espontáneo de un conjunto de rasgos basados en el sistema cognitivo del ser humano, mientras que la música sería el constructo sociocultural que se desarrolla a partir de la musicalidad, mostrando así una relación de dependencia (Honing et al., 2015; Honing y Ploeger, 2012). Gingras et al. (2015) definen la musicalidad como la capacidad humana de percibir, reproducir y crear eventos musicales, facultades que dependen de habilidades perceptivas y productivas. Según Trehub et al. (2015), la

musicalidad es una característica propia del ser humano que permite la participación de la persona en actividades que denominamos música. Estos autores señalan que las actividades musicales son aprendidas dentro de un contexto cultural, implicando el canto o algún tipo de instrumentación musical rudimentaria con objeto de realizar juegos o rituales sociales. Malloch y Trevarthen (2018), por su parte, acuñan el término de musicalidad comunicativa, definiéndolo como la habilidad innata del ser humano para crear, mover, retener y planificar significados (sin palabras y narrativas estructuradas) compartidos que potencian las emociones de resistencia social. Junto con ello, estos autores afirman que la diversidad de formas culturales de la música tiene su origen en dicha musicalidad comunicativa innata.

La importancia de la música en la evolución personal y social del ser humano se ha observado desde las antiguas civilizaciones, ya que ha desempeñado diversas funciones en el desarrollo social, emocional y cognitivo del ser humano (Malloch y Trevarthen, 2018; Pearce y Rohrmeier, 2012). En la antigua Grecia, la música se englobaba junto con otras artes dentro del término *Mousiké* (relativo a las musas) y desempeñaba una importante función a nivel social, ético, educativo y político (Fubini, 2007). La Grecia clásica comenzó a considerar las dimensiones científicas y filosóficas de la música y a incorporarla de forma sistemática a la educación (Fubini, 2007). De este modo, figuras tan relevantes como Aristóteles, Pitágoras o Platón mostraron un nuevo enfoque y grandes avances en la educación, donde destacaron la educación musical (Cifredo-Marín, 2021). Ya en la Edad Media, la música fue considerada como un aspecto esencial en la educación de los hombres libres al ubicarla dentro del *Quadrivium* junto a la aritmética, la geometría y la astronomía (Fubini, 2007). Así pues, podría considerarse que la música es uno de los rasgos sociocognitivos más antiguos en la existencia del ser humano (Koelsch, 2012; Zatorre y Salimpoor, 2013). En este sentido, su ambigüedad y ubicuidad hacen de la música un fenómeno de comunicación y de expresión universal a lo largo de distintas culturas (Levitin, 2014; Martínez-Cantero, 2014) y constituye una actividad cultural y comunicativa transmitida mediante la interacción transgeneracional (Trehub et al., 2015). En este sentido, y a pesar de considerarse como un lenguaje que supera fronteras socioculturales, la música varía en sus múltiples expresiones, dialectos y significados (Matsunobu, 2011). De hecho, este autor defiende que la música es

culturalmente universal, pero no un lenguaje universal debido a la variabilidad conceptual y especificidad de cada cultura (Richards, 2017).

Algunos autores consideran que la música es un lenguaje organizado (Jauset-Berrocal y Soria-Urios, 2018; Lozano et al., 2013) que actúa como precursor del lenguaje hablado (García-Casares et al., 2013). En este sentido, y teniendo en cuenta el desarrollo evolutivo, parece que los niños tienen una participación más temprana en la música que en el lenguaje, debido a la predisposición innata para responder a la métrica musical mediante movimientos corporales que se ha observado en los bebés de entre 5-24 meses (Zentner y Eerola, 2010). Desde esta perspectiva, el lenguaje se construiría sobre esta predisposición innata para la musicalidad, considerando así, esta última como predecesora del lenguaje (Jackendoff, 2009). Acorde con esta relación secuencial, se ha subrayado que el temprano procesamiento sensorial auditivo desempeña un importante papel en el posterior desarrollo lingüístico del niño (Anderson et al., 2013). De hecho, las respuestas cerebrales de los neonatos ante secuencias cantadas parecen poder predecir el vocabulario expresivo que tendrán a los 18 meses (François et al., 2017). En cambio, Peretz et al. (2015) señalan que la capacidad natural para la musicalidad tiene su base en la disposición natural del humano para el habla. Según Dissanayake (2011), el origen de la música tiene su base en las vocalizaciones pseudomusicales que los cuidadores hacen delante de los bebés, lo que favorece el bienestar y supervivencia del niño. En este sentido, las características musicales del lenguaje podrían actuar como cimiento para el futuro desarrollo de aspectos lingüísticos como la sintaxis y la semántica, considerando así el lenguaje hablado como un tipo especial de música (Brandt et al., 2012).

Desde dicho planteamiento, la comunicación musical temprana podría considerarse como un importante elemento para el desarrollo cognitivo, social y emocional de los niños (Gerry et al., 2012). Esta facultad innata para la música muestra una evolución secuencial que depende de la sonoridad ambiental (Martín-López, 2006) y emerge antes del nacimiento (Malloch y Trevarthen, 2018), ya que la capacidad de procesamiento musical se desarrolla desde el útero materno mediante la exposición del bebé a sonidos y vibraciones (Lordier et al., 2019a). De hecho, las experiencias musicales que se dan desde la etapa uterina van modelando la predisposición innata que tiene el cerebro para las habilidades musicales (Trehub, 2001). Al principio, los neonatos solo muestran respuestas límbicas ante la música, lo

que les permite percibir la prosodia afectiva del tono y el ritmo de la voz materna (Custodio y Cano-Campo, 2017). Dado que el canto materno (caracterizado por un tempo lento, tono alto y expresividad emocional) tiene la capacidad de moderar la excitación, la atención de los bebés se centra más en las características de este canto materno que en el propio discurso (Trehub, 2001). Hacia los seis meses los bebés comienzan a apreciar variaciones melódicas y de tempo en el habla y en el canto materno (Custodio y Cano-Campo, 2017), favoreciendo así el desarrollo de su capacidad para poder discriminar los distintos sonidos entre idiomas similares (Gervain y Mehler, 2010). La Tabla 2 recoge el desarrollo del procesamiento de diversos aspectos musicales en la primera infancia.

**Tabla 2**

*Desarrollo del procesamiento de las cualidades musicales*

Edad	Procesamiento de cualidades musicales	Autor
Recién nacido	Percepción y discriminación afectiva del tono y ritmo de la voz materna	Custodio y Cano-Campo (2017)
	Capacidad para percibir datos temporales primarios del habla y la música	Háden et al. (2015)
2 meses	Habilidad para detectar alteraciones de patrones temporales	Otte et al. (2013)
4 meses	Movimientos estereotipados ante la música	Morgan et al. (2013)
5 meses	Reflejo del ritmo musical mediante movimientos rítmicos	Zentner y Eerola (2010)
6 meses	Sensibilidad ante modificaciones de la estructura armónica y capacidad para separar dos objetos sonoros simultáneos	Folland et al. (2012)
7 meses	Percepción de cambios (tempo o transporte de tonalidad) realizados en una melodía escuchada previamente	Custodio y Cano-Campo (2017)
30 meses	Conocimiento implícito de las regularidades armónicas de la sintaxis musical	Jentschke et al. (2014)

Edad	Procesamiento de cualidades musicales	Autor
3 años	Percepción de contrastes en las cualidades del timbre, la intensidad, el tono o la duración y exteriorización del placer inducido por la escucha musical	Custodio y Cano-Campo (2017)
4 años	Capacidad para distinguir sonidos vocales y tipo de instrumento	
5-7 años	Detección de estructuras tonales y armónicas	

Vinculado a este desarrollo evolutivo, Moog (1976) propuso la teoría del desarrollo del pensamiento musical, basada en la epistemología piagetiana, que plantea la necesidad de la exposición de los bebés al *baby talk* (comunicación cargada de aspectos musicales y lingüísticos precursores del lenguaje que capacita para discriminar la carga emocional y las modulaciones de la voz), lo que favorecerá la percepción de estructuras melódicas, rítmicas y armónicas hacia los diez años (Solís, 2017): el canto espontáneo (entre los primeros 2-3 años y disminuye hacia los cinco años), la imitación de canciones (a partir de los 3-4 años, para llegar a hacerlo con precisión hacia los cinco años), la habilidad rítmica (primero predomina el balanceo, luego hacia los dos años y medio comienza la imitación rítmica, con siete años muestra gran coordinación y a los nueve realiza polirritmias), la capacidad melódica (el bebé balbucea como respuesta a la música escuchada y entre los 7-14 años progresa la discriminación de alturas) y el desarrollo de la adquisición de la tonalidad (hacia los cinco años comienza a detectar los cambios de tonalidad).

Todo ello refleja que toda persona puede disfrutar de la música independientemente de su nivel de pericia (Dissanayake, 2011). Sin embargo, la mayoría de las personas tienden a inhibir su capacidad de practicar o crear música debido a la pérdida de modelos sociales, derivando así en una participación limitada al rol de consumidor de música (Cross y Morley, 2008). En este sentido, a menudo, la música se relaciona con aquellas personas formadas y con un dominio virtuoso de su instrumento musical, reflejando así un planteamiento dualista y jerárquico de la música (Estrada, 2014; Müllensiefen et al., 2014). Esta concepción dicotómica tan arraigada en las sociedades occidentales tendría su origen en la supremacía de la música clásica frente a otros estilos musicales, influyendo, además, en el uso que la sociedad

hace de la música (Dahlhaus y Eggebrecht, 2012). Desde este enfoque, es considerado músico aquel que ha desarrollado elevadas competencias técnicas en la música tonal propia del repertorio clásico-romántico (Small, 2003). Esto refleja que la sociedad occidental ha ignorado otros tipos de relaciones con la música, al centrarse, casi exclusivamente, en la habilidad de tocar un instrumento y en la pericia de interpretar obras de la música occidental (Levitin, 2012). Por ello, y a pesar de que la predisposición humana es mayor para la apreciación que para la producción musical (Honing et al., 2015; Markovic et al., 2017), no debe obviarse que hay experiencias musicales que no implican conocimientos teóricos ni técnicos (Müllensiefen et al., 2014).

Así pues, la música como potencial natural e innato está presente en todas las personas desde su nacimiento, no restringiéndose únicamente a los músicos profesionales (Peretz, 2013; Schellenberg y Weiss, 2013; Soria-Urios et al., 2011). Además, esta capacidad musical va desarrollándose a lo largo de la vida (Gooding y Standley, 2011) y de manera diferencial en función de las experiencias musicales a las que esté expuesta cada persona (Hannon y Trainor, 2007).

### **1.2.1. Integración a la música desde el entorno cultural**

El ser humano desarrolla su musicalidad dentro del contexto cultural que le rodea, interiorizando rasgos con significado propio que comienzan por gestos estructurados y narrativos en ausencia de la palabra (Malloch y Trevarthen, 2018). La música, como elemento cultural que es, participa en el proceso de integración cultural gracias a la exposición de experiencias musicales (Vargas, 2015). Durante la primera infancia, las experiencias musicales del entorno familiar desempeñan un rol determinante en la construcción de la integración musical del niño (Ilari, 2018). Al comienzo, los bebés tienen sensibilidad para percibir rasgos musicales comunes en distintas culturas, capacidad que se irá especializando a lo largo de su desarrollo evolutivo (Honing et al., 2015; Soley y Hannon, 2010). En este sentido, los bebés occidentales de seis meses son capaces de detectar sutiles alteraciones temporales en patrones métricos simples y complejos tanto si son familiares como si no lo son, mientras que, a los 12 meses de edad, y como consecuencia de la exposición a la regularidad temporal propia de la música occidental, solo detectan las alteraciones en

los patrones simples que les resultan familiares (Hannon y Trehub, 2005b, 2005a). A pesar de ello, tras una exposición breve a músicas extranjeras, los bebés de 12 meses, aunque no así los adultos, pueden desarrollar la capacidad de percibir las diferencias rítmicas en músicas no familiares (Hannon y Trehub, 2005b). A partir de ello, estos autores destacan la primera etapa de la vida como un periodo sensible para la adquisición de las estructuras rítmicas relevantes para la música de su entorno cultural.

Los niños van interiorizando la estructura de la música que les rodea a través de un aprendizaje implícito, ya que se han observado indicadores neurofisiológicos relacionados con el procesamiento de aspectos musicales predominantes en el entorno cultural (Corrigall y Trainor, 2014). Como ejemplo de ello, los niños y adultos de culturas en las que predomina la música occidental muestran una preferencia por acordes dentro de la misma tonalidad, secuencias musicales terminadas en tónica (conclusiva) en lugar de en supertónica (no conclusiva) y por los intervalos (distancia entre dos notas) consonantes (estables) frente a los disonantes (inestables), reflejando así que la experiencia cultural desempeña un importante papel en la preferencia de ciertas secuencias interválicas o melódicas (Jentschke et al., 2014; Trehub y Hannon, 2009). En este sentido, la predilección y especialización estético-musical hace que el cerebro desarrolle una mayor capacidad para el procesamiento de los patrones tonales e interválicos a los que está expuesto, de modo que la prolongada exposición a la música occidental genera una preferencia y mejor procesamiento de estructuras temporales con regularidad rítmica (Soley y Hannon, 2010). Así, los niños de seis meses con una participación musical activa muestran preferencia hacia estructuras tonales propias de la cultura musical que les rodea, reflejando que la experiencia musical acelera dicho proceso de integración musical (Trainor et al., 2012). Además, y respecto al valor social de la música, estos autores observaron que este proceso de temprana integración a la música desde el entorno cultural se asocia con un comportamiento social más positivo en el futuro.

A través de este proceso de aprendizaje implícito, los niños van desarrollando la sensibilidad hacia los sonidos musicales y lingüísticos de su cultura, a la vez que su cerebro se va especializando en dichos patrones gracias a la generación de conexiones que cada vez son más similares a las del adulto (Johnson, 2011). De este modo, las experiencias musicales vividas desde la infancia influyen en el desarrollo

estético y en la capacidad de procesamiento (Trehub y Hannon, 2009), construyendo así la propia idea, concepción y gusto por la música (Brandt et al., 2012). En este sentido, Dys et al. (2017) diferencian entre la preferencia musical (predilección hacia diferentes géneros musicales) y la identidad musical (desarrollo identitario asociado a la escucha de variedad de géneros musicales). Estos autores hallaron relación entre las preferencias musicales, la etnia, el contexto histórico-cultural y ciertas variables de la personalidad, aunque no así en el caso de la identidad musical. Así pues, y a partir de la exposición a sistemas culturales y musicales concretos, cada persona construye su propio modelo perceptivo musical y su propia noción de lo que constituye la música, constatando así la complejidad de poder establecer una única definición válida a nivel intercultural e interpersonal (Honing et al., 2015; Trehub et al., 2015; Zatorre y Salimpoor, 2013). Junto con todo ello, desde muy temprana edad se van almacenando secuencias musicales que permiten desarrollar la habilidad predictiva ante futuras regularidades musicales, la que genera sensaciones de anticipación y de placer a través del circuito de la recompensa (Salimpoor et al., 2015; Schön y François, 2011). Todo este proceso de integración a la música desde el entorno cultural y la construcción de la identidad y la preferencia musical varían de una persona a otra en función de la cantidad de exposición a un entorno musical específico y de la educación musical recibida por cada persona (Reybrouck y Brattico, 2015).

### ***1.3. La educación musical y sus tipologías***

Aunque la música abarca un marco pedagógico muy amplio, generalmente la educación musical es entendida como una enseñanza especializada de la música centrada en aprender a tocar un instrumento musical (Gómez y Gómez, 2014). Esta tradición de formación especializada tiene su origen a partir de finales de la Edad Media, donde se dio un gran desarrollo técnico en el aprendizaje instrumental (Ros, 2000). Esto generó la aparición del virtuosismo instrumental a partir del siglo XVII, lo que implicó la necesidad de desarrollar estrategias de aprendizaje centradas en la precisión técnica (Jorquera-Jaramillo, 2014). Este avance trajo consigo la necesidad de desarrollar sistemas formativos centrados en el dominio musical, responsabilidad que inicialmente recayó sobre las instituciones religiosas para posteriormente pasar a ser sustituidas por los conservatorios (Serrallach, 1953). Los conservatorios iniciales,



surgidos en Italia (Nápoles) en el siglo XVI, eran instituciones de caridad que acogían y formaban a los niños huérfanos en distintos oficios como el de músico y desde su creación, han sido el modelo por excelencia para la educación musical occidental (Ros, 2000). Los progresos en la psicología y en la pedagogía favorecieron la aparición de nuevos métodos basados en sistemas alternativos que buscaban solucionar las dificultades asociadas al aprendizaje tradicional del lenguaje musical y lograr así un aprendizaje musical más eficaz (Ros, 2000). Estos métodos iniciales surgieron en Francia entre los siglos XVII y XIX y Serrallach (1953) los denominó y clasificó como métodos modales (ver Tabla 3).

**Tabla 3**

*Métodos musicales modales*

	Autor	Características
Métodos modales	Jean-Jacques Rousseau	Sustituir las notas por números.
	Pierre Galín	Método Meloplasto. Notas y tonalidades sustituidas por números.
	Guillaume Wilhem	Educar primero el oído, aprender después con signos numéricos, gestos manuales y escalas relativas, para terminar, cantando o tocando un instrumento.
	Sarah Glover	Método Tónica-Sol-Fa. Escalas relativas y escritura de notas con sus iniciales.

En el siglo XX, el siglo de oro, surgieron grandes métodos de la pedagogía a partir de la influencia de las aportaciones del filósofo Dewey (Díaz, 2005; Gainza, 2003, 2011) y de las pedagogías activas que tienen su base en la experiencia del sujeto (Gainza, 2011). En este contexto, se produjeron grandes avances pedagógicos que, aunque en menor medida que en otras disciplinas, también influyeron en la educación musical (Cifredo-Marín, 2021). Este contexto propició la aparición de distintos métodos musicales basados en los principios de las enseñanzas activas (Cuevas Romero, 2015; Gainza, 2011). Los métodos musicales activos surgieron en

Europa y Estados Unidos con el objetivo de dotar a la educación musical de un carácter democrático, activo, dinámico, creativo y práctico (Cuevas Romero, 2015). A partir de ello, distintos autores han planteado diferentes clasificaciones respecto a los distintos métodos musicales (Solís, 2017). La Tabla 4 muestra una clasificación de los métodos musicales surgidos en el siglo XX (Brufal-Arráez, 2013; Díaz y Giráldez, 2007; Gillanders y Candisano, 2011).

**Tabla 4**

*Métodos pedagógicos musicales del siglo XX*

	Autor	Características
Métodos precursores	John Curwen	Adaptación del método Tónica-Sol-Fa. Signos manuales para designar cada nota.
	Maurice Chevais	Fononimia (indicar cada nota con la posición de la mano en distintas partes del cuerpo) y dactilorrhythmia (representar las divisiones del compás con los dedos de la mano).
Métodos activos	Emil Jacques-Dalcroze	Método Eurrhythmia. Relación entre el movimiento, el ritmo y la vida, entendiendo la música como el movimiento expresivo del cuerpo. Interiorizando primero el solfeo musical mediante el movimiento en el espacio. Importancia de la improvisación.
	Justine Bayard-Ward	Desarrollar la imaginación y el poder expresivo, realizando conexiones interdisciplinares entre la música y el resto de las materias escolares. La voz como primer instrumento y el canto como la metodología principal. Uso de notación numérica, gestos manuales y corporales, escalas relativas y de la improvisación.
	Edgar Willems	Aprendizaje musical implícito y natural por impregnación. Del instinto musical a la conciencia musical. Uso de la escucha sensorial, la reproducción, la improvisación,

Autor	Características
	recursos exclusivamente musicales y de gestos corporales. La voz y el cuerpo como instrumentos principales.
Maurice Martenot	Educación global a través del arte, con un enfoque lúdico. Centrado en la vivencia del ritmo musical con todo el cuerpo, la improvisación y el canto libre.
Métodos instrumentales	Zoltán Kodaly El canto coral y la música popular como la base del aprendizaje musical. Uso de la escala pentatónica (5 notas), la escala relativa, los signos manuales, los ritmos silábicos (designar la duración de las notas con sílabas) y el movimiento corporal como base para el aprendizaje rítmico.
	Carl Orff Partir de los intereses del niño combinando la música, el movimiento y el lenguaje. Uso de la expresión vocal, corporal e instrumental y la composición y la improvisación grupal.
	Shinichi Suzuki Enfoque positivista y humanista hacia las posibilidades del desarrollo del talento en los niños. Centrado en el aprendizaje del violín, de forma natural como la lengua materna. Aprendizaje auditivo y memorístico de piezas musicales, por imitación y siendo esencial la implicación de la familia.
Métodos creativos	Pierre Schaeffer Procesos autodidácticos sustentados en el juego musical del niño. Importancia al valor expresivo del silencio y el sonido, realizando producciones espontáneas.
	Murray Schafer Enseñanza de la música para todos a través de una experimentación informal y libre con el sonido. Enfoque asistemático centrado en el

Autor	Características
	intercambio sonoro y la expresión individual, haciendo música en la escuela y dando más importancia al proceso que al resultado. Propuesta de la ecología acústica que busca recuperar la sensibilidad auditiva con el entorno.
John Paynter	Planteamiento de dos caminos diferentes en la educación musical, el centrado en el dominio técnico profesional y el centrado en el placer musical. Importancia de incorporar la música contemporánea en la escuela como fuente de creatividad. Experimentación libre, expresivo y lúdico con el sonido, basado en una educación por el arte que busca desarrollar la imaginación, la sensibilidad y la creatividad.

*Nota:* Adaptado de "Los principales métodos activos de educación musical en primaria: Diferentes enfoques, particularidades y directrices básicas para el trabajo en el aula", por Brufal-Arráez, J.D., 2013, *Artseduca*, 5, 6-21. Adaptado de "Aportaciones teóricas y metodológicas a la educación musical. Una selección de autores relevantes", por Díaz, M. y Giráldez, A., 2007, Editorial Graó. Adaptado de "Métodos y modelos en educación musical", por Gillanders, C. y Candisano, J., 2011, *Música y Educación*, 87(3), 62-72.

Dentro de las distintas clasificaciones planteadas, se ha propuesto la siguiente agrupación respecto a los métodos musicales del siglo XX (Jorquera-Jaramillo, 2014):

- Métodos pioneros previos a los modelos activos: estos métodos buscan facilitar el aprendizaje técnico de la música y su lenguaje, entendiendo la música como un objeto y teniendo como objetivo principal la formación para la música. Dentro de esta corriente, estarían Jean Jacques Rousseau (sistema didáctico que sustituye las notas musicales por números), John Curwen (sistema basado en el Do móvil), Guillaume Louis Bocquillon Wilhem (sistema organizado por grados y basado en el Do fijo) y Galín París Chevé (sistema con Do fijo que también sustituía las notas musicales por números).
- Métodos pioneros: esta corriente se relaciona con el movimiento de la Escuela Nueva, procurando poner en el centro al alumno y dejando de lado la práctica

tradicional magistocéntrica. Dentro de estos métodos se situarían las propuestas pedagógicas de Émile Jaques-Dalcroze, Carl Orff y Zoltán Kodaly.

- Métodos contemporáneos a los pioneros: estos métodos se caracterizan por incluir aspectos místicos y espirituales asociados a la música y, dentro de los mismos, estarían la pedagogía musical de Edgar Willems y de Maurice Martenot.
- Métodos particulares: se proponen dos métodos dentro de esta agrupación (Suzuki y Yamaha), debido a su singular pensamiento pedagógico y por su enfoque más centrado en las escuelas de música. El método Yamaha plantea el comienzo de la educación musical a los 5 años, centrando el aprendizaje en el teclado e incluyendo el canto y la improvisación como parte del proceso de aprendizaje. El método Suzuki, por su parte, se centra en el aprendizaje musical temprano a través del violín (inicio entre los 3-4 años), implicando un aprendizaje basado en la escucha inmersiva, la memoria, una temprana interpretación en público y el compromiso y participación constante de los padres.

La siguiente clasificación diferencia los métodos de enseñanza musical en los siguientes contextos (Solís, 2017):

- Métodos de enseñanza instrumental: se centran en el dominio de la lectoescritura y de la técnica instrumental para poder interpretar obras musicales con los instrumentos musicales, distinguiéndose tres corrientes:
  - Hasta el siglo XIX: ejercitación de la musculatura y metodologías instructivas.
  - La primera mitad del siglo XX: incluyen la teoría de la música y asocian la organología para entrenar las partes corporales implicadas en la ejecución del instrumento.
  - La segunda mitad del siglo XX: desde 1950 surgieron una variedad de métodos que se clasifican en diversos enfoques:
    - Enseñanza infantil: promueve el desarrollo de habilidades musicales a través de canciones infantiles sencillas, teniendo en cuenta el desarrollo psicoevolutivo del niño.

- Enseñanza especializada en la técnica: corriente heredada de la tradición de la enseñanza musical del siglo XIX que persigue el desarrollo pleno en aspecto técnicos.
  - Enseñanza en innovación pedagógica: buscan la inclusión de recursos que faciliten el aprendizaje musical como el uso de los colores o de canciones populares.
  - Enseñanza con base tecnológica: utilizan grabaciones, programas informáticos o internet en la enseñanza musical.
  - Desarrollo de nuevas técnicas: a través de estas técnicas se busca la interpretación de obras de música contemporánea, utilizando una codificación que difiere del lenguaje musical habitual.
- Métodos musicales de enseñanza social: estos métodos favorecen una aproximación a conceptos y actitudes musicales desde edades tempranas a través de instrumentos sencillos, el uso de la voz y del cuerpo. El objetivo principal es desarrollar la sensibilidad respecto a las cualidades musicales sin pretender formar músicos y dentro de estos métodos se incluyen algunos ya mencionados previamente (Bayard, Kodaly, Orff, Dalcroze, Martenot y Willems).

Otra clasificación organiza los distintos métodos musicales por periodos (Gainza, 2003):

- Los precursores: surgen en la década de los años 1930 y 1940 con el objetivo de dar respuesta a la problemática de la educación musical. Dentro de este primer periodo estaría Sarah Ann Glover (Inglaterra) con su método Tónica Sol-Fa y Maurice Chevais (Francia) con su propuesta pedagógica de la dactilorrítmia.
- Los métodos activos: se desarrollan en la década 1940-1950 e integran aspectos filosóficos y pedagógicos de la escuela nueva, para centrarse en el sujeto de conocimiento e incidir en su desarrollo psicofísico a través de la música. En este periodo se sitúan Émile Jaques Dalcroze (Suiza), Maurice Martenot (Francia) y Edgar Willems (Bélgica).

- Los métodos instrumentales: surgen entre los años 1950-1970 y su metodología se enfoca en el objeto de conocimiento, es decir, en la adquisición de la música. Dentro de este periodo se sitúan Carl Orff (Alemania), Zoltán Kodaly (Hungría) y Shinichi Suzuki (Japón).
- Los métodos creativos: se desarrollan en las décadas de 1970-1980 con el objetivo de sensibilizar a los alumnos promoviendo el desarrollo de su curiosidad sonora y capacidad productiva. En este periodo, se incluye la “generación de los compositores”, entre los que se encuentran los ingleses George Self, John Paynter y Brian Denis y el canadiense Murray Schafer.
- La integración: este periodo se desarrolla en la década de 1980 y combina distintas aportaciones junto con la música contemporánea como la tecnología musical, la musicoterapia, los enfoques corporales y otros.
- Los nuevos paradigmas: desarrollados en la década de 1990 se caracterizan por la dispersión de los problemas en la educación musical. A pesar del enriquecimiento vivido gracias a las aportaciones del siglo XX, continua la inquietud por la educación musical infantil e inicial, mientras que desde el ámbito de la educación musical especializada continúan con el enfoque reformista ya que los nuevos métodos tuvieron muy poca repercusión en este ámbito.

Independientemente del método o pedagogía empleado, Moog (1976) establece el criterio de despliegue progresivo aplicable a todos ellos: iniciando con la percepción musical a través del ritmo para incorporar gradualmente la melodía seguido de la armonía. Los métodos del siglo XX aportaron un enfoque integral al ámbito de la pedagogía musical, pero su impacto fue mayor en el ámbito de la educación general, utilizando la música como un dominio complementario y alejado de la enseñanza específica de la música (Díaz, 2005). Esto ha favorecido la permanencia de la distancia entre las distintas modalidades de la educación musical (formal, no formal e informal) (Gómez y Gómez, 2014). En este sentido, la educación formal es entendida como aquella que está institucionalizada, estructurada y que, como parte de un sistema educativo reglado, deriva en titulaciones reconocidas por las leyes educativas. La educación no formal, por su parte, está constituida por los fenómenos socioeducativos sistemáticos que se realizan fuera del sistema educativo

reglado (Cañellas, 2005; Trilla, 1986) y, por último, la educación informal está integrada por procesos e influencias ambientales que, sin tener una intención educativo-pedagógica, generan un efecto de desarrollo y aprendizaje (Cañellas, 2005).

Así pues, la implicación de estas modalidades educativas en el ámbito de la enseñanza específica de la música quedaría del siguiente modo: la educación musical formal se desarrolla en los conservatorios donde se obtienen titulaciones oficiales específicas de música; dentro de la educación musical no formal se ubicarían las escuelas de música donde se imparte una educación musical sistemática aunque independiente al sistema educativo oficial, dirigida a toda la población, sin requerir aptitudes específicas de acceso y sin concluir con la consecución de una titulación oficial; y por último, la educación musical informal estaría representada por la familia, el grupo social y la cultura que rodean al individuo, promoviendo así un aprendizaje musical sin partir de dicha intencionalidad previa (Díaz, 2004; Gómez y Gómez, 2014). Por tanto, los conservatorios continúan siendo el agente principal de la educación musical formal y reglada, centrados en formar futuros músicos profesionales, mientras que las escuelas de música, por su parte, continúan siendo las responsables de una educación musical no formal y no reglada, que aporta una formación amateur orientada a distintos grupos de la población (niños y adultos) y que ofrece un proceso de aprendizaje continuo a lo largo de la vida (de Alba y Díaz, 2018). Estos distintos ámbitos de la educación musical presentan una relación compleja determinada por las instituciones, el contexto, la autopercepción del aprendiz de música y la relación entre docente y alumno (Martínez-Cantero, 2014), lo que influye en la construcción de la identidad musical de toda persona (Cremades y Herrera, 2010). En la Figura 1 se resume la organización de las distintas modalidades de la educación musical.



**Figura 1**

*Organización de las distintas modalidades de la educación musical*



#### **1.4. La educación musical en España**

Desde la fundación del Real Conservatorio de Música de Madrid en 1830 (Ros, 2000), el primer conservatorio español, la educación musical en España se ha caracterizado por el enfoque predominantemente instrumental centrado en el virtuosismo, lo que contrasta con los avances pedagógico-musicales surgidos en otros países (De Andrés, 2008). Tal y como señala este autor, con la implementación del Decreto 2618/1966, de 10 de septiembre, sobre Reglamentación general de los Conservatorios de Música, la enseñanza musical siguió reduciéndose al conservatorio para centrarse en el virtuosismo del dominio instrumental y mantener así una línea que seguía ignorando los nuevos métodos pedagógicos. Con la Ley 14/1970, de 4 de agosto, General de Educación y Financiamiento de la Reforma Educativa, se planteó una reforma del sistema educativo que contemplaba aspectos musicales en las distintas etapas educativas de la educación general, aunque sin regularlas expresamente a nivel normativo (Martos-Sánchez, 2013; Quiles, 2003). A pesar de que quedó en una intención teórica que no se llevó a la práctica, la Orden de 17 de enero de 1981, por la que se regulan las enseñanzas de Educación Preescolar y del Ciclo Inicial de la Educación General Básica trajo consigo la aparición expresa del área de Educación Artística donde se integraba la música (Martos-Sánchez, 2013). Durante todo este tiempo, el panorama educativo español seguía sin contar con

titulaciones musicales normalizadas y de nivel universitario, ya que la primera carrera musical oficial en la universidad española no surgió hasta 1984 cuando se implementó la titulación de musicología (Quiles, 2003).

Tras la llegada de la Ley Orgánica 1/1990, de 3 de octubre, de Ordenación General del Sistema Educativo, las instituciones educativas reconocieron por primera vez la educación musical, incluyéndola dentro de las enseñanzas de régimen general con su ámbito curricular independiente que incorporaba la asignatura de música dentro del currículum escolar a lo largo de las tres etapas educativas obligatorias (Martos-Sánchez, 2013; Oriol De Alarcón, 2005; Quiles, 2003). De este modo, dicha ley separaba la enseñanza musical de carácter especializado realizada por los conservatorios de la enseñanza no orientada a dicho fin abordada por la escuela general (De Andrés, 2008). Junto con ello, esta ley trajo consigo la creación de la enseñanza de régimen especial no reglada, es decir, las escuelas de música (de Alba y Díaz, 2018; Díaz, 2004). A partir de este momento, también se creó la rama universitaria del maestro especialista en música para la etapa de Primaria (Quiles, 2003). En la década de los noventa, con el Real Decreto 1542/1994, de 8 de julio, por el que se establecen las equivalencias entre los títulos de Música anteriores a la Ley Orgánica 1/1990, de 3 de octubre, de Ordenación General del Sistema Educativo, y los establecidos en dicha Ley, las titulaciones expedidas por los conservatorios de música lograron su reconocimiento oficial, equiparando la titulación superior con el título universitario. Según Quiles (2003), hasta casi finales del siglo pasado, la educación musical española se encontraba en una situación de desigualdad en comparación con otros dominios.

Más adelante, Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación incluyó la música como una competencia cultural y artística dentro del área de educación artística que combinaba el lenguaje plástico con el lenguaje musical para organizarse en torno a los ejes de la percepción y la expresión (Martos-Sánchez, 2013). Con la llegada de la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa, la música pierde su espacio dentro de la educación obligatoria, ya que la competencia artística es eliminada y el área de educación artística pasa a ser una asignatura específica de libre elección, por lo que un alumno podía pasar toda la Educación Básica (etapas de Primaria y Secundaria) sin recibir ninguna formación musical dentro de la escuela (Belletich et al., 2016; De Andrés, 2008). Esta ley

educativa planteaba la enseñanza específica de la música como una enseñanza artística integrada en las Enseñanzas de Régimen Especial y dividida en los siguientes niveles de enseñanza: la Enseñanza Elemental con una duración de cuatro cursos, la Enseñanza Profesional formada por seis cursos y, finalmente, la Enseñanza Superior con otros cuatro cursos de duración. Paralelamente a esta trayectoria académica musical estarían las escuelas de música, las que ofrecen estudios musicales que no permiten la obtención de títulos con validez académica y cuya regulación depende de la Administración educativa de cada Comunidad Autónoma.

Finalmente, la Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación trae ciertas mejoras respecto a la presencia de la música en la enseñanza básica (6-16 años), ya que retoma aspectos de leyes previas (Cifredo-Marín, 2021). Esta nueva ley tiene como objetivo potenciar el desarrollo de distintos lenguajes, percepciones y expresiones, por lo que la música vuelve a estar presente en la etapa de Primaria mediante el área de Educación Artística (plástica, visual, música y danza). En la etapa de Secundaria, en cambio, se indica que en los tres primeros cursos se deberá incluir una materia artística sin especificar cuál, por lo que la presencia de la música en esta etapa no está garantizada. En cuanto a la enseñanza específica de la música, la distribución es similar a la establecida en la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa, ubicándola como enseñanza artística dentro de las enseñanzas de régimen especial y manteniendo los tres niveles (Elemental, Profesional y Superior). Una de las mejoras que la Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación trae para los estudiantes de enseñanzas profesionales de música es la oportunidad de obtener el bachillerato en la modalidad de arte, teniendo que cursar y superar también las materias comunes del bachillerato (Asegurado-Garrido y Marrodán-Gironés, 2021).

A pesar de que estos itinerarios de educación musical deberían funcionar de manera interconectada y complementaria con el fin de tender hacia una educación integral de la persona (Martínez-Cantero, 2014; Mok, 2011), la realidad es que la distancia entre los mismos sigue siendo evidente en la actualidad. Esto refleja que los ámbitos de la enseñanza musical de régimen general y de régimen especial continúan claramente diferenciados en nuestro país, siendo necesario generar proyectos

compartidos y articulados que los acerquen (Díaz, 2004). Así mismo, existe una desconexión entre la música que se enseña y se aprende (los contenidos musicales educativos) y lo que la población general considera como música (contemplándola como una actividad o manifestación habitual de su vida cotidiana) (Peñalba, 2018). Una forma de generar confluencias entre los distintos niveles y enfoques de la educación musical sería promover sinergias entre distintas narrativas musicales y las experiencias estéticas del alumnado, lo que propiciaría la creación de espacios y experiencias significativas e identitarias (Samper Arbeláez, 2011). Según un estudio de Gómez y Gómez (2014), a pesar de que los centros educativos muestran interés por realizar una labor coordinada, la realización de proyectos conjuntos y colaborativos con las distintas instituciones musicales no es una práctica muy extendida. Las autoras también destacaron que los maestros de música de la escuela de Primaria muestran una mayor predisposición para realizar proyectos colaborativos en comparación con los profesores de las escuelas de música, aunque otro estudio concluyó que las escuelas de música perciben la interrelación y la colaboración con distintas instituciones (asociaciones culturales del municipio o centros escolares) como una oportunidad positiva para el desarrollo de la educación musical (de Alba, 2015).

Todo ello refleja que la enseñanza musical en España, además de estar relegada respecto a otras trayectorias académicas (Jorquera-Jaramillo, 2010), es entendida como un código disciplinar centrado en el dominio técnico, mientras que la escuela de enseñanza general no es considerada como responsable de la educación musical (Tourriñan y Longueira, 2010). Esta situación tiene parte de su justificación en la tardía inclusión de la música en la educación general y en que la difusión de los métodos musicales del siglo XX llegó a España con 50 años de retraso respecto a otros países como Estados Unidos, Francia, Finlandia, Noruega, Hungría, Alemania o Austria entre otros (Díaz y Giráldez, 2007; Martínez-Cantero, 2014; Quiles, 2003). Todo esto ha acrecentado la separación entre las distintas modalidades de la educación musical española en comparación con otros países europeos o asiáticos que han experimentado un importante desarrollo en el ámbito de la educación musical (Martínez-Cantero, 2014; Nicolás y Kirihara, 2012; Ruiz, 2015).

### 1.4.1. La enseñanza específica de la música en España

El código disciplinar de la enseñanza específica de la música en España otorga una gran importancia al conocimiento de la alfabetización musical, tradición que descende de la aportación de los conservatorios modernos, sobre todo, del Conservatorio de París (Jorquera-Jaramillo, 2010). Este método sistemático, basado en la racionalización de la música y en la realización de tareas abstractas y desvinculadas de la experiencia musical de la vida real sigue vigente en la actualidad (Jorquera-Jaramillo, 2010, 2014). Junto con ello, la educación musical en España continúa con una tradición de enseñanza basada en la repetición e imitación de un repertorio establecido, fomentando así un aprendizaje pasivo que limita toda improvisación y la creatividad (Jorquera-Jaramillo, 2010). La autora señala que este tipo de enfoque de la enseñanza musical muestra la música como un producto u objeto alejado del proceso comunicativo y de la experiencia musical de los involucrados. Además, esta autora diferencia tres modelos de la didáctica de la música, siendo el primero el más habitual en las escuelas de música y en los conservatorios españoles:

- Modelo tradicional: en este modelo se plantea aprender y dominar la lectoescritura musical (solfeo) antes de empezar a aprender a tocar un instrumento o a cantar. Dentro de este modelo, se integran y complementan dos métodos didácticos:
  - Académico: este modelo se centra en la adquisición, asimilación y dominio de conceptos musicales basados en la notación musical y en un repertorio canónico, a través de una metodología magistocéntrica individualizada y una visión jerárquica. Junto con ello, el análisis estructural y gramatical se considera indispensable para la completa comprensión de la música.
  - Práctico: el quehacer práctico es la esencia de este modelo, centrando toda importancia en los factores técnicos de la ejecución musical. Aunque también utilice, esencialmente, repertorios consagrados, en ocasiones introduce repertorios motivantes para el alumno. La enseñanza continúa siendo magistocéntrica y mecánica, pero también se implementan clases grupales.

- Modelo comunicativo lúdico: este modelo se centra en el aspecto lúdico y la motivación del alumno, donde el juego resulta esencial y el profesor actúa como guía. Se caracteriza por presentar actividades grupales que promueven la participación, siendo la comunicación y la expresión musical el fin último. Dentro de este modelo, se situarían los métodos activos del siglo XX, desarrollados, principalmente, en el ámbito escolar.
- Modelo complejo: este modelo se centra en la actividad investigadora y creativa, favoreciendo así el aprendizaje del alumno basado en experiencias significativas. El profesor asume el papel de guía y consensua el repertorio con los alumnos, teniendo en cuenta los intereses de estos. Se trata pues de un enfoque crítico, constructivista y sistémico de la enseñanza musical.

En esta misma línea, Gainza (2011) también considera que la pedagogía musical que más prima dentro de las enseñanzas de régimen especial continua perpetuando un enfoque tradicional, lineal, vertical y academicista, basado en principios teóricos introducidos a destiempo y alejados de la praxis: la repetición de modelos a través de partituras como base del aprendizaje, la lectoescritura y el lenguaje musical como eje del proceso educativo, el tecnicismo instrumental desde una perspectiva conductista y la transmisión de criterios armónicos desde un enfoque teórico. Según esta autora, la pedagogía musical ha llegado a un punto de desconexión debido a la ausencia de un modelo pertinente, a la desintegración de la praxis musical y artística y a la ausencia de una conciencia colectiva que sustente el proyecto educativo. En la misma línea, Aróstegui (2014) señala que en la educación musical sigue priorizando la perspectiva teórico-práctica con predominio del contenido musical frente al componente educativo, lo que propicia una educación para la música en lugar de hacerlo a través de la música. Por ello, Gainza (2010) señala que la pedagogía musical actual debería promover una profunda reflexión para centrarse en la práctica, integrando perspectivas lúdicas, creativas, tecnológicas y de autoaprendizaje que motiven al alumno y que contemplen distintos estilos y los gustos musicales de los alumnos. Todo ello requiere de una actualización o concienciación del profesorado respecto a distintas formas de sistematizar e integrar eficazmente las secuencias de aprendizaje, a través de enfoques flexibles y naturales que promuevan el desarrollo de la experiencia y el conocimiento musical partiendo de la práctica para

llegar a la teoría (Gainza, 2010). Estrada (2014) también añade que, dentro de la enseñanza específica de la música existe una falta de interrelación entre los distintos ámbitos o disciplinas (lenguaje musical, armonía, instrumento, etc.) que impide la integración de los diferentes conocimientos y habilidades, responsabilidad que, habitualmente, recae sobre el propio alumno.

De este modo, y atendiendo al valor educativo de la música, mientras otros países como el Reino Unido, Francia o Japón cada vez dan más importancia a la educación musical integrándola dentro de su sistema educativo básico, España, con las leyes educativas de los últimos años, ha sufrido un importante retroceso en este ámbito (Giráldez, 2007; Nicolás y Kirihaara, 2012; Ruiz, 2015). Existen pues, dos perspectivas aparentemente antagónicas: por un lado, está la educación musical centrada en el conocimiento musical absoluto (la música como fin) y por otro, está el enfoque centrado en el potencial de la música como medio de transmisión de contenidos universales que favorezca la consecución de los objetivos educativos y el desarrollo integral de toda persona (Aróstegui, 2014). Del mismo modo, Botella e Isusi-Fagoaga (2018) señalan que las distintas instituciones educativas continúan desconectadas, el colectivo de profesores encargados de la docencia musical sigue mostrando poca cohesión y es necesario mejorar en la formación pedagógica.

Puesto que la presente investigación se ha llevado a cabo con una muestra de niños de la Comunidad Autónoma del País Vasco, a continuación, se expone cómo se articula y se desarrolla la enseñanza específica de la música en las escuelas de música y en los conservatorios de dicha Comunidad.

#### ***1.4.1.1. La enseñanza específica de la música en la Comunidad Autónoma de País Vasco***

La Comunidad Autónoma del País Vasco, una de las 17 Comunidades que conforman el Estado español, cuenta con la competencia propia para la regulación de las enseñanzas en todas las especialidades y modalidades, así como en toda su extensión, grados y niveles, tal y como se recoge en el artículo 16 de la Ley Orgánica 3/1979, de 18 de diciembre, de Estatuto de Autonomía para el País Vasco. A partir de ello, la enseñanza específica de la música se organiza en los mismos niveles establecidos por las leyes españolas (de Alba, 2015): enseñanza formal o reglada a

cargo de los conservatorios y estructurada en los niveles elemental (cuatro cursos en dos ciclos), profesional (seis cursos en tres ciclos) y superior (cuatro cursos en un ciclo) y que concluye con una titulación oficial; y la enseñanza no formal o no reglada realizada por las escuelas de música (otorgan certificaciones, pero no titulaciones). El Gobierno Vasco (2013) regula las distintas enseñanzas de la música del siguiente modo:

- Enseñanza no reglada en las escuelas de música: no requieren ninguna prueba de acceso ni implican ningún límite de edad. La educación musical que ofrecen se organiza en distintos niveles (nivel de contacto de 4-6 años; nivel de iniciación; nivel de afianzamiento; y nivel de actividad preferente).
- Enseñanzas elementales: requieren de una prueba específica basada en condiciones auditivas, aptitudinales, rítmicas y de madurez. La edad mínima para acceder es de ocho años y la máxima de 14. A lo largo de los cuatro años, se imparten materias de lenguaje musical, coro e instrumento.
- Enseñanzas profesionales: para acceder es necesario realizar una prueba de acceso que garantice el dominio de los conocimientos musicales adecuados. Los seis años de duración se centran en la especialización instrumental junto con materias comunes de lenguaje musical, armonía, historia de la música o música de cámara.
- Enseñanzas superiores: el acceso implica la superación de una prueba específica y una edad mínima de 18 años. El grado superior de música abarca distintas especialidades, entre las que se encuentran la composición, la interpretación, la musicología o la pedagogía.

A partir de esta estructuración de las enseñanzas musicales, la formación musical previa a los siete años recae sobre las escuelas de música, para después continuar con dos trayectorias posibles: la enseñanza formal elemental en los conservatorios y la enseñanza no formal en las escuelas de música. Las enseñanzas elementales desarrolladas en los conservatorios buscan asentar las bases de futuros músicos instrumentistas mediante los conceptos musicales y de una técnica eficaz y correcta en la interpretación instrumental y presentan la siguiente distribución a lo largo de cuatro cursos (Decreto 250/2005, de 20 de septiembre, por el que se



establece el currículo del Grado Elemental y del Grado Medio de las enseñanzas de música y el acceso a dichos Grados): los cursos 1º y 2º se centran en el aprendizaje del instrumento y en el lenguaje musical y los cursos 3º y 4º continúan perfeccionando la técnica en el instrumento y avanzando en el lenguaje musical e incorporan las asignaturas de práctica instrumental grupal y coro. En cuanto a las escuelas de música, estas organizan la educación musical en los siguientes cuatro niveles competenciales (Decreto 289/1992, de 27 de octubre, por el que se regulan las normas básicas por las que se regirán la creación y funcionamiento de los centros de enseñanza musical específica, no reglada, Escuelas de Música, en la Comunidad Autónoma de Euskadi):

- Nivel 1 o de contacto (4-6 años): tiene un carácter global y se centra en promover un acercamiento a la música y a la actividad sonora, potenciando el desarrollo armónico de la personalidad y dando prioridad a la experiencia grupal. Hacia los 5-6 años se iniciará progresivamente el contacto con el lenguaje musical y con distintos instrumentos musicales, para finalizar seleccionando aquel en el que centrará su formación en el siguiente nivel.
- Nivel 2 o de iniciación (a partir de siete años): centrado en el aprendizaje del instrumento musical como elemento expresivo y desarrollo de la sensibilidad, complementándolo con el lenguaje musical y conjuntos instrumentales o corales. Para iniciar con el instrumento musical, resulta indispensable garantizar un nivel competencial en el lenguaje musical, para lo que se puede organizar un curso complementario o acreditarlo mediante una prueba de nivel. La pedagogía se adapta a las condiciones de cada alumno y, al finalizar el nivel, se espera alcanzar una competencia similar a la del alumno que finaliza las enseñanzas elementales de conservatorio.
- Nivel 3 o de afianzamiento: el objetivo es lograr un nivel de competencia instrumental o de canto similar al de final de 2º ciclo de las enseñanzas profesionales de conservatorio. Se complementará con conjuntos instrumentales y también corales.
- Nivel 4 o de actividad preferente: se centra en potenciar el interés y capacidad de cada alumno promoviendo la participación en conjuntos grupales de la escuela de música.

Todo ello refleja que, en las escuelas de música y en los conservatorios, la educación musical de la Comunidad Autónoma del País Vasco se centra en el aprendizaje instrumental y en el dominio de aspectos teóricos como el lenguaje musical (Aróstegui, 2014). Además de una importante disciplina con identidad propia, el entrenamiento musical instrumental parece ser un valioso recurso que promueve una mejora cognitiva generalizada (Benz et al., 2016), ya que potencia el desarrollo cognitivo y socioemocional a la vez repercute positivamente sobre el ámbito educativo (Álvaro-Mora y Serrano-Rosa, 2019; Román-Caballero et al., 2022). A partir de ello, la formación musical debería estar presente en la educación básica de todas las personas, debido a que constituye un derecho de la humanidad (alegato ético), un lenguaje universal (razonamiento científico cultural) y un medio privilegiado para la intervención social (alegato pragmático y de aplicación social) (Gainza, 2011). Se trata, pues, de un arte con una importante presencia en nuestras vidas cotidianas y con un elevado potencial debido a que integra múltiples redes neuronales involucradas en distintas estructuras y funciones (Flaugnacco et al., 2014; Lozano et al., 2013). En este sentido, algunos autores resaltan el valor del entrenamiento musical para el neurodesarrollo infantil (Habibi et al., 2018a), ya que parece incidir de forma positiva en el desarrollo de la identidad, la creatividad, la sociabilidad, la cognición y en el bienestar físico y emocional (Peñalba, 2018; Peñalba, 2017) y, de manera más pronunciada, a través de una formación musical instrumental (Román-Caballero et al., 2022). Todo ello plantea la posibilidad de que el entrenamiento musical instrumental pueda ser un poderoso recurso con amplias posibilidades en el ámbito de la neuroeducación (Requena et al., 2021).

En el presente trabajo, el entrenamiento musical comprende una enseñanza específica de la música realizada de manera extraescolar en las escuelas de música o en los conservatorios de la Comunidad Autónoma del País Vasco, por lo que constituye un entrenamiento musical basado en el aprendizaje instrumental. De tal forma, siempre que no se indique o se especifique lo contrario, el término entrenamiento musical alude a tocar un instrumento musical. Del mismo modo, a lo largo del texto, y siempre que no se especifique que se trata de niños, el término músico hace referencia a personas adultas con un prolongado entrenamiento musical y con una elevada pericia instrumental de carácter profesional.

## **CAPÍTULO 2. Neuropsicología y música**

### **2.1. Neurociencia cognitiva y neuropsicología**

La neurociencia, término establecido con la creación de la Society for Neuroscience en 1969, es la ciencia que estudia el sistema nervioso y sus funciones especializadas (García-García, 2017). Dentro de este campo científico se abordan dos perspectivas: por un lado, la neurociencia no conductual o biológica y, por otro lado, la neurociencia conductual (Portellano, 2008, 2010). Dentro del primer enfoque se encuentran disciplinas como la neurobiología, la neurología, la neuroanatomía, la neurofisiología o la neurofarmacología, que realizan sus análisis centrados en el sistema nervioso a nivel molecular, celular o a nivel de sistemas (García-García, 2017; Portellano, 2010). La neurociencia conductual, por su parte, relaciona el sistema nervioso con la conducta y los procesos mentales y está integrada por disciplinas como la psicobiología, la psicofisiología, la psicofarmacología, la neuropsicología o la neurociencia cognitiva (Portellano, 2010).

La cognición hace referencia a todo lo vinculado con el conocimiento, lo que implica procesos de integración, codificación, almacenamiento y de respuesta ante la información sensorial aferente (Portellano, 2010). La neurociencia cognitiva es una disciplina científica surgida en la década de 1980 que aborda, de forma interdisciplinar, el estudio de los sistemas cerebrales que implementan los procesos del conocimiento humano, es decir, los procesos mentales superiores (Boone y Piccinini, 2016; Portellano, 2010). Esta disciplina estudia las áreas corticales y sistemas neuronales que intervienen en diversas capacidades cognitivas y conductuales, las operaciones de los subsistemas neuronales subyacentes en las capacidades de dichos sistemas y la contribución de las neuronas o estructuras subneuronales a las redes que las contienen (Boone y Piccinini, 2016). Así pues, la ciencia cognitiva aporta modelos conexionistas que favorecen la comprensión de los mecanismos computacionales y biológicos que subyacen en la cognición, en cuya base están los sistemas neuronales del aprendizaje (Sainz y Sainz, 2020).

Toda conducta y proceso mental y psicológico es resultado de la actividad neuronal y sensoriomotora del sistema nervioso, ya que el desarrollo de todo proceso

cognitivo implica unas funciones sustentadas en ciertas estructuras neuronales y en funciones subyacentes (Maureira, 2010). De este modo, el objetivo principal de la neurociencia cognitiva es conocer las bases biológicas de los procesos cognitivos, comprender la interacción entre las experiencias específicas, la genética y el desarrollo humano y establecer posibles modelos explicativos y predictivos sobre las funciones cerebrales (Peña-Casanova, 2007; Penhune, 2011). Todo ello a través de técnicas de neuroimagen que aportan evidencias neuroanatómicas y neurofisiológicas para favorecer la construcción de modelos que abordan la relación entre las estructuras neuronales y sus funciones específicas, así como su contribución en determinadas conductas (Kaplan, 2011). De este modo, la ciencia cognitiva, basándose en la recogida de datos y técnicas de análisis, genera mapas cognitivos que permiten interpretar la estructuración cerebral, pero, a su vez, también genera mapas en acción sobre la funcionalidad cerebral durante la realización de determinadas tareas (Redolar-Ripoll, 2015). Junto con ello, el estudio y comprensión del proceso evolutivo de la relación entre el cerebro y la mente se aborda desde dos perspectivas que inciden de manera interconectada (Boone y Piccinini, 2016): la filogenética, que estudia el desarrollo evolutivo de las especies teniendo en cuenta las relaciones de parentesco entre las mismas y la ontogenética, que aborda el desarrollo evolutivo del individuo desde su etapa embrionaria.

La neuropsicología es una ciencia enmarcada dentro de las neurociencias conductuales que estudia la relación entre el cerebro y la conducta humana con el fin de comprender las funciones mentales superiores (memoria, praxias, gnosis, lenguaje o funciones ejecutivas), ya sea mediante la neuropsicología básica (en sujetos sanos) o la neuropsicología clínica (en sujetos con lesión cerebral) (Portellano, 2008). Tal y como señala este autor, la neurociencia cognitiva y la neuropsicología comparten el estudio de procesos cognitivos, pero difieren en las técnicas utilizadas para ello, ya que mientras la primera únicamente se basa en datos obtenidos mediante técnicas de neuroimagen funcional, la segunda también añade el uso de pruebas neuropsicológicas. En el caso de la infancia, la neuropsicología del desarrollo es la encargada del estudio del cerebro infantil, analizando la relación entre la conducta y el cerebro en desarrollo y contemplando la interacción entre las alteraciones ambientales y bioquímicas (Portellano, 2008). Puesto que la neurociencia cognitiva y la neuropsicología estudian la estructura y funcionalidad cerebral, ambos campos

científicos también han abordado el estudio de los procesos musicales, a fin de conocer y comprender mejor las implicaciones neuronales y los distintos procesos involucrados (Kraus et al., 2014).

## ***2.2. La neurocognición musical***

Teniendo en cuenta la importancia de la música en el desarrollo humano, la capacidad musical innata y su desarrollo secuencial, resulta importante conocer la arquitectura neuronal subyacente en dicha capacidad (Kraus et al., 2014). Hasta la década de los años 80, el término más utilizado para referirse a la relación entre la mente y la música era la psicología de la música, pero a partir de entonces la expresión de cognición musical fue sustituyendo a la anterior, centrándose, principalmente, en el estudio de cómo el cerebro procesa la información musical (Fernández y García, 2015). El campo de la neurocognición musical incluye aspectos de la investigación biopsicológica con el fin de determinar los procesos y funciones cerebrales subyacentes durante la percepción y la interpretación musical (Koelsch, 2009). Según Pearce y Rohrmeier (2012), la música es un ámbito importante dentro de la investigación neurocognitiva debido a su universalidad como elemento clave en la vida diaria de toda sociedad, por su relevante papel en la evolución humana y en el desarrollo ontogenético y por su capacidad de involucrar diversos procesos cognitivos, emocionales y perceptivos de forma simultánea.

Para la neurociencia cognitiva, la música es considerada como una comunicación auditiva no verbal, la que, a pesar de presentar procesos y estructuras diferenciadas, también se vincula con la comunicación verbal (Reybrouck y Brattico, 2015). Existen diversas teorías sobre el origen del lenguaje y de la música, así como sobre su relación interdependiente, pero la mayoría de los estudios coinciden en que ambas capacidades se basan en la discriminación de variaciones de patrones temporales y tonales (Zatorre y Baum, 2012; Zatorre y Salimpoor, 2013). La melodía musical está formada por la combinación de distintos tonos y el cerebro comienza procesando estos tonos por separado para después integrarlos formando la combinación tonal y el contorno melódico (Lee et al., 2011; Zatorre y Salimpoor, 2013). De este modo, la percepción y la interpretación de una melodía requiere de un seguimiento muy preciso del tono, ante lo que tienen una mayor participación regiones

del hemisferio derecho, mientras que, en el caso del habla, donde no se requiere tal precisión, interviene un mayor número de áreas del hemisferio izquierdo (Zatorre y Gandour, 2008). En este sentido, Albouy et al. (2020), mediante resonancia magnética funcional, observaron que en la decodificación neuronal melódica interviene la región auditiva derecha y, en el caso del habla, la izquierda. Chiang et al. (2017), por su parte, identificaron que el lenguaje y la música presentan un sustrato compartido de mecanismos de integración sintáctica que involucra el área de Broca, encargada de procesar las secuencias estructuradas del lenguaje. Una de las principales diferencias entre el lenguaje y la música es que esta última, a pesar de tener la capacidad de transmitir significados mediante la conexión con la memoria asociativa o con el sistema emocional, no cuenta con un sistema semántico ya establecido (Trost et al., 2012).

El modelo propuesto por el físico y anatomista Knoblauch (Knoblauch, 1890) fue uno de los primeros modelos neurocognitivos que abordó el entramado cerebral de la percepción musical (García-Casares et al., 2013). Posteriormente, Longuet-Higgins (1976) introdujo el término de la cognición musical proponiendo modelos computacionales de los procesos de percepción e interpretación musical. La mayoría de los estudios iniciales en este campo se centraban en el procesamiento de la estructura musical y entre los años 1979 y 1983 la cognición musical empezó a establecerse como un campo de estudio propio e independiente de la investigación psicológica o psicofísica (Pearce y Rohrmeier, 2012). Desde entonces, el crecimiento del estudio de la cognición musical ha sido evidente en distintas disciplinas como la psicología del desarrollo, la educación, la psicología experimental, la lingüística o la neurociencia, hasta considerar su inclusión en la neurociencia cognitiva a partir de una publicación de Baars y Gage (2010). A pesar de ello, actualmente el estudio de la cognición musical sigue considerándose como un ámbito periférico en comparación con otros campos cognitivos como el lenguaje, la memoria o el razonamiento (Pearce y Rohrmeier, 2012).

La arquitectura cerebral para procesar e integrar información de distinta tipología musical implica diversas estructuras neuroanatómicas y bucles funcionales como la interacción entre la corteza frontal y la temporal (sistema auditivo y motor) (Kraus et al., 2014). La interconexión entre dichas regiones permite la representación de la regularidad musical, incidiendo, a su vez, sobre otros sistemas cognitivos como

la memoria que permite realizar futuras predicciones musicales (Zatorre y Salimpoor, 2013). Debido a esta facultad de integrar y coordinar continuamente información diferente, la música se presenta como una de las experiencias humanas más polifacéticas y como una de las más relevantes para conocer el cerebro humano (Pando-Naude et al., 2021). De hecho, los componentes neuronales de respuesta a la música no requieren de un entrenamiento musical para su desarrollo, sino que es una facultad generalizada y fundamental del cerebro humano (Boebinger et al., 2021).

### **2.2.1. Correlatos anatomo-funcionales de la percepción musical**

La música es un complejo fenómeno formado por sonidos estructurados temporal y espacialmente (Flaugnacco et al., 2014) y en el que diversos eventos auditivos se desarrollan e interactúan de forma simultánea (Miles et al., 2016). Todo ser humano presenta la capacidad de representar y producir estructuras jerarquizadas, capacidad necesaria en la música, así como en otros dominios cognitivos (Martins et al., 2017). Desde los primeros meses de vida, el ser humano presenta la capacidad de procesar de manera relacional patrones tonales y temporales, siendo un procesamiento similar al del adulto (Trehub, 2001). Tal y como señala esta autora, la capacidad más destacable de los bebés está asociada al contorno melódico, ya que reconocen el desplazamiento del tono ascendente o descendientemente y el mantenimiento o no de las relaciones entre los tonos. Las distintas cualidades que conforman la música están organizadas jerárquicamente y del mismo modo, su percepción también implica el establecimiento de relaciones jerarquizadas entre dichas cualidades (Koelsch et al., 2013; Rojas, 2014). Dentro de esta organización, el cerebro humano presenta una mayor capacidad discriminativa para características musicales como el tono y el ritmo y, en menor medida, para el timbre (Saari et al., 2018). Tal y como señalan estos autores, todo ello estaría influenciado y determinado por la experiencia y la exposición musical previa de cada persona.

El proceso perceptivo musical, llevado a cabo principalmente por la corteza auditiva, se desarrolla en distintos niveles de organización para discriminar características acústicas como el timbre, el tono, el tempo, la espacialidad o los acentos (Masao et al., 2016; Soria-Urios et al., 2011). Este proceso involucra diversas

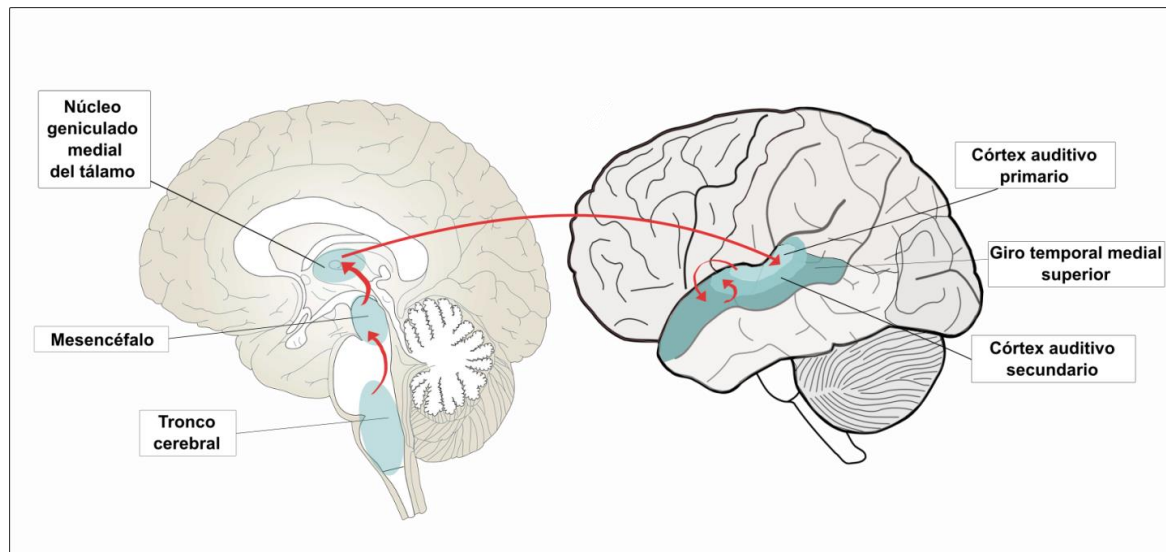
estructuras locales y complejos procesos temporales con el fin de extraer información estructural, emocional o de significado del evento musical (Levitin y Tirovolas, 2009; Pearce y Rohrmeier, 2012). Por ello, para poder percibir la música es necesario tener un complejo sistema nervioso como el del ser humano capaz de codificar y decodificar con gran precisión las distintas variaciones de las cualidades de la música (Zatorre y Salimpoor, 2013). Así pues, en la percepción de aspectos sintácticos, semánticos y emocionales de la música participan distintas redes formadas por diversas estructuras cerebrales, tales como el giro frontal inferior, la ínsula anterior, la corteza prefrontal orbital, las áreas temporales posteriores y anteriores, la corteza premotora ventrolateral, el giro supramarginal y el surco temporal superior (Koelsch et al., 2005).

Tal y como determinaron Peretz y Coltheart (2003), la percepción musical implica un sistema modular, donde los diversos módulos o áreas específicas realizan el análisis acústico de los distintos componentes musicales (Custodio y Cano-Campo, 2017; Rojas, 2014). Esta modularidad de la percepción musical comienza con las señales eléctricas que nuestro oído envía hacia el tronco cerebral y el mesencéfalo para posteriormente pasar por el núcleo geniculado medial talámico, el que conecta con el córtex auditivo primario (áreas de Brodmann 41 y 42), el giro temporal medial superior y con el córtex auditivo secundario o asociativo (área de Brodmann 22) (Izquierdo et al., 2009). Estas últimas regiones son las encargadas de modificar las cualidades físicas en propiedades perceptivas que permiten interpretar la información procesada (Montalvo y Moreira-Vera, 2016). Así pues, el área auditiva primaria, ubicada en el giro de Heschl, realiza un procesamiento auditivo básico del tono, la sonoridad, la descomposición espectral y la percepción de las estructuras temporales (Altenmüller y Furuya, 2017a). Continuando con estos autores, el área auditiva secundaria procesa aspectos más complejos como el timbre, mientras que las áreas auditivas de asociación se encargan de la percepción gestáltica de patrones de tiempo y tono. En la Figura 2 se refleja el proceso cerebral de la percepción musical.



## Figura 2

### *El proceso de percepción musical*



*Nota:* Adaptado a partir de una imagen libre y de uso público extraída del banco de imágenes de la página web de Pixabay-GmbH (s.f.). Recuperado el 4 de octubre de 2022 de <https://pixabay.com/es>

De acuerdo con el modelo de arquitectura funcional propuesto por Peretz y Coltheart (2003), los aspectos musicales son procesados por los subsistemas organizativos de la temporalidad (ritmo y métrica) y la tonalidad (contorno melódico e intervalos). El sistema de percepción temporal implica la interacción entre el sistema auditivo y el motor al activar los ganglios basales, el cerebelo, la corteza premotora dorsal y el área suplementaria (García-Casares et al., 2013; Rojas, 2014). Kornysheva et al. (2010) añaden que en la percepción rítmica intervienen el opérculo precentral y la corteza premotora ventral, la que, además, presenta una mayor activación ante tempos preferentes para el oyente a causa de la simulación sensoriomotora mejorada para la frecuencia de dicho ritmo. En el caso del sistema melódico, participan módulos ubicados en el giro temporal superior y en regiones frontales inferiores ambos del hemisferio derecho (Alossa y Castelli, 2009; Rojas, 2014). También se ha observado que en la identificación del tono participan el giro frontal medial derecho, el lóbulo frontal medial derecho, el área premotora bilateral, el surco intraparietal bilateral y la corteza prefrontal dorsolateral derecha (Schwenzer y Mathiak, 2011). Según un estudio de Lee et al. (2011), el lóbulo parietal inferior izquierdo, la corteza cingulada anterior y el surco temporal superior derecho son las tres regiones corticales principales involucradas en el procesamiento melódico. Ellis et al. (2012) determinaron que el giro temporal superior derecho presentaba una participación

activa durante la discriminación melódica, mientras que regiones del giro frontal inferior derecho serían las responsables del procesamiento de modificaciones en la estructura de la armonía musical (Koelsch, 2011).

Estos dos sistemas (rítmico y melódico) funcionan de manera interconectada y presentan redes neuronales que interactúan con otros sistemas para poder enviar la información procesada (Lozano et al., 2013). Según este autor, una de estas conexiones se da con el sistema léxico musical, actuando como almacén de la información musical percibida durante la vida de una persona y permitiendo así el reconocimiento de las canciones y obras musicales. Este sistema de repertorio musical cerebral hace que la percepción musical, en lugar de ser una simple actividad pasiva, sea también un proceso activo donde el oyente genera expectativas a partir del conocimiento musical previo (Zatorre y Salimpoor, 2013). Además, y más allá de la expectativa, el continuo proceso de aprendizaje implícito sobre la estructura y regularidad musical hace que la exposición a la música sea en sí misma un proceso cerebralmente muy activo (Müllensiefen et al., 2014).

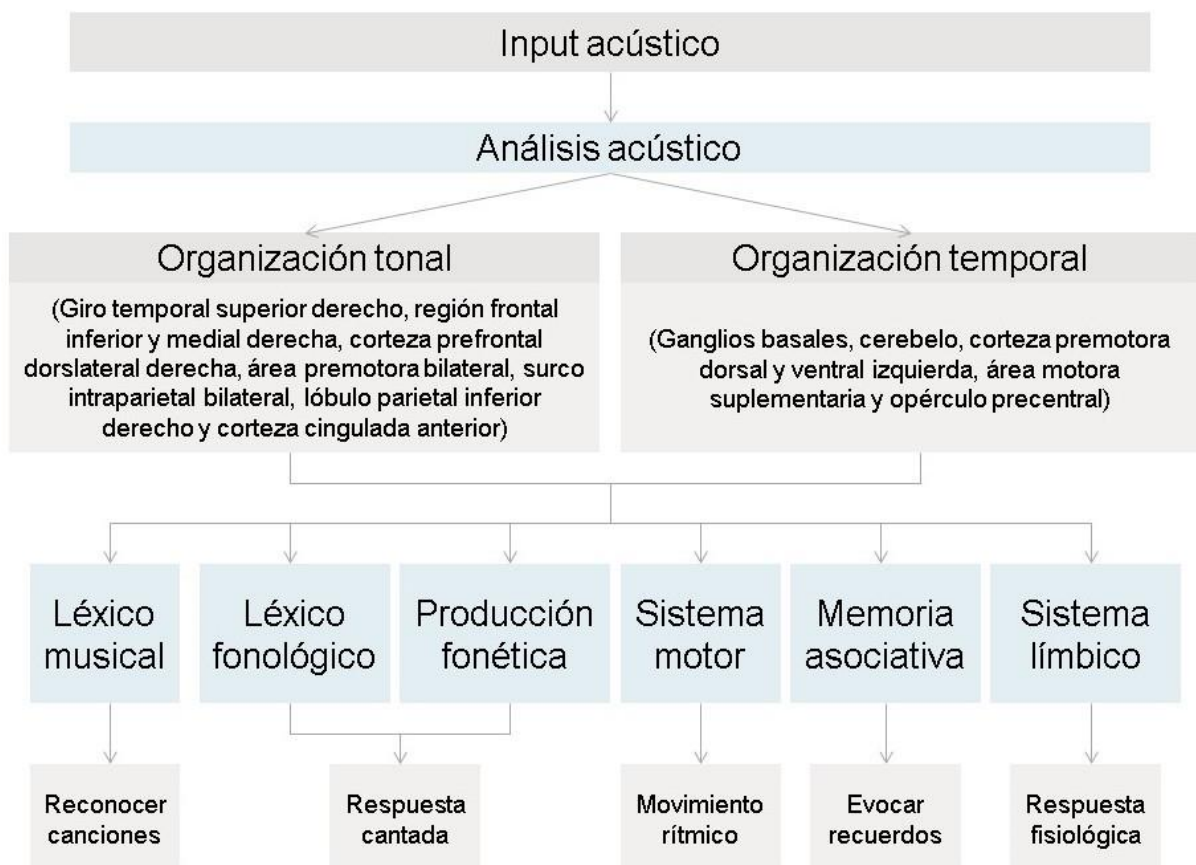
Cuando se trata de generar una respuesta cantada ante la escucha de una canción conocida, resultan esenciales conexiones funcionales entre el sistema léxico musical, el léxico fonológico y las regiones encargadas de la planificación y la producción fonológica como el área de Broca y el giro angular izquierdo, mientras que la respuesta de movimiento corporal implicaría también el sistema motriz (Besson et al., 2011; Custodio y Cano-Campo, 2017). Este vínculo entre el sistema auditivo y el motor es algo natural e inherente presente tanto en la percepción como en la interpretación musical, donde la corteza premotora (ventral, dorsal y medial izquierda) actúa como mediadora (Chen et al., 2008). Según dichos autores, durante una escucha pasiva también se produce la activación de la corteza medial, la corteza premotora, el VI lóbulo del cerebelo, el área suplementaria y la región somatosensorial. Así mismo, Tanaka y Kirino (2018) afirmaron que la escucha musical, sin implicar movimiento corporal alguno, activa el córtex sensoriomotor, proceso que estaría mediado por una actividad similar a las neuronas espejo.

Otra de las conexiones funcionales se produce entre el sistema léxico musical y la memoria asociativa multimodal para permitir la evocación de recuerdos almacenados (vinculados con el contenido más que con la ubicación) y asociados a dicha música (Collins, 2011; García-Casares et al., 2013). En el caso de que la pieza

musical escuchada tenga letra, esta es procesada por los módulos encargados del procesamiento del lenguaje y, por último, el procesamiento emocional y su correspondiente respuesta fisiológica implican proyecciones funcionales que conectan el sistema auditivo con el sistema límbico como la corteza orbitofrontal medial y la amígdala (Koelsch, 2011; Montalvo y Moreira-Vera, 2016; Soria-Urios et al., 2011). Todas estas conexiones funcionales que intervienen en la percepción del ritmo y del tono musical realizan integraciones dinámicas de los fenómenos musicales y, además de activar regiones específicas, también implican la activación de circuitos motores, cognitivos y emocionales que se extienden por estructuras corticales y subcorticales (Alluri et al., 2012). En la Figura 3 se reflejan los aspectos del modelo de percepción musical propuesto por Peretz y Coltheart (2003).

**Figura 3**

*Modelo de percepción musical propuesto por Peretz y Coltheart*



*Nota:* Adaptado de "Modularity of music processing", por Peretz, I. y Coltheart, M., 2003, *Nature Neuroscience*, 6(7), 688-691.

Un modelo más reciente sobre la percepción de la música es el modelo neurocognitivo de la percepción musical de Koelsch (2011). Este modelo integra las estructuras y funciones neuronales implicadas en la percepción de los distintos componentes musicales y, además de proponer también un procesamiento secuencial, plantea una conexión continua con la extracción del contenido emocional y del significado de la información musical procesada (Collins, 2013). Respecto a esto último, el giro temporal medial derecho parece desempeñar una importante función en el mapeo de la relación entre el sonido y el significado, implicando conexiones que se extienden hacia regiones frontales ventrales (James et al., 2017).

Tal y como señala Collins (2013), este modelo de percepción musical presenta tres etapas consecutivas, donde la primera etapa se encarga del análisis de las características más generales de la información musical percibida. Inicialmente, se extrae la información respecto a la ubicación del sonido, su intensidad, altura de tono, timbre y periodicidad, procesos que implican la corteza auditiva, regiones motrices, el tálamo, la red neuronal por defecto, áreas de recompensa y límbicas, el giro temporal superior bilateral y regiones del cerebelo (Alluri et al., 2012; Collins, 2013; Justel y Abraham, 2012). Seguido, en las áreas 41, 42 y 52 de Brodmann, se analiza la información respecto al tono y su altura (Koelsch, 2011).

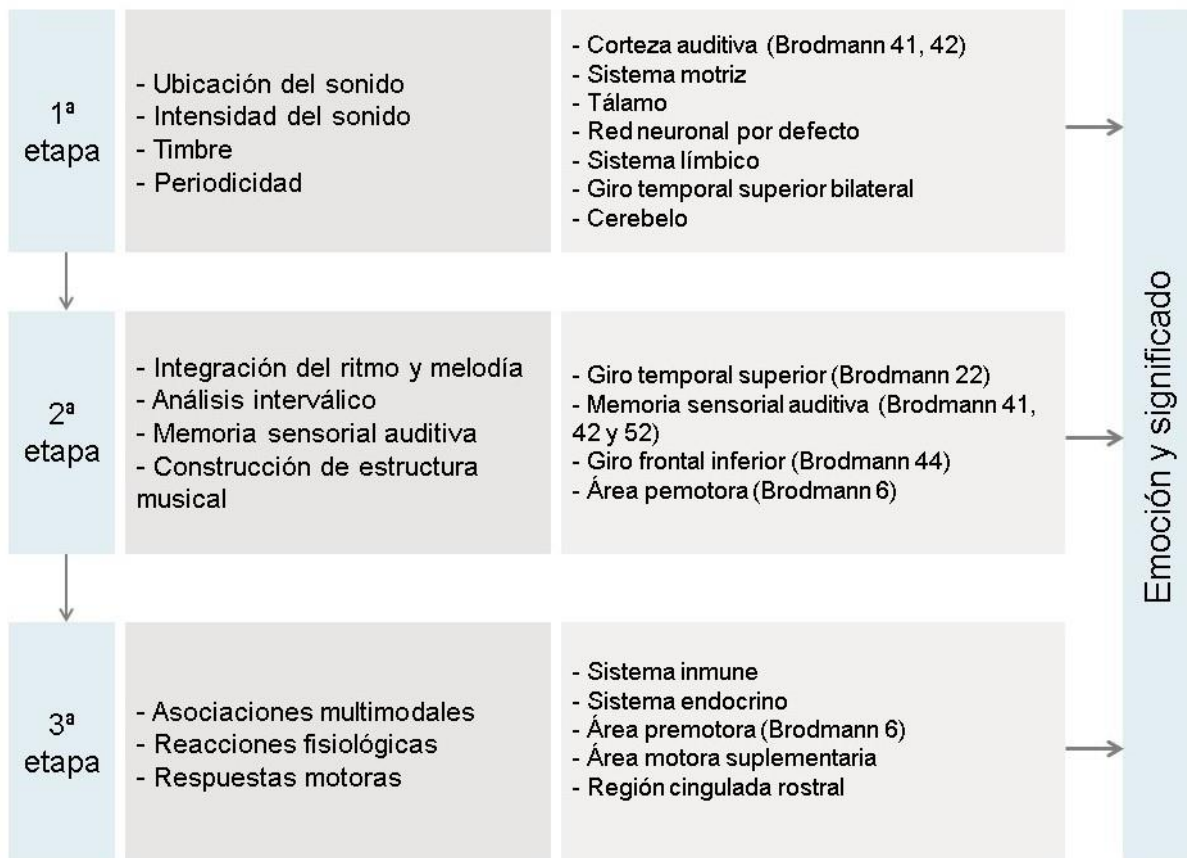
En un segundo paso, el giro temporal superior (área 22 de Brodmann) realiza la integración de la información rítmica y melódica previamente extraída, para después continuar con el análisis interválico (Koelsch, 2011). El autor añade que, en este proceso, se establecen conexiones funcionales con la memoria sensorial auditiva, donde intervienen las áreas 41, 42, 52 de Brodmann. Con toda esa información, se construye la estructura musical (armonía, métrica, timbre y ritmo) basándose en patrones almacenados de experiencias musicales previas, donde participan las regiones 44 y 6 de Brodmann (Collins, 2013; Koelsch, 2011). Posteriormente, se realiza un nuevo análisis estructural mediante un proceso de extracción del conocimiento de reglas gramaticales de la sintaxis musical, donde el giro frontal inferior derecho desempeña un papel determinante (Cheung et al., 2018).

El tercer paso incluye las asociaciones multimodales, las reacciones fisiológicas y las respuestas motoras generadas tras la percepción de la información musical, proceso en el que interviene el área 6 de Brodmann, el sistema inmune, el sistema endocrino, el área premotora, el área motora suplementaria y la región

cingulada rostral (Koelsch, 2011). Tal y como se ha mencionado previamente, este autor señala que, a lo largo de todo este proceso, el cerebro continuamente va extrayendo el contenido emocional y el significado de la información que va procesando. En la Figura 4 se muestra el modelo neurocognitivo de la percepción musical propuesto por Koelsch (2011).

**Figura 4**

*Modelo neurocognitivo de percepción musical propuesto por Koelsch*



*Nota:* Adaptado de "Toward a neural basis of music perception - a review and updated", por Koelsch, S., 2011, *Frontiers in Psychology*, 2(110), 1-20.

Ambos modelos expuestos coinciden en que la música es procesada en forma de cascada secuencial, comenzando por procesar los eventos auditivos por separado, para después continuar con procesos que integran la información acústica extraída y finalmente terminar generando vínculos con distintos procesos cognitivos o con regiones que generan respuestas emocionales o fisiológicas (Markovic et al., 2017). De este modo, la percepción musical, además de involucrar la corteza auditiva,

también incluye la frontal, así como el núcleo accumbens del circuito de recompensa mesolímbico (Koelsch, 2011; Salimpoor et al., 2013; Zatorre y Zarate, 2012).

A pesar de que cada cerebro es único, diversos autores señalan que la percepción musical presenta una predominancia lateral hacia el hemisferio derecho, pudiendo modificarse a través del entrenamiento musical prolongado (Custodio y Cano-Campo, 2017; Redolar-Ripoll, 2007). Por ello, y al igual que sucede con la percepción de la prosodia, inicialmente, toda persona procesa la música como un contorno melódico general implicando en mayor medida el hemisferio derecho. En esta misma línea, Saari et al. (2018) concluyeron que el sustrato neuronal subyacente en la percepción tonal y rítmica presenta una asimetría funcional hacia el hemisferio derecho y del mismo modo, Perani et al. (2010), mediante resonancia magnética funcional, evidenciaron que los recién nacidos muestran dominancia del córtex auditivo derecho para la percepción musical. Sin embargo, algunos autores han señalado que, mientras la percepción armónica y tímbrica requieren de la participación de áreas ubicadas en el lóbulo temporal derecho, la percepción rítmica implica un mayor número de regiones del lóbulo temporal izquierdo (Custodio y Cano-Campo, 2017; Soria-Urios et al., 2011). Tal y como se ha mencionado previamente, esta especialización hemisférica puede ser modificada a través del entrenamiento musical, ya que promueve el desarrollo de una capacidad más analítica, haciendo que las personas musicalmente entrenadas presenten una mayor activación de regiones ubicadas en el hemisferio izquierdo (Custodio y Cano-Campo, 2017). Un ejemplo de ello serían las personas con oído absoluto, quienes presentan una asimetría funcional izquierda reflejada con un mayor volumen en el plano temporal del hemisferio izquierdo (Wilson et al., 2009). Esta asimetría tendría su origen en la capacidad de dichas personas para activar la memoria de reconocimiento tonal y la asignación de una etiqueta verbal a cada tono escuchado. Junto con ello, las personas con oído absoluto también presentan modificaciones en las conexiones neuronales con una mayor conectividad entre el giro temporal medio y superior del hemisferio izquierdo (Loui et al., 2012).

En contra de la afirmación sobre la lateralización de la música, un estudio de Schön et al. (2010) determinó que no existe una clara especialización hemisférica, debido a que las regiones cerebrales activadas en los distintos experimentos realizados no presentaban un dominio específico. Por ello, concluyeron que ambos

hemisferios participan en la percepción musical, fundamentándose en que la música implica procesos atencionales aplicados tanto sobre las dimensiones lingüísticas como sobre las musicales. Junto con ello, dichos autores determinaron que existen interacciones entre la percepción de los aspectos lingüísticos y la percepción melódica y armónica de la música. En cambio, Cheung et al. (2018) indicaron que el procesamiento lingüístico muestra una mayor dominancia del hemisferio izquierdo, mientras que la percepción jerárquica musical presenta una mayor activación del derecho. Junto con ello, estos autores destacaron que la dominancia lateral varía en función de si la música en cuestión tiene letra o no. A pesar de ello, la comunidad científica confluye en la afirmación de que la percepción musical implica redes neuronales corticales y subcorticales extendidas a lo largo de los dos hemisferios cerebrales y del cerebelo (Bermudez et al., 2009).

Respecto a la interacción funcional entre la percepción sintáctica de la música y la del lenguaje, diversos autores señalan que tendría su base en que ambos comparten recursos atencionales y de control cognitivo, caracterizados por ser recursos neuronales de dominio general (Kunert et al., 2016; Laffere et al., 2019; Perruchet y Poulin-Charronnat, 2013; Slevc et al., 2013). Por otro lado, se ha propuesto que la interacción entre los distintos mecanismos implicados en la percepción musical y en la percepción del lenguaje puede ser consecuencia de la estrategia compartida en la toma de decisiones (Roncaglia-Denissen et al., 2018), que está mediada por la memoria sensorial (Bigand et al., 2014) y determinada por la percepción de valores rítmicos (Hausen et al., 2013). Otro planteamiento señala que la conexión cognitiva existente entre la música y el lenguaje tendría su justificación en la dependencia común que presentan respecto a la memoria declarativa (Miles et al., 2016).

La capacidad musical presenta variabilidad entre las personas debido a diferencias en el aprendizaje musical implícito y en el entrenamiento musical (Swaminathan y Schellenberg, 2018). Así mismo, también se han observado diferencias en cuanto al género ya que, ante melodías con y sin letra y, sobre todo, familiares, las mujeres parecen tener una mayor capacidad para el reconocimiento melódico que los hombres, diferencia que estaría mediada por la ventaja que las mujeres presentan en la memoria declarativa (Miles et al., 2016). En relación con la presencia de la letra en las canciones, esta parece desempeñar un importante papel

en la percepción emocional de la música, ya que la experiencia afectiva de la música considerada como triste o alegre se ve influenciada por la presencia de la letra de las canciones (Brattico et al., 2011). La música considerada como alegre suele caracterizarse por estar en modo mayor, tener un tempo más rápido, articulaciones entrecortadas y mayor intensidad, mientras que la música triste suele estar en modo menor, tiene tempos más lentos, con dinámicas más suaves y articulaciones ligadas (Friberg et al., 2006; Patel, 2008). Según Brattico et al. (2011), la música alegre sin letra genera emociones positivas más fuertes que aquella con letra. Así mismo, estos autores hallaron una activación cerebral diferencial, donde la música triste con letra promueve una mayor activación de la amígdala, el putamen, el giro parahipocampal, la corteza auditiva, el área de Broca y el giro frontal inferior y medial en comparación con aquella música triste sin letra. Del mismo modo, observaron una mayor activación de estructuras límbicas y de la región derecha opercular del giro frontal inferior ante música alegre sin letra en comparación con la que contenía letra.

De forma similar, algunos autores señalan que, a pesar de que toda música incide sobre amplias regiones límbicas, paralímbicas y los circuitos de recompensa, la música familiar implica una mayor activación de dichas estructuras (Pereira et al., 2011). Junto con ello, los autores observaron que la activación de la corteza cingulada, el lóbulo frontal, el área de Broca y la corteza motora era mayor ante la escucha de música agradable en comparación que la que no lo era. Acorde con este estudio, Brattico et al. (2016) hallaron más actividad en el circuito de recompensa estriado talamocortical y de áreas motoras durante la escucha de música agradable, mientras que con música no agradable únicamente observaron la activación de la corteza auditiva y la amígdala derecha. Los autores también observaron que los individuos musicalmente entrenados presentaban diferencias funcionales en el sistema límbico como mejoras en la actividad frontoinsular y en regiones cinguladas. Así pues, parece que el tipo y nivel de entrenamiento musical, además de incidir sobre el desarrollo de diversos procesos perceptivos y cognitivos, también influye sobre la forma en la que se percibe la emoción inducida por la música (Di Mauro et al., 2018).

Continuando con la percepción de la experiencia musical mediante mecanismos asociados al sistema límbico, se ha observado que el estriado ventral, sobre todo el núcleo accumbens, está involucrado en la respuesta placentera a la música (Blood y Zatorre, 2001), lo que promueve cambios hemodinámicos que se



reflejan en la actividad neuronal dopaminérgica (Koelsch, 2010). El núcleo accumbens es una estructura asociada a la motivación y al placer vinculados a la recompensa, que recibe información de estructuras límbicas como el hipocampo o la amígdala (Nieuwenhuys et al., 2007). Estos autores añaden que el aumento de dopamina en dicha región promueve un aumento de actividad locomotora, interconectándose con los ganglios basales e incidiendo así sobre procesos de aprendizaje, de ejecución y de selección del comportamiento. Así pues, el placer generado por la música promueve una mayor liberación de dopamina en el sistema estriado (Ferreri et al., 2019; Salimpoor et al., 2011), que modula la experiencia de recompensa en los circuitos del núcleo accumbens y favorece los procesos de aprendizaje (Gold et al., 2019). Las modulaciones inducidas por la percepción musical sobre el sistema límbico (involucrado en procesar las emociones y en el control de la memoria) (Baumgartner et al., 2006) también repercuten en el hipocampo y en la memoria (Blood y Zatorre, 2001; Eldar et al., 2007; Koelsch, 2006). En este sentido, algunos autores destacan la relevancia de la música en la construcción de recuerdos autobiográficos (Jäncke, 2008), procesos donde las regiones dorsales de la corteza prefrontal medial (áreas 8 y 9 de Brodmann) desempeñan un importante papel, principalmente, en la recuperación de dicha información (Janata, 2009). Así pues, dichas regiones dorsales vinculan la música y los recuerdos episódicos, que se activan ante la escucha de canciones familiares o también al participar en conversaciones que traten sobre esa música conocida o sobre eventos asociados a la misma (Jäncke, 2008). En este sentido, se ha identificado que la música autobiográficamente familiar implica una mayor activación de la corteza prefrontal posterior y lateral (Janata, 2009). De hecho, parece que la experiencia musical involucra patrones perceptivos, cognitivos y emocionales, que han sido integrados a lo largo de la vida, por lo que, habitualmente, está asociada a experiencias autobiográficas (Altenmüller y Furuya, 2017a). Estos recuerdos y fuertes emociones evocadas con la experiencia musical implican el área tegmental ventral del mesencéfalo, el núcleo accumbens (Salimpoor et al., 2013), así como el hipocampo y la corteza prefrontal dorsal (Altenmüller y Furuya, 2017a).

De forma similar, se ha visto que la percepción musical altera la actividad de la corteza cingulada anterior y la corteza insular (Blood y Zatorre, 2001), asociándose a cambios emocionales y a modulaciones en la actividad automática y fisiológica (Craig, 2009; Critchley, 2005; Koelsch, 2010). La actividad de la amígdala también se ve

influenciada por la música y, tal y como observaron Lerner et al. (2009), su activación es mayor ante la escucha de música emocional y más aún cuando se trata de música de valencia negativa y la escucha se realiza con los ojos cerrados. Junto con ello, los autores hallaron que esta activación de la amígdala también promueve un aumento de activación en la corteza prefrontal ventral, por lo que destacaron la importancia de la amígdala en la emocionalidad percibida y en el procesamiento basado en el contexto, implicando el reclutamiento de procesos cognitivos superiores vinculados a las emociones. Asociado también al rol de la corteza prefrontal, Carlson et al. (2015) concluyeron que la región medial de esta corteza resulta clave para la percepción emocional de la música. Junto con ello, la experiencia musical parece mejorar la maduración del procesamiento emocional de bebés prematuros en la unidad de cuidados intensivos (de Almeida et al., 2020). Un estudio de Fancourt y Perkins (2018) observó que el canto materno aumenta el vínculo social y el afecto positivo, a la vez que reduce el afecto negativo y los marcadores psicobiológicos de la ansiedad en bebés de entre 3-14 meses. De forma similar, se ha visto que un entorno musicalmente enriquecido promueve el desarrollo y formación de representaciones emocionales en los bebés de 18 meses, favoreciendo así la comprensión del vínculo existente entre la acción y el estado afectivo (Siu y Cheung, 2016), así como mayores niveles de emociones positivas, una mayor implicación social con adultos y una mayor adaptación social en niños de 1-3 años (Ruukonen et al., 2021).

Por tanto, diversos aspectos demográficos y contextuales (Saari et al., 2018), así como factores individuales, biográficos y del neurodesarrollo (Peretz, 2013) influyen en la variabilidad que cada persona presenta respecto a la percepción musical. Todo ello refleja la complejidad de este proceso, por lo que el establecimiento de un mapeo neuroanatómico sobre los módulos y las funciones concretas que intervinientes también resulta complejo (Rojas, 2014). Determinar cómo el cerebro percibe la música requiere comprender que se trata de un proceso en el que se interrelacionan diversas redes neuronales que, a su vez, también involucra distintos procesos cognitivos de nivel superior (James et al., 2013). A pesar de tratarse de un proceso cerebral complejo, todo ser humano está capacitado para procesar la estructura jerárquica de la música, debido a que se trata de una capacidad multidominio propia de la cognición humana (García-Casares et al., 2013; Koelsch et al., 2013; Martins et al., 2017). Así pues, la percepción musical se presenta como

una compleja experiencia que integra operaciones perceptivas, emocionales y cognitivas (Altenmüller y Furuya, 2017a) y en estrecha relación con la interpretación musical (tocar un instrumento musical), ya que se ha observado que ambos procesos implican la activación de regiones similares, conectando las áreas auditivas con las motoras dorsales (Wollman et al., 2018). Estos autores, además, señalaron que la conectividad entre la corteza auditiva y el área presuplementaria motora es clave durante la audición pasiva para el posterior éxito en el entrenamiento musical instrumental, por lo que la función integradora de esta red neuronal resulta indispensable tanto para la percepción como para la interpretación musical.

### **2.2.2. Sustratos anatómo-funcionales de la interpretación musical instrumental**

La interpretación musical es la manifestación física de la percepción musical realizada, principalmente, a través de un instrumento musical y que involucra un mayor número de regiones cerebrales (Collins, 2011). Se trata pues de una de las experiencias cerebrales más exigentes para el ser humano, ya que requiere de la estructuración de movimientos rápidos y complejos que se deben coordinar con la retroalimentación sensoriomotora, visoauditiva y con la expresividad emocional (Altenmüller y Furuya, 2017a). Así pues, estos autores señalan que la ejecución de estos movimientos hábiles y voluntarios mediante un instrumento musical requiere de la intervención de áreas corticales de ambos hemisferios tales como la región motora primaria, el área motora suplementaria, el área premotora, el área motora cingulada, los ganglios basales y el cerebelo. Según Furnó (2003), la interpretación musical instrumental implica un amplio despliegue cognitivo y requiere de las siguientes operaciones: capacidades físicas (sistema nervioso, particularidades físico-anatómicas o procesos sensoriales del oído, la vista o el tacto), habilidades (conciencia para el uso favorable de la información, conceptos y conocimientos), hábitos (ejercitar la práctica continuada para lograr un sistema permanente), aspectos psicológicos (partiendo de los procesos de imitación para llegar al pensamiento abstracto), atención (la ejecución musical requiere de atención selectiva y distribuida) y memoria (implicando la memoria a corto plazo sensorial, memoria de trabajo, memoria procedural y memoria declarativa).

Tocar un instrumento musical supone una actividad compleja y multisensorial que implica la lectura de la notación musical abstracta y su expresión sonora mediante movimientos de motricidad coordinada y fina (Habibi et al., 2020) y esto involucra un acoplamiento entre correlaciones anatómicas y funcionales de distintas regiones cerebrales (Li et al., 2018). La lectura de una partitura con el objetivo de ensayar su ejecución involucra aspectos espaciales que requieren de regiones del lóbulo occipital y parietal, junto con el cerebelo, la corteza motora y premotora para la planificación e inicio de la ejecución (Montalvo y Moreira-Vera, 2016). Estos autores señalan que, para interpretar una pieza musical previamente almacenada en la memoria, sería necesaria también la activación del hipocampo y la corteza prefrontal para poder ir anticipándose a lo siguiente a ejecutar. De este modo, el entrenamiento musical instrumental se presenta como una interacción multisensorial donde intervienen conexiones entre capacidades motrices gruesas y finas, de precisión rítmica y memorísticas (Schlaug et al., 2005). Durante la interpretación musical instrumental, y para garantizar una ejecución motriz concomitante con el ritmo o tono, es necesario realizar una revisión o monitoreo constante que requiere de la interacción entre el sistema auditivo (estructuras del giro inferior-posterior) y el sistema motor (región ventral y dorsal de la corteza premotora) (Tanaka y Kirino, 2018). Esta interacción auditiva, sensorial y motora permite realizar procesos de retroalimentación que propician el mantenimiento de una ejecución adecuada o realizar las correcciones necesarias (Lozano et al., 2013). De este modo, las interconexiones entre el sistema auditivo, motor y visual participan en procesos perceptivos y en la interpretación musical mediante el análisis y organización de las estructuras temporales de la música (Wakita, 2016).

Tal y como se mencionó previamente, la corteza premotora actúa como un vínculo esencial en la interacción entre el sistema auditivo y el motor, debido a que es la región encargada de realizar la transformación sensoriomotora (Soria-Urios et al., 2011). Esta conexión funcional interviene tanto en la percepción como en la interpretación rítmica, implicando la activación de la corteza premotora, el área suplementaria, los ganglios basales y el cerebelo (Bengtsson et al., 2009). Según Zatorre et al. (2007), la interpretación musical instrumental implica tres funciones básicas de control motriz: la sincronización o coordinación, la secuenciación y la organización espacial de movimientos. La sincronización es necesaria para organizar

adecuadamente el ritmo musical e implica la activación de estructuras subcorticales y corticales como los ganglios basales, el cerebelo, la corteza premotora dorsal y el área suplementaria (Soria-Urios et al., 2011). Según estos autores, la función de secuenciación (ganglios basales, cerebelo, corteza prefrontal, corteza premotora y área suplementaria) y la de organización espacial (corteza premotora, sensoriomotora y corteza parietal) son esenciales para poder adaptar el movimiento a la ejecución musical mediante un instrumento musical o también mediante la voz.

La integración multimodal de información auditiva, motriz y somatosensorial es clave para garantizar una adecuada interpretación musical instrumental (Tanaka y Kirino, 2017; Zatorre et al., 2007) y, en dicha red de integración, intervienen el giro de Heschl, el plano temporal, el giro precentral (corteza motora primaria) y el giro poscentral (corteza somatosensorial) (Tanaka y Kirino, 2018). Según apuntan diversos estudios, el opérculo parietal (corteza somatosensorial secundaria) es el encargado de mediar en la interacción entre dichos sistemas (Sepulcre et al., 2012), a la vez que desempeña un papel esencial en la relación entre la información auditiva aferente y la motora eferente durante el procesamiento del lenguaje, reflejando, una vez más, la relación existente entre la música y el lenguaje (Sepulcre, 2015). El opérculo parietal no es una región muy estudiada desde la neurociencia, por lo que aún no se han concretado sus funciones (Tanaka y Kirino, 2018). A pesar de ello, se ha observado que implica áreas parietales ventrales y somatosensoriales secundarias y que participa en el procesamiento somatosensorial de orden superior (Eickhoff et al., 2010). Brown et al. (2013), por su parte, determinaron que el área frontal inferior, con ligera lateralización izquierda, es el núcleo de la interpretación de secuencias musicales estructuradas. De este modo, la corteza frontal inferior izquierda se establecería como la responsable del procesamiento jerárquico y secuencial realizado durante la interpretación musical (Wakita, 2014).

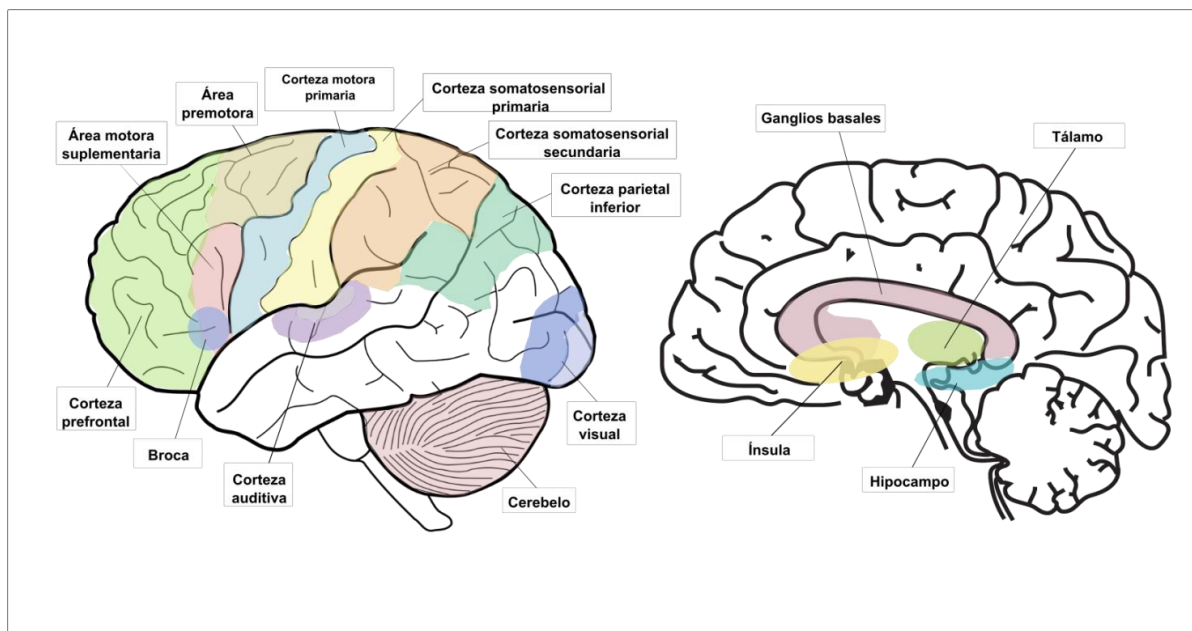
La interpretación musical realizada a través del canto, por su parte, implica los mismos sistemas que el habla, pero con variaciones en las rutas, ya que se ha observado que algunos casos de afasia no presentan problemas para cantar o casos de amusia donde no existe dificultad alguna en la producción del habla (García-Casares et al., 2013; Schachner et al., 2009). Así pues, en la interpretación musical cantada intervienen regiones motrices, auditivas, la corteza somatosensorial primaria bilateral, el córtex prefrontal dorsolateral bilateral, el área de Broca, la corteza parietal

inferior, el polo temporal (área de Brodmann 38), el tálamo, la región posterior del cerebelo, los ganglios basales y la ínsula (Kleber et al., 2013; Schön et al., 2010; Soria-Urios et al., 2011). La mayoría de las estructuras implicadas se ubican en ambos hemisferios, aunque con una mayor activación del derecho, donde la corteza insular anterior derecha y las áreas sensoriomotoras desempeñan un papel esencial en el control motor y vocal necesario durante la ejecución cantada (Kleber et al., 2013).

En la Figura 5 se recogen las principales regiones cerebrales implicadas en la interpretación musical.

## Figura 5

### *Principales regiones cerebrales implicadas en la interpretación musical*



*Nota:* Adaptado a partir de una imagen libre y de uso público extraída del banco de imágenes de la página web de Pixabay-GmbH (s.f.). Recuperado el 4 de octubre de 2022 de <https://pixabay.com/es>

Todo ello refleja que la interpretación musical instrumental es un complejo proceso que integra información sensorial auditiva, propioceptiva y visual, junto con la información motriz (Ellis et al., 2012) y en este complejo proceso, la motivación, que es mediada por la activación del sistema de recompensa ante la experiencia o anticipación del placer, resulta esencial (Salimpoor et al., 2011). Junto con ello, la red talamocortical también parece desempeñar un papel clave en la interpretación musical al intervenir en los procesos de integración y en la sensibilidad hacia el sonido (Tanaka y Kirino, 2017). Por otro lado, la implicación de las distintas estructuras y funciones cerebrales parece variar en función del tipo de información musical a procesar (Pando-

Naude et al., 2021). Además, estos autores diferencian tres principales procesos musicales: la percepción, la interpretación y la imaginación, entendida esta última como la manipulación mental y abstracta de la música (Keller, 2012) que involucra distintas regiones del lóbulo parietal (Pando-Naude et al., 2021).

Aunque la interpretación musical se puede realizar de distintas formas y con distintos medios, la presente investigación se ha basado en un entrenamiento musical instrumental, debido a que numerosos estudios lo postulan como una valiosa actividad cerebral con repercusión en múltiples regiones y funciones cerebrales (Altenmüller y Furuya, 2017a), que, a su vez, promueve mejoras cognitivas de manera generalizada (Benz et al., 2016). En este sentido, el funcionamiento cognitivo implica diversos dominios como la integración visoperceptiva, la memoria, el procesamiento y coordinación visomotriz, el lenguaje, el conocimiento del entorno, el control atencional, la aptitud motora y las funciones ejecutivas, considerándose estas últimas como las funciones cognitivas esenciales (Megias et al., 2015).

Tras definir distintos aspectos asociados a la música y al entrenamiento musical a lo largo de los dos primeros capítulos, los siguientes cinco capítulos (5-7) se dedicarán a definir teóricamente las variables involucradas en el estudio, para finalmente pasar a exponer su relación con el entrenamiento musical instrumental en el octavo capítulo.





## **CAPÍTULO 3. Las funciones ejecutivas**

### **3.1. Definición de las funciones ejecutivas**

Las funciones ejecutivas son un constructo multidimensional integrado por procesos neurocognitivos superiores involucrados en la realización de tareas novedosas y complejas que requieren de una adaptación y planificación de la conducta, toma de decisiones, inhibición de respuestas habituales y control consciente de los distintos procesos implicados (Gilbert y Burgees, 2016; Sánchez-Carpintero y Narbona, 2004; Zelazo et al., 2003; Zelazo y Carlson, 2012). Se trata, pues, de un conjunto de habilidades cognitivas de dominio general (Doebel, 2020) orientadas a la regulación y control eficaz de la conducta propositiva (Berthelsen et al., 2017; Bombín-González et al., 2014; Cristofori et al., 2019; Doebel, 2020; Friedman y Miyake, 2017; Reyes-Cerillo et al., 2015; Sánchez-Carpintero y Narbona, 2004). Para ello, las funciones ejecutivas proyectan aspectos cognitivos y emocionales del pasado en el futuro a través de procesos de integración intertemporal e intermodal (Tirapu-Ustárróz y Luna-Lario, 2008). En esta misma línea, Tirapu-Ustárróz et al. (2007) contemplan dicho constructo como la capacidad de resolver problemas novedosos a través del establecimiento de predicciones sobre las posibles consecuencias. Así pues, las funciones ejecutivas posibilitan la manipulación mental de las ideas, la reflexión previa a la actuación, el afrontamiento de nuevos imprevistos y retos y el mantenimiento de la concentración y la conducta inhibitoria (Diamond, 2013). Esta capacidad de regular y adaptar el comportamiento y atender a unos objetivos internos o instruidos, hace que el funcionamiento ejecutivo sea una de las capacidades más destacables del ser humano (Rico-Picó et al., 2021). Parte de la importancia atribuida a las funciones ejecutivas tiene su base en que su rendimiento durante la infancia actúa como predictor de la futura calidad de vida y del rendimiento escolar (Berthelsen et al., 2017; Diamond, 2013; Grissom y Reyes, 2019; Laureys et al., 2022).

Respecto a la etimología del término, Joaquín Fuster fue el autor del mismo (Portellano y García, 2014) y la neuropsicóloga Muriel Lezak la encargada de su divulgación (Lezak, 1982), quien consideró las funciones ejecutivas como un sistema funcional formado por distintos procesos independientes que permiten la realización

de conductas eficaces, aceptadas socialmente y creativas (Reyes et al., 2014; Tirapu-Ustárróz et al., 2008). En cambio, la conceptualización actual de las funciones ejecutivas se debe a Alexander Luria (Luria, 1973; Luria et al., 1966) quien destacó la relevancia de la región prefrontal en el control de otras actividades cerebrales (Portellano et al., 2011). Luria definió las funciones ejecutivas como una unidad funcional formada por los componentes de la anticipación, planificación, ejecución y el autocontrol, considerando estas habilidades primordiales para la conducta adecuada en la resolución de problemas (Cristofori et al., 2019).

Un término que diversos estudios consideran sinónimo al de las funciones ejecutivas es el del control cognitivo, ya que ambos enfatizan la regulación de la conducta dirigida en oposición a los automatismos (Friedman y Robbins, 2022). Las funciones ejecutivas permiten interactuar de forma deliberada e intencionada con el entorno (Grissom y Reyes, 2019), gestionando el conocimiento e integrando diversos procesos que aportan significado a las aferencias sensoriales y a las conductas motrices (García-Fernández et al., 2018). Así pues, las funciones ejecutivas serían la consecuencia de una coordinación flexible entre distintos subprocesos orientados al logro de un objetivo específico (Funahashi, 2001). Todo ello a través de relaciones jerárquicas que supervisan y controlan el funcionamiento de otras capacidades cognitivas básicas como la memoria o la atención (Bombín-González et al., 2014; Marino y Julián, 2015). Sin embargo, algunos autores como Salthouse et al. (2003) han cuestionado el constructo de las funciones ejecutivas al señalar que el proceso cognitivo de la velocidad de procesamiento podría explicar la varianza que comparten las distintas pruebas destinadas a la medición de las funciones ejecutivas.

El constructo de las funciones ejecutivas ha sido conceptualizado dentro de distintos marcos (Cristofori et al., 2019) y una vez superada la perspectiva que consideraba las funciones ejecutivas como un constructo unitario (Della Sala et al., 1998), actualmente se asume que se trata de un constructo complejo y multifactorial integrado por distintos procesos cognitivos interdependientes e interrelacionados que actúan como un mecanismo de arriba hacia abajo (Cristofori et al., 2019; Stuss y Alexander, 2000; Tirapu-Ustárróz y Cordero-andrés, 2018). Así pues, diversos autores definen las funciones ejecutivas como un modelo triádico compuesto por la actualización o memoria de trabajo (mantener y manipular mentalmente la información), la flexibilidad cognitiva o alternancia (cambio de perspectiva y ajuste a

nuevas demandas) y el control inhibitorio (no actuar impulsivamente y resistir a las distracciones) (Laureys et al., 2022; Miyake et al., 2000). A partir de este modelo que considera dichas funciones ejecutivas como nucleares (Miyake et al., 2000), se desarrollan los procesos de planificación, razonamiento y resolución de problemas (Collins y Koechlin, 2012; Diamond, 2013; Diamond y Ling, 2016; Salthouse et al., 2003). Howard y Vasseleu (2020) indican que un buen funcionamiento ejecutivo favorece el procesamiento y manejo simultáneo de una mayor cantidad de información compleja (memoria de trabajo), más resistencia ante las distracciones y los impulsos (inhibición) y capacidad superior para centrar o cambiar la atención en función de las demandas cambiantes del contexto (flexibilidad cognitiva). Aunque dicho modelo triádico está altamente aceptado y extendido en la investigación, algunos autores añaden otros procesos como la fluidez (semántica y fonológica), la atención (selectiva y sostenida), la memoria de trabajo y la planificación (Reyes et al., 2014). Mauricio et al. (2012) plantean que las funciones ejecutivas están integradas por diversos procesos de control consciente del pensamiento, la conducta y la afectividad que permiten la adaptación del comportamiento ante situaciones novedosas que no puedan resolverse con conductas habituales y Bombín-González et al. (2014) señalaron que estos procesos integran dominios cognitivos de alto nivel como la capacidad de abstracción, la planificación, la capacidad de análisis, el pensamiento lógico, la toma de decisiones o la cognición social. Se trata, pues, de un conjunto de habilidades esenciales para la salud física y mental, el desarrollo social, cognitivo y psicológico, el éxito académico y para una vida plena (Collins y Koechlin, 2012; Diamond, 2013).

Todas estas discrepancias respecto a los procesos que integran las funciones ejecutivas son consecuencia de la controversia que ha existido respecto a la unicidad o diversidad del constructo (Salthouse et al., 2003). Además, algunos autores concretan que el enfoque unitario solo sería aplicable en la infancia, ya que los distintos componentes de las funciones ejecutivas comienzan a distinguirse en la adolescencia (Laureys et al., 2022). Todo ello ha derivado en la postulación de diversos modelos teóricos: por un lado, aquellos que proponen una base común y, por otro lado, los que consideran el constructo como algo no unitario que integra múltiples funciones cerebrales (Bombín-González et al., 2014; Engle et al., 1999; Tirapu-Ustárroz et al., 2008).

### **3.2. Modelos cognitivos de las funciones ejecutivas**

Uno de los primeros modelos fue el de Alexander Luria (Luria, 1973), quien definió las funciones ejecutivas, aunque sin utilizar este término. Este modelo se estableció a partir del estudio de los procesos funcionales del lóbulo frontal y destacó el rol de la corteza prefrontal para la planificación, control y verificación de diversos procesos mentales (Ardila, 2013; Portellano y García, 2014; Puentes et al., 2015). Junto con ello, dicho modelo resalta el importante papel que el lenguaje desempeña en la regulación de las funciones mentales (Korzeniowski, 2011) y establece tres unidades cerebrales funcionales: la alerta y motivación (sistema reticular y límbico), el procesamiento y el almacenamiento de la información (regiones corticales posrolándicas) y la planificación, el control y la verificación (Ardila, 2013; Reyes et al., 2014). Poco después, Lezak (1982) propuso que el funcionamiento ejecutivo lo conforman procesos mentales complejos (macroprocesos) como la flexibilidad, la inhibición o la memoria de trabajo, diferenciándolos de procesos cognitivos básicos (Cristofori et al., 2019). Así mismo, la autora señaló la naturaleza propositiva de las funciones ejecutivas, lo que implicaba diversas capacidades mentales en la planificación y realización de tareas complejas orientadas al logro del objetivo propuesto (Cristofori et al., 2019). De este modo, se favorecería un desempeño eficaz, constructivo, productivo y creativo a través de la formulación de metas, la programación de la conducta para alcanzarlas y su desarrollo eficaz (Korzeniowski, 2011). Más adelante, Stuss y Benson (1986) propusieron un modelo de las funciones ejecutivas que integraba procesos de iniciación, planificación, secuenciación y organización, para posteriormente plantear un modelo jerárquico que consideraba las funciones ejecutivas como el receptor central de información procedente de procesos inferiores y metacognitivos superiores (Stuss, 1991).

Más adelante, Baddeley (1992) estableció el término de síndrome disejecutivo para definir una serie de problemas en los dominios cognitivos de la planificación, organización de la conducta, perseverancia y la falta de inhibición y fluidez. Este autor acuñó el concepto de la memoria de trabajo, designándola como la responsable del mantenimiento y manipulación temporal de la información (Baddeley, 1983). Así pues, se trata de una memoria temporal que mantiene activa una cantidad de información limitada para resolver problemas de forma inmediata, implicando un procesamiento activo de manipulación de la información durante un tiempo limitado (Baddeley, 2003).

En su planteamiento inicial, este autor propuso que la memoria de trabajo estaba constituida por tres componentes (bucle fonológico, agenda visoespacial y el ejecutivo central), para posteriormente ampliarlo a cuatro componentes añadiendo el buffer episódico (Baddeley, 2000; Wang et al., 2015):

- Bucle fonológico: sistema de almacenamiento de sonidos y de lenguaje, vinculado a la actividad de las regiones temporoparietales, premotoras y motoras izquierdas.
- Agenda visoespacial: sistema de almacenamiento del color, la forma y la localización de los objetos, asociada a áreas parietooccipitales derechas.
- Ejecutivo central: sistema supervisor y de control atencional que actúa sobre la información de los dos componentes anteriores, relacionado con la actividad de la corteza prefrontal.
- Buffer episódico: memoria intermedia episódica con capacidad limitada que integra y genera representaciones temporales de la información procedente de distintas fuentes, utilizando un código multidimensional común.

Por su parte, Cohen y Servan-Schreiber (1992), a partir del estudio con pacientes esquizofrénicos con alteraciones cognitivas, postularon que los distintos procesos cognitivos que intervienen en el control cognitivo operan bajo un único mecanismo que se adapta a las distintas condiciones del contexto. Posteriormente, Mateer (1999) propuso un modelo de las funciones ejecutivas formado por seis procesos de orden superior como la iniciación, la inhibición, la persistencia en la tarea, la organización, el pensamiento generativo y la monitorización. Miyake et al. (2000), dentro de la controversia respecto a la unidad o diversidad de las funciones ejecutivas, propusieron un enfoque intermedio donde señalaban que los subcomponentes involucrados, a pesar de ser diferenciables, también presentaban una base común compartida. Estos autores plantearon que los subcomponentes estarían representados por la actualización (vinculada a la memoria de trabajo al requerir la monitorización y manipulación de la información), la alternancia (capacidad para cambiar flexiblemente de operación mental) y la inhibición (capacidad de suprimir deliberadamente las respuestas automáticas según las necesidades de la situación).

A partir del análisis factorial, Anderson (2002) planteó un modelo de las funciones ejecutivas formado por cuatro dominios cognitivos: el control atencional, el procesamiento de la información, la flexibilidad cognitiva y la fijación de objetivos. Este autor definió el control atencional como una función esencial para la selección y mantenimiento de la información, la regulación, el monitoreo y la revisión. Por otro lado, el autor estableció el procesamiento de la información como una función necesaria para la eficiencia y fluidez, mientras que la flexibilidad cognitiva la vinculó con la capacidad de dividir la atención y realizar transferencias cognitivas, así como los reajustes necesarios. Por último, la fijación de objetivos la determinó como una función asociada al razonamiento conceptual, la iniciativa y la planificación estratégica.

Más adelante, y partiendo de los avances en la neuroimagen funcional, Badre y D'Esposito (2007) demostraron la organización jerárquica de las funciones ejecutivas con base neuronal en la corteza prefrontal y con un control rostrocaudal que depende de la información manipulada. En esta línea, Koechlin y Summerfield (2007) establecieron que, a pesar de que la información se integra en múltiples áreas prefrontales, el sistema ejecutivo actúa de forma unitaria realizando un control ordenado en el eje anteroposterior de la corteza prefrontal. Más adelante, Tirapu-Ustárrroz y Luna-Lario (2008) plantearon un modelo que aunaba aportaciones del modelo de memoria de trabajo de Baddeley, el modelo jerárquico de Stuss y Benson (1984), el modelo denominado Sistema Atencional Supervisor de Shallice (1988) y del modelo Marcador Somático de Damasio (1996). Estos autores plantearon un proceso ejecutivo que iniciaría con el sistema sensorio-perceptivo para identificar si el estímulo es conocido o desconocido. Así, los autores señalaron que los estímulos conocidos activan una respuesta automática, mientras que los estímulos desconocidos involucran procesos como la anticipación, la planificación, la selección de objetivos, la supervisión, la memoria de trabajo y los marcadores somáticos.

Uno de los modelos más actuales es el modelo integrador de los procesos de control ejecutivo propuesto por Tirapu-Ustárrroz et al. (2017). Este modelo recoge los dominios ejecutivos que cuentan con una mayor evidencia por parte de los estudios de modelos factoriales, así como con un mayor apoyo de los estudios de neuroimagen y estudios basados en lesiones:

- Velocidad de procesamiento: el volumen de información que puede procesarse por unidad de tiempo y la velocidad con la que pueden activarse diversos procesos cognitivos.
- Memoria de trabajo: la capacidad de codificar, mantener y manipular la información.
- Fluidez verbal: la capacidad para recuperar información almacenada en la memoria semántica y activar operaciones ejecutivas para la búsqueda de palabras.
- Inhibición: control de la interferencia, de la atención selectiva y de supresión de respuestas automáticas.
- Ejecución dual: la capacidad de realizar dos tareas simultáneas o de operar con información de distinta modalidad sensorial a la vez (visual y verbal, por ejemplo).
- Flexibilidad cognitiva: la capacidad de cambiar el foco de atención y de alternar la conducta según las circunstancias.
- Planificación: capacidad de prever mentalmente las posibles soluciones y consecuencias.
- Toma de decisiones: combinación entre el sistema emocional y los procesos cognitivos para razonar y decidir qué solución y conducta ejecutar.
- Paradigmas multitarea: interacción entre subprocesos ejecutivos ante situaciones cotidianas complejas que requieren priorizar, organizar y ejecutar.

Según Portellano y García (2014), existe consenso en que la planificación, la fluidez, la actualización, la flexibilidad, la inhibición y la toma de decisiones son los componentes primarios de las funciones ejecutivas. Así mismo, dichos autores señalan que junto a esos procesos también actuarían otros componentes auxiliares como la atención, la metacognición, la inteligencia fluida, la memoria, el lenguaje, el control emocional y el control motriz. En este sentido, Portellano et al. (2011) consideran que, con pruebas de fluidez, de toma de decisiones (senderos), de planificación (anillas) y de inhibición (interferencia) se cubre la medición de los principales componentes asociados al funcionamiento ejecutivo, mientras que Lázaro

y Ostrosky-Solís (2012) añaden también la memoria de trabajo al conjunto de los componentes básicos.

Como puede observarse, existen diversos modelos sobre los procesos cognitivos que forman parte de las funciones ejecutivas, pero la mayoría incluyen los siguientes dominios: el planteamiento de un objetivo, la planificación, la inhibición de respuestas habituales, la flexibilidad, el control atencional, la memoria de trabajo y la monitorización (Reyes et al., 2014). Del mismo modo, los diversos modelos confluyen respecto a lo que representan las funciones ejecutivas: organizan y mantienen la información orientándola hacia un plan prospectivo, activan mecanismos de control para detectar y actuar ante circunstancias complejas o novedosas y están orientadas hacia la resolución eficiente de dichas circunstancias, coordinando información de diversas fuentes (socioafectiva, cognitivo, motor y sensorial) (Tirapu-Ustárroz et al., 2012). Así pues, independientemente del modelo que se asuma como base de estudio de las funciones ejecutivas, todos coinciden en que la actividad ejecutiva implica una organización jerárquica de la corteza cerebral, así como diversos procesos cognitivos complejos con bases neuroanatómicas y circuitos funcionales asociados al lóbulo frontal y, más concretamente, a la corteza prefrontal (Cristofori et al., 2019; Megias et al., 2015; Trujillo y Pineda, 2008). Dada la complejidad de las funciones ejecutivas, su estudio se aborda integrando aportaciones de la psicología, la neurociencia y la neuropsicología (Korzeniowski, 2011; Reyes-Cerillo et al., 2015). En este sentido, los avances en las técnicas de neuroimagen funcional han contribuido mucho en el establecimiento de las bases neuroanatómicas que relacionan el sustrato funcional con su respuesta conductual correspondiente (Tirapu-Ustárroz et al., 2017).

### ***3.3. Bases anatomo-funcionales de las funciones ejecutivas***

Los avances en las técnicas de neuroimagen han permitido identificar el sustrato neuroanatómico del funcionamiento ejecutivo (Korzeniowski, 2011), donde estudios basados en lesiones, neuroimagen y neuroquímica han ido elucidando la organización neurobiológica, neuroanatómica y funcional de las funciones ejecutivas en los distintos sistemas de la corteza prefrontal (Friedman y Robbins, 2022). Los procesos ejecutivos dependen de diversas redes neuronales bidireccionales distribuidas a lo largo de áreas corticales y subcorticales, pero el lóbulo frontal y,



concretamente, la corteza prefrontal desempeña un papel primordial en dichos procesos (Ardila, 2013; Cabrales, 2016; Filippetti y López, 2013).

El lóbulo frontal es la región que más volumen ocupa en el cerebro humano, alcanzando casi un tercio de la superficie y se localiza en la parte anterior del cerebro desde la cisura de Rolando hasta la de Silvio (Ardila, 2008; Betancur et al., 2016; Stuss y Alexander, 2007). Desde una perspectiva filogenética, el lóbulo frontal se desarrolló más tardíamente siendo la región cortical que más tarde madura en el desarrollo ontogenético y presenta múltiples conexiones neuronales que aportan una amplia diversidad funcional (Betancur et al., 2016; Stuss y Alexander, 2007). Respecto a la corteza prefrontal, esta se ubica en la región lateral, inferior y medial del lóbulo frontal (Delgado-Mejía y Etchepareborda, 2013) y es la estructura neocortical más desarrollada del cerebro humano (Hoffmann, 2013), siendo el área prefrontal dorsolateral la subestructura más reciente y voluminosa (Lozano y Ostrosky-Shejet, 2011; Stuss y Levine, 2002).

Las regiones prefrontales, mediante diversas funciones de autorregulación, permiten la organización, el control, la coordinación y la integración de distintas operaciones cognitivas, conductuales y de respuestas emocionales (Tirapu-Ustárroz et al., 2008; Tirapu-Ustárroz et al., 2012). Una de las funciones destacables de esta región cerebral es la capacidad de actuar sobre los distintos impulsos originados en el sistema límbico, canalizándolos y transformándolos en respuestas conductuales socialmente aceptadas (Ardila, 2013). Neuroanatómicamente, la corteza prefrontal está formada por tres subestructuras o subdivisiones: la corteza dorsolateral (vinculada a procesos más cognitivos), el córtex cingulado anterior o corteza medial (asociada a procesos motivacionales y afectivos) y la corteza orbitofrontal (relacionada con la regulación de la conducta o la motivación) (Lozano y Ostrosky-Shejet, 2011; Rosselli et al., 2008a). Todas ellas presentan conexiones funcionales con amplias estructuras cerebrales (Rosenbloom et al., 2012) que permiten que la corteza prefrontal reciba información de otras regiones neocorticales (Cristofori et al., 2019) y que, del mismo modo, la proyecte hacia otras áreas como la amígdala, el hipotálamo, el núcleo dorsal medial o los ganglios basales (McGarry y Carter, 2017). De este modo, estas redes neuronales entre la corteza prefrontal y diversas regiones corticales y subcorticales inciden sobre el adecuado funcionamiento ejecutivo (Cristofori et al., 2019), donde la densidad de estas conexiones resulta proporcional

al funcionamiento eficaz de los procesos cognitivos y emocionales implicados en el sistema ejecutivo (Portellano y García, 2014).

En las dos últimas décadas, las técnicas de neuroimagen funcional han ayudado a concretar las regiones cerebrales que participan en los distintos procesos ejecutivos (Cristofori et al., 2019). Más allá de la visión localizacionista, y partiendo de que actualmente se asume que la corteza prefrontal necesita de conexiones con el resto del cerebro, cada una de las tres demarcaciones prefrontales presenta diferencias funcionales (Portellano y García, 2014):

- Área dorsolateral: es la región neocortical con mayor desarrollo e implicación en las tareas de control. Interviene en los procesos de atención selectiva, inhibición, memoria de trabajo, flexibilidad cognitiva, razonamiento, formación de conceptos, metacognición y resolución de problemas complejos.
- Área cingulada anterior o medial: participa en los procesos de atención sostenida, respuesta guiada por la motivación, fluencia, iniciación de conducta intencionada y planificada y monitorización.
- Área orbitaria: está involucrada en el procesamiento emocional (controlar y regular las respuestas emocionales) y en la toma de decisiones, coordinando la información proveniente del sistema límbico y del área dorsolateral. Interviene en los procesos de interacción social, el sentido ético, la empatía, la adaptación social, la autorregulación y en la conciencia de uno mismo.

La Tabla 5 muestra las bases neuroanatómicas de cada componente de las funciones ejecutivas según Tirapu-Ustárroz y Luna-Lario (2008).

**Tabla 5**

*Bases neuroanatómicas de los principales componentes ejecutivos*

Componentes	Bases cerebrales
Velocidad de procesamiento	• Sustancia blanca
Atención alternante	• Circuito frontoparietal
Memoria de trabajo (actualización,	• Corteza prefrontal dorsolateral • Corteza prefrontal ventrolateral • Corteza parietal

Componentes	Bases cerebrales
mantenimiento y manipulación)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cerebelo</li> </ul>
Ejecución dual	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corteza prefrontal dorsolateral</li> <li>• Cingulado anterior</li> </ul>
Inhibición o control de la interferencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cingulado anterior</li> <li>• Corteza prefrontal orbital</li> <li>• Giro frontal inferior</li> </ul>
Flexibilidad cognitiva	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corteza prefrontal dorsolateral</li> <li>• Corteza prefrontal medial</li> <li>• Giro supramarginal</li> <li>• Estriado</li> </ul>
Planificación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corteza prefrontal dorsolateral</li> <li>• Cingulado posterior</li> <li>• Ganglios basales</li> </ul>
Toma de decisiones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corteza prefrontal ventromedial</li> <li>• Corteza prefrontal dorsolateral</li> <li>• Ínsula</li> <li>• Amígdala</li> </ul>

*Nota:* Adaptado de "Neuropsicología de las funciones ejecutivas", por Tirapu-Ustárrroz, J. y Luna-Lario, P., 2008. Viguera Editores.

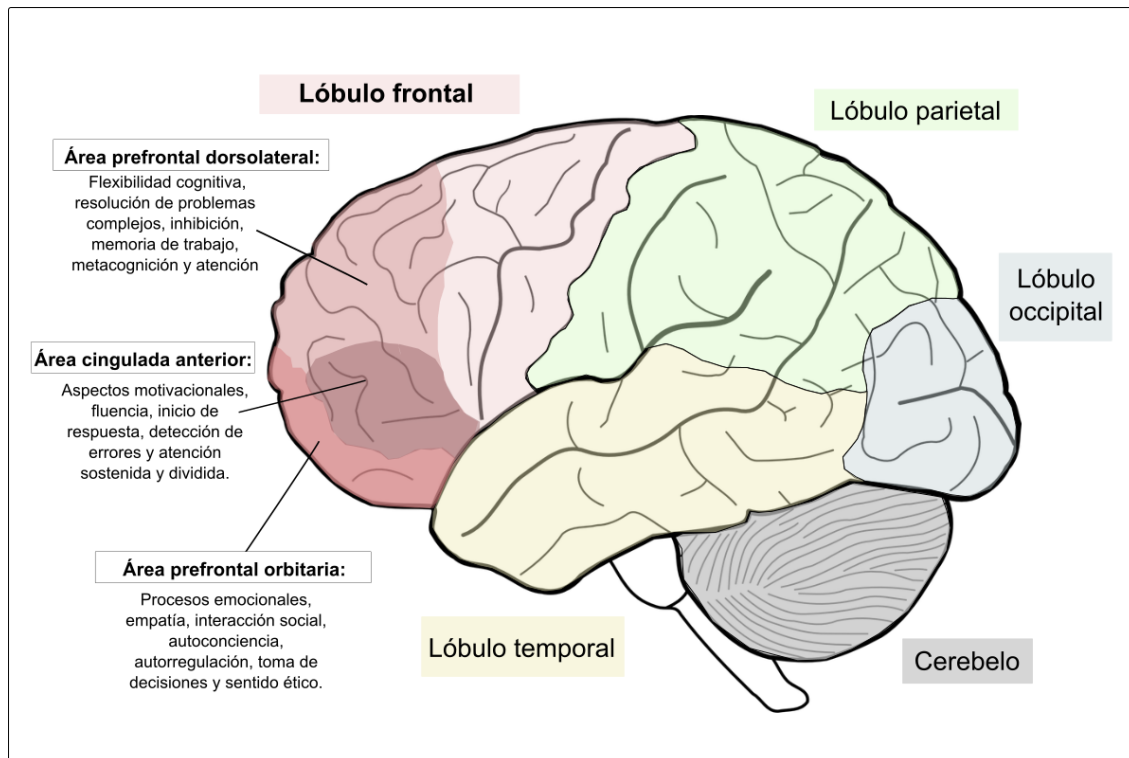
Junto con ello, también se han descrito distintos circuitos funcionales asociados al sistema supramodular de las funciones ejecutivas como, por ejemplo, el circuito ventromedial (vinculado a la toma de decisiones gracias al procesamiento emocional) y el circuito dorsolateral (asociado a procesos cognitivos como la atención selectiva, la memoria de trabajo, la flexibilidad cognitiva y la creación de conceptos) (Bechara et al., 2000; Cummings, 1993; Tirapu-Ustárrroz y Muñoz-Céspedes, 2005). Asimismo, se ha señalado que las regiones dorsolaterales están implicadas en las funciones ejecutivas metacognitivas al intervenir en la resolución de problemas, planificación estratégica, inhibición y memoria de trabajo, mientras que las áreas ventromediales representan las funciones ejecutivas más emocionales al estar involucradas en el control de conductas emocionales y espontáneas (Rosselli et al., 2008a). A partir de

ello, se definieron dos síndromes prefrontales: el síndrome orbitofrontal y medial y el síndrome dorsolateral (Ardila, 2013). De hecho, el estudio de algunos de estos síndromes llevó a postular la existencia de tres circuitos: el circuito dorsolateral asociado a las funciones más cognoscitivas como la fluidez verbal, la resolución de problemas complejos, la flexibilidad cognitiva o la programación; el circuito orbitofrontal (también denominado ventral) vinculado a la autorregulación, la inhibición y el control emocional; y el circuito cingulado anterior (también llamado medial) relacionado con la capacidad de iniciativa y la iniciación de conductas (Cummings, 1993).

De forma similar, diversos estudios realizados con pacientes clínicos han mostrado que el funcionamiento ejecutivo tiene su base en la corteza prefrontal, que integra la información de distintos sistemas dinámicos como estructuras paralímbicas (la amígdala, la ínsula o el hipocampo), regiones corticales posteriores y estructuras basales (el tronco cerebral y los ganglios basales) (Robbins y Arnsten, 2009). Del mismo modo, Mitchell y Phillips (2007) añaden que la corteza prefrontal es el centro de integración entre la cognición y las emociones, ya que las alteraciones en dicha región afectan a la coordinación entre aspectos cognitivos, emocionales y motivacionales. En este sentido, Portellano y García (2014) señalaron que estas conexiones bidireccionales entre la corteza prefrontal y las regiones corticales y extracorticales (sistema límbico, amígdala, hipocampo, cuerpo estriado, ínsula, tálamo, tronco cerebral y lóbulo temporal y parietal) son las que permiten la actividad coordinada orientada hacia un funcionamiento ejecutivo eficaz. Así pues, la corteza prefrontal actúa como una región de integración y asociación heteromodal que interrelaciona redes neuronales aferentes y eferentes que se extienden a lo largo de áreas corticales y subcorticales (Lozano y Ostrosky-Shejet, 2011; Tirapu-Ustárrroz y Muñoz-Céspedes, 2005). La Figura 6 muestra la ubicación del lóbulo frontal y de las subestructuras de la corteza prefrontal en la que se asientan las funciones ejecutivas.

**Figura 6**

*Áreas anatomo-funcionales de las funciones ejecutivas*



*Nota:* Adaptado a partir de una imagen libre y de uso público extraída del banco de imágenes de la página web de Pixabay-GmbH (s.f.). Recuperado el 4 de octubre de 2022 de <https://pixabay.com/es>

Todo ello muestra la relevancia de la corteza prefrontal, ya que monitorea redes extensas de interconexiones neuronales con amplias regiones cerebrales, para poder coordinar e integrar adecuadamente las emociones y la cognición del ser humano (Ardila, 2013; Mitchell y Phillips, 2007; Tirapu-Ustárrroz et al., 2012). Así mismo, la corteza prefrontal presenta un desarrollo evolutivo cuya maduración culmina en la adolescencia tardía, por lo que es la estructura cerebral con la maduración más tardía en el ser humano (Betancur et al., 2016).

### **3.4. Desarrollo evolutivo de las funciones ejecutivas**

El desarrollo de las funciones ejecutivas es un factor importante para la competencia y la regulación socioemocional (Raver et al., 2011), así como para la habilidad cognitiva y el rendimiento escolar de los estudiantes (Blair y Razza, 2007; McClelland et al., 2007). En este sentido, se ha hallado que aspectos de la autorregulación medidos en la primera infancia actúan como predictores del desarrollo

de las funciones ejecutivas alcanzado en la adolescencia (Berthelsen et al., 2017). La capacidad ejecutiva, desde una perspectiva latente, es altamente heredable y se ve muy influenciada por aspectos poligénicos (Friedman y Miyake, 2017). En su desarrollo, también inciden aspectos ambientales como el estilo parental (Blair et al., 2014; Valcan et al., 2018), la prematuridad al nacer (Shinya et al., 2022) o el nivel socioeconómico que rodea al niño (Berthelsen et al., 2017; Dilworth-Bart, 2012; Hackman y Farah, 2009; Lawson et al., 2018). Respecto al nivel socioeconómico, su influencia parece ser más determinante sobre el desarrollo de las funciones ejecutivas que sobre otras habilidades cognitivas (Lawson et al., 2018). Esta incidencia del nivel socioeconómico podría estar mediada por la amplitud del vocabulario al que haya estado expuesto el niño, así como por la complejidad del lenguaje materno (Daneri et al., 2019). Junto con ello, Filippetti (2011) destacó la importancia de la epigenética, señalando que en el desarrollo de las funciones ejecutivas influye la interacción entre aspectos genéticos y ambientales. En este sentido, se ha observado que un ambiente estimulante y cariñoso favorece el desarrollo cognitivo del niño (McClelland et al., 2011). Otro aspecto relevante es la escolarización, ya que la incursión escolar parece promover el desarrollo de las funciones ejecutivas (Filippetti, 2011; Korzeniowski, 2011). Todo ello se fundamentaría en que a través de la experiencia se van adquiriendo contenidos, conocimientos, valores, creencias y preferencias que influyen en el desarrollo de los procesos de control que desempeñan las funciones ejecutivas (Doebel, 2020).

Las funciones ejecutivas van variando a nivel morfológico y fisiológico a lo largo del desarrollo evolutivo, comenzando en el primer año de vida para extenderse hasta la edad adulta donde culminaría su desarrollo madurativo (Best et al., 2009; Korzeniowski, 2011; Rosselli et al., 2008b). Este proceso pasa por múltiples estados debido a que la plasticidad cerebral potencia el desarrollo de las funciones ejecutivas a través de la experiencia, lo que repercute en que los primeros años de vida sean esenciales para el neurodesarrollo del individuo (Johnson, 2001; Korzeniowski, 2011). Así mismo, existen importantes variaciones individuales en el desarrollo de las funciones ejecutivas manifestadas a lo largo de la infancia y adolescencia (Diamond, 2001; Miyake y Friedman, 2013).

Los distintos dominios cognitivos que componen las funciones ejecutivas muestran una trayectoria de desarrollo diferente según los procesos madurativos y

otros factores socioeconómicos que rodean a la persona (Filippetti, 2011). Este autor estableció el siguiente marco evolutivo: la flexibilidad cognitiva alcanza un nivel de desempeño similar al del adulto a partir de los 9-10 años; la planificación varía poco en función de la edad, presentándose bastante estable entre 7-12 años; la memoria de trabajo presenta cambios significativos con la edad, siendo el dominio más sensible a dicho efecto y, según Gathercole et al. (2004), su desarrollo aumenta linealmente desde los 4 hasta los 14 años para estabilizarse hacia los 14-15 años; la fluidez verbal también se ve afectada por la edad, siendo más sensible la fluidez fonológica que la semántica; por último, la inhibición se sitúa como el factor más relevante en el desarrollo ejecutivo de los niños de 3-5 años y también va aumentando con la edad (Bugos y Demarie, 2017). Best y Miller (2010), por su parte, concluyeron que todos los componentes de las funciones ejecutivas presentan un desarrollo sustancial a partir de los cinco años y hasta la adolescencia.

Diversos autores, sin embargo, señalan que hasta los siete años de edad los procesos de inhibición, memoria de trabajo y de fluidez verbal son indisolubles y que funcionan como una estructura unitaria (Brydges et al., 2012; Willoughby et al., 2012), para diferenciarse progresivamente entre los siete y los 11 años hasta llegar a constituir una estructura factorial (Laureys et al., 2022; Shing et al., 2010; Tirapu-Ustárroz y Cordero-andrés, 2018). Según Wu et al. (2011), la diferenciación fiable de los tres principales componentes de las funciones ejecutivas (memoria de trabajo, flexibilidad e inhibición) se puede establecer a partir de los 10-11 años de edad. El componente de la inhibición sería el primero en desarrollarse (Best et al., 2009) y sobre el que se apoyan componentes más complejos como la flexibilidad mental o la memoria de trabajo (Florez et al., 2014). Giedd et al. (2002) afirman que estos diferentes patrones de desarrollo evolutivo estarían asociados a las modificaciones estructurales y funcionales en el lóbulo frontal, ya que se da un aumento de sustancia gris en la preadolescencia, con un pico máximo a los 12 años en los niños y a los 11 años en las niñas, para comenzar a disminuir en la posadolescencia.

Algunos autores proponen la existencia de tres periodos sensibles en el desarrollo de las funciones ejecutivas: un primer periodo entre los 6-8 años (periodo de gran neuroplasticidad), un segundo periodo entre los 9-12 años y un último periodo establecido entre los 15-19 años (Amstrong et al., 2006; Best et al., 2009; Cassandra y Reynolds, 2005; Korzeniowski, 2011; Rosselli et al., 2008b). Otros autores señalan

que cada dominio cognitivo que integra las funciones ejecutivas presenta un desarrollo diferente y no lineal que va acorde a los cambios neuroanatómicos de la región prefrontal (Portellano y García, 2014). Estas modificaciones, puntualizan dichos autores, se producen gracias al proceso no regular de la mielinización y la sinaptogénesis de la corteza prefrontal diferenciando una primera etapa hacia los 12 meses en la que comienza la actividad funcional en regiones mediales y dorsolaterales, una segunda etapa alrededor de los 4 años con un aumento metabólico en el lóbulo frontal y una relevante tercera etapa entre 8-12 años cuando aumenta el proceso metabólico de la glucosa. A partir de ello, Portellano y García (2014) establecen los siguientes tres periodos de desarrollo cognitivo asociado a las funciones ejecutivas:

- Periodo de 0-4 años: en este periodo el desarrollo no es muy intenso debido al menor número de activaciones y desarrollo de la corteza asociativa. Durante el primer año de vida, aparecen los primeros reflejos de las funciones ejecutivas con la capacidad de mantener información y de eliminar respuestas dominantes. Hacia los 18 meses se manifiesta una forma simple del control inhibitorio y alrededor de los dos años aparece cierto grado de control de la conducta. A partir de los tres años surge cierta flexibilidad cognitiva y hacia los cuatro años comienza a aparecer la capacidad de autorregulación interna.
- Periodo de 5-12 años: este es el periodo de desarrollo más intenso, siendo la etapa entre los seis y los ocho años la más sensible en el desarrollo de las funciones ejecutivas (Pineda, 2000). A partir de los cinco años, se desarrolla la capacidad de mantener, manipular y modificar información con el fin de adaptar su conducta y de autorregularse en función de las características del contexto. Hacia los seis años se manifiesta la capacidad metacognitiva y a partir de los siete años se desarrolla la flexibilidad cognitiva, el control inhibitorio y la memoria de trabajo, gracias al avance en el desarrollo del lenguaje interno. García-Molina et al. (2009) puntualizan que hacia los cinco años aparece un desarrollo parcial del control inhibitorio.
- Periodo de 12-20 años: hacia los 12 años hay un mayor desarrollo de la memoria prospectiva y de la planificación, presentando a esta edad una organización cognoscitiva similar a la del adulto. Los distintos dominios de las



funciones ejecutivas se van perfeccionando hasta consolidarse alrededor de los 20 años (Delgado-Mejía y Etchepareborda, 2013).

Por otro lado, algunos autores plantean una diferenciación del funcionamiento ejecutivo en funciones ejecutivas frías (resolución de problemas descontextualizados y abstractos sin componente afectivo) y funciones ejecutivas calientes (resolución de problemas con carga emocional) (Zelazo y Carlson, 2012). Atendiendo al desarrollo evolutivo, las funciones ejecutivas calientes, que son las que intervienen en decisiones vinculadas a motivaciones y emociones, presentan un desarrollo más tardío (Cunningham y Zelazo, 2007; Prencipe et al., 2011; Zelazo y Carlson, 2012), lo que hace que los estímulos emocionales tengan una fuerte incidencia sobre el control cognitivo durante la adolescencia (Crone y Dahl, 2012). Todo ello refleja el relevante papel de las funciones ejecutivas para la autorregulación cognitiva, emocional y social (Best et al., 2009). De hecho, estas funciones neurocognitivas resultan vitales para el comportamiento adaptativo exitoso del ser humano ante situaciones cambiantes de la vida cotidiana, siendo las responsables de los procesos de regulación conductual, de memoria, pensamientos y de aspectos afectivos (Tirapu-Ustárroz et al., 2012). Estos autores resaltan la importancia de los estímulos socioafectivos y emocionales para un adecuado funcionamiento ejecutivo, proponiendo así la relación entre las funciones ejecutivas y la inteligencia emocional.



## **CAPÍTULO 4. La inteligencia emocional**

### ***1.3.1 Definición y modelos de la inteligencia emocional***

Uno de los retos más importantes del ser humano en la inestable sociedad actual es la capacidad de adaptación, donde la inteligencia emocional desempeña un papel fundamental (García-Fernández y Giménez-Mas, 2010). Las emociones son respuestas automáticas de corte filogenético que se desencadenan como respuestas de supervivencia ante estímulos externos o internos (Ortega-Llorente, 2015; Sotelo-Martín et al., 2019). Estas respuestas emocionales pueden extenderse y convertirse en estados del organismo asociados a la activación fisiológica por mediación del sistema nervioso autónomo y neuroendocrino (Redolar-Ripoll, 2007). Según Plutchik (1984), las emociones se dividen en dos grupos: las emociones primarias, que corresponderían con fenómenos adaptativos inmediatos como la ira, el asco, la alegría, la tristeza, el miedo y la sorpresa; y las emociones secundarias o sociales, que derivan de las anteriores y presentan una connotación fenomenológica (por ejemplo, de la sorpresa derivan el asombro o la admiración, de la alegría el placer, del asco el rechazo y de la ira el rencor). La evaluación de las emociones da lugar a la percepción y el conocimiento consciente de las mismas, proceso en el que resulta indispensable la participación de la corteza cerebral (Belmonte, 2007; Redolar-Ripoll, 2007).

Históricamente, la emoción y la cognición han sido tratados y estudiados como procesos mentales independientes (Phelps, 2006), pero a partir de la década de los 90, el vínculo e interdependencia entre la cognición y el afecto fue tomando más fuerza bajo el paradigma de la inteligencia emocional, en gran parte, gracias a las aportaciones de Mayer et al. (1990). Esta situación favoreció un mayor reconocimiento del ámbito emocional junto con el enfoque de que la considerada habilidad cognitiva no es suficiente para el éxito en la vida (Cherniss, 2010). De este modo, la inteligencia emocional se conceptualiza como una combinación de habilidades equivalentes a la inteligencia general (O'Connor et al., 2019) y se propone que en la experiencia emocional subyacen un conjunto de cogniciones, actitudes, pensamientos y creencias que influyen en la percepción y valoración de diversas situaciones (Sotelo-Martín et al., 2019). Del mismo modo, Ortega-Llorente (2015) considera que las emociones son

procesos psicológicos complejos que integran factores cognitivos, psicológicos y conductuales. Así pues, el sistema emocional y el cognitivo participan en un sistema dinámico en el que presentan influencias recíprocas (Allodola et al., 2020; Lahiri et al., 2020; Vanuk et al., 2019). A partir de ello, el constructo ha sido estudiado desde distintos ámbitos como la psicología, la sociología, la salud o la educación (Mayer et al., 2008).

La inteligencia emocional es un constructo complejo que integra la interacción entre la cognición y la emoción, permitiendo así una conducta saludable y la adaptación del individuo al medio (Jiménez y López-zafra, 2009; Ortega-Navas, 2010; Salovey y Grewal, 2005). Se trata, pues, de la capacidad para procesar la información emocional y de utilizarla adecuadamente para guiar el pensamiento y la conducta (Mayer et al., 2008). En este sentido, algunos autores señalan que la autopercepción emocional, la disposición de comportamiento vinculada a dicha percepción y el procesamiento y uso de la información emocional son aspectos clave de la inteligencia emocional (Mavroveli et al., 2009). Por tanto, la interrelación de competencias perceptivas, interpretativas y fácticas constituyen el funcionamiento emocional adaptativo de las personas (Schutte et al., 2013) y un uso adecuado de las estrategias de regulación emocional favorecen la salud mental y bienestar de las personas (Vanuk et al., 2019).

El constructo de la inteligencia emocional está integrado por habilidades de autocontrol, automotivación, determinación y sensibilidad hacia los sentimientos propios y ajenos que resultan esenciales para el logro de objetivos en distintos ámbitos de la vida (Nasir y Masrur, 2010). La variabilidad en la inteligencia emocional depende de la manera en que cada persona expresa, comprende y regula sus propias emociones (Bisquerra et al., 2015). Por ello, las capacidades de percepción, manejo y comprensión de las emociones tanto propias como ajenas son consideradas la esencia de la inteligencia emocional (Maul, 2012) y, según algunos autores, estas capacidades pueden enseñarse y desarrollarse (Brackett et al., 2012). En este sentido, se han propuesto tres principios sobre los que se asienta la inteligencia emocional (Cherniss, 2010): 1) las emociones desempeñan un rol esencial en la vida de las personas; 2) existe variabilidad en la habilidad de cada persona para percibir, comprender y manejar las emociones; y 3) estas diferencias individuales inciden en la adaptación de cada persona en diversos contextos. Algunos autores consideran que

las habilidades emocionales son la base del desarrollo cognitivo y social de la infancia (Denham et al., 2012), ya que impacta en la conducta humana, incide notablemente en la búsqueda del sentido de la vida e influye de forma significativa en la felicidad y bienestar de las personas (Bar-On, 2010).

A pesar de que la mayoría de los autores coinciden en que se trata de un rasgo esencial que explica el desempeño del individuo en diversos ámbitos, los múltiples enfoques para abordar la inteligencia emocional reflejan la ausencia de consenso en la definición operacional del constructo (Martins et al., 2010; Mikolajczak et al., 2006; Jiménez y López-zafra, 2009; Pena y Repetto, 2006). Esto ha derivado en la propuesta de distintos modelos que intentan explicar la inteligencia emocional, clasificándose en tres principales tipos (Cherniss, 2010; García-Fernández y Giménez-Mas, 2010; Kanesan y Fauzan, 2019; Mayer et al., 2008; Jiménez y López-Zafra, 2009; Pena y Repetto, 2006; Smith et al., 2018): 1) los modelos basados en habilidades que consideran la inteligencia emocional como una habilidad mental y una inteligencia estándar y se centran en el procesamiento de la información emocional y la evaluación mediante pruebas de rendimiento; 2) los modelos mixtos que contemplan la importancia de los rasgos de la personalidad y competencias como la autoestima o el optimismo y la evalúan mediante pruebas de autoinforme; y 3) los modelos de rasgo que relacionan la inteligencia emocional con la tendencia y capacidad del comportamiento autopercebido. Los distintos modelos son una construcción teórica que buscan comprender y explicar la interpretación de las emociones propias y ajenas, así como su gestión y aprovechamiento para lograr un comportamiento adaptativo en el ámbito personal y social (Sotelo-Martín et al., 2019).

Dentro de los modelos de habilidades, destaca el modelo propuesto por Salovey y Mayer (1990), donde la inteligencia emocional es considerada como una capacidad cognitivo-emocional que procesa las emociones a través de habilidades de percepción, gestión, facilitación y comprensión, lo que permite el bienestar del individuo, así como un uso adaptativo y deliberado de las emociones para la toma de decisiones (Brackett et al., 2006; García-Fernández y Giménez-Mas, 2010; Mayer et al., 2008; Vanuk et al., 2019). Estas habilidades de percepción, valoración e interpretación capacitan a la persona para identificar y discernir las emociones propias y las ajenas (Salovey y Mayer, 2004). Así pues, dicho modelo propone que la inteligencia emocional se configura a partir de la interrelación y jerarquía de cuatro

habilidades de procesamiento emocional que constituyen la base de habilidades superiores como la consciencia o la regulación reflexiva (Brackett et al., 2012; Kanesan y Fauzan, 2019; Salovey y Mayer, 2004):

- Percepción emocional: capacidad para identificar y diferenciar las emociones propias y ajenas, así como para discriminar expresiones emocionales falsas u honestas en los demás a través de los estados físicos o pensamientos. Es considerada una habilidad perceptiva avanzada.
- Facilitación emocional del pensamiento: habilidad para utilizar las emociones, para direccionar la atención y favorecer procesos cognitivos como el razonamiento o la resolución de problemas. También se refiere a la habilidad de modificar el estado emocional para favorecer distintos estilos de pensamiento, lo que implica una elevada sofisticación.
- Comprensión y análisis emocional: capacidad para comprender el significado de las emociones, para nombrarlas con un lenguaje preciso y para hallar diferencias o similitudes entre las mismas. Un nivel avanzado de esta habilidad consiste en comprender estados anímicos y emociones simultáneas, la mezcla de emociones o la transición entre distintas emociones.
- Regulación emocional: capacidad para prevenir, manejar o modificar las respuestas emocionales propias y ajenas y para la apertura tanto a emociones agradables como desagradables. Un estado avanzado de esta habilidad sería la habilidad para mantener o descartar una emoción según su utilidad en el contexto y para reflexionar sobre las emociones propias y ajenas.

Los modelos mixtos, por su parte, presentan un enfoque de estudio de la inteligencia emocional más general, que combina el intelecto con aspectos de la personalidad, afectivos y del comportamiento como la asertividad, la motivación, la impulsividad, el manejo del estrés, la persistencia, la resiliencia o la empatía (Fernández-Berrocal y Ruiz, 2008; García-Fernández y Giménez-Mas, 2010; Petrides y Furnham, 2001). Así pues, estos modelos consideran que en la inteligencia emocional confluyen la competencia o habilidad y la disposición global o el rasgo (Kanesan y Fauzan, 2019). Dentro de estos modelos destacan el modelo de Goleman (1996) y el modelo de Bar-On y Parker (2018).

El modelo de Goleman (1996) define la inteligencia emocional como un conjunto de habilidades, actitudes y competencias que establecen la conducta y los estados mentales del sujeto, constituyendo así aquello que no puede representarse mediante la inteligencia general. El autor plantea un cociente emocional que se complementa y se interrelaciona con el cociente intelectual y, a su vez, establece cinco dimensiones de la inteligencia emocional que intervienen en el reconocimiento y en la regulación propia (competencia personal) y ajena (competencia social) (Goleman, 1996; Kanasan y Fauzan, 2019):

- Conciencia de sí mismo: entendida como la percepción y comprensión sobre los estados y recursos internos.
- Autorregulación: control de los estados, recursos o impulsos internos.
- Motivación: disposición emocional que orienta y favorece la consecución de objetivos.
- Habilidades sociales: capacidad para promover respuestas deseables en los demás.
- Empatía: conciencia sobre los sentimientos o necesidades ajenas.

El modelo de Bar-On y Parker postula un enfoque de inteligencia socioemocional contemplando la interrelación entre competencias y habilidades emocionales y sociales que inciden sobre la conducta inteligente para adaptarse adecuadamente a las demandas del contexto ( Bar-On, 2010; Bar-On y Parker, 2018). Este modelo considera que la inteligencia general se compone de la inteligencia emocional y de la cognitiva, lo que favorece un ajuste armonioso al entorno y un funcionamiento emocionalmente sano (Bar-On y Parker, 2018). A partir de ello, se plantea la conexión entre los distintos factores que facilitan la adaptación emocional y social del individuo ante las demandas de la vida (Bar-on y Parker, 2018; Cherniss, 2010; García-Fernández y Giménez-Mas, 2010; Nasir y Masrur, 2010):

- Factor intrapersonal. Habilidad de comprender y diferenciar las emociones y sentimientos propios, donde intervienen aspectos como:
  - Autoconcepto. Capacidad de aceptarse, comprenderse y respetarse a uno mismo.

- Autoconciencia. Capacidad para comprender y tomar conciencia de las propias emociones.
- Asertividad. Habilidad para expresar y defender los sentimientos y creencias propias sin herir los sentimientos ajenos.
- Independencia. Capacidad para tomar decisiones y de autodirigirse.
- Autorrealización. Capacidad para esforzarse por mejorar los potenciales propios y lograr los objetivos personales.
- Factor interpersonal. Conciencia social y capacidad para las interacciones interpersonales que involucra:
  - Relaciones interpersonales. Habilidad para encauzar y mantener relaciones satisfactorias y sanas con los demás.
  - Empatía. Capacidad para comprender y estimar los sentimientos ajenos.
  - Responsabilidad social. Capacidad para actuar de forma cooperativa, responsable y constructiva con el grupo social.
- Factor de adaptabilidad. Capacidad para ajustarse y hacer frente a los cambios a través de:
  - Prueba de realidad. Capacidad para establecer la correspondencia entre lo que en realidad sucede y lo que uno mismo experimenta.
  - Solución de problemas. Habilidad para identificar los problemas y de solucionarlos de forma efectiva.
  - Flexibilidad. Capacidad para ajustar los pensamientos y conductas propias ante las situaciones cambiantes.
- Factor de manejo del estrés. Capacidad para manejar y regular las emociones adversas mediante:
  - Control de impulsos. Capacidad para controlar, retrasar o resistir un impulso a través del control de las reacciones emocionales.
  - Tolerancia al estrés. Habilidad para resistir ante situaciones adversas manejando las emociones de forma constructiva.
- Factor del estado anímico general. Capacidad vinculada a la automotivación:



- Optimismo. Capacidad para apreciar lo positivo de cada situación y mantener la esperanza ante situaciones adversas.
- Felicidad. Habilidad para estar satisfecho con la propia vida, disfrutarla y expresar emociones positivas.

Por último, entre los modelos de rasgo destaca el propuesto por Petrides y Furnham (2001), que integra diversas cualidades personales que contemplan los modelos previos. Estos autores consideran que la inteligencia emocional se relaciona con los rasgos de la personalidad y proponen una inteligencia emocional constituida a partir de cuatro componentes (Cherniss, 2010; Kanasan y Fauzan, 2019; Petrides y Furnham, 2001):

- Bienestar: implica optimismo, felicidad, confianza en uno mismo y adaptación.
- Sociabilidad: supone asertividad, competencia social, manejo de las emociones ajenas y la influencia social.
- Autocontrol: asume regulación emocional, control de impulsos y manejos del estrés.
- Emocionalidad: se compone de expresión emocional, empatía y percepción de emociones propias y ajenas.

Estos distintos marcos explicativos convergen en el planteamiento de que la inteligencia emocional involucra dos dominios principales: el reconocimiento y comprensión emocional y la regulación adaptativa de las emociones (Smith et al., 2018). Varios autores coinciden en que, a pesar de presentar relaciones, se trata de un constructo independiente de la inteligencia general y de los rasgos de la personalidad (Cherniss et al., 2006; Kanasan y Fauzan, 2019; Moudgil, 2016). La inteligencia emocional no es una disposición estable e innata (Kanasan y Fauzan, 2019; Moudgil, 2016), sino que va desarrollándose y aumentando con la edad (Goleman, 1996; Hemmati et al., 2004; Kafetsios, 2004; Salovey y Mayer, 2004). Por tanto, se trata de un constructo sujeto a desarrollo a través de la experiencia (Smith et al., 2018), por lo que se puede entrenar y modular mediante programas orientados a su mejora (Brackett et al., 2012; Hagelskamp et al., 2013).

Todos los modelos existentes tienen las emociones como base para conformar los estados afectivos e implican diversas activaciones neuronales y fisiológicas (Sotelo-Martín et al., 2019). Además, los autores añaden que las distintas respuestas emocionales (miedo, alegría, ira, etc.) implican una activación neuronal diferencial que varía en función de cada individuo y cultura.

### **1.3.2. Bases cerebrales de la inteligencia emocional**

La inteligencia emocional implica un equilibrio entre la mente emocional (el sistema límbico) y la mente racional (el lóbulo frontal) (Cid-Sillero et al., 2018), lo que refleja la importancia de conexiones prefrontales-límbicas para el control de las conductas emocionales (Rosselli et al., 2008a). Las emociones se sustentan en el sistema límbico (formado por la amígdala, el hipocampo, el tálamo y el hipotálamo), generando así respuestas complejas que influyen en la conducta social, en los procesos cognitivos y en la segregación hormonal (Ortega-Llorente, 2015; Sotelo-Martín et al., 2019). De hecho, las emociones son rendimientos vitales, mientras que la discriminación de las mismas son rendimientos intelectuales (Ricardo et al., 2016). De este modo, estos autores distinguen tres estructuras asociadas a los distintos procesos emocionales: el cerebro límbico estaría vinculado a los procesos vitales e instintivos de las emociones; el cerebro intermedio o neocortical paralímbico se asociaría a los procesos valorativos de las mismas; y el cerebro externo o neocortical lateral se relacionaría con los procesos intelectuales y discriminativos de las emociones. Junto con ello, dichos autores señalan que en la inteligencia emocional intervienen redes neuronales distribuidas por la ínsula, la amígdala, la corteza cingulada, la formación reticular y por la corteza orbitofrontal, que, a su vez, se interrelacionan con diversas redes neuronales ubicadas en otras regiones cerebrales. Esto reflejaría que la inteligencia emocional presenta unos correlatos neurobiológicos funcionales y estructurales específicos (Petrides et al., 2016), que intervienen en la regulación y reactividad emocional (Vanuk et al., 2019).

El sistema límbico, clave en los procesos emocionales, está formado por estructuras filogenéticamente muy antiguas, con una amplia interconexión entre sí y que desempeñan distintas funciones dentro de la inteligencia emocional (Belmonte, 2007; Ortega-Llorente, 2015; Redolar-Ripoll, 2007; Sotelo-Martín et al., 2019):

- Amígdala: resulta esencial para la supervivencia al intervenir en el aprendizaje del miedo condicionado, la mediación del afecto o el amor y la detección de nuevos estímulos cargados de emociones no positivas (Levav, 2005). Al estar conectada con el hipocampo (asociado a la memoria), favorece la asociación entre los recuerdos y las emociones, actuando como la organizadora de la memoria emocional. Las lesiones en la amígdala generan dificultades en las respuestas emocionales condicionadas, en el reconocimiento del miedo y en la expresividad de la emoción. Está ubicada en el lóbulo temporal y se compone de 13 núcleos amigdalinos agrupados en los núcleos basolaterales, núcleo central y los núcleos cortico-mediales. Estos núcleos reciben y envían información a los otros núcleos y también a otras regiones sensoriales y corticales. Respecto a la inteligencia emocional, destaca el núcleo basolateral, que presenta las conexiones con regiones de la corteza como las áreas sensoriales de asociación, el giro temporal superior, inferior e insular, la corteza prefrontal orbitofrontal, el estriado ventral y el núcleo dorsomedial del tálamo:
  - Núcleo lateral: se comunica con la corteza sensorial y la región talámica sensorial para generar activaciones automáticas sin la intervención consciente de la corteza cerebral.
  - Núcleo basal: recibe información de los núcleos laterales y envía información a otros núcleos y a regiones de la corteza que activan el sistema motor ante una amenaza.
- Hipocampo: es otra estructura del sistema límbico ubicada en la parte interior del lóbulo temporal medial y presenta conexiones bidireccionales con la amígdala, la corteza entorrinal, el hipotálamo, la circunvolución cingulada y con la corteza parahipocampal. Tiene un importante papel en los procesos de memoria declarativa y en el aprendizaje, ya que si la información tiene carga emocional será más resistente al olvido.
- Hipotálamo: es una importante área ubicada en la región basal del encéfalo que regula diferentes procesos fisiológicos y conductas agresivas vinculada a la supervivencia ante posibles amenazas y que presenta interconexiones con el hipocampo y la amígdala. Tiene un importante papel en el control de respuesta del sistema motor, somático y endocrino, así como en el proceso de

integración entre la información sensorial y la emocional, favoreciendo así una respuesta adaptada al contexto.

- Tálamo: está formado por los núcleos de relevo de información sensorial, los núcleos de proyección difusa y los núcleos de asociación. Dentro de estos últimos, destaca el núcleo dorsomedial talámico, que se interconecta con la corteza prefrontal. Se trata de una estructura esencial en el procesamiento, coordinación y regulación de la información sensorial e interviene en el control de las emociones y en procesos de aprendizaje.

Junto con ello, los lóbulos frontales y prefrontales parecen desempeñar un papel esencial en la inteligencia emocional al favorecer la asimilación neocortical de las experiencias emocionales (Ortega-Llorente, 2015). Esta autora indica que estas regiones están en interacción constante con la información que envía el sistema límbico, regulando, controlando y planificando las respuestas conductuales, lo que implica procesos como la flexibilidad cognitiva y el cambio de foco atencional. La corteza prefrontal orbitofrontal desempeña también una función de regulación de la actividad amigdalina, inhibiendo aferencias y eferencias gracias a sus interconexiones con el tálamo dorsomedial, el hipocampo, la amígdala, la corteza cingulada y el lóbulo temporal (Sotelo et al., 2019). Por ello, estos autores destacan que las lesiones en la corteza orbitofrontal generan dificultades en la capacidad de control emocional y de juicio social. De hecho, la corteza orbitofrontal forma parte de la red de regulación emocional gracias a la conexión que presenta con la amígdala a través del fascículo uncinado (Marino et al., 2015). Algunos autores destacan la corteza prefrontal y la corteza cingulada como componentes centrales de la inteligencia emocional, el hipotálamo como componente periférico y mediando entre ambos sitúan a la amígdala, que coordina las experiencias emocionales conscientes (Redolar-Ripoll, 2007). De tal forma, lesiones en la corteza prefrontal ventromedial, la ínsula y la amígdala conllevarían un bajo nivel de inteligencia emocional y dificultades para tomar decisiones y afrontar problemas de la vida cotidiana (Bar-On et al., 2013).

Mediante resonancia magnética y morfometría basada en vóxel, se ha observado que el uso y la monitorización de las emociones se correlaciona con una mayor densidad de sustancia gris en la corteza orbitofrontal, la ínsula y el giro parahipocampal (Tan et al., 2014). En la misma línea, también se ha asociado una

mayor densidad de sustancia gris en la corteza prefrontal ventromedial con la inteligencia emocional (Takeuchi et al., 2011). Respecto a la sustancia blanca, la inteligencia emocional parece correlacionar con diferencias en la estructura de dicha sustancia en el fascículo longitudinal derecho (más grosor de mielina o mayor tamaño axonal), que interconecta el lóbulo occipital con regiones frontales esenciales para la cognición emocional y social (Takeuchi et al., 2013). De forma similar, se ha observado relación entre la comprensión de las emociones y la densidad de sustancia blanca en las fibras de los sistemas somatosensoriales y sensoriomotores, el fascículo longitudinal superior izquierdo y en el tracto corticoespinal (Pisner et al., 2017). Estos autores también demostraron que el manejo de las emociones se asociaba con un mayor volumen de sustancia blanca en los tractos de asociación frontal-afectivos donde intervienen el cíngulo frontoparietal, los tractos bilaterales del cuerpo caloso y el fascículo uncinado derecho. A partir de ello, concluyeron que los distintos componentes de la inteligencia emocional están asociados con una microarquitectura estructural específica de las vías axonales principales. Por otro lado, algunos autores han planteado una asociación negativa entre la inteligencia emocional y la actividad del circuito somático y de otras regiones paralímbicas, así como una correlación positiva entre la inteligencia emocional y la actividad del cerebelo y la corteza visual asociativa (Killgore y Yurgelun-Todd, 2007). En la misma línea, la inteligencia emocional parece estar relacionada con la actividad del surco temporal posterior derecho implicado en la integración audiovisual (Kreifelts et al., 2009).

Así pues, la inteligencia emocional presenta un sistema neuronal distribuido por regiones frontales, parietales y temporales, en el que convergen otros procesos como la inteligencia general y la personalidad (Barbey et al., 2014). Los autores señalaron que los resultados en los test de inteligencia general y de personalidad actúan como predictores del nivel de inteligencia emocional al implicar todos ellos una red neuronal integradora que incluye procesos ejecutivos, emocionales y sociales. Por otro lado, parece que la activación diferencial de regiones frontales determinaría el nivel de inteligencia emocional, ya que los sujetos con un mayor nivel de inteligencia emocional presentan un aumento de activación frontal izquierda en estado de reposo (Mikolajczak et al., 2010). A pesar de que los dos hemisferios intervienen en la inteligencia emocional, cada hemisferio presenta cierta especificidad ante diferentes procesos emocionales, con un mayor protagonismo del izquierdo en la capacidad de

experimentar emociones positivas y del hemisferio derecho en la expresión corporal de la emoción y en los elementos afectivos del lenguaje (Belmonte, 2007).

La arquitectura cerebral sugiere que en cada proceso socioemocional subyacen diversas regiones cerebrales y múltiples interconexiones funcionales (Anderson, 2014). A pesar de todo ello, todavía no hay un modelo neuronal teórico consensuado basado en procesos cerebrales observados a través de la neurociencia computacional, dificultando así una mejor comprensión e intervención de la inteligencia emocional (Smith et al., 2018). Partiendo de este contexto, estos autores proponen un modelo sustentado en la interconexión de procesos cognitivo-emocionales de dominio general, con el objetivo de favorecer la explicación de las diferencias individuales en la inteligencia emocional y de la influencia biológica de su entrenamiento. Para ello, los autores parten de las habilidades principales implicadas en la inteligencia emocional:

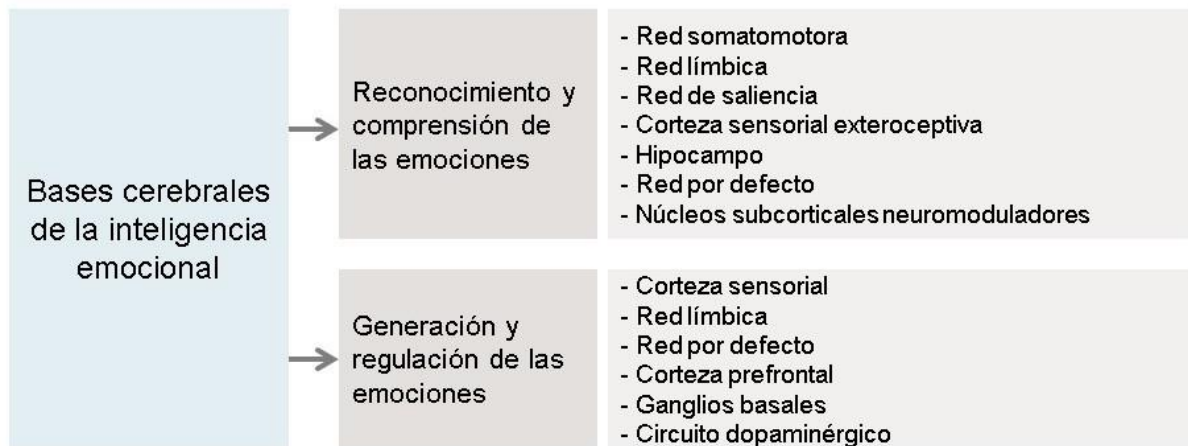
- Reconocer y comprender las emociones propias y ajenas. Esta habilidad requiere de la capacidad de percibir una entrada sensorial para vincularla con su representación conceptual emocional previamente adquirida y está determinada por las expectativas aprendidas y por la percepción del contexto (Barrett et al., 2011). Este proceso de reconocimiento emocional autodirigido implica distintas habilidades y múltiples regiones cerebrales:
  - Registrar y representar los cambios corporales. Participación de la red somatomotora (ínsula, regiones somatosensoriales, corteza motora y premotora, cíngulo anterior y corteza orbitofrontal), la red de saliencia (cíngulo dorsal, ínsula, área motora suplementaria) y la red límbica (corteza orbitofrontal y núcleos subcorticales como la amígdala y el núcleo accumbens).
  - Percepciones externas. Participación de la corteza sensorial exteroceptiva en el reconocimiento de las expresiones faciales, tono de voz, mirada o postura corporal de los demás.
  - Registrar y representar el contexto. Interviene el hipocampo y regiones del lóbulo temporal medial.
  - Conceptualización de los cambios internos en función del contexto. Involucra la red por defecto.

- Reconocimiento emocional. Interviene la atención emocional automática (amígdala y núcleos subcorticales neuromoduladores).
- Generar y regular las emociones. Esta habilidad implica la creación de respuestas afectivas adaptativas (involucra las cortezas sensoriales, la red límbica y la red por defecto) y el ajuste del sistema motor y cognitivo a la información emocional propia y ajena. En este último caso, el control ejecutivo, la atención selectiva, la inhibición y la memoria de trabajo desempeñan un importante papel para seleccionar, mantener y manipular la información relevante, orientándola hacia un objetivo (red frontoparietal). Este proceso, a su vez, se ve influenciado por los aprendizajes implícitos previos (respuestas emocionales automáticas y hábitos cognitivos). En su desarrollo participan los ganglios basales, el sistema dopaminérgico del cerebro medio y la corteza frontal.

Todas estas habilidades cognitivas, sociales y emocionales van variando a lo largo del desarrollo evolutivo (Ricardo et al., 2016), por lo que se puede incidir sobre el desarrollo de las mismas a través de entrenamientos específicos que promuevan un aumento en la eficiencia neuronal de las regiones asociadas a la regulación emocional (Hansenne et al., 2014). En la Figura 7 se recogen las principales bases cerebrales implicadas en la inteligencia emocional.

**Figura 7**

*Bases cerebrales implicadas en la inteligencia emocional*



### **1.3.3. Desarrollo evolutivo de la inteligencia emocional**

La inteligencia emocional es un constructo multifactorial sustentado en competencias básicas que, progresivamente, van convirtiéndose en habilidades más complejas asociadas a la regulación emocional (Zeidner et al., 2003). Por lo tanto, el desarrollo de la inteligencia emocional va aumentando con la edad (Mayer et al., 2008) y los distintos componentes que la integran presentan cierta variabilidad en el desarrollo evolutivo, así como diferencias individuales determinadas por sinergias entre procesos biológicos y de socialización (Zeidner et al., 2003). Según Gray (2021), en el desarrollo de la comprensión emocional y la capacidad de regular las emociones influyen variedad de experiencias ambientales. En este sentido, diversos autores destacan factores ambientales como el apego y el estilo parental (Alegre, 2011; Walker et al., 2022). Respecto a este último, la socialización parental se presenta como un relevante factor en el desarrollo de la inteligencia emocional de los niños (Elmaghraby, 2022), destacando la capacidad de respuesta de los padres, la exigencia positiva y negativa de los padres y el entrenamiento emocional de los padres (Alegre, 2011). De hecho, el nivel de inteligencia emocional de los padres se relaciona con el nivel de inteligencia emocional de los hijos (Turculeț y Tulbure, 2014). Sin embargo, también hay autores que señalan que aspectos como la familia o los traumas infantiles no se relacionan ni predicen el desarrollo de la inteligencia emocional (Gardner et al., 2011).



El desarrollo de la inteligencia emocional va acorde con la programación biológica del desarrollo sensomotriz, el uso de estrategias primarias basadas en aprendizajes asociativos y cognitivos y el uso de la autorregulación asociada a la conciencia consciente (Kopp, 1989). Se han propuesto diversos elementos determinantes en el desarrollo de la inteligencia emocional, destacando los factores biológicos (Goleman, 1996), así como la regulación homeostática, el desarrollo de un apego seguro, la diferenciación del afecto y la autoconciencia (Cicchetti et al., 1991). En este sentido, algunos autores también destacan el aprendizaje de comportamientos adaptativos basados en reglas y el desarrollo de la mirada autorreflexiva como aspectos clave para el desarrollo de la inteligencia emocional (Zeidner et al., 2003). Estos autores establecieron un modelo de funcionamiento emocional integrado por tres etapas, que determinarían las diferencias individuales en el desarrollo de la inteligencia emocional:

- Bases biológicas para la emocionalidad. Factores inconscientes y no verbales como el temperamento, la intensidad emocional, la inhibición y la emocionalidad difieren de un niño a otro y aparecen en el primer año de vida. Estos factores, a su vez, inciden en el desarrollo de la percepción y expresión de emociones básicas, así como en el desarrollo de estrategias de control primitivas (Eisenberg et al., 1997; Kagan et al., 1987; Rothbart et al., 1987).
- Aprendizaje de habilidades basadas en reglas para la regulación emocional. Los niños de la etapa preescolar presentan diferencias en la facilidad de aprendizaje de estrategias básicas de regulación durante su socialización, entre las que estarían la supresión de emociones o la búsqueda de ayuda del educador.
- Regulación de la emoción autoconsciente. Durante la etapa escolar los niños van desarrollando su comprensión como ser social y la capacidad de utilizar dicho conocimiento para guiar su regulación. Para Southam-Gerow y Kendall (2002), la comprensión explícita de las emociones es la base del desarrollo de habilidades conscientes y estratégicas que permiten la regulación emocional y esta autoconciencia se refleja en la resolución de problemas de forma reflexiva, la comprensión de emociones complejas y en el desarrollo de modelos mentales sobre las emociones. Por consiguiente, esta autorregulación metacognitiva va desde una comprensión y regulación de la conciencia (entre

6-8 años) hasta la conciencia de procesos cognitivos, que suponen la base de la futura planificación (entre 14-16 años) (Demetriou, 2000).

En el desarrollo evolutivo de la inteligencia emocional, la capacidad de percepción emocional emerge en los primeros días de vida y estaría asociada al reconocimiento facial, donde intervienen aspectos programados biológicamente y también conocimientos culturales adquiridos (Mayer et al., 2000). Estos autores añaden que, a continuación, se va desarrollando de forma secuencial el reconocimiento de las diferentes emociones. La capacidad de comprender las emociones aparece hacia los dos años y presenta un desarrollo bastante sofisticado entre los tres y los cuatro años (Denham, 1998). A pesar de ello, los autores añaden que en la etapa preescolar los niños aún presentan ciertas dificultades para comprender emociones complejas y mixtas con carga moral como la gratitud o la vergüenza. Por ello, los niños utilizan comportamientos como la aplicación de reglas simples y la autodistracción a través del juego para reflejar sus emociones, mientras que en edades más avanzadas estas estrategias conductuales comienzan a ser más cognitivas (Saarni, 2000).

Respecto a la capacidad de manejo y regulación de las emociones, se considera que las estrategias preverbales de la aversión a miradas o chuparse el dedo son signos tempranos del desarrollo de dicha capacidad (Kopp, 1989). Más adelante, entre los tres y cinco años, los niños van desarrollando su competencia socioemocional mediante la interacción con otros niños y a través del juego simbólico (Erikson y Erikson, 1998). En la etapa de Educación Infantil, los niños comienzan a verbalizar las conductas socialmente adecuadas, pero todavía no tienen la capacidad de poder mantener siempre dicha conducta esperada (Gray, 2021). Estos autores añaden que a lo largo de la primera infancia (entre 0-6 años) se establecen las habilidades socioemocionales básicas, las que irán perfeccionándose en etapas posteriores según el aumento de las complejidades sociales. En este sentido, en la segunda infancia (entre 7-12 años), el juego estructurado y el trabajo en equipo parecen tener una gran influencia en el aprendizaje socioemocional del niño (Frost et al., 2007).

En cuanto a la habilidad de utilizar las emociones para facilitar la cognición, los niños de edad preescolar aún presentan limitaciones debido a las dificultades que

tienen en la comprensión de las causas y el origen de las emociones (Denham, 1998). Según estos autores, esta capacidad para modular las emociones voluntariamente requiere de ciertos conocimientos sobre pensamientos y sentimientos que van a desarrollarse en la siguiente etapa escolar. Salovey y Sluyter (1997) señalan que mientras las estrategias de comportamiento externas permanecen medianamente estables a lo largo del desarrollo, las estrategias cognitivas internas mejoran con la edad, presentando un mayor desarrollo a los 10 años. De forma similar, estos autores indican que la capacidad de seleccionar estrategias reguladoras ajustadas a la situación se desarrolla principalmente en la edad escolar y al principio de la adolescencia, a lo que Saarni (2000) añade que el uso consciente de las emociones se desarrolla durante la adolescencia.

El desarrollo y el nivel de inteligencia emocional se ha relacionado con el rendimiento escolar de los estudiantes y la capacidad intelectual general y parece presentar diferencias en cuanto al género, donde las mujeres muestran una mayor puntuación (Sierra et al., 2013). Junto con ello, diversos autores señalan que diferentes factores de la inteligencia emocional se asocian con el nivel creativo del individuo (Geher et al., 2017; Hoffmann y Russ, 2012; Şahin, 2016; Sánchez-Ruiz et al., 2011), destacando así la sinergia entre la inteligencia emocional y la creatividad para un adecuado bienestar social y emocional (Plucker et al., 2004).



## **CAPÍTULO 5. La creatividad**

### **5.1. El constructo de la creatividad**

La creatividad es un atributo humano de gran complejidad (Abraham y Justel, 2019) y que resulta clave para el desarrollo del ser humano tanto a nivel social como a nivel personal, ya que la habilidad de generar ideas novedosas es esencial en la era contemporánea actual (Boccia et al., 2015; de Dreu et al., 2014; Klimenko, 2017). Se trata pues, de un complejo e importante constructo para el bienestar y supervivencia social (Rendón-Uribe, 2009) y esencial para el progreso humano y el desarrollo de los procesos de razonamiento (Jung et al., 2013). Tradicionalmente, se ha considerado que la creatividad es propia de artistas y de genios con talentos excepcionales, pero se trata de un rasgo que forma parte de la vida cotidiana y que está presente en todo ser (Abraham y Justel, 2019; Jung et al., 2013).

La creatividad es un constructo multifacético (Kenett et al., 2015) y difícil de investigar a nivel teórico y empírico (Abraham, 2013). Aunque se hayan propuesto diversas definiciones de la creatividad, existe bastante consenso en atribuirle las características propuestas por Sternberg y Lubart (1999): la creatividad se manifiesta en aquellas ideas y trabajos que son novedosos (entendido como original e inesperado) y también útiles (entendido como apropiados) (Beaty et al., 2016; Runco y Jaeger, 2012; Schweizer et al., 2016). Según Green et al. (2015), la creatividad es la habilidad de proponer soluciones novedosas, adecuadas y diferentes a problemas abiertos con el fin de promover la producción divergente. A partir de las distintas definiciones propuestas, se considera que la creatividad es el resultado de la interacción de distintos factores como habilidades y rasgos individuales de la persona, así como del contexto social en el que se presentan y se evalúan las ideas y productos creados (Schweizer, 2006).

Como acercamiento a la definición de este complejo constructo, el pensamiento creativo se ha asociado con cuatro componentes o categorías (Krumm et al., 2014; López-Martínez y Navarro-Lozano, 2018): la fluidez (cantidad de ideas o propuestas), la elaboración (cantidad de detalles aportados en cada idea), la originalidad (propuesta novedosa, inesperada) y la flexibilidad (generación de ideas

que difieren entre sí). Por otro lado, también se han planteado tres dimensiones asociadas a la creatividad (Schweizer et al., 2016): la originalidad (reflejo de una idea novedosa e inventiva en una situación concreta), la factibilidad (el grado en que la idea o producto es adecuado para dicha situación) y la divergencia (relacionado con el conjunto de opciones propuestas para dicha situación, siendo diferentes entre sí). La divergencia proviene del concepto de pensamiento divergente propuesto por Guilford (1950, citado en Runco y Acar, 2012), que se relaciona con la creatividad y difiere del pensamiento convergente. Así pues, dicho autor determinó el pensamiento divergente como la habilidad de generar ideas originales y nuevos enfoques a partir de combinaciones inesperadas basadas en la flexibilidad semántica y en la fluidez asociativa y de transformación. El pensamiento convergente, por su parte, es considerado como la habilidad de aplicar estrategias lógicas y convencionales para generar una respuesta conocida (Cropley, 2006). Ambos tipos de pensamiento son necesarios para la resolución de problemas (Jaarsveld y Lachmann, 2017), ya que el pensamiento divergente permite la producción de nuevas ideas, mientras el convergente favorece la conversión de las ideas existentes en algo novedoso y adecuado (Cropley y Cropley, 2008). Según Runco y Acar (2012), actualmente, el pensamiento divergente es considerado como un indicador del potencial creativo, independientemente de que el logro creativo haya emergido o no.

La creatividad también ha sido asociada a la capacidad de elaborar preguntas, al considerarla como un indicador de la capacidad para plantear diversos problemas a una solución (Corbalán-Berná et al., 2015). De este modo, estos autores consideran la elaboración de preguntas como la clave y primer proceso creativo que activa y construye diversos esquemas cognitivos. Además, añaden que el proceso de elaboración de preguntas requiere de la participación simultánea de los siguientes componentes de la creatividad:

- Flexibilidad: para relacionar distintos contextos con el objeto.
- Fluidez: para generar diversos datos en un tiempo limitado.
- Producción divergente: implicando distintas miradas para resolver un mismo problema.
- Originalidad: para aportar preguntas alejadas de la obviedad.
- Redefinición: redefiniendo los datos con cada nueva pregunta planteada.

- Asociación remota: realizando vínculos con recursos lejanos.

El proceso creativo involucra el pensamiento imaginativo que emerge del conocimiento conceptual que cada persona tiene del mundo, representado en el sistema de memoria semántica (Abraham y Bubic, 2015). Uno de los modelos explicativos sobre el proceso creativo orientado hacia la consecución del objetivo fijado es el propuesto por Wallas (1926, citado en López-Fernández, 2015), conformado por cuatro etapas asociadas a diversos procesos neuropsicológicos (López-Fernández, 2015; López-Fernández y Llamas-Salguero, 2018):

- Preparación: la definición del problema y recogida de información al respecto, etapa en la que participa el sistema sensorial y perceptivo y la atención selectiva.
- Incubación: a pesar de la desconexión consciente con el problema, se siguen realizando asociaciones de forma inconsciente, donde interviene la memoria a largo plazo, la memoria de trabajo y la red neuronal por defecto.
- Iluminación: dar con la solución adecuada de forma repentina, lo que permite reestructurar el problema y poder solucionarlo. En esta etapa, se produce una hiperconectividad neuronal que permite el aumento de asociaciones, proceso en el que participa la memoria de trabajo y las funciones ejecutivas.
- Verificación: evaluar la validez de la posible solución planteada, donde intervienen las funciones ejecutivas, el sistema motor, áreas visoauditivas y funciones del lenguaje.

Además de la complejidad que implica la definición del constructo de la creatividad, otra de las controversias que tiene la comunidad científica es el establecimiento de si se trata de un dominio general o si, por el contrario, consiste en distintos dominios específicos en los que se producen los logros creativos (Aranguren e Irrazabal, 2012).

### 5.1.1. Dominios creativos

A pesar de que en las últimas décadas ha aumentado mucho el número de investigaciones sobre la creatividad, todavía no hay resultados concluyentes respecto a su naturaleza y sobre las diferencias en distintos dominios (Qian et al., 2019). Diversos autores han señalado que la creatividad es un atributo de la persona independientemente del dominio en el que se manifieste (Plucker, 1998), mientras que otros sostienen la importancia de considerar el dominio específico en el que se desarrolla (Baer, 1998; Carson et al., 2005). Así pues, algunos autores proponen que la creatividad es un constructo de dominio general que permite ser creativo en distintos dominios (Qian et al., 2019) y, por otro lado, otros plantean que la creatividad se expresa en diversos dominios específicos involucrando pocos recursos cognitivos generales (Jung et al., 2013).

A pesar de no haber consenso respecto a la especificidad o generalidad de la creatividad, existe avenencia en considerar que cada persona difiere en el perfil creativo (Kaufman y Baer, 2004), ya que el desarrollo creativo requiere dedicación, experiencia y habilidad en cierto conocimiento concreto (Baer y Kaufman, 2005). La relación entre el nivel creativo y el funcionamiento cognitivo varía según el dominio creativo y se diferencian cuatro dominios artístico-creativos (Lunke y Meier, 2016): artes visuales, literatura, música y artes escénicas. Algunos autores diferencian la creatividad sobresaliente y la creatividad diaria, perspectiva desde la que podría considerarse que toda persona puede ser creativa en la resolución de problemas de su vida cotidiana (Aranguren e Irrazabal, 2012). Junto con ello, estos autores plantean que la creatividad sobresaliente o diaria se puede manifestar en seis dominios creativos: artes plásticas, literatura, música, artesanía y diseño, expresión corporal y empresas y negocios. A partir de ello, estos autores realizaron análisis factoriales para agrupar dichos dominios en cuatro factores: a) literatura y música, b) artes y diseño, c) expresión corporal y d) empresas y negocios. A diferencia de estos autores, Qian et al. (2019) consideran que la creatividad en distintos dominios no resulta relevante para la creatividad aplicada a la vida cotidiana. Otros autores, por su parte, evaluaron distintos dominios y los agruparon en dos factores principales al considerarlos esenciales en la calidad de la vida humana: el factor artístico (teatro, artes visuales, escritura creativa, humor y música) y el factor científico (artes culinarias, invención y descubrimientos científicos) (Carson et al., 2005).



Continuando con la dicotomía entre creatividad general y específica, Kaufman et al. (2009) propusieron un modelo jerárquico de la creatividad, donde plantearon siete dominios creativos (artístico-verbal, emprendimiento, artístico-visual, rendimiento, interpersonal, resolución de problemas y matemáticas-ciencias) como factores de segundo orden por debajo de la creatividad global. Junto con ello, añadieron que las áreas de matemáticas-ciencias y resolución de problemas son las que menos se relacionan con la creatividad general. Acorde con esto último, Kaufman y Baer (2004) no hallaron correlación entre el dominio matemático y la creatividad general y plantearon diversos dominios creativos agrupados en tres factores: el factor de la empatía y comunicación (escritura, relaciones interpersonales, resolución de problemas personales y comunicación); el factor artístico (artes y coordinación corporal); y el factor de matemáticas y ciencias (habilidades analíticas y visoespaciales). Otros autores, por su parte, sostienen que la creatividad se manifiesta en distintos dominios como el verbal, el visoespacial y el musical, que cuentan con una mayor evidencia y soporte científico (Boccia et al., 2015). Sin embargo, Qian et al. (2019) destacan que la creatividad musical difiere de la de cualquier otro dominio, sugiriendo que los procesos creativos musicales implicarían una mayor complejidad que cualquier otro dominio o actividad creativa. Por otro lado, recientemente se ha propuesto que la programación informática debería ser considerada como un dominio creativo independiente (Kershaw et al., 2022).

Más allá de la posible controversia respecto al enfoque global o específico de la creatividad, todo proceso creativo implica múltiples redes neuronales distribuidas en diversas regiones neuroanatómicas y parece presentar una activación neuronal diferencial dependiente del dominio creativo y de la tarea desempeñada (Villarreal et al., 2013).

## **5.2. Bases anatomo-funcionales de la creatividad**

La creatividad es un complejo fenómeno entendido como la capacidad cognitiva expresada en distintos ámbitos y orientada a la producción de ideas o soluciones útiles y novedosas (Runco y Jaeger, 2012; Sainz et al., 2015; Stevenson et al., 2014). Se trata, pues, de un proceso que requiere del pensamiento autodirigido (Beaty et al., 2016), para lo que implica múltiples regiones corticales y subcorticales e

interacciones interhemisféricas (Carlsson et al., 2000; Villarreal et al., 2013). Por lo tanto, la creatividad no está asociada a un área cerebral específica, ni tampoco a un hemisferio cerebral concreto (Dietrich y Kanso, 2010), ya que se trata de un proceso multifacético que requiere de la integración de ambos hemisferios y en el que participan diversas operaciones mentales de alto nivel pertenecientes a distintos dominios del conocimiento (Boccia et al., 2015; Villarreal et al., 2013). En este sentido, algunos autores sugieren que la comprensión de la creatividad implica una descomposición en distintos subprocesos cognitivos (Chermahini y Hommel, 2012). Para ello, y con el fin de comprender los procesos cerebrales que subyacen en el proceso creativo, se han realizado distintos estudios tanto con sujetos sanos como con pacientes clínicos. Un ejemplo, dentro de este último grupo, sería un estudio realizado por De Souza et al. (2010), en el que analizaron la incidencia de distintas lesiones cerebrales en el proceso creativo. Los resultados reflejaron que el bajo nivel creativo estaba asociado con la degeneración en la región frontotemporal, principalmente, en el polo frontal. De este modo, determinaron un fuerte vínculo entre la integración del córtex prefrontal y el pensamiento creativo. De forma similar, se ha estudiado la relación entre el pensamiento creativo y la función cerebral en sujetos con distintas lesiones neurológicas, donde se ha observado que diversas regiones cerebrales participan de manera selectiva en distintos procesos creativos y en la generación de respuestas originales en distintos contextos (Abraham et al., 2012).

Respecto a aspectos estructurales, un estudio de Jung et al. (2010) analizó la relación del pensamiento divergente y el rendimiento creativo con el grosor cortical. Los autores hallaron relación entre el grosor del cíngulo posterior derecho y el índice de composición creativa, entre el volumen orbitofrontal inferior izquierdo y el logro creativo y entre el rendimiento creativo y un mayor grosor en el giro angular derecho. Otro estudio realizado mediante imágenes con tensor de difusión y un test de pensamiento divergente relacionó el rendimiento creativo con la conectividad estructural (Takeuchi et al., 2010). Los resultados de este estudio mostraron que la puntuación obtenida en el test de creatividad se relacionaba con la densidad de sustancia blanca en la corteza prefrontal bilateral, en los ganglios basales bilaterales, en el cuerpo caloso, en el lóbulo parietal inferior derecho y en la unión temporoparietal bilateral. Los autores concluyeron que la creatividad se apoya en la integración de diferentes ideas conceptuales pertenecientes a distintos dominios, a la vez que

involucra diversas funciones cognitivas superiores propias del lóbulo frontal. De forma similar, se ha observado que el nivel creativo correlaciona con la sustancia blanca en los ganglios basales (Sunavsky y Poppenk, 2020) y que el nivel creativo verbal se vincula con el volumen de sustancia blanca en el giro frontal inferior bilateral (Zhu et al., 2013).

En cuanto a la sustancia gris, Fink et al. (2014) hallaron relación entre la densidad de la misma en el cúneo y precúneo derechos y el nivel de creatividad verbal. A partir de estos resultados, señalaron que la densidad de sustancia gris en dichas regiones podría ser una característica de las habilidades imaginativas de las personas más creativas. En esta misma línea, los sujetos con mayor nivel creativo parecen mostrar un mayor volumen de sustancia gris en el giro temporal medial posterior derecho, lo que se relaciona con el procesamiento semántico durante la búsqueda de asociaciones novedosas o metafóricas (Li et al., 2015). Así mismo, el pensamiento creativo se ha relacionado con el volumen de sustancia gris en el lóbulo parietal derecho, región que interviene en procesos de atención y de procesamiento visoespacial (Gansler et al., 2011). Por otro lado, la capacidad creativa verbal se ha asociado al volumen de sustancia gris en el giro frontal inferior izquierdo (región responsable de la comprensión y producción del lenguaje) y en el giro frontal inferior derecho (área implicada en los cambios atencionales y en el control inhibitorio) (Zhu et al., 2013).

Algunos autores señalan que regiones frontales y temporales intervienen en la expansión conceptual, por lo que se sitúa como un elemento clave en todo proceso creativo al promover el desarrollo de un pensamiento novedoso que va más allá de la cognición semántica (Rutter et al., 2011). La expansión conceptual creativa involucra estructuras del cerebro que intervienen en el almacenamiento e integración asociativo del conocimiento conceptual, tales como los polos temporales, el giro frontal inferior anterior y el polo frontal lateral (Abraham et al., 2018). Además, estos autores evidenciaron que los sujetos más creativos, durante la expansión conceptual, mostraban mayor actividad neuronal en áreas implicadas en la cognición semántica y en la red atencional. Un estudio de Benedek et al. (2017), por su parte, mostró que el recuerdo de ideas comunes y la generación de nuevas ideas originales utilizan procesos similares que incluyen regiones parahipocámpicas bilaterales y la corteza prefrontal medial. A pesar de ello, observaron una mayor activación del giro

supramarginal izquierdo en la generación de nuevas ideas en comparación con el recuerdo, por lo que concluyeron que dicha región resulta clave en la producción de representaciones novedosas. Algunos autores destacan que las personas más creativas tienen una mayor capacidad de fluidez asociativa gracias a las conexiones temporales mediales y occipitales, ya que se ha observado que los sujetos más creativos presentan una mayor activación en regiones occipitales superiores, en la corteza entorrinal y en el giro parahipocampal (Friis-Olivarius et al., 2017). De forma similar, se ha propuesto que la actividad en el lóbulo anterior cerebelar y en la circunvolución parahipocampal desempeña un importante papel sobre el nivel creativo (Sunavsky y Poppenk, 2020).

Un estudio de Beaty et al. (2014), por su parte, mostró que los sujetos más creativos presentan una mayor conectividad entre la red neuronal por defecto y el giro frontal inferior izquierdo y entre la corteza prefrontal dorsolateral izquierda y el córtex parietal inferior bilateral. De este modo, los autores afirmaron que la capacidad de generación de ideas creativas tiene su base en una conectividad funcional superior entre la red neuronal por defecto y el córtex prefrontal inferior. Acorde con estos hallazgos, se ha planteado que esta red neuronal por defecto es la que sostiene los procesos asociativos implicados en la creatividad (Ellamil et al., 2012) y se ha observado una correlación inversa entre la conectividad funcional en estado de reposo del córtex prefrontal medial y el nivel de pensamiento creativo (Li et al., 2016). Junto con ello, estos autores también hallaron una relación directa entre la conectividad funcional en estado de reposo de la corteza prefrontal dorsolateral bilateral y la capacidad de pensamiento creativo. Los autores destacaron que la disminución de conectividad funcional en estado de reposo dentro de la red neuronal por defecto y el aumento de dicha conectividad dentro de la red de control cognitivo interconecta distintas regiones que favorecen una mayor capacidad creativa. De forma similar, se ha mostrado que la circunvolución frontal inferior y el lóbulo parietal inferior (ambos involucrados en la red del modo por defecto y en el control ejecutivo) se relacionan con una mayor creatividad (Sunavsky y Poppenk, 2020). Por otro lado, Xie et al. (2021), además de verificar que la cognición creativa involucra una mayor interconexión entre la red por defecto y la red frontoparietal (control ejecutivo), también observaron mayor acoplamiento entre ambas redes. Asimismo, demostraron un desacoplamiento de la red visual y de la red dorsal lateral izquierda, sugiriendo que

esto protegería al cerebro de distracciones externas para favorecer así el despliegue del pensamiento creativo.

Un metaanálisis sobre las bases neuronales de la creatividad basado en 34 estudios de resonancia magnética funcional y tomografía por emisión de positrones determinó la siguiente distribución anatómico-funcional asociada a la generación de ideas creativas (Xin et al., 2015): a) la corteza prefrontal dorsolateral izquierda interviene en la selección conceptual y su posterior organización en ideas creativas; b) la corteza cingulada anterior participa en la observación y generación de asociaciones semánticas lejanas; c) la corteza parietal posterior (lóbulo parietal inferior y el precúneo) está involucrada en la recuperación y almacenamiento de la información semántica generada; y d) la corteza temporal (el giro temporal medio izquierdo y el giro fusiforme izquierdo) toma parte en los procesos de almacenamiento a largo plazo. Junto con ello, los autores también destacaron la relevancia del sistema dopaminérgico en la ideación creativa. Junto con todo ello, se ha propuesto un patrón de activación diferencial para distintos dominios creativos (Boccia et al., 2015):

- Creatividad verbal: activación de regiones ubicadas principalmente en el hemisferio izquierdo como la corteza prefrontal, el giro poscentral y supramarginal, el giro medial occipital, el giro medial y superior temporal, la ínsula y el lóbulo parietal inferior.
- Creatividad visoespacial: activación de regiones talámicas bilaterales, el giro frontal medial e inferior derechos y el giro precentral izquierdo.
- Creatividad musical: participación del giro cingulado izquierdo, el giro frontal medial, el giro frontal medial bilateral, el giro fusiforme, el giro poscentral derecho y el lóbulo parietal inferior.

### **5.2.1. Dominancia hemisférica de la creatividad**

Existen diversas teorías respecto a la dominancia hemisférica en el proceso creativo, debido a que se han hallado resultados contradictorios (Mihov et al., 2010). Tradicionalmente, y a partir de las aportaciones de Sperry (1975), se ha considerado que existe una asimetría funcional que sitúa al hemisferio derecho como el principal responsable de la actividad creativa (Mihov et al., 2010). De este modo, se ha

propuesto que la creatividad implica una mayor participación de regiones ubicadas en el hemisferio derecho (Escobar y Gómez, 2006; Rendón-Uribe, 2009). En este sentido, parece que el hemisferio derecho estaría más preparado para llevar a cabo tareas creativas, gracias a su mayor implicación en el pensamiento abstracto, el estilo de pensamiento global, los procesos figurativos y en el pensamiento dependiente del contexto (Mihov et al., 2010). Sin embargo, algunos autores señalan que la creatividad verbal implica una mayor especialización hemisférica en el hemisferio izquierdo (Palmiero et al., 2010), mientras que Mihov et al. (2010), en su metaanálisis, concluyeron que el considerado hemisferio dominante (derecho) no presenta variaciones de activación en función del origen de la tarea (verbal o figurada, holística o analítica, tareas dependientes del contexto o independientes del mismo). Así mismo, Kenett et al. (2015), a pesar de reconocer la especialización hemisférica en el procesamiento de estímulos concretos, defienden la participación de ambos hemisferios, ya que ante un estímulo inusual también participa el hemisferio no especializado sustentándose en un sistema de interacción dual entre el procesamiento convencional y el procesamiento no convencional.

Así pues, variedad de autores coinciden en que en los procesos creativos intervienen diversas regiones e interconexiones neuronales de ambos hemisferios (Boccia et al., 2015; Gonen-Yaacovi et al., 2013; Jung et al., 2013; Lindell, 2011). En este sentido, se ha evidenciado que, durante la realización de tareas creativas, también hay una fuerte activación de regiones del hemisferio izquierdo, concretamente, de la corteza parietal posterior, la corteza premotora, el córtex prefrontal dorsolateral y el córtex medial prefrontal (Aziz-Zadeh et al., 2013). Por tanto, los autores concluyeron que el hemisferio izquierdo también participa en el procesamiento creativo y destacaron la importancia de la programación motriz en la improvisación creativa y en la planificación enfocada a soluciones novedosas. Junto con ello, dicho estudio también resaltó el activo papel del hemisferio derecho en el control de la tarea creativa. Acorde con este estudio, se ha observado una mayor activación del giro angular izquierdo, el giro temporal medial bilateral y del giro supramarginal izquierdo durante la realización de tareas de pensamiento divergente como la generación de usos o características alternativas de objetos habituales (Kleibeuker et al., 2013). Además, estos autores evidenciaron una activación adicional del giro frontal medial izquierdo y del giro frontal inferior izquierdo durante la

generación de múltiples soluciones, regiones que en la adolescencia aún no están optimizadas. De este modo, concluyeron que los procesos de generación de ideas creativas involucran diversas regiones parietales y temporales del hemisferio izquierdo y, adicionalmente, también frontales. En cambio, y a pesar de concluir que la creatividad se correlaciona con la conectividad funcional entre regiones parietofrontales, Silberstein et al. (2019) observaron diferencias en la asimetría hemisférica en función del género. Así pues, las mujeres con un mayor nivel creativo mostraron una mayor conectividad entre regiones parietales izquierdas y regiones frontales bilaterales, mientras que los hombres más creativos obtuvieron mayor conectividad funcional entre regiones parietales derechas y áreas frontales bilaterales.

Todo ello refleja que la creatividad implica múltiples estructuras y redes neuronales que, a su vez, participan en diversos procesos neuropsicológicos (López-Fernández y Llamas-Salguero, 2018). Según estas autoras, la activación de cada proceso neuropsicológico depende de la fase del proceso creativo que se esté llevando a cabo (preparación, incubación, iluminación y verificación).

### **5.2.2. Relación de la creatividad con otros procesos cognitivos**

El proceso creativo involucra diversas funciones neuropsicológicas como las funciones ejecutivas, la atención, la memoria semántica y la memoria de trabajo, implicando la participación esencial de la corteza prefrontal (Boccia et al., 2015). En cambio, la participación de la corteza prefrontal parece depender del objetivo perseguido en la tarea creativa y de las situaciones experimentales (Pinho et al., 2016). En este sentido, el pensamiento automático y el pensamiento lógico y esforzado intervienen en la creatividad, aunque contribuyen de manera diferencial en función de las fases del proceso creativo (conceptualización del problema, incubación, iluminación, verificación y diseminación) (Allen y Thomas, 2011).

Un estudio de Ramírez et al. (2017) llevado a cabo con niños de entre siete y 11 años, concluyó que existe relación entre el nivel creativo y la madurez neuropsicológica, la que comprende procesos visoperceptivos, de lenguaje, ejecutivos, de lateralidad, rítmicos y de memoria de trabajo. En relación con esta última, se ha observado que la fluidez en la generación de usos alternativos se correlaciona con una mayor capacidad de memoria de trabajo cuando se trata de

tareas en modalidad escrita, aunque no así en el caso de la condición hablada (Hao et al., 2015). Algunos autores señalan que la memoria de trabajo se relaciona con la flexibilidad en el pensamiento divergente (Orzechowski, 2017), beneficiando así los procesos creativos (de Dreu et al., 2012). En este sentido, Zabelina y Ganis (2018) estudiaron la relación del pensamiento divergente y el rendimiento creativo con la flexibilidad atencional y el control cognitivo. Los resultados mostraron que las personas con una mayor capacidad de pensamiento divergente presentaban niveles superiores de flexibilidad atencional y un menor tiempo de reacción ante el cambio. Además, las personas con un mayor pensamiento divergente mostraban también un mayor control cognitivo en los cambios atencionales, de modo que los autores destacaron la relación entre el pensamiento divergente y la flexibilidad atencional, implicando un control cognitivo que permite cambiar el nivel atencional.

Algunos autores han relacionado la creatividad con la habilidad de actualización e inhibición, pero no así con la flexibilidad (Benedek et al., 2014). Estos autores también mostraron que la actualización y el factor de apertura de la personalidad mediaban en la relación entre la creatividad y la inteligencia. Con ello, los autores señalaron la importancia de las habilidades ejecutivas en la capacidad del pensamiento creativo y en la relación entre la inteligencia fluida y la creatividad. De forma similar, Nusbaum y Silvia (2011) resaltaron el importante rol de la inteligencia fluida en el pensamiento creativo, ya que observaron que las diferencias individuales en la inteligencia fluida podían predecir el nivel creativo, debido a la influencia que esta ejerce sobre la flexibilidad cognitiva en la realización de la tarea creativa. Así pues, se ha propuesto que la inteligencia general desempeña un importante papel en transformar las actividades creativas en logros creativos reconocidos socialmente (Jauk et al., 2014). En este sentido, mediante resonancia magnética funcional, se ha observado que la inteligencia general y la creatividad comparten gran parte de los sistemas neuronales y cognitivos involucrados, sobre todo, en la red de control ejecutivo y atencional de la corteza prefrontal (Frith et al., 2021). En esta línea, un metaanálisis realizado con 117 estudios (Karwowski et al., 2021) destacó la relación entre la creatividad y la inteligencia, aunque puntualizando que el papel de la inteligencia es más crítico en los dominios creativos científicos que en la creatividad artística o en la creatividad de la vida diaria.



Junto con ello, los sujetos más creativos parecen mostrar una mayor flexibilidad en las redes semánticas de asociación y una mayor actividad funcional en las redes de control implicadas en la inhibición y flexibilidad cognitiva (Shi et al., 2020). De forma similar, algunos autores destacan la importancia de la interacción entre la inhibición, la recuperación memorística orientada a un objetivo y la atención dirigida para un buen desempeño creativo (Beaty et al., 2019b). En esta línea, Benedek y Fink (2019) proponen un marco neurocognitivo de la creatividad en el que intervienen distintos procesos cognitivos: la memoria para generar representaciones novedosas, la atención dirigida para sustentar la imaginación activa y las funciones ejecutivas, desempeñando estas últimas el rol más importante en la cognición creativa al ser esenciales para llevar a cabo los procesos de memoria y atencionales. Otros autores, por su parte, afirman que en la producción creativa es indispensable una cooperación dinámica entre dos pensamientos tradicionalmente opuestos como son el pensamiento espontáneo y el pensamiento deliberado asociado al control cognitivo dirigido hacia un objetivo (Beaty et al., 2015; Xie et al., 2021).

Así pues, diversos estudios ponen de relieve el rol de las redes de control ejecutivo sobre los procesos de ideación creativa (Benedek et al., 2014; Sunavsky y Poppenk, 2020), reflejando que el control cognitivo sobre el flujo de información a lo largo de distintas regiones del cerebro puede ser clave en la comprensión de la cognición creativa (Jung et al., 2010). La importancia del control cognitivo en la creatividad reside en que facilita el abordaje de un objetivo desconocido a través de una estratégica combinación conceptual, resaltando, a su vez, el valor del conocimiento semántico (Beaty et al., 2019a).

En la Figura 8 se recogen las principales bases anatomo-funcionales que subyacen a la creatividad.

**Figura 8**

*Bases anatomo-funcionales de la creatividad*



Más allá de estos aspectos neuroanatómicos y neuropsicológicos asociados a la actividad creativa, la creatividad es un constructo multifacético en el que intervienen diversos factores como el potencial cognitivo (pensamiento divergente e inteligencia), los estilos cognitivos, los rasgos de la personalidad y la motivación (Karwowski y Begueto, 2019). De tal forma, la creatividad sería el producto que surge de la interrelación entre las aptitudes, contexto y procesos (Plucker et al., 2004).

### ***5.3. Rasgos neurobiológicos, de la personalidad y ambientales relacionados con la creatividad***

El estudio de la creatividad no solo abarca variables cognitivas, sino que también contempla aquellos factores no cognitivos como los rasgos de la personalidad y aspectos emocionales de la persona (Sánchez-Ruiz et al., 2010). Los sustratos anatomo-funcionales involucrados en la capacidad creativa sufren modulaciones debido a la incidencia de factores biológicos, socioambientales y psicológicos (Abrahan y Justel, 2019). Según Şahin (2016), los factores biológicos y genéticos establecen una predisposición natural en ciertas estructuras y funciones cerebrales que permitirán la resolución de problemas en distintos dominios. De este modo, ante tareas de rendimiento creativo, se ha destacado la importancia de la oxitocina (de

Dreu et al., 2014) y de la dopamina y el gen DRD2 (Si Si y Jinghuan, 2018). En este contexto, diversos estudios han abordado el estudio de los factores moduladores de la creatividad a fin de extraer las posibles variables predictivas de la misma (Geher et al., 2017; Kao, 2016; Parke et al., 2015).

Respecto a los rasgos psicológicos asociados a la creatividad, se ha observado que, a pesar de que la creatividad se asocia con distintos rasgos de la personalidad como la extroversión, la conciencia, la amabilidad y la apertura a la experiencia, esta última sería determinante en la configuración de la capacidad creativa de una persona (Li et al., 2015). Acorde con estos resultados, Jauk et al. (2014) definieron la creatividad como un constructo multidimensional, donde la apertura a la experiencia, la originalidad y la fluidez ideacional son los factores que mejor predicen la creatividad en actividades cotidianas. De este modo, parece que la apertura a la experiencia aumenta la imaginación, la generación novedosa y el pensamiento divergente, mientras que la extroversión favorece la motivación de búsqueda y el emprendimiento de riesgos (Batey et al., 2009).

Algunos autores señalan que la capacidad de establecer jerarquías asociativas, la desinhibición cognitiva y la atención desenfocada son los factores que mejor explican las diferencias individuales en la capacidad creativa (Abraham et al., 2018). Del mismo modo, Sánchez-Ruiz et al. (2011) estudiaron la relación del pensamiento divergente y de la personalidad creativa con la habilidad cognitiva, rasgos de la personalidad y con la inteligencia emocional en tres grupos de estudiantes universitarios (ciencias naturales, ciencias sociales y artes). Observaron correlación entre rasgos de la personalidad como la apertura y el pensamiento divergente con la personalidad creativa en los tres grupos. Por el contrario, no evidenciaron relación alguna entre la habilidad cognitiva y el pensamiento divergente o la personalidad creativa. Asimismo, hallaron relación entre algunos factores de la inteligencia emocional y el pensamiento divergente y la personalidad creativa, siendo la sociabilidad el rasgo que mejor predecía dichas relaciones. En el caso de la extroversión, los resultados mostraron relación entre este rasgo y la personalidad creativa en los grupos de ciencias naturales y sociales, pero no así en el caso de las artes. En cambio, Geher et al. (2017) señalaron que la empatía es el rasgo de la inteligencia emocional que mejor predice el nivel creativo. Un estudio realizado con estudiantes de Secundaria observó relación entre el dominio creativo académico y la

inteligencia emocional, la inteligencia verbal y el rendimiento en ciencias; entre la creatividad en la vida cotidiana y el rendimiento en ciencias, el bienestar, autocontrol, sociabilidad y la inteligencia emocional; y entre el dominio creativo artístico y la sociabilidad y la inteligencia emocional (Şahin, 2016). En relación con el estado de conciencia del sujeto, parece que los altos niveles de conciencia se relacionan con bajos niveles de capacidad creativa y una baja imaginación (Geher et al., 2017). La disparidad de resultados obtenidos en los distintos estudios podría deberse a las diferencias metodológicas, principalmente, en la medición de la creatividad, ya que al medirla mediante pruebas de rendimiento se ha observado una mayor implicación de variables intelectuales como la inteligencia fluida, mientras que, al medirla con autoinformes, en lugar de variables cognitivas, destacan distintos rasgos de la personalidad como la apertura (Batey et al., 2010).

Respecto a la incidencia del contexto, se han determinado distintos factores socioambientales que inciden en el desarrollo creativo (Abraham y Justel, 2019). En este sentido, Schweizer et al. (2016) estudiaron la calidad creativa de las opciones planteadas en distintas situaciones cotidianas, valorando la originalidad, la divergencia y la viabilidad vinculadas a la fluidez, la familiaridad y la valencia afectiva de la situación. Los resultados reflejaron que cuando las situaciones eran familiares y de valencia negativa para el sujeto, la correlación era mayor entre la originalidad y la divergencia de las opciones planteadas. Junto con ello, también hallaron relación entre la fluidez (velocidad y número de opciones propuestas) y la originalidad. Por otro lado, se ha observado relación entre el nivel creativo de los niños y el nivel socioeconómico y el número de actividades extraescolares que realizan (Castillo-Vergara et al., 2018). Dentro de los factores ambientales, los ámbitos artísticos son un referente de estudio en el campo de la creatividad, ya que actúan como agente contextual que incide en la modulación del desarrollo creativo (An y Youn, 2018; Demarin et al., 2016) y entre estos entrenamientos artísticos, destaca la influencia positiva de la improvisación musical (Abraham y Justel, 2019).

Tal y como afirman estudios neurobiológicos, el estado mental del sujeto también parece incidir sobre la actividad creativa, siendo el estado tranquilo y relajado el que mayores beneficios aporta al inhibir la norepinefrina y al favorecer las ondas alfa (Haarmann et al., 2013). Del mismo modo, se ha observado que la dopamina juega un importante papel en el comportamiento creativo (Lhommée et al., 2014). Un

estudio de Dreu et al. (2014) analizó la relación entre la cognición creativa y la oxitocina, un neuropéptido hipotalámico que regula el enfoque de orientación. El estudio demostró que la oxitocina plasmática se relaciona con el temperamento en la búsqueda de novedades y halló correlación entre las diferencias genotípicas en el receptor de la oxitocina y la ideación creativa. De este modo, los autores concluyeron que el sistema oxitonérgico promueve la creatividad que toda persona necesita en su vida cotidiana.

De todo ello se extrae que, además de los procesos cognitivos indicados en el apartado previo, el estado sosegado de la persona, la familiaridad y valencia negativa de la situación y los rasgos de la personalidad como la apertura a la experiencia, la capacidad asociativa, la desinhibición cognitiva, la empatía, la sociabilidad y la capacidad de atención desenfocada resultan factores relevantes para la creatividad. Por tanto, queda reflejado que el comportamiento creativo es uno de los más complejos del ser humano, ya que comprende el procesamiento de conocimientos y habilidades de dominios específicos y de dominios generales, junto con el impulso afectivo orientado a la actividad creativa (Bashwiner et al., 2016). Debido a su influencia positiva sobre el bienestar socioemocional y sobre distintas habilidades cognitivas, la creatividad es un constructo que tiene muchos beneficios que ofrecer a los procesos educativos (Plucker et al., 2004), ya que, al ser un constructo multidimensional, integra la interacción entre diferentes facetas del ser humano, lo que también incide sobre procesos escolares y académicos (Hansenne y Legrand, 2012; Jauk et al., 2014; Kaufman y Baer, 2004; Şahin, 2016). De hecho, en los últimos años, el ámbito educativo está valorando mucho el desarrollo de la creatividad de los estudiantes, entendiéndolo como una posible preparación para la actual sociedad cambiante y con direcciones futuras difícil de prever (Plaza, 2012).



## **CAPÍTULO 6. El rendimiento escolar y las habilidades académicas nucleares**

En los últimos años, y con el objetivo principal de promover mejoras en el desarrollo de las habilidades académicas y en el rendimiento escolar de todos los estudiantes, desde el ámbito de la neuropsicología y, concretamente, de la neuroeducación, ha aumentado mucho el interés por el estudio de los factores que subyacen al aprendizaje (Allee-Herndon y Roberts, 2018; Amran et al., 2019; Colom et al., 2007; Horvath y Donoghue, 2016). La neuroeducación es un nuevo campo dentro de la neurociencia que pretende incorporar los conocimientos del funcionamiento cerebral a los procesos de enseñanza-aprendizaje desde una perspectiva científica y humanista y creando puentes entre la neurofisiología, neurobiología, psicología y la educación (Mora, 2017). El autor apunta que la neuroeducación transfiere los conocimientos científicos al ámbito educativo con el objetivo de potenciar el desarrollo académico de los estudiantes, estimulando el desarrollo de las propias capacidades, previniendo o mitigando las consecuencias de factores adversos que puedan repercutir en los procesos de enseñanza-aprendizaje y detectando las dificultades que puedan interceder en el rendimiento escolar.

El rendimiento escolar es considerado uno de los factores más relevantes en el proceso de aprendizaje del estudiante y también uno de los más controvertidos (Edel-Navarro, 2003; Lamas, 2015). Según Erazo-Santander (2011), está asociado a la evaluación de logros, la clasificación y la promoción de los estudiantes, reflejándose mediante calificaciones y promedios académicos. Para ello, se compara el nivel de adquisición y desarrollo de conocimientos alcanzado por el estudiante con lo esperado para su edad o curso correspondiente (Jiménez, 2000). De forma similar, Caballero et al. (2007) asocian el rendimiento escolar con el logro de los objetivos propuestos en el contexto didáctico de un área, cuyo resultado es reflejado en una evaluación basada en calificaciones. Cada sistema cultural establece su currículo académico fundamentado en las aptitudes, conocimientos y aprendizajes que considera esenciales para su sociedad, por lo que el rendimiento escolar indicaría la capacidad del estudiante para ajustarse a dichas exigencias (Stelzer y Cervigni, 2011). En este sentido, estos autores señalan que el rendimiento escolar estaría reflejando el potencial productivo del estudiante, debido a la gran repercusión que tiene en la futura

inserción social y profesional. Por todo ello, desde el ámbito de la neuroeducación se están haciendo grandes esfuerzos para mejorar el desarrollo integral de los estudiantes, los procesos de aprendizaje e incidir de manera positiva sobre el rendimiento escolar de los mismos (Amran et al., 2019). Variedad de estudios coinciden en que la capacidad cognitiva del estudiante es el factor más determinante sobre el rendimiento escolar (Watkins et al., 2007; Yáñez et al., 2012), ya que permite al estudiante desarrollar y manejar adecuadamente las autopercepciones del esfuerzo y la habilidad (Edel-Navarro, 2003). Estos autores, además, añaden que la habilidad y el esfuerzo presentan una relación complementaria en la que el esfuerzo no garantiza el éxito y donde la autopercepción de ser hábil se presenta como un factor clave para el rendimiento escolar. Diversos autores han observado que la capacidad cognitiva general del estudiante (medida como inteligencia) tiene una mayor predictibilidad sobre las habilidades matemáticas que sobre las lingüísticas (Castejón et al., 2007; Miñano-Pérez et al., 2008). A pesar de ello, Miñano-Pérez y Castejón-Costa (2011) señalan que considerar la capacidad y habilidad en contenidos instrumentales escolares como el único factor que justifique el éxito académico es propio de la educación formal tradicional. Así pues, es necesario contemplar también la influencia que ejercen las variables motivacionales sobre aspectos cognitivos y en cada una de las disciplinas escolares de manera diferencial (Miñano-Pérez et al., 2008).

Por lo tanto, resulta evidente que el rendimiento escolar es un complejo constructo multifactorial y fenomenológico que va más allá del desempeño individual del estudiante y en el que confluyen diversos factores tanto personales como sociales (Edel-Navarro, 2003; Erazo-Santander, 2011; Jiménez, 2000; Lamas, 2015). En este sentido, se distinguen cuatro factores principales (Stelzer y Cervigni, 2011): a) factores relacionados con el estudiante (procesos neuropsicológicos, temperamento, motivación, afecto, conocimientos previos o estrategias y hábitos de estudio) (Blair y Razza, 2007; Dev, 2016; Erazo-Santander, 2011; Kriegbaum et al., 2014; Navas et al., 2003; Quílez-Robres et al., 2021; Rudasill et al., 2010); b) factores asociados al contexto familiar (nivel de estudios de padres, soporte y estimulación) (Akessa y Dhufera, 2015; Alves et al., 2017; Blondal y Adalbjarnardottir, 2009; Dev, 2016; Murillo y Hernández-Castilla, 2020; Westerlund y Lagerberg, 2008); c) factores vinculados al docente (metodología, personalidad o pedagogía) (Akessa y Dhufera, 2015; Lassen



et al., 2006; Tuckman, 2003); y d) factores relacionados con las características del contexto educativo (recursos e infraestructura) (Akessa y Dhufera, 2015; Savasci y Tomul, 2013). Por ello, el rendimiento escolar es entendido como el resultado de las sinergias e interrelaciones entre distintas variables que ejercen influencia de forma directa e indirecta (Miñano-Pérez et al., 2008).

Una estimulación temprana de las capacidades básicas para el aprendizaje parece favorecer el desarrollo de las potencialidades del estudiante a la vez que promueve un mejor rendimiento escolar en el futuro (Campo et al., 2010). Desde la perspectiva neurobiológica del aprendizaje, este requiere de la plasticidad cerebral y de un adecuado funcionamiento cerebral, estando influenciados por la genética y por las modulaciones epigenéticas que adaptan la expresión génica al contexto (Bueno, 2019). Así pues, este autor afirma que, aunque la heredabilidad genética incide sobre la mayoría de los procesos de aprendizaje, las prácticas educativas resultan clave para regular y modificar (potenciando o disminuyendo) la expresión y el desarrollo de las capacidades innatas. Algunos autores señalan que las capacidades cognitivas tempranas de dominio general se relacionan con el futuro rendimiento matemático y lingüístico (Spencer et al., 2022) y, del mismo modo, las habilidades matemáticas y lingüísticas tempranas parecen predecir el rendimiento escolar general de los estudiantes (Duncan et al., 2007; Rabiner et al., 2000). Según Spencer et al. (2022), la cognición matemática temprana, al favorecer el vínculo entre símbolo y concepto, tiene una elevada capacidad predictiva sobre el futuro rendimiento de las habilidades matemáticas y lingüísticas. Sin embargo, otros autores destacan el papel del lenguaje como mediador en el desarrollo de las habilidades matemáticas, al potenciar los efectos en el aprendizaje matemático (Peng et al., 2020).

Diversos autores coinciden en que dentro del rendimiento escolar destacan las habilidades lingüísticas y matemáticas, debido a que constituyen la base para acceder al resto de aprendizajes escolares formales (Duncan et al., 2007; Haapala et al., 2014; Onatsu-Arvilommi et al., 2002; Ribner et al., 2017). En este sentido, el desempeño en las habilidades lingüísticas y matemáticas se relaciona con el futuro rendimiento escolar, con los futuros ingresos y con la salud (Dietrichson et al., 2021), lo que influye en una adecuada inserción social (Ramírez-Benítez, 2014) y en la probabilidad de asistir a la universidad o en los futuros logros profesionales (Chetty et al., 2011). Junto con ello, se ha observado una relación bidireccional entre la habilidad lingüística y

matemática (Schmitt et al., 2017), pudiendo tener su base en que ambas comparten la participación de procesos cognitivos tempranos de dominio general como la memoria de trabajo, la atención o la velocidad de procesamiento (Spencer et al., 2022).

Así pues, las habilidades lingüísticas y matemáticas son habilidades académicas nucleares (Peng y Kievit, 2020) que suponen un gran reto para los estudiantes desde el primer curso de Primaria y, por ello, su aprendizaje resulta fundamental desde la etapa de Infantil, a través de la adquisición de habilidades preacadémicas como la conciencia fonológica, el reconocimiento de letras, la numerosidad o los conocimientos de cardinalidad y ordinalidad (Duncan et al., 2007; Fuhs et al., 2014; Onatsu-Arvilommi et al., 2002). Las dificultades en estas dos habilidades académicas nucleares (lingüísticas y matemáticas) podrían reflejar alteraciones en ciertos procesos cognitivos y, además, al repercutir en el aprendizaje y en diversos dominios afectivos, pueden desencadenar un bajo rendimiento escolar (Graham et al., 2007).

### **6.1. Las habilidades lingüísticas**

El lenguaje es una de las manifestaciones conductuales más importante y compleja del ser humano, habiendo determinado la evolución de la especie gracias al habla, la lectura y la escritura (Redolar-Ripoll, 2007). Por tanto, es una de las bases esenciales del desarrollo neurocognitivo infantil y del aumento de corticalización de la especie humana (Portellano, 2008). Se trata de una función cognitiva de desarrollo temprano que involucra complejos circuitos cerebrales y sobre la que inciden múltiples factores genéticos, madurativos y también ambientales (Dehaene-Lambertz y Spelke, 2015). El desarrollo del lenguaje comienza mucho antes de que se inicie la experiencia auditiva específica, ya que la estructuración anatómica que sustenta el lenguaje emerge hacia las 29 semanas de embarazo (Dehaene-Lambertz et al., 2008). De esta forma, estas experiencias auditivas prenatales serán determinantes para el desarrollo del lenguaje y lingüístico del niño (Mampe et al., 2009). Esto es así porque los bebés ya cuentan con los mecanismos cerebrales necesarios para desarrollar la mente simbólica (capacidad exclusiva del ser humano) y lo hacen comenzando por dominar

el sistema simbólico explícito que representa al lenguaje (Dehaene-Lambertz y Spelke, 2015).

Puesto que el lenguaje es un aprendizaje social, el dominio de las unidades fonéticas se desarrolla en un contexto social y, por ello, la exposición al lenguaje durante el primer año de vida resulta determinante para la formación de los circuitos cerebrales implicados (Kuhl, 2010). Los niños comienzan desarrollando habilidades del lenguaje oral, que asientan las bases para el futuro desarrollo de nociones de lectura y escritura durante la etapa preescolar, para facilitar, más adelante, la adquisición de la lectoescritura convencional durante la etapa escolar (Guarneros y Vega, 2014; Toro y Cervera, 2014). Por lo tanto, las habilidades verbales suponen un pilar sobre el que se desarrollan las posteriores habilidades lectoescritoras (Fuchs et al., 2016), ya que el conocimiento léxico requiere de un adecuado conocimiento fonológico (Strijkers et al., 2010), a la vez que la correspondencia fonema-grafema requiere de un adecuado sistema fonológico interno (Geers y Hayes, 2011). Según estos autores, un adecuado desarrollo lingüístico se apoya en las habilidades de procesamiento fonológico para poder realizar la decodificación entre letra-sonido, en un adecuado vocabulario para poder comprender los textos, en habilidades discursivas, en conocimientos ortográficos y también en un entorno facilitador. Esta estrecha relación e interdependencia tendría su base en que el lenguaje oral y el escrito comparten muchos de los mecanismos cerebrales implicados (Redolar-Ripoll, 2007). De hecho, se ha evidenciado que la representación semántica del lenguaje involucra una activación cerebral similar independientemente de la modalidad sensitiva aferente, ya sea de manera auditiva mediante el lenguaje oral o visual mediante el lenguaje escrito (Deniz et al., 2019).

En la infancia, debido a una mayor neuroplasticidad, la capacidad de aprendizaje lingüístico es mayor que en la adultez, lo que a nivel neurobiológico se establece como periodo sensitivo (Kuhl, 2010). Además, este autor señala que cada aspecto lingüístico presenta diferentes ventanas de oportunidades de aprendizaje (periodo sensible), donde el aprendizaje fonético tendría su periodo sensible antes de los 12 meses de edad y el aprendizaje sintáctico entre los 16-36 meses. Sin embargo, añade que el vocabulario se desarrolla a partir de los 18 meses, pero sin presentar un periodo restringido, lo que permite aprender nuevo vocabulario a lo largo de toda la vida. La comprensión del sustento neurobiológico del desarrollo lingüístico temprano

implica el conocimiento e interacción de cuatro ámbitos esenciales: los mecanismos implicados en la estructura lingüística; la modulación temporal de los patrones neuronales y de las trayectorias neuroconductuales típicas y atípicas; la incidencia de los estímulos sociales y ambientales que refuercen el proceso de aprendizaje; y la evolución madurativa del cerebro que, por un lado, establece una neuroplasticidad idónea y, por otro lado, limita el aprendizaje aun contando con estímulos ambientales (Sanchez-Alonso y Aslin, 2022).

Los conocimientos lingüísticos básicos que se desarrollan en la etapa preescolar son considerados como una alfabetización emergente, donde el niño va adquiriendo ciertos conocimientos y habilidades sobre el lenguaje escrito hasta llegar a la lectoescritura convencional (Torppa et al., 2010; Vega-Pérez, 2010). El desarrollo lingüístico es universal para todas aquellas personas que cuentan con las condiciones neuroanatómicas necesarias y con un contexto facilitador y se diferencian dos etapas durante el desarrollo infantil (Arnedo et al., 2015; Gleason y Ratner, 2010; Portellano, 2008):

- Etapa prelingüística o preverbal: abarca los primeros doce meses de vida y comienza con el llanto como acto reflejo y con la comunicación no verbal durante los primeros tres meses. Después, de forma gradual, comienza a ser una emisión fónica intencionada a través del balbuceo (a partir de las 12 semanas) con sonidos vocálicos inicialmente y consonánticos a partir de los 4-6 meses. Entre los 6-8 meses aparece el silabeo ecológico con las palabras monosilábicas y bisilábicas.
- Etapa lingüística o verbal: se extiende desde los 12 meses hasta los siete años aproximadamente, donde el niño va adquiriendo progresivamente las habilidades lingüísticas propias del ser humano. Hacia el año de vida el niño pasa por la fase holofrásica, donde una sola palabra representa distintos objetos o hechos. A partir de los 24 meses, con la fase locutoria, el niño amplía su vocabulario y comienza a utilizar las palabras de forma diferencial para formar frases. Así pues, inicialmente, hay una mayor capacidad para comprender el habla que para poder articularlo, debido a que aún no se han desarrollado las habilidades fonoarticulatorias necesarias. Alrededor de los siete años, el niño ya ha adquirido las habilidades instrumentales básicas necesarias para una adecuada comunicación, a pesar de que las habilidades

semánticas, sintácticas y pragmáticas se irán perfeccionando durante los siguientes años escolares.

Tal y como señalan Guevara-Benítez et al. (2007), el desarrollo lingüístico infantil está relacionado con el desarrollo académico e implica diversos componentes, donde los dos primeros se relacionan con la forma del lenguaje, el tercero con el significado y el cuarto con el uso que se hace del mismo (Arnedo et al., 2015; Gleason y Ratner, 2010; Moreno et al., 2010):

- **Componente fonológico:** hace referencia al sonido y estructura de los fonemas, los que representan las unidades sonoras básicas del lenguaje. Los bebés comienzan a percibir los sonidos de su lengua materna desde antes de nacer y, durante los primeros meses de vida, desarrollan la sensibilidad al tono emocional de la voz y habilidades comunicativas subyacentes en el lenguaje. Hacia los seis meses, los bebés comienzan a clasificar los sonidos del idioma del entorno. Inicialmente, se comunican con el llanto y el balbuceo, para progresivamente ir incorporando las primeras palabras.
- **Componente morfosintáctico:** referido a la estructura de las palabras y su organización para generar frases. Los niños comienzan con holofrases, es decir, frases de una sola palabra, para progresivamente ir pasando a frases de dos o más palabras. En la fase de dos palabras el lenguaje del niño se centra en el presente, no existe el pasado y el futuro y no utilizan formas lingüísticas que indiquen el género, número o tiempo verbal. Según evoluciona su nivel cognitivo y social también lo hacen las formas gramaticales.
- **Componente semántico:** se refiere al significado de las palabras. Los niños comienzan utilizando palabras concretas que designan objetos de su entorno, normalmente, móviles en lugar de objetos estáticos. Más adelante, durante la etapa escolar, comienza a utilizar palabras con significados más complejos y a desarrollar la conciencia metalingüística, lo que les permite pensar y estudiar su propia lengua.
- **Componente pragmático:** hace referencia al uso que se hace del lenguaje en distintas situaciones sociales. Con el desarrollo de las aptitudes anteriores, se considera que una persona ya adquiere la competencia lingüística, pero

también es necesario desarrollar una competencia comunicativa que permita un uso social adecuado del lenguaje.

Junto con ello, estos componentes lingüísticos presentan variabilidad en el desarrollo evolutivo a lo largo de la etapa prelingüística y lingüística (ver Tabla 6).

**Tabla 6**

*Hitos evolutivos de las habilidades lingüísticas*

Años	Habilidades fonológicas	Habilidades morfosintácticas	Habilidades semánticas	Habilidades pragmáticas	
Etapa prelingüística	0-1	- Llanto y balbuceo	- Comprensión de 50 palabras	- Interés por caras, voces y el habla - Contacto ocular funcional - Sonrisa social - Intención comunicativa - Imitación expresiones faciales - Responde a su nombre	
	1-2	- Primeras palabras de pronunciación sencilla - Variación entonación	- Holofrase - Expresiones telegráficas - Frases de dos palabras - Uso de sí y no	- Uso de sustantivos comunes - Lenguaje referencial	- Busca objetos con mirada - Interés por compartir actividades con adulto - Responde a órdenes sencillas
	2-3	- Con dos años inteligible el 50% - Producción rimas - Con tres años inteligible el 75%	- Frases simples - Hace preguntas - Inicio con nexos - Concordancia género	- Uso de verbos - Época del no - Comprensión de unas 500 palabras	- Uso de fórmulas de cortesía (gracias...) - Responde a preguntas - Uso del yo
Etapa lingüística	3-4	- Pronunciación con dificultad en l, r, d - Omisión sílabas o consonante final	- Concordancia género y número - Uso de pronombres - Contar historias con secuencia lógica	- Uso de preposiciones y adjetivos - Comprensión de unas 1500 palabras	- Refleja emociones - Tareas de falsa creencia de primer orden - Uso de lenguaje social - Reconoce intencionalidad del otro

Años	Habilidades fonológicas	Habilidades morfosintácticas	Habilidades semánticas	Habilidades pragmáticas
		- Frases de cuatro o cinco palabras		
4-5	- Pronunciación correcta - 100% es inteligible	- Uso de conjunciones - Uso de frases negativas	- Recuerdan y comprenden historias - Anticipar y responder a preguntas - Inicio en números y letras	- Diferencia mentira y error - Respeta turnos de conversación - Adapta registro al interlocutor
5-7	- Segmentación fonémica	- Comprensión de instrucciones verbales largas - Uso de adverbios	- Cuenta cuentos y distinguen personajes - Comprensión de unas 5000 palabras	- Identifica bromas - Tareas de falsa creencia de segundo orden - Comprende mentiras piadosas - Mantiene tema conversación

*Nota:* Adaptado de "Neuropsicología infantil. A través de casos clínicos", por Arnedo, M., Bembibre, J., Montes, A. y Triviño, M., 2015, Editorial Médica Panamericana. Adaptado de "El desarrollo del lenguaje", por Gleason, J.B. y Ratner, N.B., 2010, Pearson Educación.

El desarrollo de estas complejas habilidades lingüísticas implica la coordinación de diversas redes neuronales y funciones cognitivas, comenzando por el desarrollo del lenguaje hablado para continuar con el escrito, ya que el ser humano cuenta con una base neurobiológica para el desarrollo del habla, pero no así para la lectoescritura (Gleason y Ratner, 2010). Así pues, las redes neuronales con sustrato neurobiológico que heredamos de la evolución de nuestra especie tienen que adaptarse para acoger las nuevas funciones como son la lectura y la escritura (Dehaene, 2018). Por ello, el lenguaje escrito depende de un buen desarrollo previo del lenguaje verbal y requiere de un proceso de aprendizaje complejo e intencionado que implica nuevas reorganizaciones neuronales (Romero-Bermúdez y Lozano-Mendoza, 2010).

### **6.1.1. Sustratos neuroanatómicos de los procesos lingüísticos**

Los patrones esenciales del proceso lingüístico involucran amplias redes neuronales que van desarrollándose de forma dinámica durante el neurodesarrollo infantil para poder sustentar el aprendizaje lingüístico (Sanchez-Alonso y Aslin, 2022). Según estos autores, estas redes no son solo exclusivas para el procesamiento lingüístico y, junto con ello, señalan que van modulándose en función de los reajustes necesarios durante los procesos de aprendizaje, de los estímulos ambientales y en función de las limitaciones neuromadurativas del niño. Así pues, en el neurodesarrollo del lenguaje temprano interactúan los siguientes factores (Sanchez-Alonso y Aslin, 2022):

- Hasta el año de vida: destacan los mecanismos de soporte como la discriminación rítmica, la mirada referencial y la preferencia por las vocalizaciones humanas y por las caras. En este periodo, los niños presentan una gran sensibilidad ante el aprendizaje dependiente de las experiencias del entorno, proceso influenciado por la estructura genética y por el estadio madurativo cerebral.
- A partir del año de vida: en esta fase destacan los mecanismos específicos del lenguaje como la estructura fonológica, el procesamiento prosódico, la categorización semántica y el acceso lexical. A partir de esta etapa, la fuerte determinación del entorno en el aprendizaje comienza a disminuir y aparece el factor de la interacción social entre iguales.

Respecto a las interacciones directas con el bebé, la voz materna parece desempeñar un rol crucial en el desarrollo de las regiones implicadas en los procesos lingüísticos, ya que al escucharla se han observado modulaciones de activación en el lóbulo temporal posterior izquierdo y en las áreas involucradas en el procesamiento emocional como la amígdala y la corteza orbitofrontal (Dehaene-Lambertz et al., 2010). Al hablar de las bases neuroanatómicas implicadas en el lenguaje, hay que tener en cuenta que intervienen diversas regiones corticales distribuidas a lo largo de los dos hemisferios (De la Peña y Pradas-Montilla, 2015). Sin embargo, el lenguaje es una de las funciones cognitivas más lateralizadas, presentando una mayor implicación del hemisferio izquierdo desde temprana edad (Dehaene-Lambertz y



Spelke, 2015; Gleason y Ratner, 2010; Redolar-Ripoll, 2007). Dentro de esta asimetría interhemisférica funcional, el 95% de los diestros presenta una lateralización izquierda del lenguaje, mientras que en el caso de los zurdos se reduce al 60%, lo que refleja que en este último grupo hay una mayor variabilidad en cuanto a la lateralización del lenguaje (Redolar-Ripoll, 2007). Portellano (2010), por su parte, también afirma que la mayoría de las personas presentan una lateralización izquierda del lenguaje, pero señala que en el caso de los zurdos el porcentaje de esta lateralización es del 70%. A partir de ello, este autor considera que la participación del hemisferio derecho es, principalmente, en competencias lingüísticas secundarias. De este modo, las diferencias estructurales, conocidas como petalias, conllevan una diferenciación en las funciones lingüísticas entre ambos hemisferios, presentando el izquierdo una mayor participación en la comprensión y producción del lenguaje oral y escrito, mientras que el derecho estaría más especializado en el contenido emocional del lenguaje (Redolar-Ripoll, 2007). Portellano (2010) añade que, además de intervenir en la comprensión y expresión emocional del discurso lingüístico, el hemisferio derecho también participa en las siguientes funciones: la prosodia (melodía e inflexiones del discurso), el significado figurativo (comprensión del lenguaje implícito y metafórico), la fluidez verbal y en los aspectos visoespaciales de la lectoescritura.

A pesar de ello, en los procesos lingüísticos, al igual que sucede en otros procesos neurocognitivos complejos, también intervienen diversas funciones básicas que implican el funcionamiento simultáneo de ambos hemisferios (Redolar-Ripoll, 2007). De este modo, participan tanto estructuras corticales como subcorticales, presentando diversa activación funcional dependiendo del proceso lingüístico del que se trate (Portellano, 2010). Tal y como señala este autor, en el caso del lenguaje auditivo, el procesamiento comienza por el sistema auditivo ubicado en el lóbulo temporal, concretamente por las áreas auditivas primarias de la circunvolución de Heschl, para continuar por el área de Wernicke. En cambio, añade que, en el caso del lenguaje escrito, el procesamiento comienza por el sistema visual ubicado en el lóbulo occipital, para avanzar por la circunvolución angular y posteriormente por el área de Wernicke. Así pues, en los procesos lingüísticos receptivos y expresivos, intervienen diversas regiones corticales y subcorticales (Portellano, 2010), aunque la corteza cerebral es la que tiene una función central realizando la integración de los distintos procesos lingüísticos (Portellano, 2008). Atendiendo a las bases neurobiológicas, este

autor señala que el lenguaje implica una funcionalidad sincronizada entre sistemas centrales (componentes responsables de gestionar la actividad simbólica del lenguaje) y sistemas periféricos (componentes auxiliares como el sistema auditivo, visual o el fonatorio) (Portellano, 2008). De este modo, cada sistema se integra de distintos componentes que están implicados en distintas funciones lingüísticas y que involucran diversas áreas cerebrales (Portellano, 2008, 2010):

- Sistemas centrales:
  - Componentes corticales:
    - Procesos lingüísticos receptivos: intervienen en la regulación de la comprensión del lenguaje tanto oral como escrito e involucra lóbulos temporales, parietales y occipitales:
      - Lóbulo temporal: analiza y sintetiza los sonidos del habla a través de las áreas de Heschl (corteza auditiva que recibe y codifica las palabras) y del área de Wernicke (aporta significado al lenguaje oral y escrito).
      - Lóbulo occipital: la corteza visual primaria (área 17 de Brodmann) identifica las imágenes lingüísticas de la lectoescritura y la corteza visual asociativa (áreas 18 y 19 de Brodmann) se encarga del análisis perceptivo de las palabras identificadas previamente.
      - Lóbulo parietal: interviene en la integración multimodal de los estímulos auditivos y visuales para permitir la comprensión lectoescritora, a través de la circunvolución supramarginal (área 40 de Brodmann) y la circunvolución angular (área 39 de Brodmann). Esta última región, es considerada como el centro lector al coordinar las imágenes visuales de las letras y palabras con sus formas auditivas correspondientes.
    - Procesos lingüísticos expresivos: en la articulación verbal, participan la producción escrita y en la motivación lingüística, el lóbulo frontal y estructuras subcorticales:

- Área de Broca: área ubicada en el córtex premotor (áreas 44 y 45 de Brodmann) que interviene en la preparación motora y coordinación muscular para la expresión oral y escrita.
- Área prefrontal: interviene en la motivación lingüística, estableciendo estrategias que permitan el inicio del lenguaje oral o escrito.
- Corteza motora primaria: a partir de la información recibida de las dos áreas previas, inicia los movimientos bucofonatorios que permiten la pronunciación de palabras y que orientan el lenguaje escrito.
- Componentes extracorticales:
  - Ganglios basales: participan en la regulación de la fluidez verbal y también coordinan las secuencias motoras necesarias para el lenguaje escrito y oral.
  - Cerebelo: en coordinación con los ganglios basales, también interviene en la fluidez de movimientos que permiten la articulación tanto del lenguaje oral como del escrito.
  - Tronco encefálico: favorece la activación lingüística y la transmisión de las eferencias motrices asociadas al lenguaje.
  - Fascículo arqueado: son un conjunto de fibras que conectan el área de Wernicke con el de Broca para favorecer la coordinación entre procesos receptivos y expresivos.
  - Tálamo: los núcleos talámicos participan en la red asociativa que permite conectar el lenguaje expresivo con el comprensivo, para poder así regular el lenguaje.
- Sistemas periféricos:
  - Componente sensorial:
    - Audición: el estímulo auditivo atraviesa el oído interno (órgano de Corti), el tronco cerebral y llega al tálamo para proyectarse después al área auditiva primaria y después a la corteza auditiva de asociación.

- Visual: la información visual pasa por el nervio óptico, el quiasma óptico y por el tálamo, para finalmente mandar las radiaciones ópticas a la corteza occipital.
- Componente motor:
  - Aparato bucofonatorio: las estructuras de la cara y cuello permiten llevar a cabo la expresión lingüística gracias a las directrices del área premotora.
  - Sistema de control visomanual: esta actividad simbólica implica amplios procesos perceptivo-motores y también cognitivos y requiere de la consolidación previa del lenguaje de forma adecuada, así como de la lateralización manual.

Otro planteamiento respecto a la distribución neuroanatómica de los procesos lingüísticos propone que las funciones del lenguaje involucran seis sistemas cerebrales (Redolar-Ripoll, 2007):

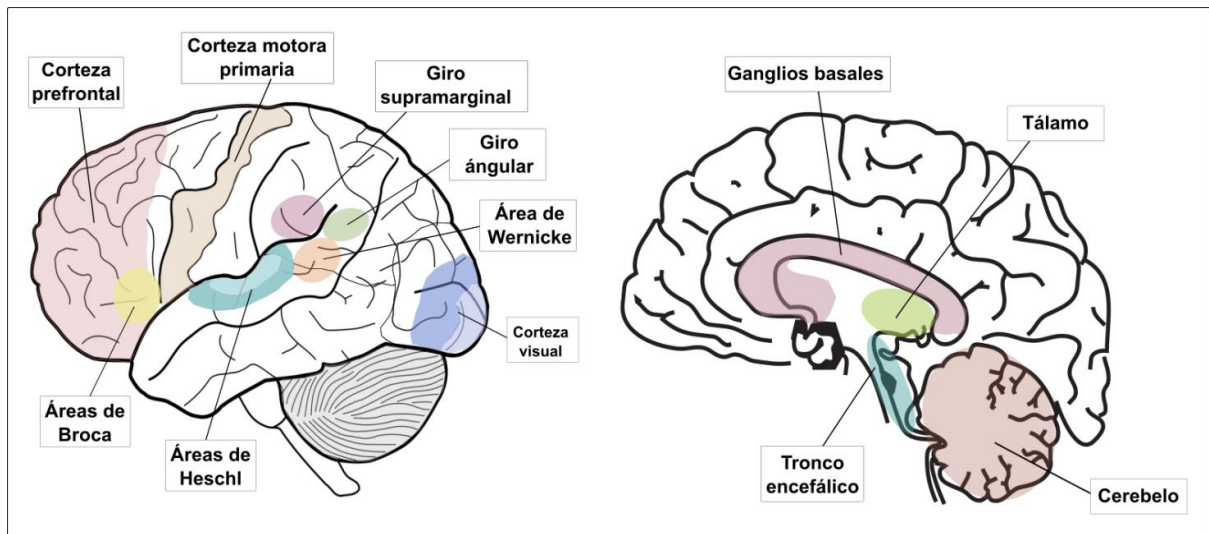
- Sistema perisilviano anterior: interviene en la sintaxis del lenguaje, permitiendo la secuenciación de fonemas y de palabras y la producción y comprensión del lenguaje. Dentro de este sistema se ubica el área de Broca y regiones adyacentes, todas ellas del hemisferio izquierdo.
- Sistema perisilviano posterior: implicado en vincular las secuencias visuales y auditivas del lenguaje con las representaciones mentales de las palabras. En el caso del lenguaje verbal, este sistema se encarga de transformar los aspectos conceptuales en palabras. Dentro de este sistema se encuentra el área de Wernicke y otras áreas contiguas del hemisferio izquierdo.
- Sistema del fascículo arqueado: participa en la unión entre fonemas a través de la conexión bidireccional con el lóbulo parietal, frontal y temporal.
- Sistema prefrontal medial: interviene en el inicio y continuación del habla mediante el área motora suplementaria y el giro cingulado anterior.
- Sistema emocional: participa en la prosodia y en aspectos paralingüísticos del lenguaje a través de estructuras ubicadas en el hemisferio derecho.

- Sistema de asociación: resulta esencial para el procesamiento neuronal del lenguaje e involucra áreas de asociación temporales, parietales y frontales.

La Figura 9 recoge las principales áreas cerebrales implicadas en las habilidades lingüísticas.

**Figura 9**

*Áreas cerebrales principales en las habilidades lingüísticas*



*Nota:* Adaptado a partir de una imagen libre y de uso público extraída del banco de imágenes de la página web de Pixabay-GmbH (s.f.). Recuperado el 4 de octubre de 2022 de <https://pixabay.com/es>

Dentro de las habilidades académicas nucleares también destacan las habilidades matemáticas, que parecen estar asociadas al desarrollo de las habilidades lingüísticas (Compton et al., 2012).

## **6.2. Las habilidades matemáticas**

Las habilidades matemáticas resultan esenciales para el desarrollo académico y para distintos ámbitos de la vida cotidiana como el empleo, el nivel socioeconómico o la salud (Handel, 2016; Joensen y Nielsen, 2009; Jolles et al., 2016; Reyna et al., 2009; Ritchie y Bates, 2013; Rodríguez et al., 2021). Estas habilidades permiten realizar cálculos o resolver problemas estableciendo relaciones entre distintas cantidades representadas mediante símbolos o números, lo que requiere de habilidades como el conocimiento básico del número, la medición, las fracciones, el

álgebra o la geometría (Peng et al., 2016). Son, pues, habilidades esenciales para el desarrollo e integración social de las personas, ya que permiten realizar diversas cuantificaciones y representaciones numéricas de la realidad, distinguiéndose dos componentes principales: la capacidad numérica básica (identificación de pequeñas cantidades de objetos y ordenamiento por tamaños) y la capacidad aritmética (conceptos y operaciones matemáticas) (Estévez-Pérez et al., 2008; Serra-Grabulosa et al., 2010).

Las capacidades numéricas básicas aparecen en edades tempranas, incluso antes de iniciar con la formación escolar, debido a que, desde la perspectiva ontogenética, existe un núcleo genético que favorece el desarrollo del conteo y de la numerosidad (Estévez-Pérez et al., 2008; Ramírez-Benítez, 2014; Rosselli y Matute, 2011). Según estos autores, estas capacidades constituyen la base de la capacidad aritmética, que requiere de un proceso de adquisición más complejo desarrollado mediante el aprendizaje escolar formal. De hecho, los recién nacidos ya muestran sensibilidad numérica aproximada, aunque limitada a una proporción de entre 2 y 3 elementos (Coubart et al., 2014; Izard et al., 2009). Park (2018), por su parte, señala que, aunque la capacidad de percepción directa de magnitudes no numéricas no estaría presente durante la infancia, la numerosidad emerge a partir de los tres años, sugiriendo que las competencias matemáticas tempranas no dependen de mecanismos numéricos específicos. En un estudio reciente, Ramírez-Benítez et al. (2022) han demostrado el importante papel que desempeñan las capacidades numéricas básicas en el desarrollo de las futuras habilidades aritméticas.

La adquisición de las habilidades matemáticas implica un complejo y jerárquico proceso de aprendizaje de habilidades generales y específicas para poder realizar representaciones y manipulaciones lógicas y abstractas entre distintas variables (Primi et al., 2010; Rodríguez et al., 2021). Según señalan Jordan et al. (2009), durante la etapa escolar, el desarrollo matemático requiere de una competencia numérica temprana caracterizada por la capacidad de conteo de secuencias numéricas y del reconocimiento y comparación de números. Además de estas habilidades precursoras, otros factores, como la habilidad espacial o lingüística, también inciden sobre el desarrollo de la habilidad matemática (Durand et al., 2005; LeFevre et al., 2010). Simmons y Singleton (2008) señalan que las habilidades lingüísticas actúan como precursoras de las habilidades numéricas que involucran el

sistema simbólico numérico y Kovas et al. (2005) indican que la habilidad matemática está mediada, principalmente, por genes asociados a la lectura y a la capacidad cognitiva general.

Durante la etapa de Primaria, destaca el aprendizaje de las habilidades de cálculo y de la resolución de problemas matemáticos, que tienen una gran presencia en distintas situaciones de la vida cotidiana (Fuchs et al., 2008; Geary, 2011; Swanson et al., 2015). La habilidad de cálculo permite resolver problemas que ya están preparados para su resolución e implica la capacidad de recuento, la realización de combinaciones aritméticas y reagrupaciones, la recuperación de hechos numéricos y la capacidad de atender a los valores de posición (Fuchs et al., 2008; Peng et al., 2016). La habilidad de resolver problemas matemáticos, a su vez, es una habilidad cognitiva más compleja que busca una solución para un objetivo desconocido sin respuesta inmediata (Gastañaduy et al., 2021) e involucra habilidades lingüísticas para poder comprender el problema y extraer la información relevante y realizar, a continuación, la representación aritmética correspondiente que permita obtener la respuesta numérica adecuada (Iglesias-Sarmiento et al., 2015; Peng et al., 2016).

El desarrollo de las habilidades matemáticas implica la adquisición de tres códigos establecidos en el modelo cognitivo del triple código propuesto por Dehaene y Cohen (1995). Este modelo neurofuncional del procesamiento numérico, plantea tres códigos que permiten la manipulación de la información numérica, estando el primero asociado a la capacidad numérica básica y los dos restantes a la capacidad aritmética (Dehaene et al., 2003; Ramírez-Benítez, 2014; Salguero-Alcañiz y Alameda-Bailén, 2013; Serra-Grabulosa et al., 2010):

- Código de representación analógica de cantidades: relacionado con la información semántica de la cantidad, a través de tareas como la comparación de magnitudes, cálculo aproximado y la estimación de cantidad. Los números son entendidos como una distribución encima de la línea numérica mental (analógica) y a través de las relaciones de tamaño y distancia.
- Código verbal-auditivo: los números se representan mediante palabras como secuencias gramaticales estructuradas, permitiendo así ir adquiriendo los hechos numéricos. Su aparición va asociada al desarrollo del lenguaje.

- Código visual arábigo: representación arábica de los números, favoreciendo su identificación visual, la secuencia numérica, la realización de operaciones con multidígitos y juicios de semejanza. Este código se adquiere durante la etapa escolar.

La traducción de información de un código a otro se realiza a través de rutas cerebrales asemánticas, seleccionando uno u otro en función del tipo de proceso mental y numérico que sea necesario realizar (Serra-Grabulosa et al., 2010). Atendiendo al desarrollo evolutivo de la habilidad matemática, se diferencian dos etapas (Dehaene et al., 1998; Rosselli y Matute, 2011):

- Sistema numérico preverbal: se trata de una capacidad innata que está presente desde el nacimiento y se basa en las magnitudes análogas, pudiendo así reconocer cantidades pequeñas de forma precisa mediante la subitización (conjunto de tres o cuatro elementos) y cantidades grandes de forma aproximada (conjuntos a partir de seis elementos). Los bebés reconocen la diferencia entre dos conjuntos de elementos siempre y cuando la diferencia entre ambos sea grande. Esta etapa se relaciona con el sentido numérico, el que implica la representación y manipulación mental de cantidades y constituye la base de capacidades numéricas más complejas que se desarrollan con el aprendizaje escolar (Serra-Grabulosa et al., 2010).
- Sistema numérico verbal: en esta etapa el niño va desarrollando el código numérico en consonancia con la adquisición del lenguaje. En la etapa preescolar, los niños comienzan a relacionar los números arábigos con la numerosidad y a contar en secuencia, lo que favorece el aprendizaje de números más grandes y su correspondiente representación en la línea numérica mental. Esta línea mental se va transformando con el aprendizaje matemático escolar, alcanzando, durante los últimos cursos de la etapa de Primaria, una representación similar a la de la edad adulta (von Aster y Shalev, 2007).

Junto con ello, se ha propuesto un modelo de desarrollo cognitivo de la representación numérica que cuenta con cuatro etapas organizadas de forma jerárquica y consecutiva (von Aster y Shalev, 2007):



- 1ª etapa (primeros años): representación cognitiva de cantidades concretas, siendo el sistema central de la magnitud y la cardinalidad. Las habilidades que emergen en esta etapa son la subitización, aproximación y la comparación.
- 2ª etapa (preescolar): caracterizada por la representación del sistema numérico verbal, es decir, las palabras asociadas a los números. En esta etapa se desarrolla la habilidad del conteo verbal, las estrategias de conteo y la recuperación de los hechos numéricos.
- 3ª etapa (escolar): representación cognitiva mediante los números arábigos, es decir, los dígitos, que permite el desarrollo de habilidades de cálculo escrito.
- 4ª etapa (escolar): en esta última etapa aparece la representación de la línea mental numérica, la ordinalidad y su imagen espacial mental, que da lugar al desarrollo del pensamiento aritmético.

Los autores de este modelo de desarrollo (von Aster y Shalev, 2007) consideran que la representación cardinal de las magnitudes de la primera etapa constituye la base esencial de la comprensión del número, que permite, en etapas posteriores, asociar la cantidad percibida con su representación verbal o arábica. Junto con ello, añaden que las siguientes dos etapas (representación lingüística y arábica) resultan esenciales para desarrollar la posterior representación ordinal en la línea mental numérica. Estos autores afirman que una adquisición inadecuada de la primera etapa (generada por vulnerabilidades genéticas), implica dificultades en el desarrollo de las siguientes, ya que, por ejemplo, el niño podrá aprender el nombre verbal y fonológico de los números de forma memorística, pero careciendo de la asociación correspondiente con el significado de la magnitud numérica.

Todas estas habilidades matemáticas implican la intervención de diversas estructuras y funciones cerebrales, destacando, principalmente, la participación de los lóbulos parietales y frontales como regiones centrales del procesamiento numérico (Arsalidou et al., 2018; Serra-Grabulosa et al., 2010).

### **6.2.1. Bases neuroanatómicas de los procesos numéricos**

La cognición matemática implica complejos procesos sustentados en una funcionalidad coordinada entre múltiples áreas y funciones cerebrales (Menon, 2016). La activación cerebral parece variar en función de la habilidad matemática específica ejecutada, de la competencia y edad del sujeto, de la modalidad en la que se presente la información (analógica, auditiva o visual) y en función de la estrategia utilizada (Fuchs et al., 2006; Gullick et al., 2011; Jolles et al., 2016; Kaufmann et al., 2011; Menon, 2016; Peng et al., 2016; Salguero-Alcañiz y Alameda-Bailén, 2013). Por lo que, las habilidades matemáticas involucran diversas estructuras cerebrales distribuidas por diferentes regiones corticales y subcorticales (Ashkenazi et al., 2013; Serra-Grabulosa et al., 2010). Tal y como señalan diversos estudios, el procesamiento de magnitudes y de estímulos numéricos presenta un perfil cognitivo caracterizado por unos sustratos neuroanatómicos específicos (Ardila y Rosselli, 2002; Dehaene, 2003; Roitman et al., 2012): el segmento horizontal del surco intraparietal bilateral (contemplado como el núcleo central de la realización de tareas numéricas), el giro angular izquierdo (involucrado en la manipulación verbal numérica gracias a sus conexiones con diversas regiones perisilvianas) y el sistema bilateral parietal posterior y prefrontal (implicado en la orientación atencional ante la representación mental de cantidades). En este sentido, Portellano (2010) señala el lóbulo parietal como la región más importante en la realización de operaciones numéricas, destacando el papel del área supramarginal y del giro angular (áreas 39 y 40 de Brodmann), ambos ubicados en el hemisferio izquierdo. Arsalidou et al. (2018), por su parte, concluyeron que en las habilidades matemáticas además de regiones parietales (lóbulo parietal inferior y el precúneo) y frontales (giro frontal superior y medial) también participan el giro cingulado, el claustrum y la ínsula, destacando esta última para mantener la motivación y la atención durante el procesamiento numérico complejo.

Acorde con dichos estudios, algunos autores proponen la intervención de las siguientes regiones neuronatómicas asociadas a la realización de diversos procesos numéricos (Arsalidou y Taylor, 2011; Bugden y Ansari, 2014; Cantlon et al., 2006; Feigenson et al., 2004; Fias et al., 2007; Fias et al., 2003; Gruber et al., 2001; Menon et al., 2000; Müller y Knight, 2006; Portellano, 2010; Rosenberg-Lee et al., 2011; Serra-Grabulosa et al., 2010):

- Lóbulo parietal:
  - Surco intraparietal bilateral: interviene en la estimación de resultados aproximados, la comparación y procesamiento abstracto de magnitudes simbólicas y no simbólicas, la percepción de la numerosidad, la representación de series ordinales no numerales y en la representación interna de las cantidades.
  - Giro angular (principalmente el izquierdo): participa en el procesamiento verbal de los números y del cálculo, presentando una mayor activación en el cálculo exacto (hechos numéricos). Ante tareas aritméticas complejas, funciona en interdependencia con el surco intraparietal bilateral.
  - Sistema parietal posterior superior: participa en los procesos atencionales y actividades visoespaciales.
- Lóbulo frontal:
  - Corteza prefrontal lateral, ventral e inferior izquierda: intervienen en el cálculo y problemas complejos y en el procesamiento aritmético en procesos como la ordenación temporal, la planificación, la comprobación y en aquellos que requieren mantener provisionalmente los resultados en la memoria de trabajo.
  - Corteza cingulada: interviene en los procesos atencionales, monitorización o de memoria de trabajo durante tareas de cálculo.
- Lóbulo occipital: participa en el procesamiento visual de la imagen del número.
- Lóbulo temporal: interviene en la memorización de tareas de cálculo y en la resolución de problemas. La comprensión numérica estaría asociada con las áreas perisilvianas más posteriores y la expresión de los números, por su parte, lo estaría con regiones más anteriores.
  - El giro fusiforme izquierdo: interviene en diversas tareas numéricas y en el reconocimiento de los números arábigos. También tiene un papel esencial en el procesamiento de la estructura ortográfica.
- Cerebelo: participa en la recuperación de los hechos numéricos ya automatizados.

- Ganglios basales: intervienen en cálculos aritméticos complejos.

Diversos autores destacan la participación de áreas parietales bilaterales asociadas al surco intraparietal en el procesamiento simbólico numérico básico, la rotación numérica mental y la aritmética (Hawes et al., 2019). Atendiendo al modelo cognitivo de los tres códigos de Dehaene y Cohen (1995), se ha establecido la activación de diversas regiones cerebrales en función del código utilizado (Ramírez-Benítez, 2014; Salguero-Alcañiz y Alameda-Bailén, 2013; Serra-Grabulosa et al., 2010):

- Primer código (representación analógica de cantidades): asociado a la intervención del segmento horizontal del surco intraparietal bilateral, que es necesario en todo proceso matemático y que cuenta con una gran dependencia de componentes genéticos.
- Segundo código (verbal-auditivo): implica la activación de áreas perisilvianas del hemisferio izquierdo.
- Tercer código (visual-arábigo): vinculado con el giro fusiforme bilateral y la región occipito-temporal ventral inferior bilateral.

Respecto a las etapas de desarrollo de la cognición numérica planteadas por von Aster y Shalev (2007), también se distingue una participación diferencial de diversas estructuras cerebrales en función de la etapa: la primera etapa (cardinalidad y cantidades concretas) estaría asociada con la activación del lóbulo parietal bilateral; la segunda etapa (sistema numérico verbal) se relaciona con la corteza prefrontal izquierda; la tercer etapa (representación arábigo) se vincula con la actividad del lóbulo occipital bilateral; y, por último, la cuarta etapa (pensamiento aritmético) estaría relacionada de nuevo con una mayor actividad en el lóbulo parietal bilateral.

Los procesos numéricos, además de las estructuras neuronales de dominio específico, también involucran procesos de dominio más general como la atención o la memoria de trabajo (Ashkenazi et al., 2013). En este sentido, se ha observado que la memoria de trabajo visoespacial desempeña un rol central en las habilidades matemáticas (Metcalf et al., 2013). Esto refleja que las habilidades matemáticas requieren de la intervención de diversos sistemas cognitivos involucrados en las

funciones de control ejecutivo, implicando la activación de regiones de la corteza prefrontal como el giro frontal medial bilateral (necesario para manipular la información en la memoria de trabajo en tareas de cálculo), el giro frontal inferior bilateral (involucrado en el mantenimiento y recuperación de la información) y la corteza cingulada anterior bilateral (partícipe en la monitorización del conflicto y el error) (De Smedt y Boets, 2010; Kerns et al., 2004; Menon et al., 2000; Zago et al., 2008). En este sentido, diversos estudios señalan que las funciones ejecutivas actúan como soporte del desarrollo de las habilidades matemáticas desde la etapa de Infantil, destacando la memoria de trabajo seguida de la inhibición y la flexibilidad cognitiva (Morgan et al., 2019; Simanowski y Krajewski, 2019; ten Braak et al., 2022; Träff et al., 2020). Según Fuhs et al. (2016), un mejor funcionamiento ejecutivo durante la etapa de Infantil favorece una identificación más rápida y precisa de los conjuntos numéricos, por lo que, en consecuencia, promueve un mejor rendimiento en matemáticas en la etapa de Primaria. Sin embargo, Chan y Scalise (2022) señalan que las habilidades numéricas tempranas son las que median en la relación entre las funciones ejecutivas y el rendimiento en matemáticas.

Las tareas de recuperación de información aritmética previamente ensayadas implican regiones de la corteza temporoparietal izquierda asociadas a funciones del lenguaje tales como el giro supramarginal, el giro angular o la región temporal posterior (Rosenberg-Lee et al., 2011). De forma similar, distintos estudios destacan el papel del hipocampo para la codificación, consolidación y evocación de los hechos matemáticos (Qin et al., 2014; Rosenberg-Lee et al., 2018; Supekar et al., 2013), añadiendo que su participación en las habilidades matemáticas va aumentando con la edad y con la experiencia educativa (Mathieu et al., 2018). Compton et al. (2012) también afirman que en la adquisición de las habilidades matemáticas la memoria de trabajo y el lenguaje desempeñan un importante papel y, de hecho, se han observado solapamientos en las áreas cerebrales involucradas en el procesamiento aritmético y fonológico (Pollack y Ashby, 2018). Sin embargo, algunos autores puntualizan que, a pesar de existir solapamientos, el procesamiento del lenguaje y el matemático presentan redes neuronales distintas, donde el procesamiento de principios aritméticos verbalizados implica una mayor activación de la red temporoparietal (involucrada también en el procesamiento del lenguaje) y la red frontoparietal izquierda, mientras que el cálculo involucra una mayor activación de una conectividad

parietooccipital (Liu et al., 2017). Spencer et al. (2022), por su parte, concluyeron que los procesos cognitivos numéricos favorecen la asociación entre el símbolo y el concepto, a la vez que predicen el futuro rendimiento escolar tanto en habilidades matemáticas como lingüísticas.

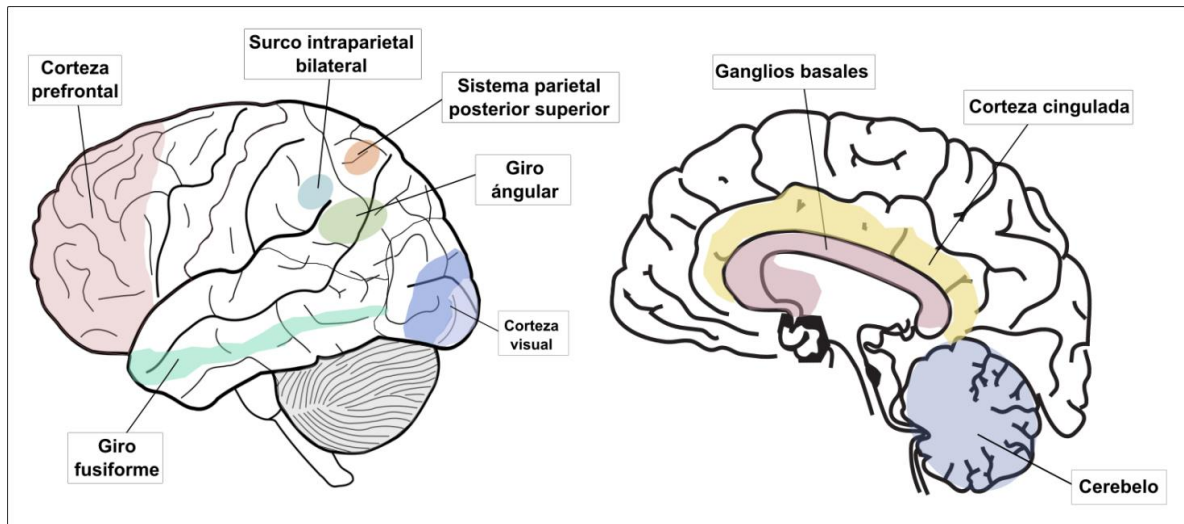
La actividad funcional de estas regiones va modulándose con la edad, la experiencia y el aprendizaje, generando así una disminución de dependencia de regiones prefrontales para pasar paulatinamente a una mayor activación de diversas estructuras de la corteza parietal posterior y del surco intraparietal bilateral (Cantlon et al., 2006). Así pues, los niños presentan una mayor interconexión entre regiones frontales, parietales y temporales durante la realización de tareas matemáticas, lo que va modulándose con los cambios estratégicos y competenciales (Peters y Smedt, 2018). Junto con ello, se ha observado que los niños de entre seis y siete años utilizan redes neuronales similares a las del adulto ante tareas numéricas, tales como la red occipito-temporal y parietal, pero además presentan una mayor activación de la corteza frontal inferior en comparación con los adultos (Cantlon et al., 2009). En este sentido, el surco intraparietal izquierdo es una de las regiones más afectadas por los cambios inducidos por la edad y la experiencia (Sommerauer et al., 2020) y, según Vogel et al. (2015), esta región presenta una especialización evolutiva para la representación numérica simbólica, aumentando su actividad con la edad cronológica, lo que aporta una mayor fluidez y precisión en el procesamiento y en la representación numérica.

En esa misma línea, se han observado diferencias en regiones cerebrales involucradas en tareas matemáticas y en la conectividad neuronal entre niños de 2º y 3º de Primaria (entre siete y nueve años) (Rosenberg-Lee et al., 2011). Los autores observaron que los niños de tercer curso mostraban una mayor activación del lóbulo parietal superior derecho, el surco intraparietal derecho, el giro angular derecho, el giro lingual bilateral, la corteza occipital lateral derecha, el giro parahipocampal derecho y la corteza prefrontal dorsal lateral izquierda. Junto con ello, también evidenciaron una menor activación en la corteza prefrontal ventral medial y un aumento en la conectividad funcional entre la corteza prefrontal dorsal lateral izquierda y el lóbulo parietal superior y el giro angular. A partir de dichos hallazgos neuroanatómicos y neurofuncionales, los autores destacaron el intervalo entre los siete y nueve años como un periodo clave para el desarrollo de habilidades

matemáticas. Todo ello refleja que la experiencia a largo plazo promueve cambios cerebrales que permiten la automatización de procesos asociados a las magnitudes numéricas y a la resolución de problemas aritméticos (Cantlon et al., 2009). La Figura 10 recoge las principales áreas cerebrales implicadas en las habilidades matemáticas.

### Figura 10

#### *Áreas cerebrales principales en las habilidades matemáticas*



*Nota:* Adaptado a partir de una imagen libre y de uso público extraída del banco de imágenes de la página web de Pixabay-GmbH (s.f.). Recuperado el 4 de octubre de 2022 de <https://pixabay.com/es>

Así pues, el rendimiento escolar se presenta como un complejo constructo multifactorial en el que, además de destacar las habilidades académicas nucleares (lingüísticas y matemáticas) y las habilidades cognitivas (Peng y Kievit, 2020) también inciden habilidades no cognitivas como los hábitos y técnicas de estudio (Çalışkan y Sünbül, 2011).





## **CAPÍTULO 7. Los hábitos y técnicas de estudio**

### **7.1. Aproximación conceptual a los hábitos y técnicas de estudio**

El estudio es un proceso subjetivo e individual que facilita la adquisición del conocimiento y es responsabilidad única del estudiante (Venet y Carbo, 2017). En este sentido, los hábitos y técnicas de estudio son un conjunto de procedimientos de aprendizaje que el alumno debe aplicar de forma sistemática para lograr una mayor autonomía en el aprendizaje y promover, a su vez, que este sea más eficiente y significativo (Álvarez y Fernández, 2015; Ayodele y Adebisi, 2013). Las metas académicas (metas intrínsecas de aprendizaje y metas extrínsecas de rendimiento) requieren del desarrollo de estas habilidades específicas que promueven la puesta en marcha y la selección eficaz de procesos de adquisición, procesamiento, recuperación o transferencia de la información (Barca-Lozano et al., 2012).

Se trata de un importante constructo dentro del ámbito de la educación, pero el uso de distintos términos para referirse a procesos similares ha generado confusión y fragmentación en la literatura (Beltrán-Llera, 2003a; Credé y Kuncel, 2008). Esta ausencia de acuerdo respecto a la dimensionalidad y estructura de los hábitos y técnicas de estudio se debe, en gran parte, a los diferentes sistemas de operativización desarrollados, generando así la propuesta de distintos constructos (Credé y Kuncel, 2008). Estos autores añaden que, a pesar de la fragmentación, la mayoría de las investigaciones en este ámbito han abordado tres áreas principales: los propósitos de los hábitos y técnicas de estudio, la conciencia metacognitiva del estudiante y la profundidad de procesamiento de la información al estudiar. Según Monereo et al. (1999), a menudo se utilizan distintos términos (capacidades, habilidades, estrategias o procedimientos) de manera confusa o indistinta, pero estos autores subrayan que se trata de conceptos independientes, aunque relacionados:

- Capacidad: disposición inherente y potencial que se expresa a través de las experiencias del individuo, dando lugar al desarrollo de las habilidades.
- Habilidad: capacidad expresada en conductas que se desarrollan mediante la práctica de distintos procedimientos.

- Procedimiento: distintas maneras de actuar para poder alcanzar una meta, distinguiéndose los procedimientos disciplinares (un área en concreto) o interdisciplinares (aplicables en diversas áreas) y los procedimientos algorítmicos (acciones con sucesión prefijada que derivan en la correcta solución) y heurísticos (acciones variables que no garantizan la correcta solución).
- Técnica: al igual que los procedimientos algorítmicos, suponen una secuencia ordenada de actividades con una finalidad conocida, concreta y precisa y pueden aplicarse de forma consciente o automática.
- Método: sucesión de acciones ordenadas, como procedimientos y técnicas, que se realizan para promover el aprendizaje.
- Estrategia: procesos intencionales basados en una toma de decisiones reflexiva y consciente que persiguen la consecución de objetivos asociados al aprendizaje, por lo que las técnicas estarían supeditadas a la puesta en marcha de las estrategias.

Existen, pues, diferencias conceptuales respecto a si un procedimiento es una estrategia, una técnica o una táctica, poniendo de relieve la ausencia de acuerdo unánime entre distintos autores (Espinoza-Ortiz, 2015). En este sentido, varios autores diferencian tres categorías interrelacionadas (proceso de aprendizaje, estrategia de aprendizaje y técnica de aprendizaje), ya que el proceso de aprendizaje (proceso mental y no visible) requiere de alguna estrategia de aprendizaje (herramientas del pensamiento) y el desarrollo de esta última, y, a su vez, implica la aplicación de alguna técnica (proceso visible y manipulable) (Beltrán-Llera, 2003a; Espinoza-Ortiz, 2015). De modo que las estrategias de aprendizaje son actividades mentales, propositivas y conscientes que integran distintas técnicas y que promueven la transformación de la información en conocimiento, por lo que se sitúan entre los procesos de aprendizaje y las técnicas, seleccionando la técnica más adecuada en función del objetivo a alcanzar (Espinoza-Ortiz, 2015; Ortiz et al., 2007). Así mismo, las estrategias de aprendizaje se manifiestan en distintas etapas del procesamiento de la información, variando también las técnicas a utilizar en función de cada etapa: la etapa de adquisición (explorar, repetir y fragmentar); la etapa de codificación (elaborar y organizar); la etapa de recuperación (recuperar de la memoria y generar

respuestas); y la etapa de soporte (aspectos afectivos, motivaciones y metacognitivos) (Camarero et al., 2000). De este modo, cada fase o estrategia requiere de la implementación de distintas técnicas de estudio, lo que permite la evaluación de las estrategias de aprendizaje subyacentes llevadas a cabo (Espinoza-Ortiz, 2015).

Las técnicas de estudio involucran una serie de procedimientos prácticos, estratégicos y metacognitivos que se implementan en el proceso de aprendizaje (Venet y Carbo, 2017), por lo que requieren de la capacidad de gestionar adecuadamente el tiempo y los recursos necesarios para el estudio, a fin de cumplir con las exigencias de las actividades académicas (Credé y Kuncel, 2008). Al ser manipulables y operativas, las técnicas ayudan a visibilizar y medir las estrategias utilizadas en el aprendizaje: una estrategia de selección de información se puede llevar a cabo mediante la técnica del subrayado, la estrategia de organización se puede implementar realizando un esquema y la estrategia de elaboración se puede aplicar a través de la interrogación (Beltrán-Llera, 2003a; Espinoza-Ortiz, 2015). Además, las técnicas de estudio pueden ser procedimientos interdisciplinarios no dependientes del contenido específico, pudiéndose aplicar con contenidos e información muy variada (Monereo, 2000). Junto con ello, este autor destaca la importancia de hacer explícitas las técnicas utilizadas y confrontarlas con otros procedimientos, a fin de evitar perpetuarse en posibles formas de aprendizaje erróneas y de eficacia ilusoria. El empleo adecuado de un conjunto de técnicas de estudio favorece el uso de distintos procesos como la atención, la memoria o la concentración, promoviendo, a su vez, la puesta en marcha de otros procesos imprescindibles para el aprendizaje como la percepción, la observación, la interpretación, el análisis, la elaboración, la organización, la comparación, la expresión, la retención, el sintetizado, la deducción, la generalización y la evaluación (Enríquez-Villota et al., 2015).

Debido a su relación inherente, dentro de las estrategias de procesamiento y uso de la información, Morales y Alfonso (2006) incluyen las siguientes técnicas de estudio:

- Estrategias de codificación: organizar, reestructurar y elaborar la información mediante técnicas como el epigrafiado, el resumen, el subrayado, la esquematización, los cuadros sinópticos o los mapas conceptuales

- Estrategias de almacenamiento y repetición: retención de la información en la memoria a través de técnicas como la repetición, la copia o los recursos mnemotécnicos.
- Estrategias de personalización: reelaborar la información mediante técnicas de pensamiento crítico o realizando propuestas creativas personalizadas.
- Estrategias de recuperación y comunicación: a través de técnicas como las autopreguntas, simular exámenes, realizar síntesis o ejercicios de aplicación.
- Estrategias metacognitivas: conocer, controlar y evaluar todos los procesos mediante la autorreflexión y autoconocimiento, la planificación, la valoración y verificación, el autorrefuerzo y la reconducción del proceso.

Por otro lado, se distinguen las siguientes técnicas de estudio por su trascendencia en los distintos procesos de aprendizaje (Venet y Carbo, 2017):

- Técnica de repaso: técnicas que siempre están presentes y que resultan clave en el aprendizaje, ya que realizándose de forma constante favorecen el recuerdo.
- Técnica de memorización: relectura y reescritura de los materiales de estudio.
- Técnica de flash cards: en cada tarjeta se escribe un resumen corto pudiendo utilizarlas para repaso o para autoevaluación.
- Técnica de sumarización: consiste en condensar gran cantidad de información en un sumario que relaciona distintas ideas clave (por ejemplo, el mapa mental).
- Técnica de imágenes visuales: utiliza técnicas visuales que favorecen la codificación y retención de la información (por ejemplo, los diagramas).
- Técnica mnemotécnica: listar la información de manera que forme alguna palabra o frase.
- Técnicas de descripción: integran las técnicas más complementarias como tomar apuntes, el subrayado o el resumen.

De forma similar, Gettinger y Seibert (2002) proponen una clasificación en la que agrupan las técnicas de estudio en cuatro grupos: las técnicas basadas en la repetición, las técnicas de procedimiento, las técnicas cognitivas y las técnicas metacognitivas. Según Enríquez-Villota et al. (2015), las técnicas de estudio más empleadas son el subrayado (destacar lo más relevante del texto), las notas al margen (sintetizar párrafos resaltando las palabras clave junto al texto), la síntesis (interpretación propia del texto), el resumen (anotar las ideas más relevantes del texto), el esquema (combinación de palabras y signos), el fichaje (recolección de la información), el mapa conceptual (diagrama jerárquico para organizar un tema conceptualmente), el mapa mental (organización de las interrelaciones entre distintas ideas) y el mentefacto conceptual (diagrama que organiza las palabras por categorías empezando con la idea principal en el centro). Por otro lado, Fazal et al. (2012) señalan que las técnicas del manejo del tiempo, de lectura y de la toma de apuntes se asocian con mejores calificaciones de los estudiantes y según Farrand et al. (2002), las técnicas que incorporan imágenes, colores y una distribución visoespacial de la información favorecen una mejor memorización y recuerdo de la información. De forma similar, otros autores añaden que unas buenas técnicas de estudio como el subrayado, el resumen, la planificación o la esquematización resultan indispensables en el proceso de estudio, lo que implica un esfuerzo y dedicación por parte del estudiante, así como de la consideración de la influencia del contexto (Gutiérrez-Alvarado et al., 2019).

El hábito, por su parte, es una cualidad adquirida que implica la predisposición para reproducir ciertos actos ante situaciones similares (Enríquez-Villota et al., 2015). Por lo que, los hábitos de estudio son un conjunto de rutinas que el estudiante lleva a cabo durante un periodo regular de estudio (Ozsoy et al., 2009) y que permiten el desarrollo de conocimientos y de capacidades perceptivas del estudiante (Rabia et al., 2017). Según Kumar (2015), los hábitos de estudio son prácticas regulares que el estudiante pone en marcha durante el proceso de aprendizaje para obtener la información. De hecho, implican el entrenamiento de la aplicación de distintas técnicas de estudio, por lo que comprenden una importante aportación a los procesos de aprendizaje y al rendimiento escolar de los estudiantes, favoreciendo, a su vez, la capacidad de adaptabilidad ante esta sociedad cambiante (Mamani y Valle, 2018). De forma similar, Zárata-Depraect et al. (2018) definen los hábitos de estudio como una

conducta académica frecuente que se lleva a cabo para poder aprender y ser competente, implicando distintos métodos y técnicas de estudio y la organización espaciotemporal a través de un indispensable esmero y disciplina. En este sentido, la motivación y voluntad resultan esenciales para desarrollar el hábito de estudio por iniciativa propia del estudiante, sin tener que depender de órdenes externas (Enríquez-Villota et al., 2015).

De forma similar, Credé y Kuncel (2008) definen los hábitos de estudio como rutinas regulares que involucran cierta frecuencia en las sesiones de estudio, la autoevaluación, el repaso y ensayo de lo aprendido y que se llevan a cabo en un entorno adecuado para el estudio. Además, múltiples factores y diferencias individuales inciden en la formación de unos buenos hábitos de estudio y en la actitud del estudiante, tales como el empleo eficaz del tiempo, el tomar apuntes, la formación en hábitos de estudio, el ambiente que rodea al acto de estudiar, la lectoescritura, así como aspectos familiares o asociados a la docencia (Ozsoy et al., 2009). El desarrollo de unos buenos hábitos de estudio se ha relacionado con una mejor realización de exámenes, una mayor participación de los estudiantes en clase, mayores niveles de esfuerzo y concentración y con una mejor gestión del tiempo (Fouché, 2017). De hecho, Zárate-Depraect et al. (2018) afirman que un hábito de estudio positivo promueve una conducta eficaz y favorece la formación de alumnos comprometidos y autorregulados, que, a su vez, promueve el logro académico.

Entre los numerosos beneficios que aporta el adoptar unos buenos hábitos de estudio se encuentran una mayor capacidad de aprendizaje por unidad de tiempo, una reducción de tiempo en la realización de tareas, una mejor distribución del tiempo entre diversas tareas, el poder disfrutar de momentos de descanso establecidos, una disminución de las repeticiones hasta llegar a la asimilación, una reducción de los niveles de ansiedad y estrés, evitar la acumulación de trabajo y el poder disfrutar de otros quehaceres de interés (Enríquez-Villota et al., 2015). Junto con ello, estos autores destacan que la adquisición de buenos hábitos de estudio también repercute positivamente sobre factores psicológicos (mayor satisfacción, seguridad y confianza que facilitan una mayor disciplina) y orgánicos (menor fatiga, aumento de productividad) del estudiante. Gutiérrez-García (2020) añaden que la implementación de unos buenos hábitos de estudio repercute sobre la metacognición de los

estudiantes, lo que, en consecuencia, mejora la capacidad organizativa, de planificación y la asimilación de los aprendizajes escolares.

## **7.2. Factores relevantes para la adquisición de unos buenos hábitos y técnicas de estudio**

Los métodos de estudio resultan indispensables para hacer más eficaz el proceso de enseñanza-aprendizaje, a través de la formación de hábitos y técnicas de estudio, integrando un conjunto de acciones lógicamente ordenadas que buscan conducir al estudiante hacia determinado objetivo de aprendizaje (Gutiérrez-Alvarado et al., 2019). Por tanto, pretenden hacer del estudio una actividad eficiente (López-Mejías et al., 2013), dotando al estudiante de habilidades, estrategias y técnicas de estudio que le permitan alcanzar la autonomía en el aprendizaje de forma sistemática y flexible (Álvarez y Fernández, 2015). Estos autores defienden un modelo integrado y cognitivista, por ser el que mejor guía al estudiante en el desarrollo consciente de su propio aprendizaje e incorporando en el proceso distintas estrategias:

- Estrategias cognitivas: son las estrategias primarias por estar orientadas al procesamiento y manejo de la información.
- Estrategias de apoyo: incluye aquellos aspectos de planificación y de las condiciones ambientales y personales que inciden sobre el autocontrol y concentración.
- Estrategias de motivación: incorpora factores asociados a la autoestima, autoconcepto y valores relacionados con el estudio y aprendizaje.
- Estrategias institucionales: hacen referencia a la incidencia del contexto educativo mediante las programaciones, materiales o metodologías.

Del mismo modo, estos autores consideran que cualquier método de estudio debería atender las siguientes dimensiones por ser determinantes en el proceso de aprendizaje del estudiante (Álvarez y Fernández, 2015):

- Dimensión personal: motivación por el aprendizaje y estudio, valores, autoconcepto y autoestima.

- Dimensión conductual: planificación y organización temporal, condiciones ambientales y personales influyentes, aspectos atencionales y de concentración.
- Dimensión cognitiva: procesos de lectura, memorísticos, de recuperación o de transformación de la información.
- Dimensión contextual: influencia del ámbito educativo, familiar y social.

Según Monereo et al. (1999), el aprendizaje requiere del uso de estrategias para decidir y lograr el objetivo, lo que implica un sistema de regulación formado por distintas fases que habría que contemplar dentro de cualquier método de estudio:

- Fase de reflexión consciente: diálogo con uno mismo, planteamiento y reflexión sobre las posibles elecciones.
- Fase de planificación: establecer las acciones necesarias a llevar a cabo ante dicha situación de aprendizaje.
- Fase de realización: se implementan las acciones seleccionadas, realizando una supervisión constante que permiten reconducir el proceso.
- Fase de evaluación: analizar las distintas acciones realizadas y corregir los errores detectados.

Distintos autores destacan la importancia de trabajar los hábitos y técnicas de estudio diariamente, a través de cursos que insistan sobre la importancia del descanso, la gestión eficaz del tiempo de estudio, la autoverificación de la consecución de las tareas y sobre la adecuada planificación y cumplimiento de los objetivos escolares (Zárate-Depraect et al., 2018). Estos autores consideran que la implementación de estos cursos debe favorecer la autorreflexión del estudiante y la conversión de la conducta en un hábito, abordando temas como las técnicas de estudio (subrayado, elaboración de ensayos o resúmenes, extracción de ideas principales, parafraseado o el uso de organizadores gráficos), la autorregulación, el autoconcepto, la autoestima, el liderazgo transformacional o el aprendizaje autodirigido. De forma similar, López-Mejías et al. (2013) sostienen la importancia de promover la reflexión y autonomía en la búsqueda, manipulación y aplicación del conocimiento por parte del estudiante, a través de la implementación de



procedimientos, métodos y estrategias que formen parte de su formación integral. Junto con ello, los autores destacan el papel crucial que desempeña un enfoque activo y dinámico de la memoria que, más allá de la mera reproducción, facilite el procesamiento activo y comprensión de la información, para lo que resulta fundamental el análisis de los factores que favorecen un mejor funcionamiento de esta.

Otros aspectos destacables para el desarrollo de unos buenos hábitos y técnicas de estudio son los factores ambientales, ya que favorecen la concentración y el aprovechamiento del tiempo contando con todo lo necesario para el estudio y evitando elementos que inciten a la distracción (Enríquez-Villota et al., 2015; Gutiérrez-Alvarado et al., 2019). En este sentido, Enríquez-Villota et al. (2015) indican la importancia de atender los siguientes aspectos:

- Ambiente o espacio: el lugar de estudio debe ser tranquilo, sin ruidos o distracciones y familiar para aportar seguridad al estudiante.
- Aislamiento: tiene que ser un lugar alejado de estímulos y distractores como el móvil, televisor y ordenador.
- Mobiliario: el lugar de estudio tiene que contar con una mesa amplia y una silla confortable y a una altura proporcional a la mesa. También es recomendable tener una estantería bien ordenada, un reloj y un tablón con todas las acciones actualizadas.
- Temperatura: es recomendable mantener el lugar de estudio a una temperatura entre 20-22° C, porque lo extremos influyen de forma negativa sobre el rendimiento.
- Ventilación: es importante que el lugar de estudio se pueda ventilar de forma frecuente para favorecer la eficacia mental.
- Iluminación: es preferible utilizar la luz natural y en el caso de que sea artificial, es recomendable que sea indirecta (que no incida directamente sobre el papel para no generar excesivos contrastes).
- Postura: es importante mantener el tronco recto, la espalda apoyada en la silla, mantener los apuntes a 30 cm y si están inclinados, mejor.

- Planificación: es esencial realizar una previa planificación realista, flexible y sencilla contemplando las materias a estudiar, el tiempo del que se dispone, los descansos correspondientes (por cada hora de estudio, cinco minutos de descanso) y el espacio necesario.

La adquisición de todos estos procedimientos moviliza distintos factores personales de los estudiantes, permitiéndoles así el desarrollo de una actitud más comprometida y una mayor autonomía en la construcción del conocimiento, debido a la significatividad para uno mismo y para la sociedad en general (López-Mejías et al., 2013).

### **7.3. Beneficios de los hábitos y técnicas de estudio en el ámbito educativo**

Los hábitos y técnicas de estudio se presentan como un conjunto de actividades con incidencia positiva sobre el aprendizaje y el rendimiento escolar de los estudiantes (Andrade-Valles et al., 2018; Barca-Lozano et al., 2012; Bickerdike et al., 2016; Capdevila Seder y Bellmunt Villalonga, 2016; Cruz y Quiñones, 2011; García, 2019; Mendieta Toledo et al., 2015; Quílez-Robres et al., 2021), ya que ayudan a construir el conocimiento y determinan el despliegue del potencial intelectual del estudiante (Beltrán-Llera, 2003b; Espinoza-Ortiz, 2015). Así pues, el rendimiento escolar se vincula con un conocimiento e implementación eficiente de las distintas habilidades de estudio (Gettinger y Seibert, 2002). Kumar (2015) resalta las habilidades de estudio como la actitud hacia el estudio, las estrategias al realizar trabajos, las habilidades para realizar exámenes y la adecuada gestión del tiempo y añade que, a pesar de que la mayoría de estas habilidades de estudio se desarrollan en el ámbito escolar, muchos de los aspectos que rodean y apoyan dicho desarrollo se pueden abordar desde el hogar. Según Evans y Julius (2015), la relación existente entre las habilidades de estudio y el rendimiento escolar determina, en gran medida, la configuración del devenir de cada estudiante.

Este constructo constituye la tendencia del estudiante para aprender de manera sistemática y eficiente (Kausar y Rana, 2011), favoreciendo la retención de los conceptos a largo plazo, un aprovechamiento más efectivo y productivo del tiempo

y un mejor autoconcepto y confianza en sus propias capacidades y habilidades, lo que, finalmente, repercute sobre la mejora de las calificaciones escolares (Kumar, 2015). De hecho, la ausencia de unos buenos hábitos y técnicas de estudio implica un afrontamiento no asertivo de las exigencias escolares, lo que se ha relacionado con un mayor estrés por parte de los estudiantes manifestándose a nivel psíquico, físico y conductual (Zárate-Depraect et al., 2018). Según Monereo et al. (1999), la calidad del aprendizaje depende, en gran parte, de la capacidad del alumno para comprender las pretensiones de las tareas educativas y de saber gestionar los recursos apropiados para resolver dicha situación. Además, Nonis y Hudson (2010) afirman que la cantidad no es garantía de éxito en el aprendizaje, ya que para ello es necesario utilizar las técnicas adecuadas y adquirir unos buenos hábitos de estudio que propicien un uso eficaz del tiempo de estudio. Así pues, la aplicación planificada del conjunto de técnicas y habilidades de estudio, adaptada a las necesidades del estudiante y al proceso de enseñanza-aprendizaje, favorece la adquisición y almacenamiento del conocimiento, la consecución de los objetivos en función de su naturaleza y facilita que el aprendizaje sea más eficaz (Lastre y De La Rosa, 2016; Pérez Ruíz y La Cruz Zambrano, 2014). Junto con ello, cabe destacar que un aprendizaje y estudio eficaz implica tener una capacidad suficiente para estudiar (factores intelectuales y aptitudes específicas), tener voluntad (factores actitudinales y motivacionales) y saber estudiar (efectividad del estudio mediante la toma de decisiones) (Carrasco, 2004).

De forma similar, diversos autores coinciden en que un buen rendimiento escolar, además de buenos hábitos y técnicas de estudio, también requiere de factores socioemocionales, motivacionales y actitudinales (Beltrán-Llera, 2003b; Enríquez-Villota et al., 2015). Respecto a la actitud hacia el estudio, esta implica la aceptación de la amplitud de los objetivos educativos por parte del estudiante (Credé y Kuncel, 2008). Estos autores resaltan la importante repercusión que la motivación y el uso de distintas técnicas de estudio tienen sobre las calificaciones escolares de los estudiantes, a la vez que afirman que los hábitos y técnicas de estudio son el factor no cognitivo con mayor capacidad predictiva sobre el rendimiento escolar. De forma similar, Robbins et al. (2004) concluyeron que la motivación y la autoeficacia académica son los factores con mayor incidencia sobre el rendimiento escolar de los estudiantes. Igualmente, Ebele y Olofu (2017) ponen de relieve la importancia de

generar experiencias de aprendizaje agradables, ya que esto promueve una actitud y motivación positiva en el estudiante, lo que, a su vez, favorece el establecimiento de un patrón de estudio adecuado y un mejor rendimiento escolar. Junto con ello, estos autores consideran que el ambiente es un factor crucial (recomendando música de fondo sin letra), así como la constancia, la coherencia y el manteniendo de un horario.

El acto de estudiar involucra técnicas de estudio como la toma de notas, ojear y profundizar y el uso de bibliografía, pero junto con ello señalan la importancia de las competencias subyacentes para el estudio (Waters y Waters, 1992). Para estos autores estas competencias, asociadas a características cognitivas y afectivas del estudiante, implican la conciencia y confianza en uno mismo, el pensamiento lógico, la capacidad de cuestionamiento crítico y la independencia de criterio. Un estudio de Hassanbeigi et al. (2011) concluyó que las habilidades de estudio resultan esenciales para la mejora del rendimiento escolar y destacó la importancia del manejo del tiempo, la memoria, la concentración, la toma de notas, la lectura e identificación de ideas principales, la organización y procesamiento de la información, la motivación y la actitud, así como el autocontrol afectivo y de la ansiedad. Respecto a la ansiedad, esta repercute sobre el rendimiento escolar de forma variada, ya que puede frenar el éxito de un estudiante que tenga mucha habilidad para el estudio, pero también puede aparecer como consecuencia de la falta de habilidades de estudio de un estudiante (Beidel et al., 1999). Por ello, estos autores abogan por realizar intervenciones preventivas desde edades tempranas que formen a los estudiantes en distintas técnicas de estudio y en habilidades para el manejo de la ansiedad, de forma que esto repercuta positivamente sobre el desarrollo académico y socioemocional de los estudiantes.

Todo ello refleja la importancia de estimular, desde el aula, el desarrollo y aplicación de distintas técnicas y habilidades de estudio que promuevan aprendizajes significativos, disminuyan las dificultades de aprendizaje y contribuyan a la mejora del rendimiento escolar de todos los estudiantes (Lastre y De La Rosa, 2016). Según estos autores, el objetivo principal es adquirir pericia en la aplicación de distintas técnicas y convertirlo en un hábito y en este proceso secuencial, los docentes desempeñan un papel esencial. De hecho, los estudiantes, tanto en su casa como en la escuela, actúan conceptualizando las demandas del docente, las que representan las expectativas de este último (Monereo, 2000). Tal y como señala este autor, es por

ello por lo que el docente tiene el poder de promover un enfoque estratégico del aprendizaje, comenzando por modificar sus propias demandas. Así pues, la escuela sobresale como el sistema imprescindible para la introducción de las herramientas adecuadas que promuevan el aprendizaje de los estudiantes (López-Mejías et al., 2013). Para ello, sería necesario generar, desde edades tempranas, entornos educativos que estimulen y motiven la actividad intelectual reflexiva que, a su vez, promueva la adquisición de hábitos de estudio (Evans y Julius, 2015). En este sentido, Álvarez y Fernández (2015) puntualizan que el desarrollo de las habilidades de estudio debe realizarse de forma preventiva con todos los alumnos y en cada asignatura de forma diferencial a través de métodos de estudio integrados en el proceso educativo. Para ello, proponen tener en cuenta tres aspectos elementales: aspectos físicos y ambientales, factores asociados a la planificación del tiempo y aspectos vinculados al conocimiento de las distintas técnicas de estudio. Respecto a la relación entre la formación en los hábitos y técnicas de estudio y las distintas asignaturas académicas, Wingate (2006) afirma que dichas formaciones, para ser efectivas, deben ir unidas e integradas con cada materia, promoviendo que los estudiantes reconozcan la necesidad de implementar distintos enfoques de estudio en función del tipo de materia. Además, añade que es primordial guiar al estudiante en el desarrollo e identificación de las estrategias, pensamientos, conductas y planificaciones que mejor se ajusten a sus necesidades y características.

Así pues, uno no nace siendo buen o mal estudiante, sino que es algo que se desarrolla a través de una constante práctica de buenos hábitos de estudio (Ames y Archer, 1988). Por tanto, resulta esencial formar a los estudiantes en distintas técnicas y habilidades de estudio, ya que el desarrollo de habilidades de estudio productivas es uno de los factores que más influye en el rendimiento escolar (Kumar, 2015). Este autor destaca cuatro factores que justifican la importancia de desarrollar hábitos y técnicas de estudio efectivas en los estudiantes: percepción de muchos docentes de que los estudiantes no aprenden bien; desconocimiento de muchos estudiantes respecto a cómo estudiar y pensar adecuadamente; el subdesarrollo de muchos talentos por inatención al crecimiento personal y académico de los estudiantes; y reducción del tiempo medio dedicado al estudio. Además, un adecuado desarrollo de los hábitos y técnicas de estudio requiere de un entorno adecuado que aporte retroalimentación y orientación al estudiante, lo que, a su vez, favorece un desarrollo

equilibrado de la personalidad y, en todo este proceso de guía, resulta esencial el trabajo coordinado entre docentes y padres (Khan, 2016). De forma similar, Wingate (2006) destaca que, para lograr un aprendizaje eficaz, resulta indispensable exponer a los estudiantes a experiencias en las que tengan que enfrentarse a distintas actividades académicas, a la vez que se les ofrece una retroalimentación que los anime a la reflexión constante. Así pues, unos buenos hábitos, técnicas y actitudes hacia el estudio resultan indispensables para la calidad educativa y para el rendimiento escolar del estudiante, lo que, a su vez, también lo es para la calidad y bienestar de la sociedad (Hussain, 2006).

Una vez explicadas las distintas variables implicadas en el estudio a lo largo de estos capítulos previos (música, funciones ejecutivas, inteligencia emocional, creatividad, rendimiento escolar y habilidades académicas nucleares y los hábitos y técnicas de estudio), el siguiente capítulo se dedicará a exponer los cambios anatómofuncionales inducidos por el entrenamiento musical, para, posteriormente, continuar presentando el impacto que el entrenamiento musical tiene sobre las variables de estudio a través de las transferencias lejanas.

## **CAPÍTULO 8. Efectos neuropsicológicos y académicos derivados del entrenamiento musical**

### ***8.1. Modulaciones anatomo-funcionales inducidas por el entrenamiento musical instrumental prolongado***

Dado que la música es una compleja actividad cerebral, algunos autores destacan que un entrenamiento musical instrumental prolongado promueve modulaciones cerebrales en las estructuras y en las funciones involucradas en la actividad musical (Moreno y Bidelman, 2014). Tal y como se ha expuesto previamente, la interpretación musical instrumental es una actividad musical de elevada exigencia para el sistema nervioso, aportando una rica y única experiencia multimodal que integra la percepción y la acción y que involucra regiones distribuidas por todo el cerebro (Altenmüller y Furuya, 2017a). Así pues, estos autores destacan que la amplia experiencia y el prolongado entrenamiento musical instrumental constituyen un excelente modelo para el estudio de la plasticidad cerebral, ya que tiene el poder de modular la estructura, la conectividad y la funcionalidad del cerebro.

La plasticidad cerebral suele estar asociada a tareas conductualmente complejas y que implican también circuitos emocionales y motivacionales (Altenmüller y Furuya, 2017a). El entrenamiento musical, al involucrar una amplia gama de habilidades y al ser inherentemente multisensorial, activa una gran cantidad de circuitos cerebrales, repercutiendo así sobre la neuroplasticidad y promoviendo modulaciones duraderas y generalizadas en el cerebro de los músicos (Criscuolo et al., 2021; Lee y Noppeney, 2011). En esta línea, diversos estudios han demostrado amplias diferencias cerebrales a nivel estructural y funcional inducidas por el entrenamiento musical prolongado (Criscuolo et al., 2021; Ellis et al., 2013; Gärtner et al., 2013; Hallam, 2010; Hyde et al., 2009; Tervaniemi et al., 2001). De hecho, el entrenamiento musical prolongado parece generar nuevas conexiones neuronales y aumentar la densidad de mielina y el grosor axonal, lo que promueve modificaciones anatomo-funcionales (Portellano y García, 2014).

Las modulaciones neuroplásticas inducidas por la experiencia son clave para la supervivencia, debido a que permiten la adaptación del individuo al medio (Abdul-

Kareem et al., 2011). Estas adaptaciones se producen en distintas temporalizaciones, donde los cambios de tamaño y eficacia sináptica pueden generarse en una ventana temporal de segundos a minutos, mientras que el desarrollo de nuevas dendritas y sinapsis puede implicar entre horas o días (Altenmüller y Furuya, 2017a). Según estos autores, la comunidad científica destaca cuatro factores principales que hacen del entrenamiento musical una de las actividades humanas con mayor impacto en la plasticidad cerebral: a) suele ser una actividad de alta intensidad; b) los sujetos que llegan a ser músicos profesionales, habitualmente, inician su entrenamiento musical desde muy pequeños, cuando la adaptabilidad del sistema nervioso está maximizada; c) las hormonas neuroactivas liberadas durante el entrenamiento musical asociadas a la excitación (adrenalina), a las emociones positivas (endorfinas y dopamina) y a la ansiedad generada por el rendimiento musical coadyuvan a estas adaptaciones neuroplásticas; d) la interpretación musical en público promueve conexiones sociales que favorecen la liberación de serotonina y oxitocina, lo que potencia también la neuroplasticidad.

El entrenamiento musical instrumental implica un elevado desarrollo de la capacidad integrativa motriz, auditiva y emocional, favoreciendo un aumento en la conectividad neuronal y cambios estructurales y funcionales en las regiones cerebrales implicadas (Altenmüller y Furuya, 2017a). En este sentido, se ha observado que los músicos presentan un mayor desarrollo en regiones somatomotoras, auditivas y en áreas subcorticales, así como una mayor activación de redes neuronales distribuidas por todo el cerebro bilateralmente (Criscuolo et al., 2021). Para el estudio de estas diferencias cerebrales inducidas por el entrenamiento musical, la neurociencia cognitiva utiliza técnicas de neuroimagen, cuantificando el volumen de materia gris y blanca en el caso de la neuroplasticidad estructural y midiendo el consumo de oxígeno durante la realización de tareas en el caso de la neuroplasticidad funcional (Bermudez et al., 2009; Criscuolo et al., 2021). En el caso de la neuroplasticidad funcional, se utilizan señales del nivel de oxígeno en sangre medidas en series temporales mediante resonancia magnética funcional para inferir distintos patrones de activación a lo largo del cerebro (Bianchi et al., 2017).



### **8.1.1. Adaptaciones neuroanatómicas asociadas al entrenamiento musical prolongado**

El entrenamiento musical instrumental ha sido identificado como un relevante factor ante las diferencias observadas en el cerebro de los músicos (Saari et al., 2018). Diversos autores coinciden en que tocar un instrumento musical es una de las actividades con mayor poder de modulación cerebral, destacando su incidencia sobre la organización neuroplástica del sistema auditivo (Meyer et al., 2011). El entrenamiento musical promueve un impacto progresivo en regiones cerebrales como la corteza cingulada anterior bilateral, el giro temporal medial posterior derecho y la región parahipocámpica derecha (James et al., 2017). Los músicos adultos con un entrenamiento musical prolongado presentan un mayor grosor cortical sobre todo en regiones frontotemporales superiores y dorsolaterales, así como un mayor volumen de materia gris en el giro poslateral de Heschl con una lateralización significativa hacia el hemisferio derecho (Bermudez et al., 2009). Dicho estudio también destacó diferencias en áreas del giro temporal superior que interviene en el procesamiento y percepción tonal y melódico. De forma similar, Karpati et al. (2017) concluyeron que los músicos muestran un mayor grosor cortical y diferencias en la estructura de materia gris en regiones temporales superiores. Un estudio de Oechslin et al. (2017), por su parte, identificó modulaciones en la arquitectura del flujo ventral del hemisferio derecho de los músicos, región que estaría vinculada a la sensibilidad hacia alteraciones de la sintaxis musical. Igualmente, se ha observado que los músicos tienen un mayor volumen en la plasticidad del cerebelo, región muy importante para las funciones musicales sensoriales, motrices y cognitivas (Abdul-Kareem et al., 2011). Diversos estudios también han mostrado diferencias en el cuerpo caloso asociadas al entrenamiento musical (Habibi et al., 2018b; Steele et al., 2013). En este sentido, Burunat et al. (2015) evidenciaron que los músicos adultos presentaban un volumen mayor en el área posterior del cuerpo caloso en comparación con los no músicos, pero Loui et al. (2019) sugirieron que la extensión de las modulaciones hacia el cuerpo caloso dependería de la edad de inicio, la prolongación y de la rigurosidad del entrenamiento musical.

Un estudio de Li et al. (2014) concluyó que los músicos tienen una transmisión de información más eficiente en las redes de sustancia blanca implicadas en el

entrenamiento musical, pero Bengtsson et al. (2005) concretaron que la plasticidad en la materia blanca sucede si el entrenamiento musical se realiza en periodos evolutivos en los que los tractos de fibras están todavía en proceso de desarrollo madurativo (la infancia), lo que podría favorecer el desarrollo de habilidades superiores en otras destrezas. El entrenamiento musical también parece incidir sobre la materia gris, aumentando su densidad e induciendo una mayor plasticidad estructural en el hipocampo (Groussard et al., 2010). En este sentido, se ha observado que los músicos adultos presentan mayor volumen de materia gris en el cíngulo posterior y medial derecho, en el giro orbitofrontal inferior derecho y en el giro temporal superior izquierdo (Fauvel et al., 2014a). Un estudio de James et al. (2013) analizó la posible relación lineal entre el dominio musical y la densidad de materia gris en los músicos, donde hallaron un aumento de la misma en regiones que intervienen en el procesamiento cognitivo de orden superior: el giro orbital medial derecho, el giro fusiforme derecho, el surco intraparietal izquierdo, la región cerebelosa posterior bilateral, el giro izquierdo de Heschl y el giro frontal inferior izquierdo. Junto con ello, determinaron que la densidad de materia gris en el giro frontal inferior y en el giro orbital medial se correlaciona con una mayor capacidad para la discriminación de alteraciones en la tonalidad musical. Además, dichos autores identificaron una disminución de densidad de la materia gris en regiones vinculadas a funciones sensoriomotoras, lo que reflejaría la automatización de las habilidades motrices desarrolladas con el entrenamiento musical.

Continuando con la plasticidad estructural causada por el entrenamiento musical prolongado, los músicos parecen presentar valores superiores de anisotropía fraccional en el hemisferio derecho en comparación con los no músicos (Rüber et al., 2015). Sin embargo, al analizar la diferencia entre dos grupos de músicos que tocan distinto instrumento, dichos autores evidenciaron valores superiores en el hemisferio izquierdo de los pianistas en comparación con los violinistas y violonchelistas. Esto refleja variación en la plasticidad inducida por el entrenamiento musical en función del tipo de instrumento que se ejecute, incidiendo sobre la conectividad funcional interhemisférica y en la anisotropía fraccional estructural de regiones motoras (Vollmann et al., 2014). Así pues, las neuromodulaciones en las regiones sensoriomotoras dependerían del tipo de instrumento musical que se ejecute o se entrene (Harris y De Jong, 2015). En su metaanálisis de estudios basados en estudios

de neuroimagen, Criscuolo et al. (2021) llegaron a las siguientes conclusiones respecto a la incidencia neuroestructural del entrenamiento musical instrumental prolongado: a) induce un aumento de volumen de materia gris en el giro temporal bilateral superior y medial (sistema auditivo), el giro frontal inferior (Broca), el lóbulo parietal (integración de las aferencias sensoriales), la ínsula (integración de la información del estado interno), la corteza cingulada anterior (procesamiento cognitivo y emocional), el giro pre y poscentral (sistema sensomotriz), el hipocampo, el hipotálamo y en el cerebelo; b) menor volumen de materia gris en la corteza cingulada y en la corteza sensomotriz; c) mayor volumen de materia blanca en el fascículo longitudinal, la cápsula interna bilateral, el cuerpo caloso anterior y en las regiones talámicas anteriores.

Aunque hay menos estudios realizados con niños, diversos autores señalan que estas diferencias estructurales podrían manifestarse desde la infancia, ya que se ha observado un mayor volumen de sustancia blanca en el fascículo longitudinal superior izquierdo en el caso de aquellos niños de entre siete y 10 años que tocaban algún instrumento musical en comparación con los que no tocaban ningún instrumento (Loui et al., 2019). A partir de ello, los autores concretaron que tocar un instrumento musical tiene una mayor incidencia sobre regiones audiomotrices, principalmente, en el fascículo longitudinal superior. En este sentido, se han identificado diferencias de volumen, de eficiencia neuronal y de sincronización bilateral en la corteza auditiva en niños con entrenamiento musical, destacando que la prolongación del entrenamiento se relaciona con un mayor tamaño del giro de Heschl (Seither-Preisler et al., 2014). De forma similar, se ha observado mayor grosor cortical en el giro temporal superior derecho en niños de 9-11 años con entrenamiento musical en comparación con los niños sin entrenamiento musical (Habibi et al., 2020). Estos autores destacaron la importancia de esta región de asociación auditiva para el procesamiento de estímulos auditivos complejos y puntualizaron que este mayor grosor se relaciona con un mayor dominio musical.

Todos estos hallazgos reflejan la compleja actividad cerebral que supone el entrenamiento musical y, a su vez, estarían sugiriendo que las adaptaciones estructurales inducidas por el entrenamiento musical también podrían estar asociadas a modulaciones a nivel funcional (Vollmann et al., 2014). A pesar de ello, hay un mayor número de estudios centrados en músicos adultos, por lo que todavía faltan

evidencias respecto a la incidencia del entrenamiento musical instrumental a las modulaciones neuroanatómicas en el cerebro en desarrollo.

La Figura 11 recoge las principales diferencias estructurales observadas en el cerebro de los músicos.

### Figura 11

*Adaptaciones neuroanatómicas asociadas al entrenamiento musical prolongado*



### 8.1.2. Adaptaciones neurofuncionales asociadas al entrenamiento musical prolongado

Respecto a los aspectos neurofuncionales, se han observado diferencias duraderas en distintas regiones asociadas a diversos procesos cognitivos, motrices y sensoriales (Hyde et al., 2009; Meyer et al., 2011; Wan y Schlaug, 2010). Variedad de estudios han demostrado diferentes patrones de activación, principalmente, en las regiones auditivas entre músicos y no músicos (Baumann et al., 2008; Elmer et al., 2012). Tal y como se ha indicado previamente, las regiones temporales derechas desempeñan un importante papel en la percepción musical y, en el caso de los músicos adultos, existe una mayor activación del giro temporal superior derecho durante la percepción del ritmo y de la tonalidad (Saari et al., 2018). En este sentido, Bianchi et al. (2017) hallaron un aumento en las respuestas neuronales ante tonos

complejos en músicos, implicando regiones como el giro temporal superior derecho, la corteza insular, el giro de Heschl, el colículo inferior y el giro frontal inferior. Los autores concluyeron que la neuroplasticidad inducida por el entrenamiento musical se da, principalmente, en la corteza auditiva derecha y a nivel colicular. De forma similar, se ha observado que el entrenamiento musical, iniciado como muy tarde al comienzo de la adolescencia, acelera la maduración cortical del sistema auditivo, mejorando así las funciones de procesamiento del sonido y del lenguaje (Tierney et al., 2015). Respecto al ritmo, los músicos parecen presentar un mayor desarrollo funcional en la integración de las redes de percepción-acción, lo que favorece mejoras en la percepción de la claridad del pulso y en la capacidad de procesamiento rítmico (Burunat et al., 2017). Estos beneficios en la codificación neuronal de las características del sonido causadas por el entrenamiento musical prolongado favorecen que los músicos presenten una mayor resistencia ante la reverberación degradada y una mayor capacidad de percepción ante tareas auditivas en condiciones de escucha adversas (Bidelman y Krishnan, 2010). De hecho, la ventaja que los músicos presentan en la percepción del habla en entornos ruidosos sería consecuencia de la mejora de la sensibilidad y la discriminación rítmica (Slater y Kraus, 2016).

De forma similar, se ha identificado una coactivación diferencial entre músicos y no músicos, reflejando un proceso multisensorial de integración auditiva, sensorial y motriz en el caso de los músicos (Bangert et al., 2006). Según estos autores, esta red cortical específica involucra la corteza frontal inferior y dorsolateral (con el área de Broca), la circunvolución supramarginal, la circunvolución temporal superior (con el área de Wernicke) y las regiones motoras y premotoras. En la misma línea, Du y Zatorre (2017) identificaron que las personas adultas con entrenamiento musical presentaban una mayor conectividad funcional interhemisférica e intrahemisférica entre las áreas cerebrales motoras y las auditivas. A partir de ello, algunos autores sugieren que el entrenamiento musical genera simetrías funcionales en las redes motoras, visuales y somatosensoriales de los lóbulos frontales y parietales (Burunat et al., 2015). Un estudio de Tanaka y Kirino (2017), por su parte, evidenció que los músicos tienen una organización de la red neuronal talamocortical diferente al presentar interconexiones más pronunciadas entre las regiones auditivas y el tálamo izquierdo. Además, señalaron que dicha organización cerebral incide en la

sensibilidad auditiva y en la integración entre las imágenes mentales y el sonido, repercutiendo, a su vez, en una mejora de la interpretación musical. Junto con ello, también se ha demostrado que los músicos presentan una mayor velocidad y eficiencia para reconocer y acceder a melodías familiares, sugiriendo que el entrenamiento musical mejora la activación del hipocampo (Gagnepain et al., 2017). De tal forma, el entrenamiento musical parece modificar el procesamiento hipocámpico, ya que los músicos han mostrado ventajas en las respuestas neuronales del hipocampo anterior izquierdo en comparación con los no músicos (Herdener et al., 2010), así como mejoras en el proceso mnémico gracias a una mayor activación del hipocampo, el giro frontal medial y estructuras temporales superiores bilaterales (Groussard et al., 2010).

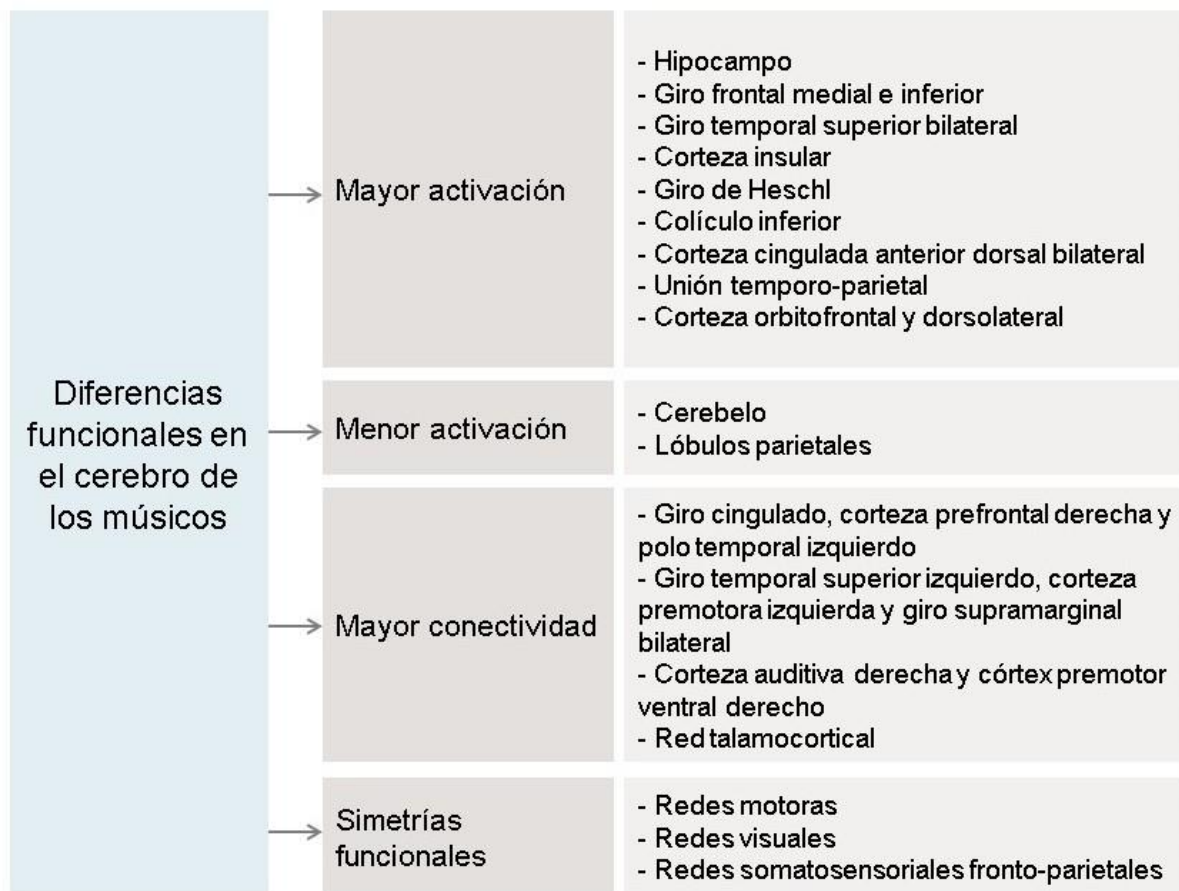
Un metaanálisis basado en estudios de neuroimagen concluyó que los músicos con entrenamiento musical instrumental prolongado muestran mayor actividad en la circunvolución temporal superior y en la circunvolución frontal inferior y menor actividad en el cerebelo y en los lóbulos parietales (Criscuolo et al., 2021). En este sentido, el entrenamiento musical prolongado parece promover una mayor conectividad entre el giro cingulado, la corteza prefrontal derecha (memoria autobiográfica) y el polo temporal izquierdo (memoria semántica); y entre el giro temporal superior izquierdo, la corteza premotora izquierda y el giro supramarginal bilateral (funciones del lenguaje) (Fauvel et al., 2014a). Este estudio también mostró diferencias funcionales estando en estado de reposo (red neuronal por defecto), reflejadas mediante una actividad sincrónica en regiones que conectan la información somatomotriz en el caso de los músicos. En la misma línea, los músicos parecen presentar una mayor conectividad funcional en reposo entre la corteza auditiva derecha y el córtex premotor ventral derecho, aumentando con la cantidad de años de entrenamiento musical (Palomar-García et al., 2017). Además, los autores hallaron correlación entre dicha conectividad funcional en reposo y un mayor volumen de la corteza auditiva derecha, reflejando un acoplamiento funcional entre las áreas auditivas y motoras. Todo ello sugiere que el entrenamiento musical prolongado mejora los procesos de percepción auditiva, destacando diferencias en el giro temporal superior derecho, en el giro cingulado anterior bilateral y en la región opercular del giro frontal inferior derecho (Saari et al., 2018). Del mismo modo, se ha observado que los músicos presentan una mayor actividad funcional e integración en

la corteza cingulada anterior dorsal bilateral, la ínsula anterior y en la unión anterior temporoparietal, regiones que estarían vinculadas a procesos atencionales y de control cognitivo (Luo et al., 2014). Igualmente, el entrenamiento musical parece inducir reorganizaciones significativas en la conectividad intrínseca de la ínsula, involucrando la coactivación de la red de saliencia (cingulado medio y anterior), regiones implicadas en el procesamiento afectivo (polo temporal y córtex orbitofrontal) y áreas de procesos cognitivos superiores (unión temporoparietal y corteza prefrontal dorsolateral) (Zamorano et al., 2017).

A medida que se prolonga el entrenamiento musical, las modulaciones cerebrales van variando, ya que se ha observado un patrón de activación similar en el hemisferio derecho en los niños y adultos con entrenamiento musical, mientras que los adultos presentan un patrón diferencial en el hemisferio izquierdo, con mayor activación del giro supramarginal, regiones prefrontales y de áreas temporales (Koelsch et al., 2005). Junto con ello, se ha observado que los músicos de edad avanzada muestran un mejor rendimiento auditivo y cognitivo, reflejando que los beneficios podrían prolongarse a lo largo de la vida y atenuar los cambios cerebrales naturales producidos por la edad (Grassi et al., 2018). Dado que la mayoría de los estudios se han realizado con músicos adultos, todavía se desconoce cómo influye el entrenamiento musical instrumental en el cerebro en desarrollo, aunque distintos estudios apuntan a que estos beneficios parecen manifestarse desde la infancia, ya que se ha observado que el entrenamiento musical puede mejorar la capacidad de discriminación rítmica, melódica, de frecuencia y el aprendizaje visual y auditivo en niños de 9-11 años (Mandikal-Vasuki et al., 2017). En la Figura 12 se muestran las principales diferencias funcionales halladas en el cerebro de los músicos.

**Figura 12**

*Adaptaciones neurofuncionales asociadas al entrenamiento musical prolongado*



La música tiene una forma excepcional de impactar en el cerebro al modificar estructuras subcorticales y corticales que, a su vez, generan beneficios perceptivos y cognitivos que no han sido evidenciados con otro tipo de entrenamientos o experiencias (Moreno y Bidelman, 2014). Llegar a dominar el exigente proceso musical implica un entrenamiento intenso y regular, iniciado, a menudo, a temprana edad, lo que podría incidir en el desarrollo y funcionamiento cerebral diferencial observado en los músicos (Habibi et al., 2020). El entrenamiento musical deliberado y dirigido a un objetivo, así como el momento de vida en el que se inicia representan factores esenciales para inducir cambios cerebrales (Altenmüller y Furuya, 2017a). Del mismo modo, la cantidad de entrenamiento musical realizado por la persona también podría ser un relevante aspecto que determinaría las modulaciones neuroplásticas (Kraus y Chandrasekaran, 2010; Strait et al., 2009). Así pues, diversos estudios destacan la importancia de la edad de inicio del entrenamiento musical, poniendo de relieve que el inicio a temprana edad aumenta la capacidad moduladora



del entrenamiento musical sobre propiedades anatómicas y funcionales del cerebro (Palomar-García et al., 2017).

## ***8.2. Influencia de la edad en la que se inicia el entrenamiento musical***

Los primeros años de vida y las experiencias tempranas resultan clave para el desarrollo de aspectos sociales, cognitivos, emocionales y físicos (Benítez et al., 2021; Paolini et al., 2017), ya que el comportamiento del ser humano emerge de la interacción entre aspectos cerebrales y ambientales (D'Souza y D'Souza, 2019). Al igual que en la música, la maduración de cada sistema neuronal presenta un periodo sensible, que constituye una ventana de desarrollo y de oportunidades para que cierta experiencia y habilidad tenga impacto duradero en el cerebro y en la conducta de la persona (Knudsen, 2004). Cada sistema neuronal tiene una ventana temporal específica, que se regula mediante el equilibrio de los mecanismos inhibitorios y excitatorios que regulan la neuroplasticidad y en todo ello, a su vez, incide la duración, calidad e intensidad de la experiencia (Hensch y Quinlan, 2018; Voss et al., 2017). Así pues, la neuroplasticidad depende de la ductilidad de cada región en función del tipo de experiencia y de la edad en la que se inicie (Penhune, 2021). De hecho, el desarrollo de una función o habilidad, además de un sistema neuronal maduro, también precisa de una adecuada estimulación ambiental realizada, preferiblemente, en los periodos sensibles, lo que promueve la plasticidad a corto y largo plazo y favorece la receptividad hacia dicha experiencia (Hensch y Quinlan, 2018).

El desarrollo de distintas habilidades cognitivas complejas, como la música, se ve muy influenciado por la edad en la que se inicia el entrenamiento e iniciarlo en el periodo de máxima adaptabilidad hace que su impacto a largo plazo sea mayor (Shenker et al., 2022). En este sentido, el entrenamiento musical tiene el poder de alterar la trayectoria madurativa de diversas regiones del cerebro en vías de desarrollo (Trainor et al., 2009). Los primeros estudios que aportaron evidencias de la incidencia cerebral del inicio temprano en el entrenamiento musical mostraron que aquellos músicos que iniciaron su entrenamiento antes de los siete años tenían una mayor superficie en el área anterior del cuerpo calloso ( Schlaug et al., 1995) y un surco central más largo (Amunts et al., 1997). A partir de ello, diversas investigaciones señalan que la edad en la que se inicia el entrenamiento musical incide sobre las

modificaciones cerebrales tanto a nivel estructural como funcional, situando el inicio antes de los siete años como un periodo sensitivo para favorecer dichas modulaciones (Bailey y Penhune, 2013; Bugos y Mazuc, 2013; Habibi et al., 2016; Moreno y Bidelman, 2014; Penhune, 2011; Schlaug et al., 2014; Segado et al., 2021; Steele et al., 2013; van Vugt et al., 2021; Vaquero et al., 2016). Dicho periodo sensible coincide con la etapa de la primera infancia (0-6 años), en la que el cerebro está en vías de desarrollo y donde la plasticidad inducida por la experiencia es maximizada (Skoie y Kraus, 2013). De modo que, iniciar el entrenamiento musical en el periodo de maduración acelerada favorece la neuroplasticidad, generando así modulaciones en las redes neuronales y cambios en las regiones interconectadas (Penhune, 2021). Según Bailey y Penhune (2010), iniciar el entrenamiento musical antes de los siete años favorece modulaciones más duraderas en el sistema visomotriz, incluso tras controlar la cantidad de años dedicados al entrenamiento musical.

Este periodo sensible establecería un terreno fértil para un mayor crecimiento en el futuro (Altenmüller y Furuya, 2017a), lo que podría entenderse a través de la metáfora del andamio, donde el entrenamiento musical temprano asentaría las bases para poder desarrollar un mayor nivel de pericia, mientras que el inicio más tardío solo aportaría efectos moderados (Steele et al., 2013). Estos autores, al comparar sujetos que iniciaron su entrenamiento musical después de los siete años con los que lo iniciaron antes de los siete, identificaron que estos últimos presentaban cambios en la materia blanca y mayor conectividad en el cuerpo calloso. Así mismo, concluyeron que la anisotropía fraccional en dicha región cerebral se correlaciona con el inicio temprano del entrenamiento musical y con un mejor rendimiento en las sincronizaciones sensoriomotoras. Así pues, el alto nivel de integración de información sensorial y motriz que el entrenamiento musical exige hace que este periodo sensitivo se asocie con un mejor rendimiento en la integración audiomotriz como consecuencia de la neuroplasticidad aumentada que caracteriza el desarrollo madurativo de dicha etapa (Penhune, 2011). Junto con ello, esta autora considera que los estímulos motivacionalmente relevantes inducen una mayor plasticidad cerebral, por lo que la música, al ser altamente recompensante (Salimpoor et al., 2011), promueve mayores modificaciones cerebrales que otras actividades auditivas o motrices.

Respecto al sistema auditivo, Pantev et al. (1998) evidenciaron que la representación cortical auditiva es mayor cuanto antes se inicie con el entrenamiento musical, sugiriendo así que el inicio en la primera infancia aumenta su impacto biológico en la modulación de la función auditiva para aportar una mayor capacidad de aprendizaje a través del sistema auditivo (Strait et al., 2013). Un estudio de Seppänen et al. (2012) añadió que el entrenamiento musical temprano genera modulaciones en la plasticidad neuronal implicada en la codificación auditiva y Palomar-García et al. (2017) hallaron que los músicos con inicio de su formación musical a temprana edad presentan un mayor volumen en la corteza auditiva derecha. Junto con ello, se ha observado una mayor centralidad en el córtex auditivo por parte de los músicos que iniciaron su entrenamiento a temprana edad, reflejada mediante un aumento de conectividad de la región derecha homóloga a Broca con estructuras involucradas en la emoción, la atención, el procesamiento no verbal del habla y el procesamiento somatosensorial (Alluri et al., 2017). Acorde con dichos hallazgos, varios autores destacan que la interacción de un niño con un entorno acústicamente enriquecido resulta esencial para favorecer el desarrollo de un sistema auditivo más resiliente y una sincronización neuronal más rápida (Bose et al., 2010; Jakkamsetti et al., 2011). De este modo, parece que el entrenamiento musical iniciado en la primera infancia tiene un efecto inmediato en habilidades dependientes de áreas de maduración temprana como la corteza auditiva (Penhune, 2021), beneficiando así el rendimiento de los niños en tareas de discriminación melódica (Ireland et al., 2018, 2019).

Del mismo modo, se ha identificado que el entrenamiento musical temprano favorece una mayor integridad de la materia blanca en una región del cuerpo calloso donde se encuentran las fibras de conexión entre la corteza premotora y la corteza motora primaria de ambos hemisferios (Steele et al., 2013). De forma similar, los músicos con inicio del entrenamiento musical en el periodo sensible muestran un menor volumen en el cerebelo (Baer et al., 2015), el que presenta conexiones con las regiones motrices (Bostan et al., 2013) y con las áreas de asociación (Kelly y Strick, 2003). También se ha evidenciado que los músicos con inicio temprano del entrenamiento musical (antes de los siete años) en comparación con los que lo iniciaron de forma más tardía (a partir de los siete años) muestran una mayor conectividad funcional entre las regiones occipitales y la corteza premotora (van Vugt

et al., 2021). Así pues, parece que iniciar el entrenamiento musical antes de los siete años aporta un efecto diferencial en el rendimiento sensoriomotor al incidir en el desarrollo madurativo de conexiones cortico-cerebelares (Shenker et al., 2022), que intervienen en la rectificación del control motor y en la optimización de distintas funcionalidades sensoriales y cognitivas (Sokolov et al., 2017). Además, el volumen cortical y el cerebelar se correlacionan inversamente (Shenker et al., 2022), mostrando una plasticidad interdependiente y cambios paralelos a lo largo del desarrollo (Fjell et al., 2019). Debido a esta conectividad funcional, los beneficios de la neuroplasticidad cortical inducida por el entrenamiento musical iniciado en el periodo sensible podría estar mediada por la optimización cerebelosa, que aumenta la eficiencia y, en consecuencia, promueve una reducción del volumen (Penhune, 2021).

Junto con ello, un estudio de Vaquero et al. (2016) demostró que los músicos con entrenamiento musical iniciado en el periodo sensible presentaban menor volumen de materia gris en el putamen derecho, así como una variabilidad temporal inferior en la ejecución de las escalas musicales. A partir de ello, estos autores concluyeron que los cambios en la neuroplasticidad estructural requiere de un inicio temprano en el entrenamiento musical. De forma similar, Bailey et al. (2014), al comparar la estructura de sustancia gris entre músicos que iniciaron su entrenamiento antes de los siete años y los que lo iniciaron en una edad posterior, observaron mayor superficie cortical en la corteza premotora ventral derecha en el caso de los músicos que iniciaron su entrenamiento a más temprana edad. Según estos autores, dicha región interviene en la integración y sincronización de información audiomotriz y muestra un mayor desarrollo madurativo entre los seis y los nueve años. De este modo, concluyeron que el entrenamiento musical iniciado antes de los siete años promueve una mayor neuroplasticidad en el córtex premotor ventral derecho. Otro estudio similar identificó que los músicos con un inicio temprano del entrenamiento musical (antes de los siete años) presentaban un mejor rendimiento en tareas de sincronización rítmica y mayor volumen cortical y de materia gris en la corteza premotora ventral (Bailey et al., 2014). Continuando con el sistema motriz, Elbert et al. (1995) hallaron una mayor reorganización cortical de los dedos en aquellos músicos que iniciaron su entrenamiento musical a más temprana edad. Del mismo modo, los músicos con inicio del entrenamiento antes de los siete años han mostrado

un mejor rendimiento en tareas de secuencias motrices, lo que refleja modificaciones en las redes neuronales implicadas en la sincronización e integración sensomotriz (Watanabe et al., 2007). Todo ello sugiere que iniciar el entrenamiento musical antes de la edad escolar incide en la dimensión de las adaptaciones neuronales que intervienen en los procesos perceptivos, motores y propioceptivos (Reybrouck y Brattico, 2015).

Por otro lado, se ha observado que la edad en la que se inicia el entrenamiento musical se relaciona con un mejor rendimiento en tareas de memoria visual (Rodrigues et al., 2014). Del mismo modo, parece que iniciar el entrenamiento musical antes de la adolescencia se asocia a un mejor rendimiento en tareas atencionales, memorísticas o en aquellas que involucran las funciones ejecutivas (Ortega-Orozco et al., 2020). Junto con ello, los autores resaltaron que el inicio temprano del entrenamiento musical aporta beneficios que se prolongan a lo largo de la vida adulta. Un estudio de Meyer et al. (2018) mostró que tener un entrenamiento musical prolongado e iniciado a temprana edad (antes de los 10 años) se relaciona con una mayor velocidad de procesamiento y niveles superiores en la inteligencia fluida y en distintos procesos cognitivos (atención, memoria de trabajo y funciones ejecutivas). En cambio, estos autores también observaron que la velocidad de procesamiento no se relaciona con el entrenamiento musical extensivo, sugiriendo que la prolongación del entrenamiento no promueve mejoras en la velocidad de procesamiento. Recientemente, un estudio de Chen et al. (2022) ha refrendado que iniciar el entrenamiento musical dentro del periodo sensible aumenta el impacto sobre el desarrollo de las funciones ejecutivas, concretamente, sobre la memoria de trabajo y sobre la atención y respuesta inhibitoria. Junto con ello, la música promueve modulaciones en la actividad neuronal del sistema dopaminérgico (Koelsch, 2010), sistema que presenta beneficios ante un inicio más temprano del entrenamiento musical, mejorando así los procesos de toma de decisiones, recompensa y de control impulsivo (Blum et al., 2017). Sin embargo, Smayda et al. (2018) observaron que los niños con un inicio más tardío del entrenamiento musical (a partir de ocho años) mostraban mejores resultados en tareas de toma de decisiones que aquellos que lo iniciaron de forma temprana o aquellos que no contaban con ningún entrenamiento musical. Según estos autores, estos resultados tendrían su base en que la toma de decisiones comienza a madurar en la infancia tardía, periodo que coincide con

aquellos que iniciaron su entrenamiento musical más tarde. Así pues, el entrenamiento musical temprano (iniciado dentro del periodo sensible) y prolongado parece promover modulaciones plásticas en el sistema nervioso, beneficiando así, distintas funciones motrices, sensoriales y cognitivas a largo plazo (Altenmüller y Furuya, 2017b; Marion-St-Onge et al., 2020). La edad inicio del entrenamiento musical podría resultar un aspecto crítico ante las diversas modificaciones neuroplásticas que este genera (Butera, 2015; Zatorre, 2005), ya que parece existir bastante consenso en que los músicos adultos, en comparación con los que iniciaron su entrenamiento musical de forma más tardía, presentan diferencias en las estructuras cerebrales y en el comportamiento como consecuencia de la interacción entre el entrenamiento musical temprano y las características de dicha experiencia (Penhune, 2021).

A pesar de todo ello, Parbery-Clark et al. (2011) no observaron relación entre el inicio temprano en el entrenamiento musical (antes de los ocho años) y el rendimiento en tareas perceptivas y cognitivas. Del mismo modo, Paraskevopoulos et al. (2017) tampoco hallaron correlación entre la edad de inicio del entrenamiento musical y una mayor conectividad cortical en regiones como el lóbulo temporal bilateral, la región intraparietal bilateral, la corteza cingulada anterior y el giro temporal medial bilateral. En este sentido, un reciente estudio de Wesseldijk et al. (2021) concluyó que los factores hereditarios median en la relación entre el entrenamiento musical temprano y la futura aptitud musical, donde la predisposición genética favorecería iniciar el entrenamiento musical desde la infancia. Así pues, algunos autores sugieren que los beneficios y modificaciones cerebrales observados en los músicos no serían consecuencia directa del entrenamiento musical y del inicio a temprana edad, sino que también intervendrían diversos factores sociodemográficos y biológicos (Corrigall et al., 2013; Linnavalli et al., 2018; Mosing et al., 2014). Sin embargo, Vaquero et al. (2020) afirman que la edad de inicio de estas experiencias audiomotrices intensivas parece desempeñar un rol clave en la interacción entre la genética y el ambiente, maximizando el impacto sobre la maduración normativa del cerebro.

Por tanto, la literatura muestra resultados mixtos y, además, dado que pocos estudios han abordado el efecto diferencial de la edad de inicio del entrenamiento musical en niños, la controversia es aún mayor en la infancia (Ireland et al., 2019; Penhune, 2021). Todo ello refleja que existe cierto conflicto respecto a los factores

que inciden en los beneficios inducidos por el entrenamiento musical ya que, variables como aspectos familiares, características personales y la motivación también podrían incidir en el impacto que el entrenamiento musical tiene sobre el cerebro y sobre distintas habilidades cognitivas generales (Costa-Giomi, 2014). En este sentido, la interacción entre el periodo sensible y el entrenamiento musical prolongado parece inducir mejoras en el funcionamiento a lo largo de la vida (Penhune, 2021), pero resulta importante contemplar también la alta heredabilidad modulada por la experiencia, los rasgos de la personalidad y el entorno sociofamiliar (Sauce y Matzel, 2018). A partir de todo ello, y aunque parece que el entrenamiento musical acelera el desarrollo natural del cerebro, resulta importante continuar investigando para poder concretar la implicación de distintos factores genéticos y ambientales que puedan repercutir en los resultados (Ellis et al., 2013).

### ***8.3. Incidencia de factores neurobiológicos, ambientales y socioculturales en el efecto del entrenamiento musical***

Tras mencionar los beneficios del entrenamiento musical sobre la neuroanatomía cerebral y su funcionalidad, cabe cuestionarse si dichas diferencias dependen exclusivamente del propio entrenamiento musical o si por el contrario inciden otras variables como aspectos neurobiológicos, genéticos o socioculturales. Diversos estudios coinciden en que la duración del entrenamiento musical correlaciona con las modulaciones cerebrales anatomo-funcionales (Criscuolo et al., 2021), ya que, al comparar músicos profesionales con músicos amateur y no músicos, se han observado diferencias estructurales crecientes (Gaser y Schlaug, 2003), así como un desarrollo progresivo de distintas habilidades cognitivas (Koelsch et al., 2005). A pesar de ello, algunos autores destacan que las habilidades musicales se desarrollan a partir de la contribución de factores genéticos y ambientales, debido a que el desarrollo de habilidades complejas y específicas como la música requieren que las predisposiciones genéticas interactúen con el contexto, el que puede incidir de forma activa o pasiva sobre el desarrollo de dichas habilidades (Sauce y Matzel, 2018; Ullén et al., 2016).

Respecto a factores preexistentes, algunos autores destacan que los sujetos de alto funcionamiento cognitivo son más propensos a iniciar un entrenamiento

musical a temprana edad y de prolongarlo durante años ampliando así sus preexistentes ventajas cognitivas (Corrigall et al., 2013). Estos autores señalan que dichas ventajas se reflejan en que normalmente son mejores estudiantes obteniendo puntuaciones superiores en habilidades no cognitivas y cognitivas, así como niveles más elevados de curiosidad, de concentración, de persistencia, de organización, de disciplina y de motivación. En la misma línea, Swaminathan et al. (2017) señalaron que la correlación entre el entrenamiento musical y la inteligencia puede tener su base en que los sujetos de alto rendimiento cognitivo suelen tener una mayor aptitud musical (competencia tonal y rítmica) y una mayor tendencia a iniciar el entrenamiento musical. La motivación desempeña un importante papel en el aprendizaje y en el mantenimiento de cualquier actividad y se ve influenciada por factores genéticos, socioeconómicos y ambientales (Linnavalli et al., 2018). Así pues, estos autores destacan la existencia de ciertas predisposiciones personales y sociales que podrían favorecer la posibilidad de acudir a clases de música y, por tanto, beneficiarse de las ventajas que esta actividad aporta en el neurodesarrollo. En este sentido, un estudio de Ellis et al. (2012) comparó la influencia que el factor madurativo por el desarrollo ontogenético (efecto de la edad) y el efecto del entrenamiento musical activo e intensivo tienen en el procesamiento musical. Los autores hallaron diferencias por el desarrollo madurativo en la unión frontotemporal, en el córtex premotor ventral y en el surco intraparietal inferior, regiones del hemisferio izquierdo que intervienen en la integración sensorial, así como en la atención auditiva rítmica y en la memoria de trabajo ante transformaciones de patrones rítmicos y tonales. Por otro lado, este estudio evidenció que las diferencias causadas por el entrenamiento musical para la discriminación melódica y rítmica se manifestaban en la región posterior del giro temporal superior izquierdo, área que interviene en la comparación de patrones temporales y en la variación de coordenadas audiomotoras. A partir de ello, el estudio determinó que el entrenamiento no es el único aspecto que incide sobre el procesamiento musical, ya que el factor madurativo desempeña un papel esencial.

Para estudiar la relación existente entre el entrenamiento musical con diversas variables demográficas, cognitivas y de personalidad, Corrigall et al. (2013) realizaron un estudio donde analizaron adultos de 20 años y niños de 10-12 años. Los resultados reflejaron que las personas con un cociente intelectual más elevado, con un nivel de apertura a la experiencia superior y con padres con un nivel educativo más alto



realizan un entrenamiento musical más prolongado durante su infancia y adolescencia. En el caso de los niños, los factores correlacionados con el entrenamiento musical fueron tener padres con un mayor nivel de ingresos y un nivel educativo superior, participar en otras actividades extraescolares no musicales, tener un cociente intelectual superior, tener un mayor rendimiento escolar y presentar niveles más elevados de apertura a la experiencia. A partir de ello, los autores concluyeron que las variables cognitivas, demográficas y de personalidad podrían explicar el inicio y duración del entrenamiento musical en los niños. De forma similar, se han hallado correlaciones positivas entre el entrenamiento musical en la infancia y la realización de otras actividades extraescolares no musicales, así como con el nivel socioeconómico o el nivel de ingresos y de estudios de los padres (Schellenberg, 2011a; Schellenberg y Mankarious, 2012). Un nivel socioeconómico más elevado parece aportar mayores oportunidades de desarrollo, potenciando el factor de heredabilidad a través de la expresión más plena de las variaciones genéticas (Sauce y Matzel, 2018). De hecho, diversos estudios han mostrado que el nivel socioeconómico, al favorecer diferencias individuales en el procesamiento neuronal, es un factor clave para el desarrollo y rendimiento neurocognitivo a lo largo de la vida (Hackman y Farah, 2009; Lawson et al., 2018). Junto con ello, los niños de familias con mayores niveles de educación tienden a realizar más actividades extraescolares y a obtener niveles superiores en los test de inteligencia (Linnavalli et al., 2018). Un estudio de Zuk y Gaab (2018) señaló que las modulaciones en el cerebro del músico deben estudiarse mediante estudios longitudinales desde la primera infancia y desde la perspectiva del desarrollo evolutivo, ya que consideran que la plasticidad inducida por el entrenamiento musical es el resultado de la interacción entre factores ambientales como el nivel socioeconómico o las vivencias experienciales y la dinámica temporal de las predisposiciones neurobiológicas individuales.

En cuanto a las variables de la personalidad, se ha observado que las personas con una mayor apertura a la experiencia, con mayores niveles de curiosidad y que disfrutan con tareas cognitivas son más propensas a iniciar el reto de aprender a tocar un instrumento musical (Treger, 2018). Los rasgos de la personalidad de los niños junto con la apertura a la experiencia de los padres parecen predecir la duración del entrenamiento musical, lo que sugiere que la predisposición genética incide sobre la probabilidad de que un niño reciba entrenamiento musical (Corrigall y Schellenberg,

2015). De forma similar, Butkovic et al. (2015) encontraron relación entre las horas de entrenamiento musical a lo largo de la vida y el rasgo de la personalidad de apertura a la experiencia. Un estudio de Swaminathan y Schellenberg (2018), por su parte, estudió si, además del entrenamiento musical, variables socioeconómicas, de personalidad y habilidades cognitivas generales podrían explicar la competencia musical, entendida esta última como la habilidad para percibir, discriminar y recordar melodías y ritmos musicales. Los autores concluyeron que la competencia musical no es solo resultado del entrenamiento musical, ya que intervienen múltiples variables y diversas interacciones complejas entre factores de la naturaleza y de la crianza. En este sentido, Joret et al. (2017) puntualizaron que el método de educación musical recibido durante la infancia también es un factor clave para los beneficios del entrenamiento musical sobre el neurodesarrollo.

En cambio, un estudio realizado con gemelos reveló que el entrenamiento musical y las habilidades musicales son, principalmente, heredables y genéticas entre un 40% y un 70% (Mosing et al., 2014). Estos autores no hallaron diferencias en gemelos monocigóticos atribuibles a la cantidad de entrenamiento musical, por lo que concluyeron que los factores ambientales no inciden en la habilidad musical, siendo los aspectos genéticos los que determinan la habilidad y tendencia al entrenamiento musical. En la misma línea, Marion-St-Onge et al. (2020) concluyeron que el entrenamiento musical por sí solo no garantiza una gran pericia, sino que unas predisposiciones cerebrales favorecen el dominio de un instrumento musical, habilidad que aumentaría si el entrenamiento musical se inicia antes de los siete años, cuando la neuroplasticidad es mayor. Otro estudio realizado con gemelos estudió si las posibles relaciones fenotípicas se vinculaban con el entrenamiento musical, los genes compartidos y con el nivel de cociente intelectual (Mosing et al., 2016). Los resultados revelaron que los gemelos con un mayor entrenamiento musical no presentaban un cociente intelectual más elevado. Por ello, los autores concluyeron que la relación entre el entrenamiento musical y el cociente intelectual es debida a la influencia genética. Igualmente, Linnavalli et al. (2018), a través de un estudio llevado a cabo con niños de 5-6 años, concluyeron que los niveles de cociente intelectual y de habilidades cognitivas no son provocadas exclusivamente por el entrenamiento musical. Otro estudio realizado con niños de 8-10 años concluyó que los cambios en el volumen de la corteza auditiva no dependen del entrenamiento musical realizado,

sino que estarían supeditados a características anatómicas preexistentes, las que favorecen el desarrollo de habilidades musicales (Seither-Preisler et al., 2014). En este sentido, la capacidad de aprendizaje y adquisición de habilidades musicales se relacionaría con diferencias individuales previas en las regiones audiomotrices (Blecher et al., 2016; Foster y Zatorre, 2010; Penhune, 2021).

Por el contrario, Manzano y Ullén (2018) estudiaron las diferencias neuroanatómicas causadas por el entrenamiento musical entre gemelos monocigóticos adultos con mismos genes y mismo contexto. Para ello, analizaron 18 gemelos con formación pianística de distinta duración recogiendo datos sobre el número de horas de práctica semanal durante cuatro periodos de edad (de 0-5 años, de 6- 11 años, de 12-17 años y de 18 años en adelante) y la edad de inicio y fin del entrenamiento musical. Los resultados revelaron que los gemelos con un entrenamiento más activo mostraron un mayor grosor cortical en la red audiomotriz del hemisferio izquierdo, un mayor desarrollo de sustancia blanca en distintas regiones de ambos hemisferios incluido el cuerpo caloso y un aumento de volumen de sustancia gris en la región cerebelar izquierda. Estos resultados llevaron a los autores a concluir que las diferencias neuroanatómicas observadas eran consecuencia del entrenamiento musical. En esta misma línea, un estudio longitudinal realizado con niños de seis años únicamente halló diferencias estructurales en el cerebro de los niños del grupo con entrenamiento musical (Habibi et al., 2018b). Estas diferencias se observaron en una mayor anisotropía fraccional en las vías que interconectan segmentos frontales, sensoriales y motores a través del cuerpo caloso y un mayor grosor en el giro temporal superior posterior izquierdo y derecho. Por consiguiente, el estudio determinó que los cambios cerebrales estructurales en niños eran consecuencia del entrenamiento musical y no de aspectos preexistentes. Acorde con ello, en otro estudio de Habibi et al., (2018a), se llevó a cabo una investigación con 75 niños de 6-7 años para estudiar si las diferencias en el desarrollo cerebral eran causadas por el entrenamiento musical, por factores preexistentes o por una interacción entre ambos. Tras dos años de entrenamiento musical, los resultados reflejaron una activación neuronal más fuerte en tareas de inhibición y mejoras en habilidades cognitivas solo en los niños del grupo musical. Por tanto, los autores concluyeron que los cambios cerebrales y conductuales son atribuibles al entrenamiento musical y no solo a los rasgos neurobiológicos preexistentes.

Del mismo modo, Hyde et al. (2009) realizaron un estudio con niños de seis años agrupándolos en un grupo experimental con clases privadas de piano y un grupo control pasivo. La intervención se prolongó durante 15 meses y tras su finalización, hallaron diferencias estructurales solo en los sujetos del grupo entrenado musicalmente, manifestadas en regiones auditivas primarias, regiones motoras, áreas frontolaterales, el cuerpo calloso, regiones frontomediales, el pericingulado posterior izquierdo y en una región occipital medial izquierda. Según estos autores, esta plasticidad estructural aparece en regiones cerebrales encargadas del control de funciones primarias y de la integración sensomotriz multimodal, que resultan esenciales para aprender a tocar un instrumento musical. Acorde con este estudio, Schlaug et al. (2014) estudiaron si las diferencias halladas en el tamaño del cuerpo calloso de los músicos se debían exclusivamente al entrenamiento musical o si, por el contrario, también incidían diferencias preexistentes. Para ello, realizaron un estudio longitudinal con 31 niños de 5-7 años separados en tres grupos: un grupo control pasivo (sin intervención instrumental), un grupo experimental de baja frecuencia (1-2 horas de clase instrumental semanal) y un grupo experimental de alta frecuencia (2-5 horas de clase instrumental semanal). Después de 29 meses, únicamente obtuvieron diferencias en los sujetos del grupo de alta frecuencia en la parte anterior del cuerpo calloso, región que interconecta el área premotora y suplementaria de ambos hemisferios cerebrales y que promueve ventajas en tareas de secuenciación motriz. Estos resultados reflejaron que el entrenamiento musical prolongado e intenso durante la primera infancia incide en la plasticidad estructural y funcional del cuerpo calloso.

Todos estos resultados contradictorios reflejan que se trata de una cuestión aún sin elucidar y que requiere de más evidencias científicas. En este sentido, diversos autores reconocen que factores de la personalidad como la apertura a la experiencia, la motivación o la autodisciplina contribuyen a la participación y continuación en el entrenamiento musical, pero también destacan que factores ambientales y experienciales pueden modular las predisposiciones innatas (Barrett et al., 2013). Junto con ello, y teniendo en cuenta el poder de la música para activar los circuitos de recompensa y dopaminérgicos, estos autores señalan que las personas que muestran una mayor respuesta emocional ante la música podrían presentar una mayor atracción innata para iniciar y continuar un entrenamiento musical. A partir de

todo lo expuesto, actualmente resulta complicado poder afirmar que los beneficios observados en los músicos sean atribuibles únicamente a su entrenamiento musical, ya que también parecen incidir factores de la personalidad, cognitivos y ambientales (Álvaro-Mora y Serrano-Rosa, 2019). En este sentido, Criscuolo et al. (2021) resaltan la incidencia positiva del entrenamiento musical sobre las modulaciones neuroplásticas a nivel anatómico y funcional, pero también subrayan la importancia de la interacción entre el proceso madurativo cerebral y la exigencia contextual correspondiente al entrenamiento musical. Junto con ello, estos autores destacaron la necesidad de realizar más investigaciones longitudinales que permitan llegar a conclusiones consistentes respecto a los vínculos entre el entrenamiento musical y su impacto en el cerebro.

A pesar de todo ello, diversos autores concurren en que el entrenamiento musical se presenta como una poderosa y compleja experiencia multisensorial que estimula y modula el cerebro, modificando la jerarquía de estructuras cerebrales y potenciando, a su vez, diversas funciones cognitivas (Criscuolo et al., 2021; Moreno y Bidelman, 2014; Zamorano et al., 2017). Sin embargo, hay mayor inconsistencia respecto al impacto del entrenamiento musical en la infancia (Penhune, 2021), ya que la mayoría de estos estudios se han realizado comparando adultos no músicos con los músicos y contemplando dentro de estos últimos aquellos sujetos con entrenamiento musical prolongado y con elevada excelencia y pericia musical (Müllensiefen et al., 2014; Reybrouck y Brattico, 2015). En este sentido, Wesseldijk et al. (2019) hallaron que un entorno musicalmente enriquecido durante la infancia potencia la contribución genética, aumentando así las diferencias individuales y favoreciendo un mayor desarrollo cerebral. Esto estaría indicando que el entrenamiento musical podría modular distintos sistemas neuronales en el cerebro de los niños, lo que favorecería el posterior aprendizaje de habilidades más complejas (Penhune, 2021). Por tanto, parece que las modificaciones estructurales y funcionales inducidas por el entrenamiento musical podrían promover transferencias hacia el funcionamiento y desarrollo de habilidades de otros dominios (Sala y Gobet, 2017).

#### **8.4. Efectos de transferencia inducidos por el entrenamiento musical**

El estudio sobre el impacto del entrenamiento musical ha aumentado mucho en los últimos años, ya que variedad de investigaciones están demostrando modulaciones cerebrales en los adultos y en los niños, lo que influye en la funcionalidad de diversos procesos (Altenmüller y Furuya, 2017b; Hou et al., 2015; Kraus y Chandrasekaran, 2010; Patel, 2011; Schlaug, 2015; Vaquero et al., 2018). El conocimiento musical, entendido como el conjunto de atributos musicales aprendidos e interiorizados, implica una organización cognitiva multidimensional de aspectos abstractos, emocionales y de representaciones simbólicas (Omar et al., 2010). Por ello, distintos autores destacan que se trata de una de las experiencias humanas más intensas y de mayor impacto en el cerebro (Bangert et al., 2006; Moreno y Bidelman, 2014).

La integración y puesta en práctica de las distintas características musicales es un proceso dinámico y complejo que implica la activación de amplias regiones que intervienen en procesos perceptivos, emocionales, atencionales, motrices y cognitivos (Alluri et al., 2012; Hegde, 2014). La incidencia del entrenamiento musical en la neuroplasticidad funcional del cerebro repercute en la alteración de distintos procesos cognitivos y no cognitivos (Burunat et al., 2017; Gagnepain et al., 2017; Groussard et al., 2010; Yang, 2015), modificaciones que estarían mediadas por la alta precisión y exigencias sensoriales y cognitivas que el entrenamiento musical impone (Moreno y Bidelman, 2014; Sanju y Kumar, 2016). A partir de ello, parece que las personas con entrenamiento musical tendrían una mayor capacidad para adquirir otras habilidades de forma más rápida y estable, fenómeno conocido como la metaplasticidad (Altenmüller y Furuya, 2017b). Estas modulaciones inducidas por el entrenamiento musical se diferencian en transferencias lejanas (dominios no relacionados directamente con la actividad musical) y transferencias cercanas (habilidades y dominios vinculados a la actividad musical) (Miendlarzewska y Trost, 2014; Swaminathan y Schellenberg, 2018).

Dentro de las transferencias cercanas estarían las mejoras en la sensibilidad tonal, la discriminación rítmica o en el procesamiento auditivo (James et al., 2013; Slater y Kraus, 2016). En este sentido, los niños de 10 años con entrenamiento musical prolongado han mostrado una mayor capacidad de discriminación auditiva

(Carvajal et al., 2015). De forma similar, se han observado mejoras en las habilidades auditivas tras dos años de entrenamiento musical con niños de 6-7 años (Habibi et al., 2018a), así como mejoras en el procesamiento e integración temporal, la escucha selectiva y en la conducta atencional con niños de la etapa de Primaria (Khalil et al., 2013). Estos autores destacaron la importancia de los resultados para el ámbito educativo, ya que las dificultades de procesamiento temporal se asocian a dificultades de aprendizaje, pudiendo así intervenirlas a través del entrenamiento musical. Así mismo, Janzen et al. (2014) concluyeron que el entrenamiento musical refuerza la maduración del sistema motor de niños de 10-14 años, mejorando, a su vez, distintas habilidades asociadas a la sincronización de movimientos. Existe bastante consenso en que los entrenamientos específicos promueven mejoras en las habilidades directamente entrenadas (transferencias cercanas), lo que en el caso del entrenamiento musical quedaría constituido por las mejoras en procesos motrices y auditivos (Herholz y Zatorre, 2012; James et al., 2020). En cambio, todavía hay contradicciones respecto a cómo y cuándo un entrenamiento puede favorecer el desarrollo de habilidades no involucradas directamente en dicho entrenamiento (transferencias lejanas) (Bigand y Tillmann, 2022). Estos autores postulan que debido a que la música involucra amplias redes neuronales y estimula numerosas regiones cerebrales (corteza auditiva, sistema motriz, corteza prefrontal, sistema socioemocional y el sistema de recompensa), se presenta como un entrenamiento idóneo para favorecer las transferencias lejanas. De hecho, parece que dichos beneficios audiomotrices (Barrett et al., 2013) también promueven mejoras en la percepción del habla y en las habilidades lingüísticas de los niños (Nan et al., 2018).

Las transferencias lejanas suponen una generalización del efecto hacia dominios poco relacionados con el entrenamiento musical (Román-Caballero et al., 2022), es decir, efectos secundarios que van más allá de lo que se ha practicado o aprendido mediante el entrenamiento musical (Degé, 2021). Tocar un instrumento musical es una compleja actividad que requiere de una práctica motivada y regular e involucra habilidades perceptivas, de integración multimodal y habilidades cognitivas de orden superior (Román-Caballero et al., 2022). Esta idiosincrasia del entrenamiento musical propicia que muchos lo consideren como un adecuado entrenamiento cognitivo (Bugos et al., 2007), destacando la adaptabilidad que requiere, la perseverancia en tareas complejas, la motivación, la excitación, así como

una retroalimentación y variabilidad constante (Degé, 2021). Así pues, parece que el entrenamiento musical puede promover transferencias lejanas al inducir mejoras en diversos dominios cognitivos no musicales (Swaminathan, 2018).

En este sentido, se ha propuesto que el entrenamiento musical instrumental potencia el desarrollo de habilidades alejadas como las funciones ejecutivas, la velocidad de procesamiento, la memoria a largo plazo, la memoria a corto plazo, la inteligencia general o la lectoescritura (Román-Caballero et al., 2022). Además, estos autores afirman que las transferencias lejanas serían más factibles como consecuencia del entrenamiento instrumental, debido a que es la actividad musical de mayor exigencia cognitiva. De hecho, la transferencia lejana tendría lugar ante actividades muy exigentes y desconocidas, como es el caso del entrenamiento musical instrumental (Gathercole et al., 2019), a lo que también habría que añadirle la propia naturaleza de la instrucción y el compromiso activo de los estudiantes de música (Norgaard et al., 2019). En este sentido, algunos autores destacan que las transferencias hacia la inteligencia general serían exclusivas de un entrenamiento musical basado en aprender a tocar un instrumento musical (Sachs et al., 2017). Así pues, se han observado transferencias lejanas hacia la inteligencia general (Schellenberg, 2006; Swaminathan et al., 2017), la velocidad de procesamiento (Jentsch et al., 2014), las habilidades visoespaciales (Sluming et al., 2007), la memoria (Talamini et al., 2017), las habilidades atencionales (Kaganovich et al., 2013; Rodrigues et al., 2013; Román-Caballero et al., 2021), las habilidades de control ejecutivo (Bialystok y DePape, 2009; Jentsch et al., 2014; Medina y Barraza, 2019), las habilidades lingüísticas (François et al., 2013), las habilidades matemáticas (Osborne et al., 2016), la inteligencia emocional (Petrides et al., 2006), la creatividad (Woodward y Sikes, 2015) y hacia los hábitos de estudio (Oladejo y Oladejo, 2017). La Figura 13 muestra las distintas transferencias cercanas y lejanas atribuidas al entrenamiento musical.



**Figura 13**

*Transferencias cercanas y lejanas*



#### **8.4.1. Entrenamiento musical y funciones ejecutivas**

Desde un enfoque neurocientífico, la música se sitúa como uno de los mejores ejercicios cognitivos, ya que promueve la neuroplasticidad y la modulación de variedad de funciones cognitivas (Hegde, 2014), beneficios de transferencia que estarían mediados por la mejora de aspectos perceptivos y ejecutivos inducidos por el entrenamiento musical (Moreno y Bidelman, 2014). En este sentido, diversos estudios relacionan el entrenamiento musical con la mejora del funcionamiento cognitivo, destacando las funciones ejecutivas (Moreno y Farzan, 2015; Pallesen et al., 2010; Sachs et al., 2017). Estos beneficios en el funcionamiento ejecutivo se fundamentarían en que el entrenamiento musical implica una constante flexibilidad, atención selectiva, control, memorización, planificación, autorregulación y monitorización (Bialystok y DePape, 2009; Moreno et al., 2011; Román-Caballero et al., 2022). Así pues, distintos autores coinciden en que el entrenamiento musical favorece el desarrollo de las funciones ejecutivas y también se ha planteado que estas mediarían en la relación entre el entrenamiento musical y otras habilidades cognitivas (Bergman et al., 2014; Moreno y Farzan, 2015; Moreno et al., 2011) e incluso el rendimiento escolar (Zuk et al., 2014).

Al comparar el rendimiento ejecutivo entre músicos y no músicos, diversos estudios han hallado mejores resultados en los músicos en tareas de control cognitivo,

flexibilidad cognitiva, inhibición y de memoria de trabajo (Amer et al., 2013; Bialystok y DePape, 2009; D'Souza et al., 2018; Hansen et al., 2012; Lee et al., 2007; Slevc et al., 2016; Travis et al., 2011; Zuk et al., 2014). En este sentido, se ha observado que los músicos presentan una mayor eficiencia en el control ejecutivo y en la relación entre los sistemas de orientación y alerta, sugiriendo que el entrenamiento musical sistemático mejora el control inhibitorio (Medina y Barraza, 2019). Además, estos autores concluyeron que el sistema ejecutivo mejora con la cantidad años de entrenamiento musical, aun controlando el efecto de la edad. De forma similar, Bialystok y DePape (2009) encontraron un mejor rendimiento de los músicos en tareas de control ejecutivo tanto auditivas como espaciales, sugiriendo que el entrenamiento musical prolongado mejora el rendimiento incluso en tareas no relacionadas directamente con la música. Un estudio de Meyer et al. (2018) observó que los músicos profesionales (19-20 años), en comparación con músicos amateurs y con no músicos, presentaban mejores puntuaciones en distintos dominios ejecutivos como la inhibición y la memoria de trabajo, así como en la inteligencia fluida, la atención y la velocidad de procesamiento. De forma similar, y tras controlar el nivel socioeconómico y aspectos de la personalidad, los universitarios músicos parecen mostrar un mejor rendimiento en las funciones ejecutivas, en tareas perceptivas y en la inteligencia general (Crisuolo et al., 2019). Los autores añadieron que la duración del entrenamiento musical se correlaciona con mejores puntuaciones en las funciones ejecutivas, aun controlando la inteligencia y los factores ambientales y personales que podrían incidir en los resultados.

La activación motriz intensiva inherente al entrenamiento musical instrumental promueve un efecto de transferencia hacia el control cognitivo e inhibitorio (Slater et al., 2017). Estos autores sugieren que el método y la versatilidad del entrenamiento musical juegan un importante papel en el desarrollo de la competencia musical y, en consecuencia, en la posterior transferencia cognitiva a otros dominios. El entrenamiento musical implica una constante recuperación de información multisensorial de la memoria a corto y a largo plazo, a la vez que una planificación continua en la memoria de trabajo para mantener de la actividad en curso (Altenmüller y Furuya, 2017a). En este sentido, se ha observado que los músicos muestran una mayor capacidad de integración intermodal y multimodal dentro de la memoria de trabajo (Gagnon y Nicoladis, 2021). La memoria de trabajo presenta sistemas

especializados diferenciados para el ritmo y para el tono que actúan en superposición y constituye uno de los dominios ejecutivos más estudiados en relación con el entrenamiento musical (Jerde et al., 2011). La corteza prefrontal dorsolateral tiene una función destacada al ser esencial en el mantenimiento de la información auditiva, lo que permite la concatenación y la atribución de significado de la misma (Montalvo y Moreira-Vera, 2016). Por tanto, la memoria de trabajo resulta esencial para el sistema cognitivo de la decodificación auditiva, permitiendo el mantenimiento provisional y dinámico de eventos auditivos para generar posteriores conexiones secuenciales (Miendlarzewska y Trost, 2014). De hecho, algunos autores han concretado que, en el caso de la memoria de trabajo, las mejoras se limitarían a la modalidad auditiva (Clayton et al., 2016).

A pesar de ello, este ámbito de estudio también presenta resultados contradictorios, así como resultados diferenciales en función del dominio ejecutivo estudiado. Parece existir una mayor coincidencia respecto a que el entrenamiento musical mejora el funcionamiento del control inhibitorio (Herrero y Carriedo, 2017; Schroeder et al., 2016) y de la memoria de trabajo (Okada y Slevc, 2018). En cambio, mientras que algunos autores han mostrado una mayor capacidad de realizar cambios de forma flexible (Moradzadeh et al., 2015), otros no han observado mejoras en tareas de flexibilidad (Okada y Slevc, 2018). De forma similar, Gade y Schlemmer (2021) no hallaron relación entre la cantidad e intensidad del entrenamiento musical y la flexibilidad cognitiva y en la misma línea, se ha observado que los niños con entrenamiento musical (7-13 años) presentan puntuaciones mayores en la inhibición y en la memoria de trabajo, pero no así en la flexibilidad cognitiva (Chen et al., 2022). Estos autores hallaron correlación entre la duración y frecuencia del entrenamiento musical y el rendimiento en la memoria de trabajo y la inhibición y, junto con ello, evidenciaron un mejor rendimiento en la memoria de trabajo y en la inhibición en los niños que iniciaron su entrenamiento musical antes de los siete años en comparación con los que la iniciaron después de los siete años. Con todo ello, resaltaron que la frecuencia y el inicio temprano del entrenamiento musical potencian el desarrollo de la memoria de trabajo y de la inhibición en los niños. En este sentido, Ortega-Orozco et al. (2020) también destacaron la importancia de la edad de inicio, ya que observaron que los músicos que iniciaron su entrenamiento musical antes de la adolescencia, en comparación con los que lo iniciaron durante o después de la adolescencia,

presentaban puntuaciones mayores en tareas de memoria, de atención y de las funciones ejecutivas. A pesar de ello, los estudios comparativos no permiten determinar si el entrenamiento musical es la causa directa de las mejoras observadas en las funciones ejecutivas o si, por el contrario, son consecuencia de ciertas capacidades cognitivas preexistentes (Sachs et al., 2017). Además, la mayoría de estos estudios se han realizado con adultos (Swaminathan y Schellenberg, 2019), por lo que aún se desconoce si las mejoras en las funciones ejecutivas también se producen desde la infancia (Ireland et al., 2019). Por ello, en las últimas décadas, ha aumentado el interés por estudiar las transferencias lejanas hacia las funciones ejecutivas a través de estudios experimentales realizados en la infancia.

En este contexto, y en estudios experimentales realizados con niños de la etapa de Infantil, se han observado cambios en la plasticidad asociada al funcionamiento ejecutivo y mejoras en tareas de inteligencia verbal y de inhibición, mediante un entrenamiento musical informatizado (centrado en la escucha musical) de 20 días de duración con niños de 4-6 años (Moreno et al., 2011). Del mismo modo, Shen et al. (2019) también identificaron mejoras en la inhibición, la memoria de trabajo y en la flexibilidad mediante un programa de enriquecimiento musical (no instrumental) durante 12 semanas con niños de la etapa de Infantil (cuatro años de media), pero, tras finalizar la intervención, los beneficios permanecieron 12 semanas en la memoria de trabajo y en la flexibilidad, pero no así en la inhibición. Otro estudio demostró mejoras en la planificación y en la inhibición mediante un entrenamiento de ocho semanas de enriquecimiento musical (no instrumental) con niños de 3-4 años (Bowmer et al., 2018). Estos autores, posteriormente, tras añadir ocho semanas más de intervención al grupo experimental (16 semanas de intervención) y al comparar los resultados con un nuevo grupo experimental (ocho semanas de intervención musical) y otro de control activo (programa de artes visuales), solo observaron mejoras significativas en la inhibición. De este modo, los autores sugirieron que la intervención musical en la etapa de Infantil mejora, principalmente, las habilidades de inhibición. En la misma línea, otro estudio observó mejoras en el rendimiento de tareas de inhibición en niños de entre 4-5 años tras un entrenamiento musical de seis semanas basado en movimientos de coordinación bimanual, el canto y la improvisación creativa (Bugos y Demarie, 2017). Igualmente, se han identificado mejores resultados en la inhibición en niños de 5-6 años que participaron en un entrenamiento musical rítmico

de 20 días de duración (Frischen et al., 2019). Otro estudio de seis meses de duración realizado con niños de 5-6 años puntualizó que las mejoras en el control inhibitorio, la flexibilidad cognitiva y en la memoria de trabajo auditiva se generan mediante intervenciones intensivas, pero no así con los habituales programas de enriquecimiento musical implementados en la etapa de Infantil (Bayanova et al., 2022).

En el caso de niños de la etapa de Primaria, se han observado mejoras en la inhibición, la planificación, la inteligencia verbal y en el rendimiento escolar tras una intervención musical de dos años y medio de duración (enriquecimiento del currículo escolar no basado en el aprendizaje instrumental) (Jaschke et al., 2018b). Recientemente, un estudio ha concretado mejoras en la tarea de dígitos inversos de la memoria de trabajo, pero no así en la de dígitos directos tras un año de entrenamiento musical no instrumental con niños de 7-11 años (Nie et al., 2022). A partir de ello, los autores concluyeron que el entrenamiento musical beneficia el ejecutivo central de la memoria de trabajo. En cambio, en el caso de niños y jóvenes de 9-20 años, se ha visto que el entrenamiento musical se relaciona con un mejor rendimiento en tareas de la memoria de trabajo vinculadas al mantenimiento y recuerdo inmediato de la información, pero no así con tareas que impliquen una manipulación y actualización de la información (Saarikivi et al., 2019). Holochwost et al. (2017), por su parte, hallaron mejoras en las funciones ejecutivas y en la memoria de trabajo en niños de 8-12 años tras una intervención musical instrumental de tres años de duración. Los resultados mostraron un impacto progresivo con cada año de entrenamiento, por lo que los autores resaltaron que la duración del entrenamiento musical aumenta los beneficios en las funciones ejecutivas y también en el rendimiento escolar. En la misma línea, James et al. (2020) identificaron mejoras en la memoria de trabajo, la velocidad de procesamiento, la capacidad de razonamiento, la atención, la flexibilidad cognitiva y la coordinación sensomotriz bimanual en los niños de 10-12 años que recibieron un entrenamiento musical instrumental durante dos años, en comparación con los que recibieron un programa basado en el habitual enriquecimiento musical escolar. Así pues, los autores destacaron el valor educativo de incorporar el entrenamiento musical instrumental en el currículo escolar, pudiendo preparar mejor a los estudiantes para la etapa de Secundaria y para la vida misma. Un estudio de Roden et al. (2014) observó mejoras en la memoria de trabajo verbal

en niños de 7-8 años tras un entrenamiento musical instrumental de 18 meses, por lo que concretaron que la influencia del entrenamiento musical es mayor en dominios auditivos. En cambio, un estudio realizado con niños de 6-14 años observó mejoras en las habilidades de autocontrol y de conducta tras un año de entrenamiento musical instrumental, pero no así en la memoria de trabajo (Alemán et al., 2017). Según los autores, las transferencias hacia la memoria de trabajo requieren de un entrenamiento superior a un año de duración. Respecto a la inhibición, un estudio basado en un entrenamiento musical instrumental de tres meses de duración demostró mejoras en la inhibición en niños de 8-10 años, concluyendo que el entrenamiento musical corto, pero intensivo favorece el desarrollo del control inhibitorio (Fasano et al., 2019). En cambio, Habibi et al., (2018b), tras una intervención musical instrumental de dos años de duración, identificaron una mayor activación neuronal durante la realización de tareas de inhibición en niños de 6-7 años, pero estas diferencias neuronales no se manifestaron en diferencias de rendimiento.

Tal y como se ha comentado previamente, la mayoría de los estudios comparativos se han realizado con músicos adultos, quienes cuentan con un entrenamiento musical instrumental prolongado. Por lo tanto, los estudios realizados con niños son predominantemente experimentales, mostrando mayor variabilidad respecto al tipo de intervención musical implementado (predominio del entrenamiento musical no instrumental) y donde los entrenamientos musicales instrumentales muestran una duración máxima de tres años. Todo ello hace que, en la infancia, haya una mayor inconsistencia en el ámbito de las transferencias lejanas inducidas por el entrenamiento musical instrumental hacia las funciones ejecutivas, lo que refleja la necesidad de continuar investigando en esta línea. La Figura 14 destaca los principales hallazgos que vinculan el entrenamiento musical con las funciones ejecutivas.

**Figura 14**

*Entrenamiento musical y funciones ejecutivas*



Otra de las transferencias lejanas abordada en relación con el entrenamiento musical es la inteligencia emocional (Juslin y Västfjäll, 2008; Petrides et al., 2006), que, además, parece mostrar una estrecha relación con las funciones ejecutivas (García-Molina et al., 2010; Mitchell y Phillips, 2007; Tirapu-Ustárroz et al., 2012).

#### **8.4.2. Entrenamiento musical e inteligencia emocional**

La música, a través de la percepción e interpretación, tiene la capacidad de incidir sobre el estado anímico y las emociones del ser humano (Juslin y Västfjäll, 2008) y según Koelsch (2010), este efecto puede llegar a modular estructuras límbicas y paralímbicas en el cerebro de individuos musicalmente entrenados. Junto con ello, este último autor señala que las modificaciones funcionales inducidas por la música tendrían su base en que las emociones evocadas involucran regiones neuroafectivas propias de la evolución adaptativa del ser humano. Así pues, parece existir un vínculo directo entre las emociones y la experiencia de recompensa inducida por la música, donde se genera una relación dinámica entre un aumento de excitación emocional y su correspondiente respuesta de placer (Salimpoor et al., 2009). La experiencia estética de la música comienza por una reacción emocional a modo de reflejo y excitación que permite la percepción de emociones discretas y donde la sincronización del cuerpo con la música, mediante procesos sensomotrices, desempeña un importante papel (Brattico et al., 2013). Según estos autores, a continuación, intervendrían procesos neuronales intermodales asociados a funciones afectivas, cognitivas y de toma de decisiones, que requieren de atención e intencionalidad, a fin de favorecer el gusto consciente, el juicio estético y la experiencia o la emoción estética. Esta experiencia de la emoción musical implica la

activación del sistema autónomo y promueve cambios fisiológicos en la piel, la frecuencia cardíaca y en la reducción del estrés (Koelsch, 2010; Sel y Calvo-Merino, 2016). Es por ello que algunos autores destacan la música como una de las recompensas abstractas y estéticas más relevantes para el ser humano, al actuar sobre el sistema dopaminérgico (Ferrerri et al., 2020).

La percepción musical comparte circuitos neurobiológicos con la cognición social, sugiriendo que puede ser un recurso adecuado para desarrollar las habilidades sociales (van't Hooft et al., 2021). La regulación emocional y el bienestar parecen estar asociados a una alta participación en el entrenamiento musical, ya que de ese modo se modifica el estado emocional y la capacidad cognitiva y se promueve el desarrollo de la conciencia respecto al uso de estrategias de regulación emocional (Chin y Rickard, 2014). Sin embargo, los autores puntualizaron que estos beneficios únicamente se observan en aquellos sujetos que hacen un uso habitual de estrategias de reevaluación cognitiva y sin represión de la expresión. Así pues, diversos autores señalan que el entrenamiento musical mejora amplias habilidades socioemocionales (la autoestima, la persistencia para superar las dificultades de aprendizaje, la autoconfianza, la autodisciplina, la capacidad de relajación, las habilidades sociales, la cooperación y el sentido de pertenencia), lo que, a su vez, potencia la motivación que favorece el aprendizaje y el rendimiento escolar (Hallam, 2010). No obstante, esta autora también concreta que estos beneficios personales y sociales se dan cuando la actividad musical es gratificante y agradable para la persona implicada, por lo que factores como la pedagogía musical, la autopercepción del éxito y el sentimiento de experiencia positiva resultarían clave.

Algunos autores indican que el entrenamiento musical mejora la funcionalidad insular, potenciando así la integración de información exteroceptiva e interoceptiva, la sensibilidad afectiva y, en consecuencia, la capacidad empática (Gujing et al., 2019). De forma similar, Farmer et al. (2020) identificaron que los músicos mostraban una mayor capacidad de reconocimiento de las emociones en la condición auditiva, pero no así en la condición visual o audiovisual. A partir de ello, los autores sugirieron que la música podría ser un adecuado recurso para potenciar la interpretación de las emociones ajenas a través del habla. Un estudio de Leung y Cheung (2020) demostró que, en adolescentes, la conciencia emocional media en la asociación entre el entrenamiento musical y el bienestar, a la vez que las emociones positivas y negativas



median en la relación entre la escucha musical y el bienestar. En cambio, la intensidad y frecuencia dedicada al entrenamiento musical no se relacionó con la conciencia emocional o con el bienestar, por lo que destacaron la relevancia del entrenamiento musical de intensidad moderada (sin una alta intensidad centrada en la instrumentación) para una adecuada conciencia y bienestar emocionales en la adolescencia. En una línea similar, se ha observado que el bienestar de los músicos se relaciona con su nivel de pasión armoniosa hacia el entrenamiento musical (actividad placentera con persistencia flexible, participando en otras actividades y que favorece emociones positivas y reducción del estrés), mientras que una pasión obsesiva (actividad pasional desproporcionada con persistencia rígida, en detrimento de otras actividades, conllevando mayor ansiedad y emociones negativas) tendría una relación negativa (Bonneville-Roussy y Vallerand, 2018). Continuando con el bienestar, y más allá del entrenamiento musical instrumental, Fernández-Herranz et al. (2022) identificaron que cantar en un coro correlaciona con un mayor bienestar. De hecho, el canto, tanto individual como grupal, parecen reducir los niveles de cortisol, aunque solo el canto grupal aumentaría los niveles de oxitocina, lo que, en consecuencia, mejoraría el bienestar (Good y Russo, 2021). Junto con todo ello, se ha observado relación entre la capacidad de reconocer emociones en la música y los niveles generales en la inteligencia emocional en estudiantes universitarios (Resnicow et al., 2004), así como una mejora significativa del estado anímico a través del entrenamiento musical pianístico (Van Kekerix et al., 2021).

Respecto a los beneficios desde la primera infancia, se ha visto que la participación en un programa musical activo, en comparación con uno de experiencia pasiva, mejora el desarrollo de las conductas sociales y de la comunicación prelingüística en bebés de seis meses (Gerry et al., 2012). En cuanto a los niños de la etapa de Infantil, se ha observado que un enriquecimiento musical grupal de ocho meses de duración puede mejorar las habilidades sociales como la interacción social, la cooperación y la independencia social (Ritblatt et al., 2011), así como mejorar la conducta prosocial en niños de 4-5 años a través de actividades centradas en la interpretación musical (canto y danza) (Kirschner y Tomasello, 2010). De forma similar, Williams y Berthelsen (2019) observaron mejoras en la regulación emocional y conductual de niños de 4-5 años tras una intervención de ocho semanas basada en el ritmo y el movimiento. En la misma línea, se han identificado mejoras en la memoria

emocional en niños de 4-5 años mediante un entrenamiento musical basado en la improvisación (Benítez et al., 2016).

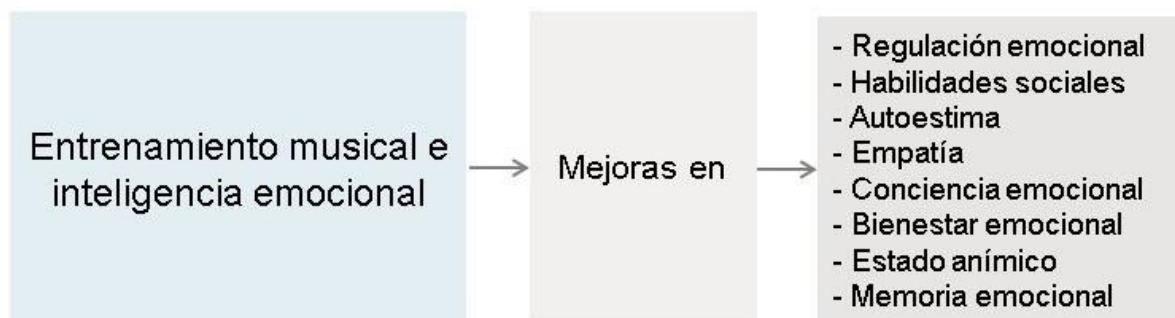
En niños de la etapa de Primaria, se ha visto una mayor estabilidad emocional, menor agresividad e hiperactividad en aquellos niños de 6-7 años que participaron durante cuatro años en un programa musical no instrumental (Ilari et al., 2019). Acorde con este estudio, Schellenberg et al. (2015) observaron que los niños de 8-9 años que recibieron un entrenamiento musical no instrumental (10 meses) mejoraron en el nivel de simpatía y en las habilidades prosociales. No obstante, también puntualizaron que dichas mejoras solo se darían en aquellos sujetos con un bajo nivel de habilidades sociales previo al inicio del programa musical. De forma similar, se han visto mejoras significativas en la empatía emocional en niños de 8-11 años que participaron en un entrenamiento musical no instrumental durante un curso escolar (Rabinowitch et al., 2013). A partir de estos resultados, los autores concluyeron que la interacción musical grupal promueve mejoras en las capacidades socioemocionales. Un estudio de Roden et al. (2016), por su parte, demostró que los niños que participaron en el entrenamiento musical instrumental (18 meses) presentaron una reducción de la conducta agresiva. De hecho, los niños de 10 años con un entrenamiento musical instrumental prolongado parecen mostrar una mayor capacidad social y de liderazgo, junto con menos problemas de conducta, de hiperactividad, atencionales y de depresión (Carvajal et al., 2015). En cambio, un estudio de Schellenberg y Mankarious (2012) identificó mejoras en la capacidad de comprensión emocional y en la inteligencia general en niños de 7-8 años tras ocho meses de entrenamiento musical instrumental, pero las diferencias en la comprensión emocional desaparecieron al mantener constante la inteligencia general. A partir de ello, los autores sugirieron que la relación entre las habilidades emocionales y el entrenamiento musical sería consecuencia de la mejora que el entrenamiento musical induce en los niveles de funcionamiento cognitivo general.

Al igual que en las transferencias hacia las funciones ejecutivas, la mayoría de los estudios realizados con niños son experimentales, donde predomina el entrenamiento musical no instrumental y donde la duración del entrenamiento es menor a la realizada en las formaciones musicales extraescolares. Junto con ello, no se han encontrado estudios realizados con niños de la etapa de Primaria que hayan analizado la inteligencia emocional y sus dimensiones fundamentándose en los

modelos teóricos explicados en el Capítulo 4. Con todo ello, en la Figura 15 se recogen los principales vínculos entre el entrenamiento musical y la inteligencia emocional.

### Figura 15

#### *Entrenamiento musical e inteligencia emocional*



Todo ello parece sugerir la existencia de relaciones positivas entre el entrenamiento musical y distintos aspectos de la inteligencia emocional en niños, aunque, como se ha comentado, es necesario continuar investigando en este ámbito. Junto con ello, también hay estudios que sugieren que los músicos con una mayor sensibilidad emocional son aquellos que tienen mayores niveles de creatividad (Bashwiner et al., 2016), lo que parece indicar que el entrenamiento musical también se podría relacionar con la creatividad.

### 8.4.3. Entrenamiento musical y creatividad

A pesar de que distintos autores destacan el poder que la música puede tener sobre el pensamiento creativo (Chronopoulou y Riga, 2012; Niland, 2009), la relación entre el entrenamiento musical instrumental y la creatividad es un campo poco abordado (Qian et al., 2019; Ritter y Ferguson, 2017). En cambio, la asociación o impacto que la escucha musical puede tener sobre el rendimiento creativo es un ámbito que cuenta con más evidencias, principalmente, a partir de la hipótesis de la excitación del estado anímico y de las reacciones emocionales inducidas por distintos tipos de música (Eskine et al., 2020; He et al., 2017). Tal y como señalan estos últimos autores, esta hipótesis sugiere que la relación entre la música y la creatividad estaría mediada por las reacciones emocionales producidas por la música. De forma similar, Kratus (2017) defiende que la escucha musical activa constituye una actividad creativa

que favorece la construcción de las experiencias personales. En este sentido, Ritter y Ferguson (2017) observaron que la escucha de música alegre mejora el rendimiento en tareas de creatividad divergente en jóvenes (media de 22 años) y Eskine et al. (2020) también demostraron un aumento de la creatividad en jóvenes de 18-23 años tras la escucha musical. He et al. (2017), por su parte, evidenciaron que tanto la música de valencia positiva como negativa, ambas se relacionan con mejores niveles de pensamiento creativo en niños de 9-14 años.

La creatividad además de implicar factores biológicos también puede ser modulada por factores ambientales, pero pocos estudios han estudiado la relación entre la música y la creatividad (Hallam, 2010), así como la posible transferencia lejana del entrenamiento musical instrumental hacia la creatividad (Abrahan et al., 2021). A pesar de ello, el entrenamiento musical ha sido relacionado con mayores niveles de creatividad (Kleinmuntz et al., 2014; Limb y Braun, 2008), sugiriendo que impacta sobre habilidades cognitivas no relacionadas directamente con la música, como la creatividad (Abrahan et al., 2021). La creatividad requiere de un pensamiento flexible y eficiente para generar soluciones novedosas, procesos que se sustentan en una mayor participación de la corteza frontal (Gibson et al., 2009). En este sentido, estos autores demostraron que los músicos (18-19 años) presentaban niveles superiores de creatividad, aun controlando el nivel de las habilidades verbales y de la inteligencia general, ventaja que estuvo asociada a una mayor actividad frontal bilateral durante la tarea creativa. A partir de ello, sugirieron que este aumento de actividad en la integración bilateral tendría su base en que tocar un instrumento musical implica altos niveles de coordinación interhemisférica, lo que resulta crucial para el rendimiento creativo (Abrahan et al., 2021). De forma similar, estos últimos autores observaron que los músicos (18-50 años) presentaban un mayor rendimiento en tareas de creatividad visual y verbal, destacando, principalmente, en el dominio verbal. Según los autores, el entrenamiento musical se asocia con un mayor rendimiento en habilidades de lenguaje, pudiendo explicar así los resultados superiores en la creatividad verbal por parte de los músicos. Además, los autores sugieren que el entrenamiento musical, al modular la organización cerebral, favorece el desarrollo de un sistema cognitivo con una mayor predisposición para el pensamiento divergente y también destacaron la importancia de continuar investigando en esta línea, ya que la música es un recurso accesible que podría

favorecer el desarrollo de habilidades orientadas a la resolución creativa de problemas de la vida cotidiana.

A pesar de ello, todavía no está clara la influencia diferencial del tipo de actividad musical (Sovansky et al., 2014), ya que algunos autores señalan que la relación positiva entre el entrenamiento musical y las habilidades creativas dependería del tipo de entrenamiento musical, destacando la importancia de que este integre actividades creativas deliberadas tales como la improvisación (Hallam, 2010; Kleinmintz et al., 2014). Para ello, sería necesario dotar las clases musicales de un ambiente flexible que favorezca la libre expresión y el desarrollo de la creatividad (Hallam, 2010). Así pues, Kleinmintz et al. (2014), al comparar músicos entrenados en la improvisación con músicos no entrenados en la improvisación y con no músicos, observaron que el grupo de improvisación mostraba mayores niveles de creatividad en comparación con los otros dos grupos y no hallaron diferencias entre los no músicos y los músicos no entrenados en la improvisación. En la misma línea, Benedek et al. (2014), al comparar estudiantes de música clásica, folk y jazz, observaron que los estudiantes de jazz mostraban una mayor apertura a nuevas experiencias, junto con mayores niveles de creatividad en el dominio específico de la música y también en la creatividad general. Los autores concluyeron que estos resultados tendrían su base en que los estudiantes de música jazz tienen un mayor contacto con la improvisación musical. Por tanto, parece que el entrenamiento musical que incluye la improvisación aumenta la conectividad funcional entre la corteza premotora dorsal, el área motora suplementaria y la corteza prefrontal dorsolateral bilateral, lo que, a su vez, mejora el intercambio de información entre las regiones asociativas (Pinho et al., 2014). De hecho, Lu et al. (2017) demostraron que la improvisación musical implica múltiples demandas y la activación de numerosas funciones cerebrales. Sovansky et al. (2014), por su parte, al comparar músicos que crean música con los que no la crean y con no músicos (15-22 años), evidenciaron que aquellos que estaban acostumbrados a componer música mostraban una mayor creatividad en el aspecto musical, pero no observaron diferencias significativas en el pensamiento divergente general.

En el caso de la infancia, los escasos estudios realizados con niños son, mayormente, experimentales que han medido el impacto de la actividad musical creativa (improvisación o la composición) sobre la creatividad general (Abraham et al.,

2020; Moreno y Bidelman, 2014; Passanisi et al., 2015; Wong y Lim, 2017). En este sentido, un estudio de Koutsoupidou y Hargreaves (2009) implementó un programa musical basado en la improvisación vocal, instrumental y corporal con niños de seis años y durante seis meses en horario escolar. Los resultados fueron comparados con otro grupo que recibió clases musicales más didácticas sin incluir la improvisación y solo el grupo con improvisación mostró mejoras en el pensamiento creativo como la flexibilidad, la originalidad y la sintaxis. Acorde con este estudio, se han identificado mejoras en el pensamiento creativo tras una intervención basada en la escucha, análisis, composición e improvisación musical con niños de 8-9 años y durante cuatro semanas (Corakli y Batibay, 2012). Passanisi et al. (2015), por su parte, observaron que la implementación de un programa basado en la expresión musical libre (escucha activa y creaciones compartidas en grupos de seis miembros) con niños de nueve años y durante seis meses, promueve mejoras en los niveles de imaginación. En cambio, y a pesar de contar con pocas evidencias, también se han observado mejoras tras intervenciones musicales no basadas en la creatividad musical. De este modo, Kalmar (1982), tras tres años de intervención musical (basada principalmente en el canto) con niños de tres años y en el contexto escolar, evidenciaron mejoras en tareas creativas verbales, pero no así en tareas creativas basadas en el dibujo. De forma similar, se han demostrado mejoras en el nivel creativo tras una intervención musical no basada en la creatividad (movimiento, canto, instrumentos de percusión y escucha activa) de tres meses de duración y con niños de cinco años (Chronopoulou y Riga, 2012).

Como puede observarse, entre los pocos estudios realizados en la infancia, prevalecen los experimentales basados en un entrenamiento musical no instrumental, por lo que la ausencia de evidencias respecto a la relación entre el entrenamiento musical y la creatividad en la infancia reflejan la necesidad de continuar investigando (Martin-Requejo y Santiago-Ramajo, 2022). En la Figura 16 se muestran las relaciones observadas por estudios previos entre el entrenamiento musical y la creatividad.

**Figura 16**

*Entrenamiento musical y la creatividad*



#### **8.4.4. Entrenamiento musical, habilidades académicas nucleares y rendimiento escolar**

El entrenamiento musical puede desempeñar un rol importante en el ámbito educativo, ya que las oportunidades de enriquecimiento multisensorial pueden potenciar el desarrollo cognitivo y mejorar las habilidades de aprendizaje de los estudiantes (Dumont et al., 2017; Hanna-Pladdy y Gajewski, 2012). De hecho, parece que el entrenamiento musical, al implicar numerosas capacidades, aumenta la motivación de los estudiantes a la vez que favorece el aprendizaje activo y el desarrollo las habilidades en distintos dominios académicos (Portowitz et al., 2014; Rickard et al., 2012). Según Schellenberg (2011a), la música mejora el funcionamiento cognitivo a través de las transferencias que promueve desde las habilidades asociadas a la música hacia otras habilidades no vinculadas con la misma. De este modo, dicho beneficio cognitivo podría influir sobre el rendimiento escolar gracias al vínculo existente entre el dominio musical y otras habilidades académicas como las verbales o las matemáticas (Winner et al., 2013). Por ello, algunos autores destacan que incorporar programas musicales activos y grupales en las escuelas podría ser muy beneficioso para mejorar el desarrollo de las habilidades académicas (Linnavalli et al., 2021), destacando las habilidades verbales y matemáticas (Requena et al., 2021).

#### **8.4.4.1. Entrenamiento musical y habilidades verbales**

Diversos estudios han demostrado que el entrenamiento musical promueve variedad de modificaciones neuronales que influyen en amplios dominios cognitivos, donde destaca el lenguaje (Moreno, 2009). El entrenamiento musical requiere de diversas estructuras de procesamiento que participan en habilidades cognitivas de orden superior, favoreciendo así mejoras en el aprendizaje y en el procesamiento del lenguaje (Herholz y Zatorre, 2012; Sanju y Kumar, 2016). Así pues, el entrenamiento musical se ha asociado con un mejor desarrollo de las habilidades de lenguaje (Hallam, 2017), dado que ambos dominios constituyen dos rasgos humanos únicos basados en representaciones visoauditivas y organizados jerárquicamente a partir de elementos básicos (letras/palabras y notas/frases musicales) para generar estructuras superiores como las frases o las melodías (Johansson, 2008). Según Asano y Boeckx (2015), la música y el lenguaje implican la construcción de estructuras jerárquicas, a través del procesamiento temporal y la integración secuencial de diversos componentes. De hecho, los dos dominios comparten la intervención del sistema auditivo, la capacidad de descomponer la información auditiva percibida, la habilidad de estructurar combinaciones en secuencias complejas y la capacidad expresiva e interpretativa (Dehaene-Lambertz et al., 2010; Igoa, 2010). En este sentido, parece que las áreas temporales constituyen las estructuras cerebrales fundamentales para la música y para el lenguaje (Gaser y Schlaug, 2003), presentando una superposición compleja de los sistemas neuronales encargados de procesar la música y el lenguaje (Hallam, 2017). Mediante técnicas de neuroimagen, Yu et al. (2017) identificaron que las bases neuronales compartidas entre la música y el lenguaje estarían en un mecanismo de integración audiomotriz implicado en el análisis melódico y en el procesamiento semántico. Roden et al. (2012), por su parte, sugieren que el entrenamiento musical mejora las estrategias de memoria verbal, lo que genera un efecto de transferencia hacia el desarrollo del lenguaje. Según Patel y Daniele (2003), el sonido de la música presenta una estructura cuasisilábica al implicar una temporalidad basada en estructuras métricas, lo que repercute en el desarrollo del lenguaje. De forma similar, algunos autores plantean que las transferencias lejanas hacia las habilidades verbales son consecuencia de los cambios que el entrenamiento musical induce en las conexiones neuronales del procesamiento auditivo y del habla (Besson et al., 2011; Kraus y White-Schwoch, 2017). Además, para estos últimos



autores, los beneficios tempranos inducidos por la música se darían porque las habilidades musicales y verbales se relacionan biológicamente a través del procesamiento del sonido, sistema neuronal auditivo que presenta un gran potencial de neuroplasticidad durante la infancia.

Por tanto, el entrenamiento musical se postula como un modelo para el estudio de la neuroplasticidad en funciones verbales, ya que destacan las modificaciones en regiones audiomotrices que promueven mejoras en el desarrollo del lenguaje (François et al., 2014). Estos autores, al comparar las curvas de aprendizaje electrofisiológico, comprobaron que los jóvenes músicos mostraban una mayor sensibilidad neuronal y capacidad para segmentar el sonido y las palabras. En este sentido, se ha observado que los beneficios en las habilidades de lenguaje permanecen en la edad adulta, aunque no se mantenga el entrenamiento musical en activo (Strong y Midden, 2020). Un estudio de Dittinger et al. (2018), por su parte, identificó que el entrenamiento musical incide sobre la arquitectura funcional de las regiones involucradas en la memoria verbal y en el procesamiento semántico, lo que, en consecuencia, repercute sobre el aprendizaje de nuevas palabras. En relación con esto, parece que los niños con entrenamiento musical presentan un mejor rendimiento en la memoria verbal y en el lenguaje (Roden et al., 2012) y, según otros autores, la influencia del entrenamiento musical en el rendimiento verbal estaría mediada por la mejora en la capacidad memorística y atencional promovida por la música (Moreno et al., 2011).

Este impacto biológico de la música sobre el funcionamiento auditivo parece producirse desde la primera infancia, ya que se ha demostrado que una intervención musical de 12 sesiones realizada con niños de nueve meses mejora el procesamiento neuronal de la estructura temporal de la música y del habla en regiones auditivas y prefrontales (Zhao y Kuhl, 2016). Los autores observaron que los bebés que participaron en actividades musicales, en comparación con los que realizaron una intervención basada en el juego, presentaban una mejoría en la capacidad de extraer información de la estructura temporal de la música y del habla. Otro estudio similar identificó mejoras en la comunicación prelingüística en bebés de seis meses tras la participación en un programa de experiencia musical activa, en comparación con uno de experiencia musical pasiva (Gerry et al., 2012). De forma similar, Dondena et al. (2021) demostraron cambios en las redes del procesamiento auditivo y mejoras en las

habilidades lingüísticas tempranas en bebés de seis meses tras seis semanas de intervención. Continuando con este impacto temprano, también se ha observado que la exposición musical promueve que los bebés prematuros logren una conectividad funcional de la corteza auditiva similar a los recién nacidos, lo que mejoraría el neurodesarrollo del lenguaje (Lordier et al., 2019b). En esta misma línea, Virtala y Partanen (2018) señalan que las experiencias musicales activas y el canto en familia promueven el desarrollo del procesamiento neuronal auditivo y el temprano desarrollo del lenguaje en bebés y niños con riesgo en el neurodesarrollo por condiciones heredables, por nacimiento prematuro o por factores ambientales. Así pues, estos autores destacaron la importancia de las actividades musicales tempranas como factor protector y posibilitador de un neurodesarrollo positivo de los niños.

En este sentido, parece que el entrenamiento musical supone un beneficioso enriquecimiento para el desarrollo de habilidades lingüísticas durante la primera infancia (Wan et al., 2010), pudiendo desarrollar una mayor resiliencia y capacidad de discriminar el habla en entornos ruidosos tras un año de entrenamiento musical con niños de la etapa de Infantil (Strait et al., 2013). Junto con ello, se ha visto que el entrenamiento musical puede mejorar la conciencia fonológica y la velocidad de nombramiento de objetos en niños de Infantil, ambas necesarias para el desarrollo de la posterior lectoescritura (Herrera et al., 2011). Acorde con estas afirmaciones, se ha observado relación entre las habilidades rítmicas musicales y la conciencia fonológica, con mejores resultados por parte de los niños de Infantil que recibieron una intervención musical no instrumental más prolongada (Moritz et al., 2013). En esta línea, se han identificado cambios neurofuncionales tras un entrenamiento musical no instrumental de 28 días con niños de 4-6 años, concluyendo que los programas musicales pueden aumentar la diversidad de las redes neuronales que sustentan la adquisición de habilidades específicas de la música, así como los efectos de transferencia hacia el lenguaje (Carpentier et al., 2016). Así mismo, Degé y Schwarzer (2011) también demostraron que la intervención de programas musicales no instrumentales mejora la conciencia fonológica de niños de la etapa de Infantil, mientras que Kempert et al. (2016) no hallaron mejora alguna en esta habilidad a través de un programa de enriquecimiento musical no instrumental. En cambio, Vidal et al. (2020) observaron mejoras en la conciencia fonológica en niños de Infantil tras un entrenamiento musical no instrumental de un curso escolar de duración y acorde

con ello, Linnavalli et al. (2018) encontraron mejoras en las habilidades de vocabulario y en el procesamiento fonémico tras dos años de intervención musical no instrumental en niños de 5-6 años. En la misma línea, un estudio de Caracci et al. (2022) también identificó mejoras en las habilidades lingüísticas en niños de 4-6 años tras un programa musical no instrumental de dos años de duración. Atendiendo a un entrenamiento musical más específico como el de las escuelas de música, se ha identificado que los niños de cinco años con entrenamiento musical (formación extraescolar realizada en la escuela de música) presentaban mejores resultados en el procesamiento auditivo y en las habilidades metalingüísticas (conciencia fonológica, síntesis y supresión fonémica y reconocimiento de rimas), en comparación con los niños sin entrenamiento musical extraescolar (Escalda et al., 2011). Igualmente, un entrenamiento musical de un curso escolar (realizado en un conservatorio) mejoró las habilidades lingüísticas (vocabulario receptivo y habilidades prelectoras) de niños de 3-6 años (Hutchins, 2018). Este estudio también halló mejoras en la habilidad de cantar, la que correlacionó con las habilidades de lenguaje de los niños. Igualmente, Herrera et al. (2014) demostraron que los niños de 3-4 años que participaron en un entrenamiento musical (similar al realizado en las escuelas de música) durante dos años mejoraron en el desarrollo del lenguaje y Gromko (2005) también observó que un entrenamiento musical (metodología propia de las escuelas de música) de cuatro meses de duración con niños de Infantil mejoraba de forma significativa la fluencia en la segmentación fonémica, que resulta esencial para el desarrollo lingüístico (Moyeda y Escobedo, 2014). En cambio, un estudio de Forgeard et al. (2008) concluyó que los niños de Infantil con al menos tres años de entrenamiento musical instrumental muestran mejores resultados en tareas de vocabulario, aunque no así en la conciencia fonológica.

En el caso de niños de la etapa de Primaria, se han identificado mejoras en la segmentación del habla en los niños de ocho años que participaron en un entrenamiento musical no instrumental de dos años de duración (François et al., 2013). Los autores destacaron la relevancia de la participación en actividades musicales para mejorar la percepción del habla y el desarrollo del lenguaje de los niños. Algunos autores señalan que el enriquecimiento musical puede influir sobre el desarrollo lector, debido a que incide sobre habilidades subyacentes como el procesamiento de secuencias temporales, la percepción rítmica, la conciencia

fonológica y en la memoria de trabajo auditiva (Moreno y Besson, 2006). El procesamiento auditivo desempeña un importante papel en la adquisición de la lectura, que requiere de la asociación entre el sonido del lenguaje hablado y su forma escrita (Goswami et al., 2011). En este sentido, el entrenamiento musical parece tener el poder de promover mejoras tanto en el procesamiento auditivo como en el del lenguaje (Patel y Iversen, 2007). Un estudio de Rautenberg (2013) identificó que los niños de Primaria que participaron en un entrenamiento musical no instrumental de nueve meses mejoraron en la precisión lectora, lo que mostró relación con las habilidades rítmicas, pero no así con las habilidades tonales. De hecho, algunos autores destacan que la capacidad de discriminación rítmica es mejor predictora de las habilidades de lenguaje que la discriminación melódica (Swaminathan y Schellenberg, 2020).

Acorde con ello, Jentschke y Koelsch (2009) destacaron que los mecanismos neuropsicológicos implicados en el procesamiento sintáctico del lenguaje muestran un mejor desarrollo en niños de 10-11 con entrenamiento musical instrumental, a lo que Carvajal (2015) añadió que los niños de 10 años que cuentan con un entrenamiento musical instrumental prolongado presentan un mayor rendimiento en el área de lengua. Un estudio de Loui et al. (2019) observó que los niños de 7-9 años que tocaban un instrumento musical durante más de media hora semanalmente obtenían mayores puntuaciones en habilidades verbales y también en la inteligencia general, sugiriendo que dichos beneficios estarían mediados por la maduración de las vías de sustancia blanca del sistema audiomotriz. A partir de ello, los autores remarcaron que la participación en prácticas artísticas como la música durante el periodo de mayor desarrollo cognitivo, como lo es la transición entre la primera (0-6 años) y la segunda infancia (7-12 años), favorece beneficios duraderos. En una línea similar, Price-Mohr y Price (2021), tras implementar un programa musical instrumental con niños de siete años (tres meses de duración), observaron mejoras en las habilidades verbales y, además, dichas mejoras se mantuvieron establecidas tres meses después. Así mismo, se han visto mejoras en las habilidades de comunicación y la percepción del habla en un entorno ruidoso en niños de la etapa de Primaria tras dos años de entrenamiento musical instrumental (Slater et al., 2015).

Las habilidades de procesamiento auditivo parecen mediar en la relación entre la habilidad lectora y el entrenamiento musical, lo que hace que los niños de 5-9 años

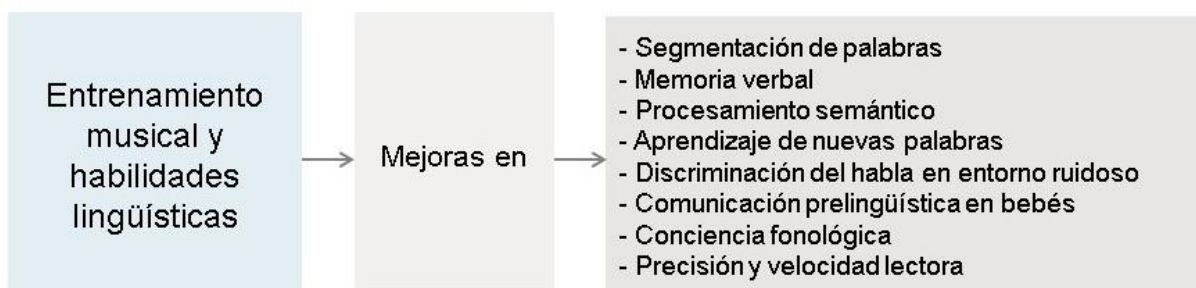
con entrenamiento musical instrumental obtengan mejores resultados en lectura (Tsang y Conrad, 2011). Esta relación podría tener su base en que el entrenamiento musical incidiría sobre el desarrollo de la conciencia fonológica, que resulta clave para el desarrollo de las habilidades lectoras (Fonseca-Mora et al., 2015) y según Ozernov-Palchik et al. (2018), la conciencia fonológica media en la relación entre la percepción rítmica y la correspondencia sonido-letra. De hecho, las tareas rítmicas parecen actuar como predictoras del desarrollo lector, debido a que la percepción rítmica y el procesamiento auditivo generan una correspondencia tonal y rítmica que favorece el desarrollo de la capacidad para discriminar los sonidos de las letras y ubicarlas en el espacio escrito (Goswami et al., 2013). En este sentido, un estudio de Osborne et al. (2016) halló mejoras en habilidades verbales y lectoras en niños de la etapa de Primaria tras 12 meses de entrenamiento musical instrumental y de forma similar, Barbaroux et al. (2019) identificaron que un entrenamiento musical instrumental de 18 meses mejoraba la precisión lectora de niños de entre 7-12 años. Acorde con estas afirmaciones, Hille et al. (2011) hallaron relación entre el entrenamiento musical instrumental y un mejor rendimiento ortográfico y lector en niños de 8-9 años. En cambio, un estudio de Banai y Ahissar (2013), a pesar de observar mejoras en el procesamiento y rendimiento auditivo en niños de ocho años con entrenamiento musical instrumental (superior a un año de duración), señalaron que un entrenamiento musical de corta duración no mejora el rendimiento lector. En relación con esto último, un metaanálisis de Gordon et al. (2015) concluyó que el entrenamiento musical beneficia la conciencia fonológica y la habilidad en rimas de los niños, pero no así la fluencia lectora. Junto con ello, los autores determinaron que la efectividad de una intervención musical depende de las horas de entrenamiento, estableciendo un mínimo de 40 horas para que se promuevan mejoras. En este sentido, Corrigan y Trainor (2011) observaron que cuanto más prolongado sea el entrenamiento musical instrumental de un niño de 6-9 años mayor es su rendimiento en la comprensión lectora. Junto con ello, señalaron que dichos beneficios podrían ser más evidentes en idiomas más transparentes con una mayor correspondencia entre los fonemas y grafemas. De este modo, los autores concluyeron que el entrenamiento musical, al compartir componentes rítmicos y fonológicos con el lenguaje, promueve mejoras en el proceso de lectoescritura.

Así pues, parece que el entrenamiento musical favorece el desarrollo de la percepción y procesamiento auditivo, lo que, a su vez, facilita la identificación y codificación del habla, para mejorar, en consecuencia, el desarrollo de las habilidades lingüísticas (Hallam, 2017). Además, esta autora añade que el impacto del entrenamiento musical es mayor cuanto antes se inicie y cuanto más se prolongue en el tiempo. En relación con todo ello, Patel (2011) destaca distintos factores relacionados con la transferencia del entrenamiento musical instrumental hacia las habilidades lingüísticas: existe una superposición anatómica en las regiones cerebrales implicadas en ambos dominios; el entrenamiento musical requiere de mayor precisión para procesar aspectos que comparte con el lenguaje; el entrenamiento musical requiere de una práctica repetida y prolongada; y el entrenamiento musical implica más aspectos emocionales y una mayor atención focalizada.

Todo ello parece indicar que el entrenamiento musical podría ser un prometedor recurso para el ámbito educativo y del lenguaje, pudiendo ofrecer a todos los niños la posibilidad de acceder a los beneficios atribuidos al entrenamiento musical (Linnavalli et al., 2021). Sin embargo, la literatura sigue mostrando resultados mixtos, por lo que es necesario continuar investigando. La Figura 17 muestra las distintas evidencias respecto al entrenamiento musical y las habilidades lingüísticas.

**Figura 17**

*Entrenamiento musical y habilidades lingüísticas*



#### **8.4.4.2. Entrenamiento musical y habilidades matemáticas**

La relación entre la música y las matemáticas tiene una larga tradición en el conocimiento humano, ya que, en la época de la Grecia Clásica, Pitágoras ya postuló las relaciones entre ambos dominios (Fubini, 2007; Morandi et al., 2010). Partiendo

de la búsqueda de las relaciones matemáticas del mundo físico, Pitágoras descubrió estructuras y proporciones matemáticas exactas en la música, concretamente en la organización de los intervalos musicales fundamentales, llegando a considerar la música como una matemática sonora (Fubini, 2007; Southgate y Roscigno, 2009). De hecho, tanto el dominio musical como el matemático, ambos involucran notaciones simbólicas y el pensamiento abstracto (Azaryahu et al., 2020) y comparten procesos de pensamiento análogos (fracciones, proporciones o subdivisión del pulso), por lo que el entrenamiento musical podría contribuir al razonamiento espacial y al cálculo matemático (Bugos y Demarie, 2017).

La música se relaciona con distintas habilidades matemáticas como la geometría, aritmética o la trigonometría (Dos Santos-Luiz, 2007), ya que la notación musical (notas, ritmo, tempo, escalas, intervalos, armonías y la afinación) implica aspectos temporales, de frecuencia y de agrupamiento asociadas a relaciones numéricas, proporciones matemáticas y funciones logarítmicas y aritméticas (Fauvel et al., 2006). Ambos dominios utilizan los números y se construyen bajo patrones de repetición y proporciones (Vaughn, 2000), lo que favorece una mejor comprensión y rendimiento matemático (Hodges y O'Connell, 2005). La relación entre ambos dominios podría explicarse a través de las funciones ejecutivas, debido a que la interpretación musical y la resolución de problemas aritméticos involucran la planificación, la memoria de trabajo y la inhibición (Zuk et al., 2014). En la misma línea, Dos Santos-Luiz (2007) señala que la música promueve mejoras en procesos cognitivos clave para las habilidades matemáticas como el razonamiento abstracto, el razonamiento lógico y el razonamiento espacial (Moyeda y Escobedo, 2014).

De este modo, y mediante técnicas de neuroimagen, Chalas et al. (2022) han demostrado que los músicos presentan modulaciones en la actividad de las regiones implicadas en el procesamiento de cantidades simbólicas. Según un estudio de Rauscher y Zupan (2000), cuatro meses de entrenamiento musical instrumental con niños de 5-6 años promueve mejoras significativas en el razonamiento espaciotemporal, habilidad necesaria para la comprensión de coeficientes y fracciones y la realización de múltiples operaciones matemáticas. Estos autores observaron que el beneficio era mayor a medida que aumentaba la duración del entrenamiento musical. Acorde con ello, y a través de un entrenamiento musical predominantemente rítmico de dos años de duración, se han identificado mejoras en

la habilidad espaciotemporal en niños de 4-7 años, mostrando un desarrollo más significativo y mejoras en matemáticas solo en el caso de los niños más jóvenes (Holmes y Hallam, 2017). De forma similar, otro estudio mostró mejoras en las habilidades matemáticas tras un entrenamiento musical de siete meses de duración con niños de 5-7 años (Gardiner et al., 1996). Un estudio de Schlaug et al. (2005) demostró mejoras en el dominio matemático en niños de 5-7 años de edad tras un año de entrenamiento musical instrumental y de forma similar, se ha observado que un entrenamiento musical basado en la composición mejora el rendimiento aritmético en niños de Primaria (Bugos y Jacobs, 2012). A partir de ello, estos autores sugirieron que las experiencias musicales creativas realizadas en el ámbito escolar podrían mejorar el rendimiento en áreas que implican la manipulación simbólica y el análisis como la aritmética.

En niños de la etapa de Primaria, se han observado mejoras en el rendimiento matemático, tras un entrenamiento musical instrumental implementado durante tres cursos escolares con niños de 6-12 años (Holochoy et al., 2017). Igualmente, se han identificado mejoras en habilidades matemáticas como el razonamiento aritmético, la resolución de problemas matemáticos complejos o el cálculo mental complejo en estudiantes de Primaria mediante un entrenamiento musical instrumental de 12 meses de duración (Osborne et al., 2016). Un estudio de Geoghegan y Mitchelmore (1996), por su parte, observó que los niños con entrenamiento musical obtienen un mayor rendimiento en tareas matemáticas, siendo aún mayor en el caso de los niños con mayor enriquecimiento musical desde el ámbito familiar. Igualmente, los niños de 10 años con entrenamiento musical instrumental prolongado han mostrado un mayor rendimiento matemático (Carvajal et al., 2015) y acorde con ello, Carmona et al. (2011) encontraron que los estudiantes de 11-12 años con entrenamiento musical destacaban en el rendimiento de habilidades matemáticas.

Desde una perspectiva menos formal del entrenamiento musical, se ha identificado que un entrenamiento musical integrado y asociado a los contenidos matemáticos escolares de seis semanas de duración mejoraba el conocimiento y cálculo de fracciones de niños de 8-10 años (Courey et al., 2012). De forma similar, un estudio de Azaryahu et al. (2020) ha observado mejoras en el conocimiento y rendimiento en tareas de fracciones en niños de nueve años tras una intervención musical rítmica y melódica de 12 sesiones utilizando la notación musical y realizando

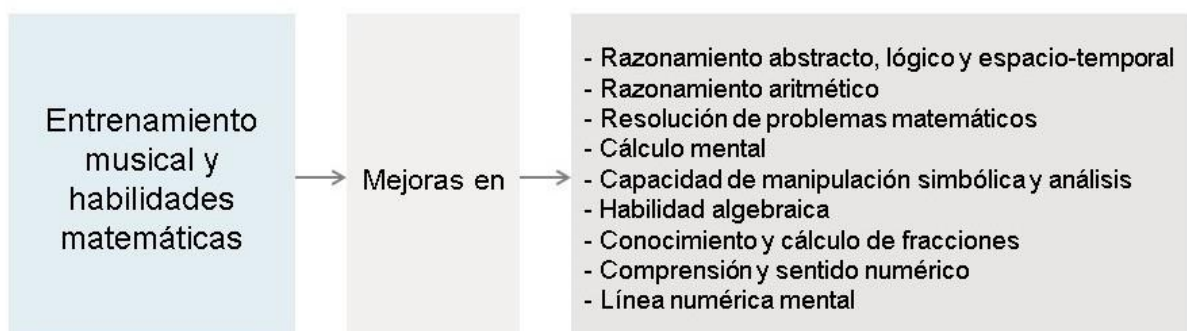


similitudes con las fracciones matemáticas. En esta misma línea, Ribeiro y Santos (2017) concluyeron que el entrenamiento musical no instrumental de 14 sesiones mejora la cognición numérica (sentido numérico, producción numérica, comprensión del número, línea mental numérica y cálculo) en niños de ocho años, principalmente, en aquellos con un bajo rendimiento en matemáticas. Igualmente, una intervención interdisciplinar con actividades musicales integradas en las clases habituales de matemáticas de cinco semanas de duración ha mostrado mejoras en diversas habilidades numéricas en niños de 7-8 años (An et al., 2013). Acorde con este estudio, Da Silva et al. (2017) observaron que un entrenamiento musical no instrumental (basado en actividades de ritmo, melodía y tono) y asociado a propiedades numéricas mejoraba las habilidades matemáticas en niños de cinco años. Así pues, parece que un entrenamiento musical integrado y asociado a los contenidos de las clases habituales puede mejorar las habilidades matemáticas de estudiantes de Primaria y Secundaria (Johnson y Memmot, 2006).

Aunque la mayoría de los estudios parecen indicar una mejoría en las habilidades matemáticas a través del entrenamiento musical, es un ámbito menos abordado en comparación con las habilidades verbales y los estudios realizados en la infancia presentan resultados mixtos, mostrando una gran variabilidad respecto al tipo de estudio y a las habilidades matemáticas evaluadas, por lo que es necesario continuar investigando en este ámbito para llegar a conclusiones más consistentes. La Figura 18 recoge las principales evidencias respecto al entrenamiento musical y las habilidades matemáticas.

### Figura 18

#### *Entrenamiento musical y habilidades matemáticas*



#### **8.4.4.3. Entrenamiento musical y rendimiento escolar**

El entrenamiento musical se presenta como un importante recurso para el desarrollo de los estudiantes en la etapa escolar, ya que en este periodo parece generar un efecto cascada: el aumento de la neuroplasticidad promueve cambios cerebrales que, a su vez, serían concomitantes con modulaciones en habilidades cognitivas como la atención, la memoria verbal, la motivación intrínseca o las funciones ejecutivas y todo ello repercute en el rendimiento escolar (Álvaro-Mora y Serrano-Rosa, 2019). Estos autores concluyeron que los estudiantes con entrenamiento musical presentan un mayor rendimiento escolar y destacaron los beneficios que el entrenamiento musical puede promover en la vida cotidiana y también en el ámbito profesional. El entrenamiento musical, al movilizar diversas estructuras de procesamiento que participan en habilidades cognitivas superiores, favorecería el procesamiento del lenguaje y el aprendizaje escolar (Herholz y Zatorre, 2012; Kraus y Chandrasekaran, 2010; Sanju y Kumar, 2016). Según Miles et al. (2016), uno de los procesos neuropsicológicos esenciales en la percepción e interpretación musical es la memoria declarativa, la que resulta determinante en todo aprendizaje. Así pues, el entrenamiento musical se presenta como una relevante actividad para el ámbito educativo, ofreciendo experiencias y retos multisensoriales que promueven la mejora de distintos procesos cognitivos y de las habilidades de aprendizaje (Dumont et al., 2017). En su metaanálisis, Román-Caballero et al. (2022) concluyen que el entrenamiento musical instrumental mejora el desarrollo cognitivo y las habilidades académicas de los niños y adolescentes. Además, añadieron que estos beneficios, aunque en menor medida, también se han observado a través de intervenciones de corta duración (duración media aproximada de 17 meses). De hecho, la participación musical tanto escolar como extraescolar se ha asociado con un mayor rendimiento escolar generalizado y de forma destacada en matemáticas y lectura tanto en niños como en adolescentes (Southgate y Roscigno, 2009).

En este sentido, se ha identificado que un entrenamiento musical de un año de duración puede mejorar el rendimiento escolar de niños de seis años (Schellenberg, 2004). Un estudio de Jaschke et al. (2018b) evidenció mejoras en diversas habilidades cognitivas como el razonamiento basado en el lenguaje, la inhibición y la planificación con una intervención musical de dos años y medio de duración (formación musical integrada en el currículo escolar), destacando que dichas mejoras conducen a una

mejora en el rendimiento escolar de los estudiantes de la etapa Primaria. Continuando con niños de esta etapa escolar, Holochwost et al. (2017) observaron que, tras un entrenamiento musical instrumental y extraescolar de entre dos y tres años de duración, los niños aumentaban su rendimiento escolar en lenguaje, lectura y matemáticas. Acorde con ello, se ha visto que los niños de 8-12 años que participaron en un programa de entrenamiento musical instrumental de seis meses de duración mejoraron su rendimiento escolar destacando en las habilidades aritméticas y de lectoescritura (Said y Abramides, 2020). En la misma línea, Wetter et al. (2009) hallaron que el entrenamiento musical instrumental prolongado se asocia con un mejor rendimiento escolar en niños de 9-12 años y destacaron que la duración del entrenamiento musical incide en dicha relación, ya que la correlación fue más significativa en aquellos niños de mayor edad y que contaban con más años de entrenamiento musical. Así mismo, estos autores observaron que, además del entrenamiento musical instrumental, otros factores como el nivel socioeconómico y la educación de los padres también correlacionan con el rendimiento escolar, por lo que concluyeron que en el rendimiento escolar inciden múltiples factores. En cambio, Young et al. (2014) señalaron que, independientemente del nivel socioeconómico, los niños que han tenido contacto con la música instrumental de forma extraescolar presentan un mayor rendimiento escolar. Del mismo modo, Schellenberg (2006) identificó que el entrenamiento musical correlacionaba con el cociente intelectual y el rendimiento escolar en niños de 6-11 años, aun controlando variables como el nivel educativo de los padres, los ingresos familiares o la participación en actividades extraescolares no musicales.

En la misma línea, un estudio mostró que el entrenamiento musical extraescolar durante la infancia incide sobre el rendimiento escolar en la adolescencia, siendo la práctica intensa, prolongada y frecuente la que ejerce una influencia más significativa (Yang, 2015). Estos autores destacaron la relevancia de iniciar el entrenamiento musical a una temprana edad. Un estudio de Fitzpatrick (2006) identificó que los estudiantes de Secundaria con entrenamiento musical mostraban un mayor rendimiento en todas las asignaturas y Martínez-Lozano y Lozano-Rodríguez (2007) evidenciaron mejoras en el rendimiento escolar de estudiantes de 16-18 años mediante la integración de actividades musicales en el aula habitual. Del mismo modo, Babo (2004) halló correlación entre la participación en un programa musical

instrumental escolar y el rendimiento escolar en adolescentes, destacando principalmente en las habilidades de lenguaje y lectura. Acorde con estos estudios, Dos Santos-Luiz et al. (2016), al comparar el rendimiento escolar de estudiantes de 11-14 años y tras controlar variables como la inteligencia, la motivación o el nivel socioeconómico, observaron que aquellos con entrenamiento musical mostraban un mayor rendimiento escolar. Otro estudio similar fue realizado por Hallam y Rogers (2016) donde se observó que los estudiantes de Secundaria con entrenamiento musical instrumental presentaban un mayor progreso y rendimiento escolar, siendo aún más significativo en aquellos con un entrenamiento musical más prolongado. En la misma línea, Gouzouasis et al. (2007) hallaron que el entrenamiento musical se asociaba con un mayor rendimiento escolar generalizado en estudiantes de 17-18 años, actuando incluso como predictor del rendimiento en el siguiente curso académico. Así mismo, parece que los adolescentes con entrenamiento musical, además de un mayor rendimiento escolar, son más abiertos, ambiciosos y conscientes, resaltando que el impacto es mayor aun en aquellos pertenecientes a un nivel socioeconómico más bajo (Hille y Schupp, 2015). De forma similar, Guhn et al. (2020) demostraron que los estudiantes adolescentes con entrenamiento musical mostraban un mayor rendimiento escolar en las asignaturas de matemáticas, ciencias y lengua, aun controlando el rendimiento escolar previo y el nivel socioeconómico y educativo del entorno. Además, observaron que las diferencias eran mayores cuanto mayor fuese la duración del entrenamiento musical y también ante un entrenamiento musical instrumental en comparación con el vocal. De hecho, estos autores concluyeron que los estudiantes con una mayor cantidad de entrenamiento musical instrumental se situaban, de media, un año académico por delante respecto al resto de estudiantes. Así pues, parece que los adolescentes con entrenamiento musical muestran un mayor rendimiento escolar (Cabanac et al., 2013).

Todo ello sugiere que el entrenamiento musical influye de manera positiva sobre el rendimiento escolar, pero, puesto que el rendimiento escolar es un fenómeno multifactorial y complejo, todavía hay mucha controversia respecto a los factores implicados en el impacto positivo del entrenamiento musical. Por tanto, es necesario continuar aportando evidencias en este campo de estudio y, sobre todo, en la etapa de Primaria, ya que hay un mayor número de estudios centrados en adolescentes. La

Figura 19 recoge las distintas evidencias respecto a la relación entre el entrenamiento musical y el rendimiento escolar.

### Figura 19

#### *Entrenamiento musical y rendimiento escolar*



#### **8.4.5. Entrenamiento musical y hábitos y técnicas de estudio**

Son pocas las investigaciones que han estudiado el entrenamiento musical en relación con el desarrollo de los hábitos y técnicas de estudio y los existentes se han centrado en la conducta, técnicas, hábitos y estrategias de aprendizaje orientados a mejorar la eficacia y rendimiento en la interpretación instrumental de los músicos (Bagci y Can, 2016; Concina, 2019; Kim et al., 2020; McPherson et al., 2019; Virkkula y Nissilä, 2017). Otra línea de investigación que cuenta también con bastantes evidencias es la que estudia la influencia de la escucha musical durante el estudio o aprendizaje (de la Mora Velasco y Hirumi, 2020). Sin embargo, poco se sabe respecto al impacto que la práctica regular de un entrenamiento musical instrumental puede tener sobre el desarrollo de hábitos y técnicas de estudio generales y aplicables al contexto escolar (Chabra et al., 2012).

Aprender a tocar un instrumento musical requiere de una práctica continuada y sistemática basada en un arduo aprendizaje individual (Bagci y Can, 2016) e implica un equilibrio entre el esfuerzo, la planificación y la autorregulación orientados a la consecución de un objetivo (McPherson et al., 2019). El estudiante de música tiene que lograr cierto nivel de conciencia que le permita establecer sus metas con determinación, así como organizarse para lograr que el proceso sea productivo (Bagci y Can, 2016). Benton (2014) denomina este proceso como la metacognición del músico y establece tres dimensiones: la autorreflexión (reflexionar sobre los procesos cognitivos y estrategias de aprendizaje activadas para ver si conducen al resultado

deseado); la autorregulación (guiar y planificar el aprendizaje dándose instrucciones y direcciones para seguir mejorando); y la autoevaluación (evaluar los procesos cognitivos llevados a cabo y el rendimiento individual). Partiendo de este contexto, cabría esperar una transferencia del aprendizaje musical hacia los procesos de estudio en el ámbito escolar (Chabra et al., 2012). En este sentido, Oladejo y Oladejo (2017) observaron una relación significativa y positiva entre la participación extracurricular en el entrenamiento musical y los hábitos de estudio en estudiantes universitarios. Los autores justificaron estos resultados señalando que los músicos presentan una gestión del tiempo más eficaz y una mayor capacidad para priorizar sus diversas actividades. De forma similar, Portowitz et al. (2014) demostraron que los niños de 9-10 años que participaron en un programa musical informatizado mostraron mejoras significativas en las estrategias de aprendizaje general. Así pues, los autores señalaron que el programa musical favorecía el desarrollo de la memoria de trabajo, la autorregulación y la flexibilidad cognitiva, componentes que resultan esenciales para las habilidades de aprendizaje y estudio. Sin embargo, Chabra et al. (2012), al comparar los hábitos y habilidades de estudio entre adolescentes con entrenamiento musical y sin entrenamiento musical, no observaron diferencias significativas entre ambos grupos. Los autores señalaron que el entrenamiento musical no parece ser una variable que incida sobre el desarrollo de los hábitos de estudio en adolescentes, sugiriendo que factores como la motivación, el ambiente en el hogar, el acompañamiento parental y la disciplina podrían resultar más determinantes.

Todo ello pone de relieve la falta de estudios sobre la relación entre el entrenamiento musical y los hábitos y técnicas de estudio en niños de la etapa de Primaria, por lo que es necesario abordar esta línea de investigación a fin de aportar nuevas evidencias. Distintos estudios relacionan los hábitos y técnicas de estudio con el rendimiento escolar (Andrade-Valles et al., 2018), así como el entrenamiento musical con el rendimiento escolar (Guhn et al., 2020), por lo que partiendo de las características específicas y rigurosas que el estudio musical requiere, parece que este último podría relacionarse con una mejora en los hábitos y técnicas de estudio. Para ello, resulta esencial continuar investigando en este ámbito a fin de comprobar, conocer y comprender las posibles relaciones y transferencias implicadas.

## **8.5. Controversias respecto a las transferencias lejanas**

A pesar de todos los hallazgos mencionados previamente, la literatura sigue arrojando resultados mixtos. Distintos autores coinciden en que la falta de uniformidad metodológica complica el establecimiento de una afirmación consistente, debido a aspectos como el diseño del estudio, el tipo y duración del entrenamiento musical, la edad de la muestra, el muestreo, la presencia de grupos de control, así como características personales y ambientales de los sujetos (Álvaro-Mora y Serrano-Rosa, 2019; Jaschke et al., 2013, 2018a; Sala y Gobet, 2017).

En este contexto de resultados inconcluyentes, Nan et al. (2018) no observaron mejoras en habilidades cognitivas generales como la atención, la memoria de trabajo o el cociente intelectual, tras seis meses de entrenamiento musical instrumental con niños de 4-5 años. No obstante, sí que encontraron mejoras en el procesamiento y discriminación auditiva, transferencia cercana que los autores consideran que puede incidir en la percepción del habla y en la mejora de las habilidades de lenguaje de los niños. En su revisión sistemática, Azevedo et al. (2020) encontraron inconsistencia en la relación entre el entrenamiento musical y el rendimiento escolar general y en matemáticas en niños y adolescentes. Forgeard et al. (2008), por su parte, hallaron que los niños con al menos tres años de entrenamiento musical mostraban un mejor rendimiento en el razonamiento no verbal, pero no así en las habilidades espaciales ni matemáticas. Un estudio de Wilbiks y Hutchins (2020) concretó que los beneficios del entrenamiento musical sobre la memoria son exclusivos del entrenamiento musical instrumental y principalmente del entrenamiento centrado en la música clásica. Además, los autores concluyeron que a pesar de que la música y el lenguaje presentan un procesamiento solapado, ello no implica que haya un impacto beneficioso sobre el rendimiento del lenguaje. Rose et al. (2019), por su parte, observaron que un entrenamiento musical instrumental extracurricular realizado con niños de 7-9 años (un curso escolar) mejoraba el nivel de inteligencia general, pero no el nivel de memoria, de integración visomotriz o de la conducta socioemocional. En este sentido, Schellenberg (2011b) evidenció relación entre el entrenamiento musical y las capacidades intelectuales en universitarios, pero no así con la inteligencia emocional. De forma similar, Alemán et al. (2017), tras un año de entrenamiento musical instrumental con niños de 6-14 años, no observaron mejoras en habilidades prosociales. Los autores estimaron que los resultados negativos

podrían tener su base en la corta duración del programa musical, considerando necesario más de un año de duración para observar beneficios. En este sentido, Linnavalli et al. (2021) añaden que las evidencias contradictorias sobre las transferencias lejanas hacia habilidades prosociales pueden deberse, en parte, a las escasas evidencias existentes.

Relacionado con todo ello, Elpus (2013) defiende que las diferencias observadas en los estudios que comparan los músicos con los no músicos se deben al sesgo de selección de los sujetos. Este autor, señala que existen diferencias demográficas previas que predisponen a los estudiantes de música a tener puntuaciones más altas en test estandarizados y para evitarlo, propone la necesidad de realizar estudios experimentales aleatorios. Cooper (2020), por su parte, concluyó que el entrenamiento musical tiene un efecto entre pequeño y mediano sobre el desarrollo cognitivo de los niños en etapa escolar, independientemente del lugar geográfico y del tipo de intervención musical, pero también añadió que cuando los estudios pasan de un entorno natural como el aula a uno más controlado como el laboratorio, la significatividad desaparece. El autor justifica esta situación indicando que los estudios con mayor rigor metodológico suelen contar con muestras más pequeñas debido a la complejidad de aleatorización y control que estos estudios suponen, lo que explicaría los resultados nulos obtenidos en algunos estudios experimentales. De forma similar, y defendiendo la implicación de otros factores ajenos a la edad de inicio y a la intensidad del entrenamiento musical, Sala y Gobet (2017) en su metaanálisis concluyeron que el entrenamiento musical no promueve mejoras en la capacidad cognitiva de niños y adolescentes. Según señalaron, la edad de los sujetos de la muestra no es una variable estadísticamente significativa y los factores metodológicos inciden sobre el efecto de tamaño de los estudios analizados, destacando que los efectos positivos observados en algunos estudios pueden ser atribuidos a la falta de aleatorización y al posible efecto placebo. Por tanto, los autores concluyeron que los efectos de transferencia lejana a otras habilidades cognitivas son pequeñas o nulas. Más adelante, estos autores volvieron a afirmar que los estudios experimentales llevados a cabo con niños y adolescentes reflejan resultados inconsistentes respecto a las transferencias lejanas hacia habilidades cognitivas y académicas (Sala y Gobet, 2020).



En cambio, Román-Caballero et al. (2022) afirmaron que dicho metaanálisis de Sala y Gobet (2020) incluía pocos estudios con entrenamiento musical instrumental, por lo que las conclusiones planteadas corresponderían más al entrenamiento musical no instrumental. Estos autores destacan que el entrenamiento musical no instrumental, en comparación con el instrumental, implica una menor exigencia cognitiva e involucra habilidades con un efecto menor sobre la mejora cognitiva y académica de los estudiantes. Acorde con estos autores, Bigand y Tillmann (2022), tras detectar algunas incongruencias, revisaron y repitieron los análisis del metaanálisis de Sala y Gobet (2020) y concluyeron que el entrenamiento musical sí puede generar efectos de transferencia hacia otras habilidades cognitivas más generales. Junto con ello, Bigand y Tillmann (2022) resaltaron que, para estudiar el potencial del efecto de transferencia lejana, es importante analizar estudios con un control riguroso de la aleatorización, con mediciones antes y después de una intervención, con comparaciones equilibradas con grupos de control activo y midiendo el cociente intelectual antes de iniciar las intervenciones. Los autores añaden que, al parecer, esto se ha realizado de forma desequilibrada en los distintos metaanálisis de Sala y Gobet (2017, 2019, 2020), por lo que estiman necesaria una revisión de los mismos. Junto con ello, Bigand y Tillmann (2022) ratifican que la heterogeneidad metodológica existente en la literatura complica el establecimiento de conclusiones consistentes en este campo científico. Por ello, algunos autores como Schlaug (2015) enfatizan la importancia de aportar evidencias con base neurobiológica y neurocientífica sobre los sustratos cerebrales que pueden verse afectados por el entrenamiento musical y, para ello, estiman indispensable implementar intervenciones experimentales y aleatorizadas evaluándolas de forma cuantitativa y objetiva. Respecto a aspectos muestrales, Román-Caballero et al. (2022) añaden que hay pocos estudios con la presencia de un grupo de control activo y, además, la mayoría de los estudios cuentan con grupos muestrales pequeños (aproximadamente 25 sujetos en cada grupo de estudio) y con intervenciones de corta duración (entre uno y un año y medio), lo que genera dificultades a la hora de establecer el poder estadístico del tamaño del efecto observado. Junto con ello, Bigand y Tillmann (2022) defienden que cuanto mayor sea la estimulación cognitiva de estos entrenamientos, mayores serán las posibilidades de transferencia.

Sin embargo, no todas las preguntas de investigación ni todos los contextos permiten realizar aleatorizaciones, como es el caso de las intervenciones musicales en el contexto escolar, donde los procesos de aleatorización y control de variables pueden generar entornos artificiales con resultados difíciles de transferir posteriormente a la realidad de la práctica educativa (Dumont et al., 2017). Considerando que las transferencias lejanas requieren de un prolongado entrenamiento, Meyer et al. (2018) también asumen las dificultades intrínsecas de realizar estudios experimentales prolongados para estudiar los efectos de transferencia de un entrenamiento musical. En la misma línea, Linnavalli et al. (2021) señalan que las modulaciones neuroplásticas o efectos de transferencia lejana requieren de intervenciones bastante prolongadas, por lo que también defienden que es poco viable realizar estudios experimentales con un riguroso control de la aleatorización y de manera prolongada, ya que implican una alta tasa de abandono debido a la falta de motivación. Estos autores añaden que la aleatorización disminuye la motivación por el entrenamiento musical, lo que puede comprometer los resultados respecto a los efectos de transferencia atribuidos al entrenamiento musical y, por ello, proponen continuar investigando mediante estudios longitudinales y realizados en contextos naturales que aporten validez ecológica a los resultados. Así pues, distintos autores destacan la relevancia de aportar evidencias a través de estudios longitudinales no experimentales, procurando controlar las diferencias individuales que puedan estar interviniendo en dichas relaciones (Benz et al., 2016; Criscuolo et al., 2021).

Una revisión sistemática de Benítez et al. (2021) obtuvo resultados mixtos respecto a los beneficios del entrenamiento musical, indicando las diferencias metodológicas como la mayor limitación: diversidad en la duración, frecuencia, intensidad o tipo de entrenamiento musical; distinto número de grupos a comparar (experimental, control activo y control pasivo); y el uso de distintos instrumentos para evaluar las mismas variables. Todo ello, añaden, complica el establecimiento de conclusiones precisas respecto al impacto del entrenamiento musical en el neurodesarrollo infantil. Por ello, destacan la necesidad de continuar investigando con una mayor unicidad metodológica, así como de publicar también los resultados nulos. Distintos autores coinciden con esta última afirmación (Hogan et al., 2018; Linnavalli et al., 2021), subrayando la necesidad de terminar con el sesgo existente en la

comunidad científica causado por la habitual práctica de publicar y discutir las evidencias positivas y dejar apartados los hallazgos nulos o negativos (Linnavalli et al., 2021). Según Román-Caballero et al. (2022), otra causa de las controversias existentes puede ser la variabilidad en la definición del entrenamiento musical. De hecho, hay más evidencias que respaldan los beneficios del entrenamiento musical instrumental, obteniendo incluso resultados positivos al compararlo con intervenciones musicales no instrumentales llevadas a cabo con el grupo de control activo (Bugos, 2010; James et al., 2020). Partiendo de este contexto, Román-Caballero et al. (2022) defienden el uso del entrenamiento musical centrado en el aprendizaje de un instrumento musical para estudiar las posibles transferencias cognitivas y académicas en niños y adolescentes, debido a que sería el contexto más similar al de los músicos expertos analizados en la mayoría de los estudios transversales. Además, estos autores reconocen la complejidad de realizar intervenciones instrumentales mediante diseños experimentales rigurosos, ya que requieren de material y profesionales especializados.

Otra posible hipótesis ante las inconsistencias en la literatura es que las personas con ciertas características personales y ambientales previas puedan ser más propensas a interesarse por la música y del mismo modo, las personas con un mejor desarrollo de las funciones ejecutivas tiendan a continuar con el entrenamiento musical resistiendo a la tentación de abandono (Román-Caballero et al., 2022). Junto con ello, los autores observaron que cuando la selección del grupo de participación es voluntaria (sin aleatorización) los resultados son aún mejores. Por tanto, estos autores sugieren que los sujetos con mayores ventajas cognitivas, ambientales y temperamentales preexistentes podrían tener un mayor interés por la música, mayor habilidad para su aprendizaje y una mayor motivación para prolongar el entrenamiento durante años, lo que promueve mayores adaptaciones neurocognitivas que, en consecuencia, impactan en la mejora cognitiva general y en un mejor desarrollo de las habilidades académicas y en el rendimiento escolar. Esta combinación de las ventajas previas y de aquellas potenciadas por el entrenamiento musical, explicarían los beneficios observados en estudios correlacionales, por lo que los autores señalan que la relación entre el entrenamiento musical, el desarrollo cognitivo y el rendimiento escolar puede ser el resultado de la interacción entre la naturaleza y la crianza. De forma similar, Schellenberg (2020) sugiere que aquellos sujetos con niveles de

inteligencia superiores son más propensos a iniciar y continuar con el aprendizaje musical y añade que, en la literatura del ámbito psicológico y neurocientífico (principalmente en este último), es habitual la tendencia de inferir causalidad erróneamente a partir de estudios correlacionales, así como de ignorar hallazgos causales sobre la transferencia lejana, los factores personales diferenciales y sobre la genética del comportamiento. Así mismo, Swaminathan y Schellenberg (2019) consideran que los rasgos de la personalidad, aspectos sociodemográficos, la aptitud musical previa, la motivación y la capacidad cognitiva general resultan determinantes respecto a quién realiza un entrenamiento musical y quién lo prolonga en el tiempo, pero también reconocen la complejidad de poder controlar rigurosamente la incidencia de todos estos factores que desempeñan un rol clave en la vida real.

Partiendo de este contexto, se han propuesto tres factores principales que podrían ayudar a entender la variabilidad de los resultados observados respecto al entrenamiento musical (Román-Caballero et al., 2022):

- La edad en la que se inicia el entrenamiento musical: iniciar el entrenamiento musical a temprana edad (antes de los siete años) parece generar un mayor beneficio neuronal y cognitivo (Fauvel et al., 2014b; Brenda Hanna-Pladdy y Gajewski, 2012; Vaquero et al., 2016). Esto sugiere que este periodo sensible promueve un impacto más fuerte y duradero en habilidades no musicales (White-Schwoch et al., 2013) como posible consecuencia de una mayor neuroplasticidad propia de la infancia que favorece que los cambios neurocognitivos actúen como base para un mejor desarrollo (Vaquero et al., 2016).
- La duración del entrenamiento musical: muchas de las evidencias experimentales obtenidas con niños se han obtenido mediante intervenciones mucho más cortas que la cantidad de entrenamiento que tiene un músico profesional, lo que puede incidir también en la disparidad de los resultados en la infancia. Según diversos estudios, los años de entrenamiento musical se relacionan con beneficios en procesos cognitivos como las funciones ejecutivas (Jentsch et al., 2014; Medina y Barraza, 2019) o la memoria (Hanna-Pladdy y Mackay, 2011), por lo que se postula como un relevante factor para las transferencias lejanas (Román-Caballero et al., 2022).

- El nivel socioeconómico de los participantes: se ha observado que las intervenciones de entrenamiento musical tienen un mayor impacto en aquellos sujetos con un nivel socioeconómico más bajo que aquellos con un nivel entre medio y alto, lo que podría ser consecuencia de que estas personas, al tener más limitadas las oportunidades de desarrollo, tienen un espectro de mejora más amplio (Diamond, 2014).

De forma similar, Kraus y Chandrasekaran (2010) identifican cuatro factores clave para que se produzca la plasticidad y la transferencia lejana: la edad en la que se inicia el entrenamiento musical (Pantev et al., 1998), la intensidad (cantidad de práctica y dedicación) (Musacchia et al., 2008), el número de años que se prolonga el entrenamiento musical (Forgeard et al., 2008; Musacchia et al., 2007; Wong et al., 2007) y la aptitud musical (Schneider et al., 2002). De hecho, Kraus y Chandrasekaran (2010) consideran indispensable el inicio temprano y la implicación activa en el entrenamiento musical para que se produzcan transferencias hacia otros dominios. Así mismo, estos autores añaden que el entrenamiento musical, generalmente, es una actividad privada a la que no pueden acceder todas las personas de cualquier nivel socioeconómico, pero partiendo de que los beneficios del entrenamiento musical no son dependientes de tener ciertas aptitudes musicales, consideran que debería ser indispensable ofrecer a todos los niños la oportunidad de beneficiarse a través del entrenamiento musical. Loui et al. (2019), a su vez, también destacan la importancia de la intensidad del entrenamiento musical (número de horas semanales) para obtener beneficios en las habilidades cognitivas de los niños. Del mismo modo, Linnavalli et al. (2018) afirman que cuanto más intensivo es el entrenamiento musical antes se manifiestan los posibles efectos de transferencia y añade que, a pesar de que las intervenciones musicales cortas también pueden aportar información sobre el efecto de transferencia, las longitudinales son las que más contribuyen al conocimiento sobre el efecto en distintas trayectorias del desarrollo. Así mismo, Forgeard et al. (2008) también destacan la importancia de la duración del entrenamiento musical para observar efectos de transferencia cercana y lejana. De forma similar, Hanna-Pladdy y Gajewski (2012) añaden que el entrenamiento musical iniciado a temprana edad, sostenido y mantenido a lo largo de la vida, puede incidir de manera positiva en las funciones cognitivas, así como atenuar los efectos de la edad y la educación. Así pues, diversos autores sugieren que los beneficios

estructurales y funcionales observados en regiones cerebrales específicas estarían asociados a la edad de inicio y a la duración e intensidad del entrenamiento musical (Bengtsson et al., 2005; Pantev et al., 2001).

Teniendo en cuenta toda esta incertidumbre, distintos autores resaltan la importancia de que futuros estudios intenten controlar diversos factores que puedan incidir en los beneficios del entrenamiento musical como el funcionamiento cognitivo inicial, la aptitud musical, el nivel socioeconómico y los rasgos de la personalidad como la apertura a la experiencia (Corrigall et al., 2013; Schellenberg, 2020; Swaminathan et al., 2017). Igualmente, Swaminathan y Schellenberg (2019) subrayan que los futuros estudios correlacionales deberían intentar controlar al máximo todas estas variables personales y ambientales que puedan incidir en los resultados, acercándose así a un fenómeno más similar a la realidad. Con ello, los autores concluyen afirmando que las causas que llevan a un sujeto a iniciar y continuar un entrenamiento musical pueden ser tan relevantes como las consecuencias observadas. En la misma línea, Linnavalli et al. (2021), para futuros estudios correlacionales, comparativos y aquellos sin aleatorización, recomiendan controlar la inteligencia y el nivel socioeconómico en los distintos análisis estadísticos que se realicen. Además, aconsejan medir y controlar la aptitud musical o la musicalidad, ya que es una importante característica individual que puede incidir en los efectos de transferencia lejana y añaden que variedad de factores pueden influir en los resultados contradictorios, tales como las diferencias individuales, el contexto de intervención, los docentes y metodología, la diversidad cultural, los programas escolares y la variedad de instrumentos utilizados para medir aspectos neuropsicológicos.

Todo ello pone de relieve las inconsistencias existentes en el estudio del entrenamiento musical instrumental y las transferencias cognitivas y académicas en la infancia, debido a las relaciones multifactoriales que parecen mediar en los resultados obtenidos. Así pues, es necesario continuar investigando para elucidar la implicación de distintos factores (Hallam, 2017) como las características del entrenamiento musical (tipo, duración e intensidad), los aspectos asociados a los participantes (factores innatos, diferencias genéticas, motivación e implicación), los factores ambientales (nivel socioeconómico y cultural) y la implicación de la edad (edad de inicio del entrenamiento musical o las diferencias asociadas a la edad de los sujetos) (Álvaro-Mora y Serrano-Rosa, 2019; Huotilainen y Tervaniemi, 2018; Kraus y

Chandrasekaran, 2010; Putkinen et al., 2015). Además, y como se ha podido ver previamente, la relación del entrenamiento musical con la creatividad y con los hábitos y técnicas de estudio es un ámbito muy poco estudiado, por lo que es necesario aportar más evidencias. La importancia de investigar en el ámbito del entrenamiento musical durante la infancia reside en los potenciales beneficios cognitivos, las oportunidades únicas que ofrece respecto a la sociabilidad y al hedonismo y en el enriquecimiento progresivo intrínseco al compromiso musical prolongado (Cooper, 2020).





# **PARTE II. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS**



## **CAPÍTULO 9. Justificación**

La música desempeña un papel clave en la sociedad y en el desarrollo evolutivo de toda persona, ya que está presente en muchos eventos importantes de nuestras vidas. Más allá del impacto hedónico, catártico y autobiográfico, en las últimas décadas la comunidad científica ha ido demostrando que el entrenamiento musical, centrado en el aprendizaje instrumental, modula nuestro cerebro tanto a nivel estructural como funcional. Junto con ello, numerosos estudios destacan que tocar un instrumento musical puede promover mejoras en el rendimiento de otros dominios alejados de las habilidades entrenadas durante la formación musical, lo que se conoce como transferencia lejana. Respecto a las transferencias lejanas inducidas por el entrenamiento musical en las habilidades cognitivas, hay más evidencias centradas en las funciones ejecutivas y en la inteligencia general, mientras que son menos los estudios que han abordado el desarrollo de la inteligencia emocional y aún menos aquellos que han estudiado la creatividad. En el caso de las habilidades académicas, hay un mayor número de evidencias en torno a las habilidades de lenguaje y al rendimiento escolar, mientras que hay un menor número de estudios centrados en las habilidades matemáticas y muy pocos que hayan abordado los hábitos y técnicas de estudio.

Partiendo de que la comunidad científica confluye en que los efectos de cualquier entrenamiento son mayores en la infancia, donde hay una mayor neuroplasticidad, variedad de estudios defienden que iniciar la formación musical antes de los siete años potencia los efectos de transferencia lejana. Sin embargo, todavía hay mucha incertidumbre respecto a los beneficios atribuidos al entrenamiento musical, ya que no está claro si los beneficios se manifiestan desde la infancia, si la intensidad del entrenamiento musical puede resultar un factor importante o si la edad de inicio puede suponer un aspecto relevante para potenciar los beneficios atribuidos al entrenamiento musical. Además, pocos estudios han abordado la influencia diferencial de la edad de inicio y de la intensidad del entrenamiento musical sobre el desarrollo de distintas habilidades cognitivas (funciones ejecutivas, inteligencia emocional, creatividad e inteligencia general) y académicas (habilidades verbales, habilidades matemáticas, rendimiento escolar y hábitos y técnicas de estudio) durante la infancia. Junto con ello, y a pesar de que los niños con

entrenamiento musical parecen presentar un mejor desarrollo académico (Schellenberg, 2011a), todavía no se sabe exactamente a través de qué procesos subyacentes se produce dicha mejora (Degé et al., 2014). La primera causa de esta incertidumbre podría ser que el rendimiento escolar es un fenómeno complejo en el que subyacen múltiples factores (Peng y Kievit, 2020) y la segunda podría ser la falta de estudios que hayan analizado los efectos de mediación entre el entrenamiento musical y las habilidades académicas.

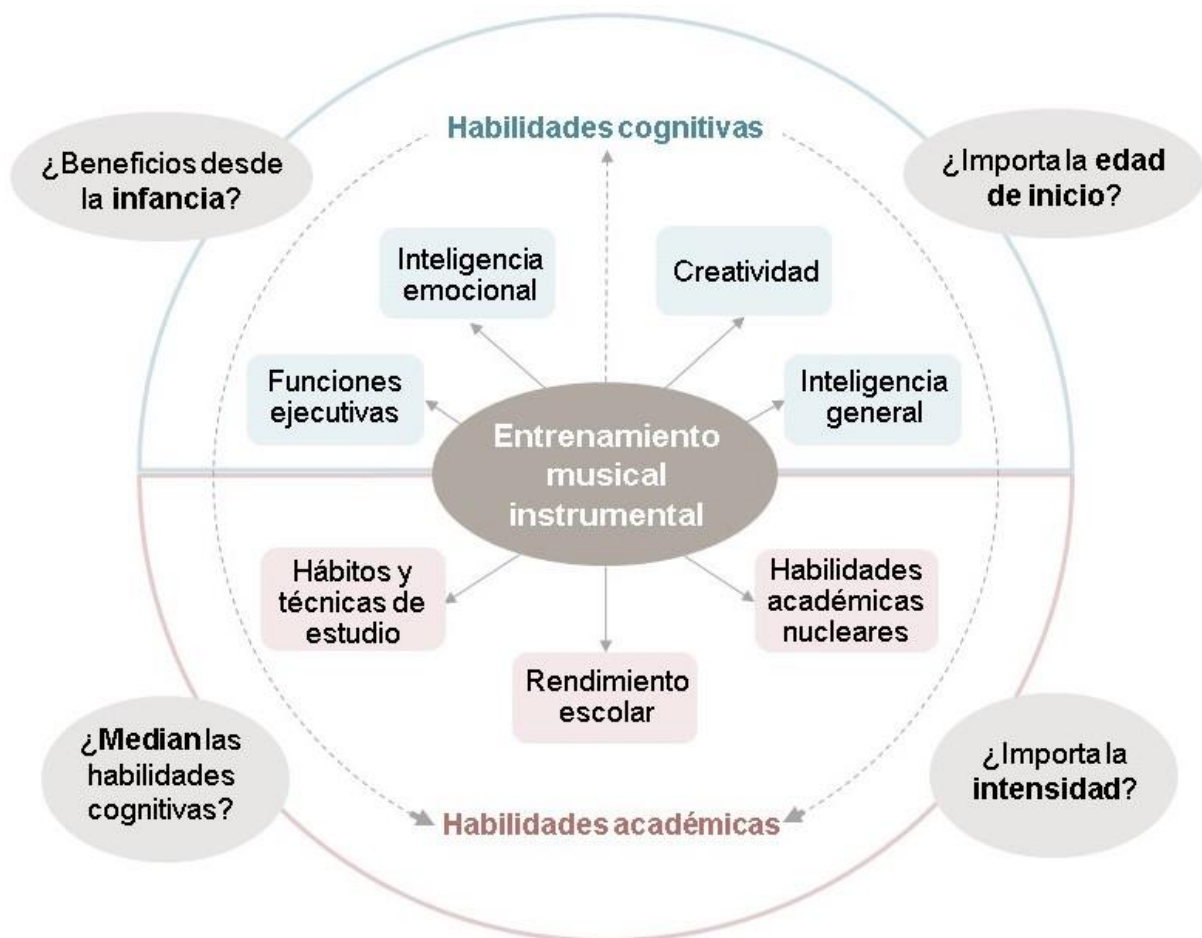
La mayoría de las evidencias obtenidas en contextos naturales (no experimentales) provienen de estudios realizados con músicos profesionales adultos, quienes cuentan con un entrenamiento musical prolongado, por lo que las evidencias en la infancia son más escasas y menos concluyentes. Así pues, este ámbito de estudio de las transferencias lejanas presenta inconsistencias, principalmente, debido a la heterogeneidad metodológica que presentan los distintos estudios (muestra, instrumentos, diseño, análisis, etc.). Todo ámbito científico es conocedor de que la evidencia causal requiere de estudios experimentales y, por ello, en los últimos años ha aumentado el número de estudios experimentales realizados en la infancia que buscan analizar las transferencias inducidas por el entrenamiento musical. A pesar de ello, variedad de autores coinciden en destacar la dificultad de realizar estudios experimentales en ciertos ámbitos, como el educativo y también resaltan distintas limitaciones asociadas a dichos diseños experimentales (Dumont et al., 2017; Habibi et al., 2016; Linnavalli et al., 2021; Meyer et al., 2018): 1) el control estricto del método y de las variables puede llevar a generar contextos artificiales alejados de la realidad, pudiendo dificultar la transferencia y la aplicación de los resultados a contextos reales; 2) los efectos de transferencia parecen requerir de un entrenamiento musical prolongado, cosa que resulta difícil de conseguir con los estudios experimentales; 3) el aprendizaje instrumental es una actividad de gran exigencia cognitiva donde la motivación parece desempeñar un rol clave en los efectos de transferencia del entrenamiento musical y, según han probado algunos autores, los estudios experimentales con asignación aleatoria de los grupos suelen disminuir la motivación de los participantes y conllevan altas tasas de abandono, pudiendo así comprometer los resultados observados. A partir de ello, algunos autores destacan la importancia de continuar investigando mediante estudios no experimentales con mayor validez ecológica e intentando controlar distintos factores personales y ambientales que

rodean al estudiante (Corrigan y Schellenberg, 2015; Swaminathan y Schellenberg, 2019).

Partiendo de este contexto, y teniendo en cuenta las sinergias que parecen existir entre el entrenamiento musical instrumental y distintas habilidades cognitivas y académicas, la presente investigación pretende comprobar si el entrenamiento musical instrumental (formación musical extraescolar realizada en escuelas de música o en conservatorios) promueve diferencias en el desarrollo cognitivo y académico en niños de la etapa escolar, analizando la posible relevancia de la edad de inicio y de la intensidad del entrenamiento musical y comprobando el efecto mediacional de las habilidades cognitivas entre el entrenamiento musical y las habilidades académicas. La Figura 20 muestra las principales ideas que motivan la realización de este estudio.

**Figura 20**

*Principales planteamientos que motivan la puesta en marcha de este estudio*





## **CAPÍTULO 10. Objetivos e hipótesis**

Partiendo de dicho contexto, la presente tesis doctoral se ha fundamentado en la comprobación de los siguientes objetivos.

### **10.1. Objetivo general de la tesis doctoral**

El objetivo general de esta tesis doctoral era estudiar las diferencias en distintas habilidades cognitivas (funciones ejecutivas, inteligencia emocional, creatividad e inteligencia general) y académicas (habilidades verbales, habilidades matemáticas, rendimiento escolar y hábitos y técnicas de estudio) en niños de 8-12 años en función del entrenamiento musical instrumental comparando la presencia o no del entrenamiento musical, según la edad de inicio y según la intensidad del entrenamiento musical y, además, comprobar el efecto mediacional de las habilidades cognitivas entre el entrenamiento musical instrumental y las habilidades académicas. Este objetivo general se ha abordado a través de tres estudios empíricos.

#### **10.1.1. Estudio 1: Diferencias en las habilidades cognitivas (funciones ejecutivas, inteligencia emocional, creatividad e inteligencia general) en función del entrenamiento musical instrumental en niños de 8-12 años**

El primer estudio tenía como objetivo general estudiar las diferencias en las funciones ejecutivas, la inteligencia emocional, la creatividad y la inteligencia general según el entrenamiento musical instrumental en niños de 8-12 años. A partir de ello, el Estudio 1 se subdividió en los siguientes objetivos específicos:

- Objetivo Específico 1: analizar las diferencias en las funciones ejecutivas, la inteligencia emocional, la creatividad y la inteligencia general entre niños de 8-12 años sin entrenamiento musical y con entrenamiento musical.
- Objetivo Específico 2: comprobar las diferencias en las funciones ejecutivas, la inteligencia emocional, la creatividad y la inteligencia general en función de la

edad de inicio del entrenamiento musical (sin entrenamiento musical, con entrenamiento musical iniciado a partir de los siete años y con entrenamiento musical iniciado antes de los siete años) en niños de 8-12 años.

- Objetivo Específico 3: estudiar las diferencias en las funciones ejecutivas, la inteligencia emocional, la creatividad y la inteligencia general en función de la intensidad del entrenamiento musical (sin entrenamiento musical, con entrenamiento musical 1-3 horas semanales y con entrenamiento musical de más de tres horas semanales) en niños de 8-12 años.

Atendiendo a la revisión de la literatura, las hipótesis planteadas fueron las siguientes.

- Hipótesis 1: el grupo de niños de 8-12 años con entrenamiento musical tendrá mejores resultados en las funciones ejecutivas, la inteligencia emocional, la creatividad y la inteligencia emocional que aquellos sin entrenamiento musical.
- Hipótesis 2: el grupo de niños de 8-12 años con entrenamiento musical iniciado antes de los siete años mostrará mejores resultados en las funciones ejecutivas, la inteligencia emocional, la creatividad y la inteligencia general que aquellos sin entrenamiento musical.
- Hipótesis 3: el grupo de niños de 8-12 años con entrenamiento musical de más de tres horas semanales (intensidad elevada) obtendrá mejores resultados en las funciones ejecutivas, la inteligencia emocional, la creatividad y la inteligencia general que aquellos sin entrenamiento musical.

### **10.1.2. Estudio 2: Diferencias en habilidades académicas (habilidades verbales y matemáticas, el rendimiento escolar y los hábitos y técnicas de estudio) en función del entrenamiento musical instrumental en niños de 8-12 años**

El segundo estudio tenía como objetivo general estudiar las diferencias en las habilidades verbales y matemáticas, el rendimiento escolar y en los hábitos y técnicas de estudio según el entrenamiento musical instrumental en niños de 8-12 años. De este modo, el Estudio 2 se subdividió en los siguientes objetivos:



- Objetivo Específico 4: analizar las diferencias en las habilidades verbales y matemáticas, el rendimiento escolar y en los hábitos y técnicas de estudio entre niños de 8-12 años sin entrenamiento musical y con entrenamiento musical.
- Objetivo Específico 5: comprobar las diferencias en las habilidades verbales y matemáticas, el rendimiento escolar y en los hábitos y técnicas de estudio en función de la edad de inicio del entrenamiento musical (sin entrenamiento musical, con entrenamiento musical iniciado a partir de los siete años y con entrenamiento musical iniciado antes de los siete años) en niños de 8-12 años.
- Objetivo Específico 6: estudiar las diferencias en las habilidades verbales y matemáticas, el rendimiento escolar y en los hábitos y técnicas de estudio en función de la intensidad del entrenamiento musical (sin entrenamiento musical, con entrenamiento musical de 1-3 horas semanales y con entrenamiento musical de más de tres horas semanales) en niños de 8-12 años.

Partiendo de la revisión teórica, se plantearon las siguientes hipótesis:

- Hipótesis 4: el grupo de niños de 8-12 años con entrenamiento musical tendrá mejores resultados en las habilidades verbales y matemáticas, el rendimiento escolar y en los hábitos y técnicas de estudio que aquellos sin entrenamiento musical.
- Hipótesis 5: el grupo de niños de 8-12 años con entrenamiento musical iniciado antes de los siete años mostrará mejores resultados en las habilidades verbales y matemáticas, el rendimiento escolar y en los hábitos y técnicas de estudio que aquellos sin entrenamiento musical.
- Hipótesis 6: el grupo de niños de 8-12 años con entrenamiento musical de más de tres horas semanales (intensidad elevada) obtendrá mejores resultados en las habilidades verbales y matemáticas, el rendimiento escolar y en los hábitos y técnicas de estudio que aquellos sin entrenamiento musical.

### **10.1.3. Estudio 3: Efecto de mediación de las variables cognitivas entre el entrenamiento musical instrumental y las habilidades académicas en niños de 8-12 años**

El tercer estudio tenía como objetivo general analizar el efecto de mediación de las variables cognitivas (funciones ejecutivas, inteligencia emocional, creatividad e inteligencia general) entre el entrenamiento musical instrumental (comparando presencia o no del entrenamiento musical, según la edad de inicio y según la intensidad del entrenamiento musical) y las habilidades académicas (habilidades verbales, habilidades matemáticas, rendimiento escolar y hábitos y técnicas de estudio) en niños de 8-12 años. A partir de ello, el Estudio 3 se subdividió en los siguientes objetivos específicos:

- Objetivo Específico 7: comprobar si las variables cognitivas (funciones ejecutivas, inteligencia emocional, creatividad e inteligencia general) median entre el entrenamiento musical (comparando presencia o no del entrenamiento musical, según la edad de inicio y según la intensidad del entrenamiento musical) y las habilidades verbales en niños de 8-12 años.
- Objetivo específico 8: estudiar si las variables cognitivas (funciones ejecutivas, inteligencia emocional, creatividad e inteligencia general) median entre el entrenamiento musical (comparando presencia o no del entrenamiento musical, según la edad de inicio y según la intensidad del entrenamiento musical) y las habilidades matemáticas en niños de 8-12 años.
- Objetivo específico 9: analizar si las variables cognitivas (funciones ejecutivas, inteligencia emocional, creatividad e inteligencia general) median entre el entrenamiento musical (comparando presencia o no del entrenamiento musical, según la edad de inicio y según la intensidad del entrenamiento musical) y el rendimiento escolar en niños de 8-12 años.
- Objetivo específico 10: comprobar si las variables cognitivas (funciones ejecutivas, inteligencia emocional, creatividad e inteligencia general) median entre el entrenamiento musical (comparando presencia o no del entrenamiento musical, según la edad de inicio y según la intensidad del entrenamiento musical) y los hábitos y técnicas de estudio en niños de 8-12 años.

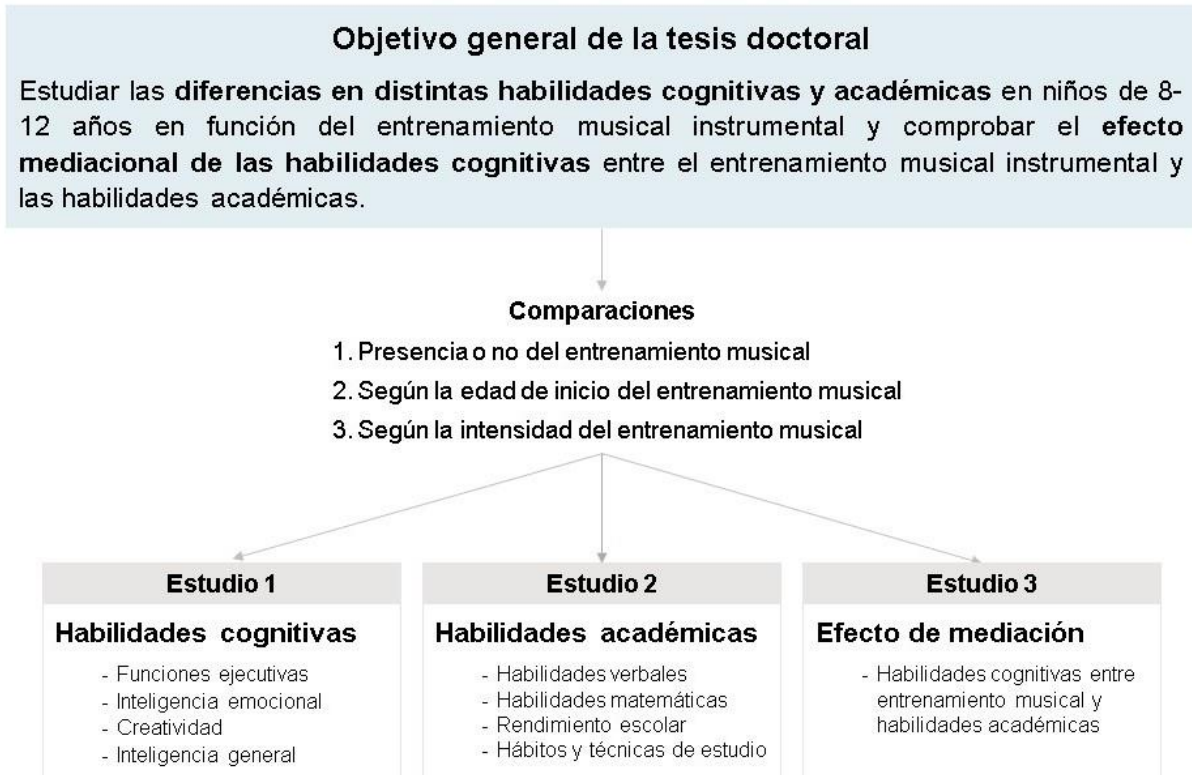
A partir de ello, las hipótesis planteadas fueron las siguientes:

- Hipótesis 7: las habilidades cognitivas (funciones ejecutivas, inteligencia emocional, creatividad e inteligencia general) mediarán entre el entrenamiento musical (con presencia o no del entrenamiento musical, según la edad de inicio y según la intensidad del entrenamiento musical) y las habilidades verbales de niños de 8-12 años
- Hipótesis 8: las habilidades cognitivas (funciones ejecutivas, inteligencia emocional, creatividad e inteligencia general) mediarán entre el entrenamiento musical (con presencia o no del entrenamiento musical, según la edad de inicio y según la intensidad del entrenamiento musical) y las habilidades matemáticas de niños de 8-12 años.
- Hipótesis 9: las habilidades cognitivas (funciones ejecutivas, inteligencia emocional, creatividad e inteligencia general) mediarán entre el entrenamiento musical (con presencia o no del entrenamiento musical, según la edad de inicio y según la intensidad del entrenamiento musical) y el rendimiento escolar de niños de 8-12 años.
- Hipótesis 10: las habilidades cognitivas (funciones ejecutivas, inteligencia emocional, creatividad e inteligencia general) mediarán entre el entrenamiento musical (con presencia o no del entrenamiento musical, según la edad de inicio y según la intensidad del entrenamiento musical) y los hábitos y técnicas de estudio de niños de 8-12 años.

La Figura 21 recoge los principales objetivos de la presente tesis doctoral.

**Figura 21**

*Principales objetivos de la tesis doctoral*



# **PARTE III. ESTUDIOS EMPÍRICOS**



## **CAPÍTULO 11. Estudio 1: Diferencias en las habilidades cognitivas (funciones ejecutivas, inteligencia emocional, creatividad e inteligencia general) en función del entrenamiento musical instrumental en niños de 8-12 años**

### ***11.1. Introducción***

A lo largo de las dos últimas décadas, diversos estudios han demostrado diferencias estructurales y funcionales en el cerebro de los músicos (Bermudez et al., 2009; Bianchi et al., 2017; Hyde et al., 2009; Meyer et al., 2011; Saari et al., 2018; Sachs et al., 2017). El entrenamiento musical instrumental involucra amplias regiones cerebrales corticales y subcorticales (Altenmüller y Furuya, 2017b; Criscuolo et al., 2021), que participan también en otras funciones neuropsicológicas (Schlaug, 2015). Por ello, diversos autores sugieren que las diferencias a nivel anatómico y funcional de las áreas implicadas en el entrenamiento musical pueden repercutir también en otras habilidades procesadas por las mismas regiones cerebrales (Linnavalli et al., 2021). Este planteamiento es lo que se conoce como transferencia lejana, entendida como la generalización de un efecto de mejora hacia otros procesos no relacionados directamente con las habilidades entrenadas (Román-Caballero et al., 2022). Este posible potencial ha hecho que, en los últimos años, haya aumentado el interés por concretar y comprender los efectos de transferencia lejana generados por el entrenamiento musical (Meyer et al., 2018; Porflitt, 2021), tanto en la población sana como en la clínica (Hegde, 2014). Dentro de las transferencias lejanas, las variables más abordadas son las habilidades cognitivas (Swaminathan et al., 2017; Talamini et al., 2017), donde destaca el estudio de la inteligencia general (Criscuolo et al., 2019; Schellenberg, 2006; Schellenberg y Mankarious, 2012; Schroeder et al., 2016; Swaminathan, 2018) y de las funciones ejecutivas (Campos et al., 2021; Criscuolo et al., 2019; Meyer et al., 2018).

Las funciones ejecutivas son un conjunto de procesos que guían, dirigen y controlan el funcionamiento conductual, cognitivo y emocional, esencialmente, cuando hay que resolver problemas que requieren de una implicación activa por parte de la persona (Maldonado et al., 2017). Diversos autores señalan que el

entrenamiento musical instrumental, al involucrar la flexibilidad, el control, la atención, la planificación, la autorregulación y la monitorización constante, favorece la generalización de mejoras hacia distintos dominios ejecutivos (Campos et al., 2021; Moreno et al., 2011; Sachs et al., 2017; Slater et al., 2017). De este modo, se ha observado que los músicos tienen un mejor funcionamiento ejecutivo que los no músicos en tareas de flexibilidad cognitiva (James et al., 2020; Moradzadeh et al., 2015), memoria de trabajo (Chen et al., 2022; Hansen et al., 2012; Herrero y Carriedo, 2017; Saarikivi et al., 2019; Talamini et al., 2017), inhibición (Chen et al., 2022; Herrero y Carriedo, 2017; Meyer et al., 2018; Travis et al., 2011) y en tareas de control cognitivo (Bialystok y DePape, 2009; Jentsch et al., 2014; Medina y Barraza, 2019). A pesar de ello, y como consecuencia de la variabilidad entre los estudios previos (diseño, edad, instrumentos o tipo de entrenamiento), la literatura sigue mostrando resultados mixtos (Álvaro-Mora y Serrano-Rosa, 2019; Benítez et al., 2021; Campos et al., 2021; Joret et al., 2017; Linnavalli et al., 2021; Román-Caballero et al., 2022) y más aún en el caso de la población infantil (Chen et al., 2022; D'Souza y Wiseheart, 2018; Sachs et al., 2017). Así pues, es necesario continuar investigando mediante estudios realizadas con niños para poder conocer y comprender la implicación del entrenamiento musical instrumental en el desarrollo ejecutivo en el cerebro en desarrollo y para concretar la relevancia diferencial de la edad de inicio o de la intensidad de dicha formación musical.

Otra variable abordada en el ámbito de las transferencias es la inteligencia emocional, constituida por un conjunto de habilidades personales, emocionales e interpersonales que inciden sobre la capacidad de afrontar las exigencias del entorno (Bar-On y Parker, 2018). A este respecto, se ha hallado que los músicos, frente a los no músicos, presentan beneficios en habilidades socioemocionales (Rabinowitch et al., 2013), transferencia que tendría su base en las adaptaciones que el entrenamiento musical induce en regiones límbicas y paralímbicas (Koelsch, 2010) y en el sistema dopaminérgico (Ferreri et al., 2020). Estas modulaciones, a su vez, aumentan la excitación emocional (Brattico et al., 2013), la experiencia de recompensa (Salimpoor et al., 2009), la cognición social (van't Hooft et al., 2021), la interpretación de emociones ajenas (Farmer et al., 2020) y la regulación emocional (Chin y Rickard, 2014). A pesar de ello, y aunque la conexión entre la música y las emociones está presente en las interacciones sociales desde el nacimiento, se trata de un ámbito



menos estudiado que otras habilidades cognitivas (Martins et al., 2021) y menos aún en el caso de los niños. Por tanto, la falta de estudios respecto a las transferencias lejanas hacia la inteligencia emocional hace que las conclusiones de este ámbito muestren una mayor inconsistencia en la infancia (Dumont et al., 2017; Linnavalli et al., 2021; Schellenberg y Mankarious, 2012), reflejando así la necesidad de continuar investigando.

A pesar de contar con menos evidencias científicas (Abrahan et al., 2021; Hallam, 2010; Qian et al., 2019; Ritter y Ferguson, 2017), algunos autores sugieren que la creatividad podría ser otra transferencia lejana inducida por el entrenamiento musical (Kleinmintz et al., 2014; Woodward y Sikes, 2015). La creatividad es un constructo multidimensional que se manifiesta mediante ideas o productos útiles y novedosos (Corbalán-Berná et al., 2015; Runco y Jaeger, 2012). En este sentido, se ha observado que los músicos muestran un mejor desarrollo del pensamiento creativo y un mayor nivel creativo (Abrahan et al., 2021; Chronopoulou y Riga, 2012; Gibson et al., 2009; Kleinmintz et al., 2014; Niland, 2009) en comparación con los no músicos. En la realización de tareas creativas, la interacción interhemisférica desempeña un papel crítico (Carlsson et al., 2000) y, en este sentido, el entrenamiento musical parece aumentar la interacción interhemisférica y promover una reorganización cerebral que promueve un sistema cognitivo con mayor predisposición para la creatividad (Patston et al., 2007; Schlaug et al., 1995). Esto podría fundamentarse en que tocar un instrumento musical requiere de complejas habilidades multimodales y una elevada coordinación (Schlaug et al., 2005) para generar respuestas simétricas bimanuales junto con la lectura de distintos fragmentos musicales de forma simultánea (Burunat et al., 2015). La mayoría de las investigaciones que han abordado los posibles beneficios del entrenamiento musical sobre la creatividad se han fundamentado en actividades musicales creativas (Abrahan et al., 2020; Passanisi et al., 2015). Por ello, algunos autores sugieren que los beneficios de transferencia podrían ser exclusivos de un entrenamiento musical basado en actividades creativas como la improvisación o la composición musical (Hallam, 2010; Kleinmintz et al., 2014). Pocos estudios han abordado el impacto del entrenamiento musical instrumental sobre la creatividad y, además, la mayoría de estos estudios se han realizado con adultos, lo que pone de manifiesto la necesidad de abordar la relación

entre el entrenamiento musical instrumental y la creatividad en la infancia, así como de concretar la importancia del tipo de actividad musical.

Un último aspecto que aparece en diversos estudios de manera transversal y en relación con el entrenamiento musical instrumental es la inteligencia general, que puede ser definida como la capacidad de la persona para actuar racionalmente y adaptarse eficaz y conscientemente a nuevas situaciones (Wallbrown et al., 1975). Constituye la capacidad mental general para el razonamiento, la abstracción, la comprensión de ideas complejas, la resolución de problemas y para el aprendizaje (Neisser et al., 1996). Al implicar diversos mecanismos cognitivos (Kaufman et al., 2009) supone un complejo constructo que no puede ser abordado de forma unitaria (Kulkarni et al., 2010). Por ello, algunos autores proponen que la inteligencia general está constituida por dos capacidades generales interrelacionadas: la inteligencia fluida (componente no verbal) y la inteligencia cristalizada (componente verbal basado en el conocimiento adquirido) (Horn y Cattell, 1966; Kaufman y Kaufman, 2011; Keith y Reynolds, 2010; Ramírez-Benítez et al., 2016; Spearman, 1961). La literatura coincide en que se trata de un constructo sujeto a desarrollo en función de la edad, resaltando la escolarización como el factor subyacente con mayor incidencia (Bulut, 2013; Cahan y Cohen, 1989). Así pues, diversos estudios han relacionado el entrenamiento musical con un mejor funcionamiento de la inteligencia general (Abraham et al., 2021; Degé et al., 2011; Loui et al., 2019; Rose et al., 2019; Schellenberg, 2004, 2006; Schellenberg y Mankarious, 2012). Sin embargo, la literatura muestra resultados inconsistentes y, por ello, es necesario continuar investigando para elucidar la relevancia de la edad de inicio y la intensidad del entrenamiento musical en el desarrollo de la inteligencia general en niños de la etapa escolar (Román-Caballero et al., 2022; Swaminathan et al., 2017).

Puesto que la mayoría de los estudios no experimentales se han realizado comparando músicos profesionales (con prolongado entrenamiento musical instrumental) con no músicos (D'Souza y Wiseheart, 2018) y, a fin de aportar evidencias lo más similares posible a dicho contexto, es importante enfocar las investigaciones en el entrenamiento musical instrumental (Román-Caballero et al., 2022). De hecho, diversos autores defienden que las transferencias hacia otros procesos neuropsicológicos serían dependientes de un entrenamiento musical basado en el aprendizaje instrumental (Bugos, 2010; James et al., 2020; Wilbiks y

Hutchins, 2020). Aprender a tocar un instrumento musical es una ardua actividad multimodal que implica una práctica motivada, continuada y de complejidad creciente (Román-Caballero et al., 2022), por lo que se propone como un poderoso recurso capaz de beneficiar el desarrollo de distintas habilidades cognitivas (Bugos et al., 2007; Cooper, 2020). Por otro lado, algunos autores coinciden en que el entrenamiento musical aporta mayores beneficios en los niños debido a la alta neuroplasticidad propia de la infancia, lo que favorece que las modulaciones en distintas funciones neuropsicológicas sean más fuertes y duraderas (Carioti et al., 2019; Chen et al., 2022; Schellenberg, 2004; Vaquero et al., 2016; White-Schwoch et al., 2013). Así pues, se ha destacado la importancia de la edad en la que se inicia con la formación musical, considerando el inicio antes de los siete años como un periodo sensible (Bailey y Penhune, 2013; Chen et al., 2022; Fauvel et al., 2014b; Leung y Cheung, 2020; Penhune, 2021; Vaquero et al., 2016). Junto con ello, algunos autores sugieren que la intensidad del entrenamiento musical (número de horas semanales) resulta clave para que se produzcan beneficios en otras habilidades cognitivas (James et al., 2020; Joret et al., 2017; Meyer et al., 2018; Miendlarzewska y Trost, 2014; Román-Caballero et al., 2022). De hecho, se ha postulado que las reorganizaciones estructurales y funcionales inducidas por el entrenamiento musical, así como los efectos de transferencia, dependerían de la intensidad del mismo (Burunat et al., 2015; Hutchinson et al., 2003; Linnavalli et al., 2018; Rosenkranz et al., 2007).

Sin embargo, dado que la mayoría de las evidencias diferenciales obtenidas en contextos naturales (no experimentales) proceden de estudios realizados con músicos adultos, hay mayor controversia respecto al rol del entrenamiento musical instrumental en el desarrollo cognitivo de los niños (D'Souza y Wiseheart, 2018; Román-Caballero et al., 2022; Swaminathan y Schellenberg, 2019). Por ello, todavía está por concretar si los beneficios adicionales por el inicio temprano (antes de los siete años) y por la intensidad del entrenamiento musical también son observables desde la infancia (Ireland et al., 2019; James et al., 2017; Schlaug et al., 2005), así como el efecto del entrenamiento musical en cada momento del desarrollo y la evolución de dichos efectos (Gerry et al., 2012). Todo ello pone de relieve la necesidad de continuar investigando para conocer la importancia del entrenamiento musical en la trayectoria evolutiva de las distintas funciones cognitivas desde la infancia (Kraus y Chandrasekaran, 2010).

Atendiendo a este contexto, el presente estudio parte del siguiente objetivo general: estudiar las diferencias en las funciones ejecutivas, la inteligencia emocional, la creatividad y la inteligencia general según el entrenamiento musical instrumental en niños de 8-12 años. Para dar respuesta a dicho objetivo general, se establecieron los siguientes objetivos específicos:

- Objetivo Específico 1: analizar las diferencias en las funciones ejecutivas, la inteligencia emocional, la creatividad y la inteligencia general entre niños de 8-12 años sin entrenamiento musical y con entrenamiento musical.
- Objetivo Específico 2: comprobar las diferencias en las funciones ejecutivas, la inteligencia emocional, la creatividad y la inteligencia general en función de la edad de inicio del entrenamiento musical (sin entrenamiento musical, con entrenamiento musical iniciado a partir de los siete años y con entrenamiento musical iniciado antes de los siete años) en niños de 8-12 años.
- Objetivo Específico 3: estudiar las diferencias en las funciones ejecutivas, la inteligencia emocional, la creatividad y la inteligencia general en función de la intensidad del entrenamiento musical (sin entrenamiento musical, con entrenamiento musical de 1-3 horas semanales y con entrenamiento musical de más de tres horas semanales) en niños de 8-12 años.

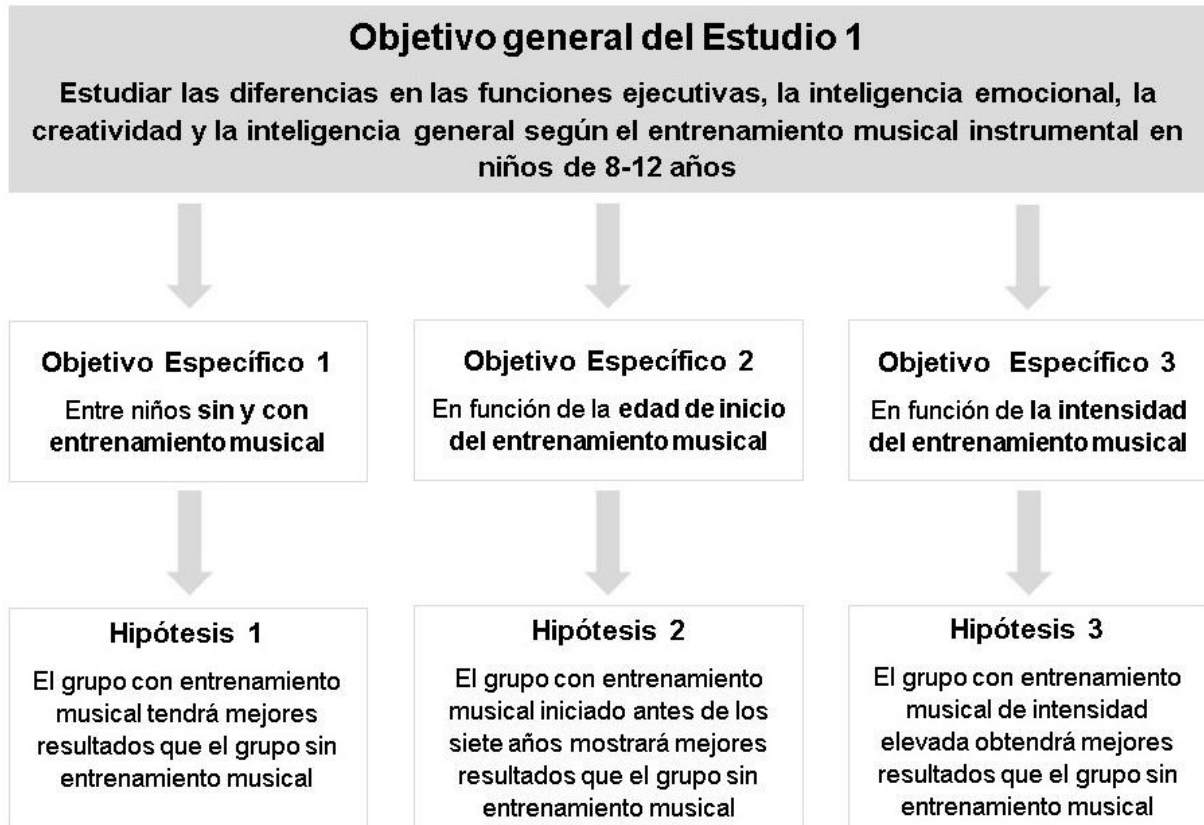
Atendiendo a la revisión de la literatura, las hipótesis planteadas fueron las siguientes:

- Hipótesis 1: el grupo de niños de 8-12 años con entrenamiento musical tendrá mejores resultados en las funciones ejecutivas, la inteligencia emocional, la creatividad y la inteligencia emocional que aquellos sin entrenamiento musical.
- Hipótesis 2: el grupo de niños de 8-12 años con entrenamiento musical iniciado antes de los siete años mostrará mejores resultados en las funciones ejecutivas, la inteligencia emocional, la creatividad y la inteligencia general que aquellos sin entrenamiento musical.
- Hipótesis 3: el grupo de niños de 8-12 años con entrenamiento musical de más de tres horas semanales (intensidad elevada) obtendrá mejores resultados en las funciones ejecutivas, la inteligencia emocional, la creatividad y la inteligencia general que aquellos sin entrenamiento musical.

En la Figura 22 se recogen los objetivos y sus correspondientes respuestas tentativas a modo de hipótesis.

**Figura 22**

*Objetivos e hipótesis del Estudio 1*



## 11.2. Método

### 11.2.1. Muestra

El estudio se ha llevado a cabo con una muestra constituida por 162 niños ( $n = 86$  niñas) de edades comprendidas entre 8-12 años ( $M = 118.31$  meses;  $DE = 16.68$  meses) pertenecientes a escuelas públicas y concertadas de la Comunidad Autónoma del País Vasco (CAPV). Los niños con entrenamiento musical, además, desempeñaban este entrenamiento en las escuelas de música o en los conservatorios de la CAPV. La investigación se ha centrado en el rango de edad comprendido entre

los 8-12 años, debido a que algunos estudios señalan que es la fase vital más adecuada para el neurodesarrollo y para el desarrollo de las funciones cognitivas de los niños (Said y Abramides, 2020). Con el objetivo de homogeneizar características sociodemográficas de la muestra a partir de datos aportados por el Instituto Vasco de Estadística (2016), los centros potenciales se seleccionaron estableciendo los siguientes criterios de inclusión respecto a las poblaciones en las que se sitúan: renta familiar igual o superior a la media de la CAPV, nivel de estudios igual o superior a la media de la CAPV y uso de la lengua vasca igual o superior a la media de la CAPV. En el caso de las capitales de las tres provincias de la CAPV, se establecieron los mismos criterios de inclusión para cada barrio. Partiendo de que la mayoría de los niños de la CAPV conocen y tienen contacto con la lengua castellana y la lengua vasca, el modelo lingüístico de los centros también fue un criterio de inclusión para intentar homogeneizar la muestra (Decreto 138/1983, de 11 de julio, por el que se regula el uso de las lenguas oficiales en la enseñanza no universitaria en el País Vasco): estar en un centro con enseñanza en modelo B (asignaturas en lengua castellana y asignaturas en lengua vasca) o en un centro con enseñanza en modelo D (lengua vasca como lengua vehicular), ya que todos los niños del modelo D también dominan el castellano. De este modo, 246 centros de 101 poblaciones de la CAPV cumplían con los criterios de inclusión establecidos. En la Tabla 7 se recoge la procedencia de la muestra.

**Tabla 7**

*Procedencia de la muestra*

		Provincias del País Vasco			
		Guipúzcoa	Vizcaya	Álava	Total
Poblaciones que cumplían los criterios inclusión		55	39	7	101
Centros potenciales de esas poblaciones		117	114	15	246
Participantes de dichos centros	Participantes interesados	159	21	3	183
	Participantes definitivos	144	15	3	162

A partir de ello, se envió un correo electrónico a cada centro potencial, informando del estudio y adjuntando una invitación de participación para compartir

con las familias (ver Anexo 1). Las familias interesadas en participar en la investigación, tras firmar el consentimiento informado, completaban un cuestionario para la recogida de información sobre el niño y su entorno socioeconómico: el índice socioeconómico de la familia según la Asociación para la Investigación de Medios de Comunicación (2015), el entrenamiento musical de los padres, el uso y dominio de idiomas de los padres y niño, el entrenamiento musical extraescolar del niño (tipo, centro, edad de inicio, duración y número de horas semanales dedicadas durante el curso escolar evaluado), la presencia o no de algún trastorno mental o del neurodesarrollo en el niño, el ambiente musical familiar y las actividades extraescolares del niño (número de actividades y horas semanales dedicadas durante el curso escolar evaluado). A partir de ello, los sujetos que cumpliesen con los criterios de inclusión establecidos pasaban a ser parte de la muestra: presentar el consentimiento informado, no tener ningún diagnóstico según el DSM-5 (American Psychiatric Association, 2013), tener un índice socioeconómico entre medio y alto según la Asociación para la Investigación de Medios de Comunicación (2015), haber nacido en España y con, al menos, un progenitor de nacionalidad española. Así pues, aunque la muestra inicial estaba formada por 183 niños, la muestra final pasó a ser de 162 sujetos, debido a que algunas familias decidieron no continuar participando en el estudio ( $n = 13$ ), otros presentaban algún trastorno del neurodesarrollo ( $n = 4$ ) y algunos niños eran de nacionalidad extranjera ( $n = 4$ ). Por otro lado, y debido a la situación pandémica de la COVID-19, algunos participantes ( $n = 78$ ; 48.1%) no pudieron completar las pruebas presenciales, por lo que su participación en el estudio fue únicamente mediante aquellas pruebas aplicadas de forma online.

Teniendo en cuenta que algunos estudios señalan que el bilingüismo puede incidir en el desarrollo cognitivo (Bialystok et al., 2009), así como potenciar los beneficios atribuidos al entrenamiento musical (Bialystok y DePape, 2009), se ha procurado la homogeneización lingüística de los participantes. Para ello, uno de los criterios de inclusión era ser bilingüe en la lengua castellana y en la lengua vasca (perteneciendo a un centro de enseñanza en modelo B o D) y, a partir de la información aportada por las familias en el cuestionario inicial (lengua materna de la madre y del padre, idioma en el que hablan con el hijo, el idioma que utiliza su hijo para relacionarse con sus iguales y el nivel de dominio de ambos idiomas), se establecieron dos categorías: bilingüe dual (niño que ha recibido desde el hogar dos

idiomas de forma simultánea y que presenta el mismo dominio en ambos) y bilingüe no dual (niño que no ha recibido desde el hogar dos idiomas de forma simultánea y que no presenta el mismo dominio en ambos idiomas) (Blom et al., 2017).

Respecto al entrenamiento musical, este ha sido contemplado como un entrenamiento musical instrumental extraescolar realizado en la red de escuelas de música o en los conservatorios de la CAPV. A partir de ello, se crearon distintas agrupaciones con la información aportada por los padres respecto al entrenamiento musical de los niños:

- Agrupación 1: se dividió a la muestra en un grupo sin entrenamiento musical ( $n = 65$ ) y un grupo con entrenamiento musical ( $n = 97$ ). Los datos sociodemográficos de esta agrupación se recogen en la Tabla 8.
- Agrupación 2: esta agrupación se realizó en función de la edad en la que se inició la formación musical, estableciendo así un grupo sin entrenamiento musical ( $n = 65$ ), un grupo con entrenamiento musical iniciado a partir de los siete años ( $n = 28$ ) y un grupo con entrenamiento musical iniciado antes de los siete años ( $n = 69$ ). La Tabla 9 muestra los datos sociodemográficos de esta agrupación.
- Agrupación 3: esta agrupación se ha realizado en función del número de horas semanales dedicadas al entrenamiento musical durante el curso escolar evaluado (la suma de las horas dedicadas a las clases de música y las horas de práctica en el hogar). La agrupación se ha realizado dividiendo los datos en cuartiles con el programa SPSS v.25 (IBM Corp, 2017), estableciendo así un grupo sin entrenamiento musical ( $n = 65$ ), un grupo con entrenamiento musical de 1-3 horas semanales (intensidad moderada) ( $n = 43$ ) y un grupo con entrenamiento musical de más de tres horas semanales (intensidad elevada) ( $n = 54$ ). La Tabla 10 recoge los datos sociodemográficos de esta agrupación.



**Tabla 8**

*Datos sociodemográficos de la Agrupación 1 (sin entrenamiento musical y con entrenamiento musical)*

		SEM ( <i>n</i> = 65)	CEM ( <i>n</i> = 97)	Diferencia
		<i>M</i> ( <i>DE</i> )	<i>M</i> ( <i>DE</i> )	<i>p</i> ( <i>t</i> -test)
Edad media (meses)		116.49 (11.81)	119.53 (16.24)	.258
Nº AEE		2.49 (1.02)	3.44 (1.38)	<.001
		<i>n</i> (%)	<i>n</i> (%)	<i>p</i> ( $\chi^2$ )
Género	Femenino	34 (52.3%)	52 (53.6%)	.871
	Masculino	31 (47.7%)	45 (46.4%)	
Bilingüismo	No dual	45 (69.2%)	73 (75.3%)	.398
	Dual	20 (30.8%)	24 (24.7%)	
Dominio idioma	Castellano	19 (29.2%)	21 (21.6%)	.385
	Euskara	28 (43.1%)	52 (53.6%)	
	Igual	18 (27.7%)	24 (24.7%)	
Índice SE	Medio	20 (30.8%)	18 (18.6%)	.182
	Medio-alto	10 (15.4%)	15 (15.5%)	
	Alto	35 (53.8%)	64 (66%)	
EM padres	SEM	54 (83.1%)	25 (25.8%)	<.001
	CEM	11 (16.9%)	72 (74.2%)	
Contacto habitual con la música	Bajo	24 (38.1%)	17 (17.7%)	<.001
	Medio bajo	17 (27%)	23 (24%)	
	Medio alto	17 (27%)	22 (22.9%)	
	Alto	5 (7.9%)	34 (35.4%)	
Ambiente familiar musicalmente enriquecido	Sí	27 (41.5%)	77 (79.4%)	<.001
	No	38 (58.5%)	20 (20.6%)	

*Nota.* SEM = sin entrenamiento musical; CEM = con entrenamiento musical; N.º AEE = número de actividades extraescolares; SE = socioeconómico; EM = entrenamiento musical

**Tabla 9**

*Datos sociodemográficos de la Agrupación 2 (según la edad de inicio del entrenamiento musical)*

		SEM (n=65)	EM≥7 (n=28)	EM<7 (n=69)	Diferencia
		M (DE)	M (DE)	M (DE)	p (f)
Edad media (meses)		116.49 (11.81)	115.57 (25.10)	121.13 (13.22)	.174
Nº AEE		2.49 (1.02)	3.43 (1.32)	3.46 (1.55)	<.001
		n (%)	n (%)	n (%)	p (χ²)
Género	Femenino	34 (52.3%)	19 (67.9%)	33 (47.8%)	.198
	Masculino	31 (47.7%)	9 (32.1%)	36 (52.2%)	
Bilingüismo	No dual	45 (69.2%)	21 (75%)	52 (75.4%)	.699
	Dual	20 (30.8%)	7 (25%)	17 (24.6%)	
Dominio idioma	Castellano	19 (29.2%)	4 (14.3%)	17 (24.6%)	.528
	Euskara	28 (43.1%)	17 (60.7%)	35 (50.7%)	
	Igual	18 (27.7%)	7 (25%)	17 (24.6%)	
Índice SE	Medio	20 (30.8%)	4 (14.3%)	14 (20.3%)	.413
	Medio-alto	10 (15.4%)	4 (14.3%)	11 (15.9%)	
	Alto	35 (53.8%)	20 (71.4%)	44 (63.8%)	
EM padres	SEM	54 (83.1%)	5 (17.9%)	20 (29%)	<.001
	CEM	11 (16.9%)	23 (82.1%)	49 (71%)	
Contacto habitual con la música	Bajo	24 (38.1%)	5 (18.5%)	12 (17.4%)	.003
	Medio bajo	17 (27%)	4 (14.8%)	19 (27.5%)	
	Medio alto	17 (27%)	7 (25.9%)	15 (21.7%)	
	Alto	5 (7.9%)	11 (40.7%)	23 (33.3%)	
Ambiente familiar musicalmente enriquecido	Sí	27 (41.5%)	20 (71.4%)	57 (82.6%)	<.001
	No	38 (58.5%)	8 (28.6%)	12 (17.4%)	

*Nota.* SEM = sin entrenamiento musical; CEM = con entrenamiento musical; EM≥7 = con entrenamiento musical iniciado a partir de los siete años; EM<7 = con entrenamiento musical iniciado antes de los siete años; N.º AEE = número de actividades extraescolares; SE = socioeconómico; EM = entrenamiento musical

**Tabla 10**

*Datos sociodemográficos de la Agrupación 3 (según la intensidad del entrenamiento musical)*

		SEM (n=65)	EM1-3 (n=43)	EM>3 (n=54)	Diferencia
		M (DE)	M (DE)	M (DE)	p (f)
Edad media (meses)		116.49 (11.81)	118.51 (15.46)	120.33 (21.90)	.458
Nº AEE		2.49 (1.02)	3.49 (1.28)	3.41 (1.47)	<.001
		n (%)	n (%)	n (%)	p (χ²)
Género	Femenino	34 (52.3%)	22 (51.2%)	30 (55.6%)	.899
	Masculino	31 (47.7%)	21 (48.8%)	24 (44.4%)	
Bilingüismo	No dual	45 (69.2%)	31 (72.1%)	42 (77.8%)	.575
	Dual	20 (30.8%)	12 (27.9%)	12 (22.2%)	
Dominio idioma	Castellano	19 (29.2%)	10 (23.3%)	11 (20.4%)	.619
	Euskara	28 (43.1%)	21 (48.8%)	31 (57.4%)	
	Igual	18 (27.7%)	12 (27.9%)	12 (22.2%)	
Índice SE	Medio	20 (30.8%)	10 (23.3%)	8 (14.8%)	.299
	Medio-alto	10 (15.4%)	5 (11.6%)	10 (18.5%)	
	Alto	35 (53.8%)	28 (65.1%)	36 (66.7%)	
EM padres	SEM	54 (83.1%)	11 (25.6%)	14 (25.9%)	<.001
	CEM	11 (16.9%)	32 (74.4%)	40 (74.1%)	
Contacto habitual con la música	Bajo	24 (38.1%)	11 (26.2%)	6 (11.1%)	<.001
	Medio bajo	17 (27%)	9 (21.4%)	14 (25.9%)	
	Medio alto	17 (27%)	14 (33.3%)	8 (14.8%)	
	Alto	5 (7.9%)	8 (19%)	26 (48.1%)	
Ambiente familiar musicalmente enriquecido	Sí	27 (41.5%)	31 (72.1%)	46 (85.2%)	<.001
	No	38 (58.5%)	12 (27.9%)	8 (14.8%)	

*Nota.* SEM = sin entrenamiento musical; CEM = con entrenamiento musical; EM1-3 = con entrenamiento musical de 1-3 horas semanales; EM>3 = con entrenamiento musical de más de tres horas semanales; N.º AEE = número de actividades extraescolares; SE = socioeconómico; EM = entrenamiento musical;

Como ha podido observarse en las tablas previas, los grupos difieren en el contacto habitual con la música (información aportada por el niño), en el ambiente musical familiar enriquecido (información aportada por los padres) y en la formación musical de los padres. Estos resultados muestran coherencia teórica con estudios previos, debido a que los padres con formación musical suelen ser más propensos a aportar a sus hijos un entorno musicalmente enriquecido y a motivar, valorar y apoyar

el inicio y continuidad del entrenamiento musical de sus hijos (Ashbourne y Andres, 2015; Dai y Schader, 2001; Sichivitsa, 2007). El contacto habitual con la música se ha medido a través de un cuestionario creado para recoger información sobre la frecuencia de distintas actividades musicales realizadas en la vida cotidiana del niño (Martin-Requejo, 2018). Los grupos también difieren en el número de actividades extraescolares, con un mayor número de actividades por parte de los niños con entrenamiento musical. Esto parece ser habitual en los niños con entrenamiento musical (Corrigall et al., 2013; Schellenberg, 2011a), pero, en este estudio, la diferencia observada estaría indicando que los niños con entrenamiento musical, de media, realizan una actividad extraescolar más que los niños sin entrenamiento musical, lo que podría corresponder con la actividad extraescolar de la formación musical.

Dado que las variables de agrupación de la edad de inicio y de la intensidad del entrenamiento musical podrían presentar cierta relación, se comprobó la ausencia de interacción entre las mismas antes de proceder a ejecutar los análisis estadísticos de la investigación (ver Tabla 11).

**Tabla 11**

*Interacción entre los grupos según la edad de inicio y las horas de entrenamiento musical*

		Intensidad del entrenamiento musical		$\chi^2$
		Moderada 1-3 horas/semana <i>n</i> (%)	Elevada > 3 horas/semana <i>n</i> (%)	
Edad de inicio del entrenamiento musical	A partir de los siete	12 (42.9%)	16 (57.1%)	.852
	Antes de los siete	31 (44.9%)	38 (55.1%)	

### 11.2.2. Diseño

Partiendo de la naturaleza de la presente investigación, el estudio se ha planteado con un enfoque cuantitativo, siguiendo un diseño no experimental (ex post-facto) de tipo comparativo, a fin de estudiar las diferencias intergrupo.

### 11.2.3. Instrumentos

Para medir las variables cognitivas del estudio se han empleado distintos instrumentos estandarizados, aplicando algunos de forma presencial, mientras que otros se han aplicado de forma online a través de la plataforma Tea Corrige - Aplicación y Corrección de test online. La situación pandémica generada por la COVID-19 impidió que parte de la muestra realizara las pruebas presenciales, por lo que algunos participantes solo pudieron completar los instrumentos de aplicación online ( $n = 78$ ; 48.1%) y además, cuatro de estos 78 participantes no completaron el cuestionario de la inteligencia emocional. Por ello, en la Tabla 12 se muestra el tipo y el orden de aplicación de los instrumentos de medida empleados, así como la muestra resultante en cada uno de ellos.

**Tabla 12**

*Variables e instrumentos de medida*

Variable	Naturaleza	Instrumento	Orden de aplicación	Dirigido a	Aplicación	<i>n</i>
Funciones ejecutivas	Cuantitativa	ENFEN. Evaluación Neuropsicológica de las Funciones Ejecutivas en Niños	2º	Niño	Presencial	84
	Cuantitativa	WISC-IV. Subtest de Memoria de trabajo	3º	Niño	Presencial	84
	Cuantitativa	BRIEF-2. Evaluación Conductual de la Función Ejecutiva	5º	Familia	Online (Tea Corrige)	162

Variable	Naturaleza	Instrumento	Orden de aplicación	Dirigido a	Aplicación	<i>n</i>
Inteligencia emocional	Cuantitativa	BarOn. Inventario de Inteligencia Emocional	6º	Niño	Online (Tea Corrige)	158
Creatividad	Cuantitativa	CREA. Inteligencia Creativa	4º	Niño	Presencial	84
Inteligencia general	Cuantitativa	K-BIT. Test Breve de Inteligencia de Kaufman	1º	Niño	Presencial	84

A continuación, se describe cada uno de los instrumentos de medida utilizados:

- Evaluación Neuropsicológica de las Funciones Ejecutivas en Niños (ENFEN) (Portellano et al., 2011). Esta prueba de rendimiento evalúa el nivel madurativo en tareas asociadas a las funciones ejecutivas de niños de 6-12 años. Se compone de seis subpruebas: fluidez fonológica (decir en un minuto el mayor número de palabras que empiecen con la letra aportada verbalmente), fluidez semántica (decir en un minuto el mayor número de palabras que pertenezcan a la categoría semántica aportada verbalmente), atención sostenida (dibujar un sendero uniendo números descendentemente que están ordenados de manera aleatoria), flexibilidad cognitiva (dibujar un sendero uniendo números ascendentemente y alternando el color), planificación (tarea tipo Torre de Hanoi donde el sujeto debe ordenar las anillas siguiendo las instrucciones visuales) e inhibición (tarea tipo Stroop donde el sujeto en un minuto debe decir el color de la tinta impresa en lugar de leer las palabras aportadas visualmente). Se aplica de forma individual y tiene una duración aproximada de 20 minutos. Cada tarea presenta distintos criterios de corrección y de puntuación a partir de los aciertos durante un tiempo limitado o del tiempo de ejecución. Las puntuaciones se bareman en decatipos con las siguientes categorías descriptivas: 1-2 *muy bajo*, 3 *bajo*, 4 *medio bajo*, 5-6 *medio*, 7 *medio alto*, 8 *alto* y 9-10 *muy alto*. No se dispone de datos de fiabilidad y validez de la prueba, pero diversos artículos científicos previos la han utilizado (Guasch et al., 2014; López-Fernández et al., 2013).

- Escala de Inteligencia de Weschler para niños (WISC-IV) (Corral et al., 2005). Este instrumento mide las capacidades intelectuales generales organizadas en cuatro índices: comprensión verbal, razonamiento perceptivo, memoria de trabajo y velocidad de procesamiento. La prueba está orientada para niños y adolescentes de 6-16 años y es de aplicación presencial (medida de rendimiento). En esta investigación, solo se ha aplicado la prueba de memoria de trabajo, que evalúa la capacidad de retención de información, de manipularla mentalmente y de transformarla en nueva información. El índice de memoria de trabajo se compone de tres tareas: dígitos directos e inversos (memoria inmediata, flexibilidad cognitiva, secuenciación y planificación), letras y números (retención y combinación de información de distinto tipo y organizarla según directrices) y aritmética (habilidad de razonamiento numérico, memoria a corto plazo, atención y velocidad en la manipulación de la información). La prueba ofrece puntuaciones directas basadas en la suma de los aciertos, puntuaciones típicas escalares para cada una de las tres tareas que componen la memoria de trabajo y puntuación en percentil para el índice global de la memoria de trabajo (para los análisis se han utilizado las puntuaciones escalares para las subpruebas y el percentil para la puntuación total de la memoria de trabajo). La prueba cuenta con sólidos índices de validez y fiabilidad (Corral et al., 2005).
- Evaluación Conductual de la Función Ejecutiva-2 (BRIEF-2) (Maldonado et al., 2017). Este cuestionario evalúa aspectos conductuales y cotidianos del funcionamiento ejecutivo, midiendo el grado de frecuencia de las conductas de niños y adolescentes de 5-18 años. Cuenta con dos formatos (familia y escuela) y se puede aplicar de forma presencial y online con una duración aproximada de 10 minutos. En esta investigación, se ha aplicado el formato de familia y en la modalidad online mediante la plataforma Tea Corrige - Aplicación y Corrección de test online. La prueba aporta los siguientes componentes: el índice de regulación conductual (formado por las escalas de inhibición y supervisión de sí mismo), el índice de regulación emocional (formado por las escalas de flexibilidad y control emocional) y el índice de regulación cognitiva (formado por las escalas de memoria de trabajo, planificación, supervisión de la tarea y organización de materiales). También

incluye tres escalas de validez (inconsistencia, infrecuencia y negatividad). Las puntuaciones se aportan en puntuación T, donde mayor puntuación indicaría mayor dificultad en el funcionamiento ejecutivo y establece las siguientes categorías descriptivas: 0-59 *no significación clínica*, 60-64 *elevación leve*, 65-69 *elevación potencialmente clínica* y  $\geq 70$  *elevación clínicamente significativa*. Se trata de un instrumento con validez ecológica que cuenta con una justificación estadística basada en robustas evidencias de validez y fiabilidad (Maldonado et al., 2017).

- Inventario de Inteligencia Emocional de BarOn: versión para jóvenes (7-18 años) (Bar-On y Parker, 2018). Se trata de un cuestionario de autoinforme respondido por el propio participante que mide la inteligencia emocional y sus distintas dimensiones: intrapersonal (autoconocimiento y autoexpresión emocional), interpersonal (conciencia social y relaciones interpersonales satisfactorias), adaptabilidad (capacidad de gestión del cambio), manejo del estrés (manejo y autorregulación de emociones en situación estresante) y estado anímico general. La aplicación puede ser individual o colectiva y en la modalidad presencial u online con una duración aproximada de 20-25 minutos. En la presente investigación, se ha aplicado de manera individual y en la modalidad online mediante la plataforma Tea Corrige - Aplicación y Corrección de test online. El instrumento aporta un índice por cada dimensión y un índice general de la inteligencia emocional basados en una puntuación típica (CI) con media de 100 y desviación típica de 15. El cuestionario presenta unas probadas propiedades psicométricas basadas en datos robustos de fiabilidad y validez (Bar-On y Parker, 2018).
- Inteligencia Creativa (CREA) (Corbalán-Berná et al., 2015). Este instrumento ofrece una medida unitaria de la creatividad a partir de la generación del máximo número de preguntas relacionadas con la imagen gráfica suministrada durante un máximo de cuatro minutos. Se puede aplicar desde los seis años hasta la adultez y de manera individual. Hasta los nueve años de edad, el examinado debe generar las preguntas de forma oral y el examinador escribirlas por él. La puntuación directa se obtiene a partir del número de preguntas generadas y las puntuaciones baremadas se aportan en percentiles. La prueba presenta una justificación estadística avalada por una amplia



muestra normativa y por índices de fiabilidad y validez divergente y convergente (Corbalán-Berná et al., 2015; Corbalán-Berná y Limiñana, 2010).

- Test Breve de Inteligencia de Kaufman (K-BIT) (Kaufman y Kaufman, 2011). Este test mide la inteligencia verbal y no verbal en edades comprendidas entre los 4-90 años, mediante aplicación individual y con una duración aproximada de 30 minutos. Consta de dos partes: matrices (identificar el estímulo visual no verbal relacionado con los presentados) y vocabulario. Esta última, a su vez, se divide en dos pruebas: vocabulario expresivo (dar el nombre del objeto presentado gráficamente) y definiciones (buscar la palabra que se ajuste a las dos pistas aportadas). Aporta puntuaciones típicas para la parte de matrices y para la de vocabulario, así como una puntuación típica global compuesta (cociente intelectual), puntuaciones todas ellas con una media de 100 y desviación típica de 15. Estas puntuaciones, a su vez, se distribuyen en las siguientes categorías descriptivas: <69 *muy bajo*, 70-79 *bajo*, 80-89 *medio bajo*, 90-109 *medio*, 110-119 *medio alto*, 120-129 *alto* y >130 *muy alto*. La prueba presenta datos de validez y fiabilidad robustos con un índice de fiabilidad de .98 mediante el método de las dos mitades mostrando una correlación media de .63 con el K-ABC, de .80 con el WISC-R y de .75 con el WAIS-R (Kaufman y Kaufman, 2011).

#### **11.2.4. Procedimiento**

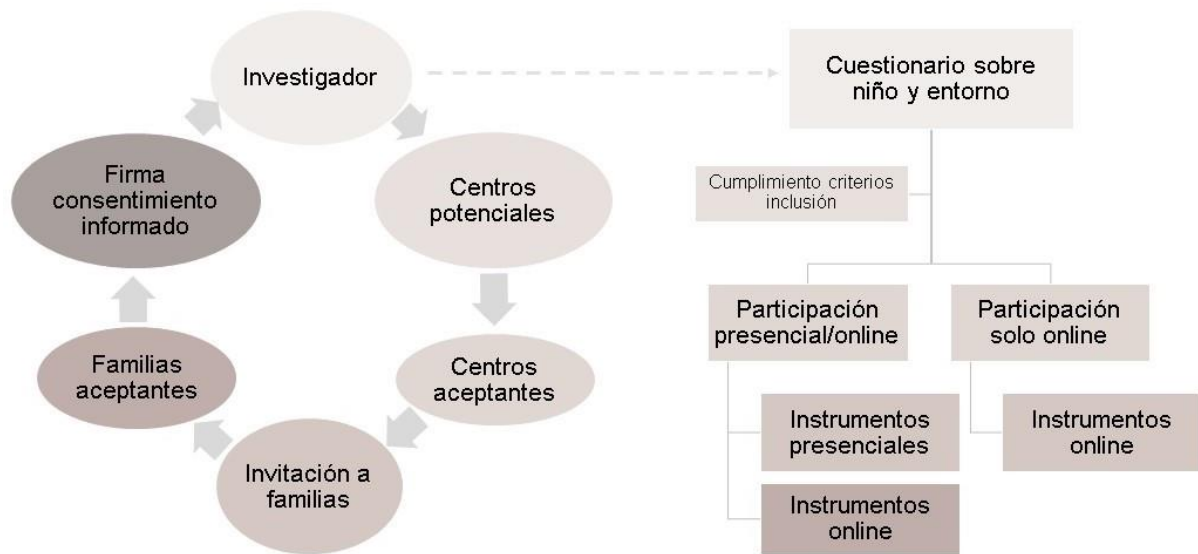
Tras contar con la aprobación del Comité Ético de la Investigación (CEI) de la Universidad Internacional de La Rioja (código PI: 006/2019), se informó a la Fiscalía de Menores del País Vasco del inicio del estudio (causa NIG-PV: 20.05.0-20/000672). A continuación, se estableció contacto con los centros potenciales (aquellos que cumplieran con los criterios de inclusión recogidos en el apartado 2.1), enviándoles un documento informativo de la investigación y la invitación para compartir con las familias (ver Anexo 1). Los centros interesados en la investigación compartían con las familias de los estudiantes la información del estudio y las que decidían participar firmaban el consentimiento informado. En algunos casos, fue necesario realizar reuniones presenciales para explicar la investigación más detalladamente tanto a la dirección de los centros como a las familias. Las familias que aceptaban participar, en

primer lugar, completaban el cuestionario que recogía datos sobre el niño y su entorno sociodemográfico a través del que también generaban el código de identificación para la participación de su hijo en el estudio. Tras confirmar el cumplimiento de los criterios de inclusión de los participantes (recogidos en el apartado 2.1), se realizaban visitas a los centros para concretar los horarios y espacios para las sesiones de evaluación presencial. A partir de ello, se iniciaba la recogida de datos con los instrumentos de aplicación presencial y, una vez concluidas estas pruebas, las familias y participantes completaban los instrumentos de aplicación online.

La recogida de datos se llevó a cabo entre octubre de 2019 y junio de 2022, pero con algunas interrupciones y cambios debido a la pandemia generada por la COVID-19. Los distintos confinamientos decretados oficialmente y las medidas preventivas adoptadas en el ámbito educativo dificultaron la aplicación de los instrumentos de evaluación presencial. En este contexto, y con el objetivo de poder avanzar con la investigación, se planteó la posibilidad de participar en el estudio de manera exclusivamente online, proceso que contó con una nueva aprobación del CEI (código PI: 015/2020). A partir de ello, se informó a los centros de esta nueva posibilidad de participar en el estudio exclusivamente online, enviando un nuevo documento de invitación a modo de díptico (ver Anexo 2). En esta modalidad exclusivamente online, y tras la firma del consentimiento, se enviaba un correo electrónico de bienvenida a las familias, junto con el cuestionario para recoger información sobre el niño y su entorno sociodemográfico. Una vez verificados los criterios de inclusión de los participantes (recogidos en el apartado 2.1), las familias y niños completaban los instrumentos de aplicación online. De este modo, parte de la muestra no pudo completar los instrumentos de aplicación presencial, por lo que su participación en el estudio ha sido únicamente a través de los instrumentos de administración online ( $n = 78$ ; 48.1%). Además, cuatro de estos 78 participantes no completaron todos los instrumentos, por lo que las variables de estudio han contado con distinto tamaño muestral (en todos los análisis e instrumentos se recoge el tamaño de muestra correspondiente). En la Figura 23 se informa del proceso seguido durante la investigación.

**Figura 23**

*Proceso de la investigación*



### 11.2.5. Análisis

Inicialmente, se realizaron los test Chi Cuadrado ( $\chi^2$ ), *t* de Student y análisis de varianza (ANOVA) para comprobar las posibles diferencias sociodemográficas entre los distintos grupos. A continuación, se ejecutaron los análisis descriptivos calculando la media, la desviación típica y el intervalo de confianza (95%) para conocer la distribución de las puntuaciones de la muestra en las distintas variables de estudio. Los análisis de comparación del primer objetivo se realizaron con pruebas paramétricas, mientras que en el segundo y en el tercer objetivo se llevaron a cabo pruebas no paramétricas debido a que algunos grupos contaban con menos de 30 sujetos. Así pues, para explorar las diferencias entre los grupos de la primera agrupación (sin entrenamiento musical y con entrenamiento musical) se utilizó la prueba *t* de Student. Para analizar las posibles diferencias de la segunda agrupación (sin entrenamiento musical, con entrenamiento musical iniciado a partir de los siete años y con entrenamiento musical iniciado antes de los siete años) y de la tercera agrupación (sin entrenamiento musical, con entrenamiento musical de 1-3 horas semanales y con entrenamiento musical de más de tres horas semanales) no se ha aplicado la prueba Kruskal-Wallis porque esta no ofrece un post-hoc que permita conocer exactamente entre qué grupos se encuentran las diferencias. Por ello, se ha optado por aplicar la prueba U de Mann Whitney, realizando análisis por pares y

aportando también el intervalo de confianza del método de aproximación Monte Carlo con un nivel de confianza del 95% y con 10.000 número de muestras. Todos estos análisis se realizaron mediante el software SPSS v.25 (IBM Corp, 2017) interpretando los datos con un nivel de significación de  $p \leq .05$ . Junto con ello, se calculó el tamaño del efecto de cada uno de los resultados mediante la página web *psychometrica* ([https://www.psychometrica.de/effect\\_size.html](https://www.psychometrica.de/effect_size.html)) interpretando la *d* de Cohen según los siguientes valores: *.20 efecto pequeño*, *.50 efecto mediano* y *.80 efecto grande* (Cárdenas y Arancibia, 2014).

### **11.3. Resultados**

A continuación, se presentan los resultados organizados en función de los objetivos específicos establecidos.

#### **11.3.1. Resultados de las diferencias en habilidades cognitivas entre el grupo sin entrenamiento musical y el grupo con entrenamiento musical**

En la Tabla 13 se muestran los resultados respecto al primer objetivo específico de la investigación que buscaba analizar las diferencias en las funciones ejecutivas, la inteligencia emocional, la creatividad y la inteligencia general entre niños de 8-12 años sin entrenamiento musical y con entrenamiento musical. Como puede observarse, todas las variables han presentado un promedio dentro de lo esperado excepto el dominio ejecutivo de la fluidez fonológica ( $M = 2.95$ ; puntuación que correspondería con una puntuación T de 34) medido con la prueba ENFEN, donde el grupo sin entrenamiento musical ha mostrado un bajo promedio. Junto con ello, es destacable la alta puntuación promedio de los grupos en la memoria de trabajo, situándose en un percentil medio de 83.87 en el caso de los niños sin entrenamiento musical y un percentil medio de 93.73 en los niños con entrenamiento musical.

**Tabla 13**

*Resultados descriptivos del grupo sin entrenamiento musical y con entrenamiento musical*

Variable	Grupo	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>DE</i>	Mínimo	Máximo	95% <i>IC</i>
Fluidez fonológica	SEM	41	2.95	1.63	1	6	[2.44, 3.46]
	CEM	43	4.07	1.98	1	8	[3.46, 4.68]
Fluidez semántica	SEM	41	4.34	1.48	1	7	[3.88, 4.81]
	CEM	43	5.14	1.97	1	9	[4.53, 5.75]
Atención sostenida	SEM	41	5.12	1.47	2	8	[4.66, 5.59]
	CEM	43	5.30	1.93	1	9	[4.71, 5.90]
Flexibilidad cognitiva	SEM	41	5.05	1.52	1	8	[4.57, 5.53]
	CEM	43	5.56	1.58	1	9	[5.07, 6.04]
Planificación	SEM	41	5.07	1.60	1	9	[4.57, 5.58]
	CEM	43	5.58	1.12	2	8	[5.24, 5.93]
Inhibición	SEM	41	4.76	2.12	1	10	[4.09, 5.42]
	CEM	43	5.53	1.92	2	10	[4.94, 6.13]
Memoria de trabajo	SEM	41	83.87	21.01	27	99.90	[77.24, 90.50]
	CEM	43	93.73	10.10	55	99.90	[90.63, 96.84]
Dígitos	SEM	41	10.49	2.90	5	17	[9.57, 11.40]
	CEM	43	10.12	2.40	5	16	[9.38, 10.86]
Letras y números	SEM	41	8.44	3.49	2	15	[7.34, 9.54]
	CEM	43	9.81	2.44	4	14	[9.06, 10.57]
Aritmética	SEM	41	9.83	2.75	3	16	[8.96, 10.70]
	CEM	43	11.16	1.83	7	17	[10.60, 11.72]
Funciones ejecutivas	SEM	65	51.82	11.12	34	82	[49.06, 54.57]
	CEM	97	48.57	7.50	35	74	[47.06, 50.08]
Regulación conductual	SEM	65	51.43	11.26	36	83	[48.64, 54.22]
	CEM	97	48.97	8.23	36	72	[47.31, 50.63]
Regulación emocional	SEM	65	53.17	10.68	38	83	[50.52, 55.82]
	CEM	97	49.91	9.36	37	74	[48.02, 51.79]
Regulación cognitiva	SEM	65	50.85	10.84	31	80	[48.16, 53.53]
	CEM	97	48.01	8.24	36	72	[46.35, 49.67]
Conducta inhibitoria	SEM	65	51.40	11.62	36	86	[48.52, 54.28]
	CEM	97	49.62	8.66	36	77	[47.87, 51.36]
Supervisión sí mismo	SEM	65	51.26	10.85	39	74	[48.57, 53.95]
	CEM	97	48.14	8.89	39	80	[46.35, 49.94]
Conducta flexible	SEM	65	56.09	12.11	38	85	[53.09, 59.09]

Variable	Grupo	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>DE</i>	Mínimo	Máximo	95% <i>IC</i>
Control emocional	CEM	97	52.15	10.04	38	82	[50.13, 54.18]
	SEM	65	50.69	9.97	39	78	[48.22, 53.16]
Iniciativa	CEM	97	48.27	8.74	38	73	[46.51, 50.03]
	SEM	65	51.42	10.88	36	82	[48.72, 54.11]
Memoria de trabajo conductual	CEM	97	49.60	9.14	36	73	[47.76, 51.44]
	SEM	65	50.06	10.47	37	76	[47.47, 52.66]
Planificación conductual	CEM	97	47.40	7.81	37	70	[45.83, 48.98]
	SEM	65	49.85	10.09	35	79	[47.35, 52.35]
Supervisión tarea	CEM	97	47.84	8.78	35	76	[46.07, 49.60]
	SEM	65	51.08	11.84	34	81	[48.14, 54.01]
Organización material	CEM	97	48.66	9.50	34	77	[46.75, 50.57]
	SEM	65	51.85	10.82	38	85	[49.17, 54.53]
Inteligencia emocional	CEM	97	49.29	8.29	38	81	[47.62, 50.96]
	SEM	62	97.19	14.29	72	134	[93.57, 100.82]
Intrapersonal	CEM	96	103.03	14.20	77	136	[100.16, 105.91]
	SEM	62	98.81	15.15	68	139	[94.96, 102.65]
Interpersonal	CEM	96	102.89	15.48	67	139	[99.75, 106.02]
	SEM	62	97.89	16.75	53	130	[93.63, 102.14]
Adaptabilidad	CEM	96	104.80	13.41	73	128	[102.08, 107.52]
	SEM	62	93.98	14.97	61	133	[90.18, 97.79]
Manejo del estrés	CEM	96	99.54	12.50	68	134	[97.01, 102.07]
	SEM	62	101.16	13.39	63	125	[97.76, 104.56]
Estado anímico	CEM	96	101.32	13.48	63	133	[98.59, 104.05]
	SEM	62	98.71	18.70	55	124	[93.96, 103.46]
CREA Creatividad	CEM	96	103.93	13.74	47	124	[101.14, 106.71]
	SEM	41	69.59	20.31	10	98	[63.17, 76.00]
K-BIT Cociente intelectual	CEM	43	68.72	18.35	25	99	[63.07, 74.37]
	SEM	41	94.22	7.64	85	109	[91.81, 96.63]
	CEM	43	98.77	9.20	85	117	[95.94, 101.60]

*Nota.* ENFEN = Evaluación Neuropsicológica de las Funciones Ejecutivas en Niños; WISC-IV = Subtest de Memoria de trabajo; BRIEF-2 = Evaluación Conductual de la Función Ejecutiva; BarOn = Inventario de Inteligencia Emocional; CREA = Inteligencia Creativa; K-BIT = Test Breve de Inteligencia de Kaufman; SEM = sin entrenamiento musical; CEM = con entrenamiento musical.

<sup>a</sup> En el instrumento BRIEF-2, menor puntuación significa un mejor funcionamiento ejecutivo.

El grupo con entrenamiento musical ha mostrado mejores puntuaciones en la fluidez fonológica (ENFEN) ( $p = .006$ ;  $d = .616$ ), la fluidez semántica (ENFEN) ( $p =$

.038;  $d = .460$ ), la memoria de trabajo conductual (WISC) ( $p = .009$ ;  $d = .594$ ), la tarea de letras y números (WISC) ( $p = .041$ ;  $d = .454$ ), la tarea de aritmética (WISC) ( $p = .011$ ;  $d = .569$ ), la puntuación global de las funciones ejecutivas (BRIEF-2) ( $p = .042$ ;  $d = .331$ ), la regulación emocional (BRIEF-2) ( $p = .042$ ;  $d = .329$ ), la medida conductual de la flexibilidad (BRIEF-2) ( $p = .032$ ;  $d = .348$ ), la inteligencia emocional ( $p = .013$ ;  $d = .410$ ), la dimensión interpersonal ( $p = .005$ ;  $d = .467$ ), la dimensión de adaptabilidad ( $p = .013$ ;  $d = .411$ ) y en el cociente intelectual ( $p = .016$ ;  $d = .537$ ), resultando estas diferencias significativas respecto a los niños sin entrenamiento musical. La mayoría de estas diferencias han mostrado un tamaño del efecto pequeño, aunque cuatro de ellas (fluidez fonológica, memoria de trabajo, aritmética y cociente intelectual) han arrojado un tamaño del efecto mediano (ver Tabla 14).

**Tabla 14**

*Análisis comparativo entre el grupo sin entrenamiento musical y con entrenamiento musical*

Variable	Grupo	$n$	$M$	$t$ Student		$TE$
				$t$	$p$	$d$
Fluidez fonológica	SEM	41	2.95	-2.820	<b>.006</b>	.616
	CEM	43	4.07			
Fluidez semántica	SEM	41	4.34	-2.107	<b>.038</b>	.460
	CEM	43	5.14			
Atención sostenida	SEM	41	5.12	-.480	.633	.105
	CEM	43	5.30			
Flexibilidad cognitiva	SEM	41	5.05	-1.507	.136	.329
	CEM	43	5.56			
Planificación	SEM	41	5.07	-1.678	.098	.366
	CEM	43	5.58			
Inhibición	SEM	41	4.76	-1.767	.081	.386
	CEM	43	5.53			
Memoria de trabajo	SEM	41	83.87	-2.722	<b>.009</b>	.594
	CEM	43	93.73			
Dígitos	SEM	41	10.49	.641	.523	.140
	CEM	43	10.12			
Letras y números	SEM	41	8.44	-2.081	<b>.041</b>	.454
	CEM	43	9.81			
Aritmética	SEM	41	9.83	-2.608	<b>.011</b>	.569

Variable	Grupo	n	M	t Student		TE	
				t	p	d	
BRIEF-2 <sup>a</sup>	CEM	43	11.16				
	SEM	65	51.82				
	Funciones ejecutivas	CEM	97	48.57	2.062	<b>.042</b>	.331
	Regulación conductual	SEM	65	51.43			
		CEM	97	48.97	1.513	.133	.243
	Regulación emocional	SEM	65	53.17			
		CEM	97	49.91	2.054	<b>.042</b>	.329
	Regulación cognitiva	SEM	65	50.85			
		CEM	97	48.01	1.790	.076	.287
	Conducta inhibitoria	SEM	65	51.40			
		CEM	97	49.62	1.117	.266	.179
	Supervisión sí mismo	SEM	65	51.26			
		CEM	97	48.14	1.924	.057	.308
	Conducta flexible	SEM	65	56.09			
		CEM	97	52.15	2.168	<b>.032</b>	.348
	Control emocional	SEM	65	50.69			
		CEM	97	48.27	2.635	.104	.422
	Iniciativa	SEM	65	51.42			
		CEM	97	49.60	1.148	.253	.184
	Memoria de trabajo conductual	SEM	65	50.06			
CEM		97	47.40	1.747	.083	.280	
Planificación conductual	SEM	65	49.85				
	CEM	97	47.84	1.345	.180	.216	
Supervisión tarea	SEM	65	51.08				
	CEM	97	48.66	1.376	.171	.221	
Organización material	SEM	65	51.85				
	CEM	97	49.29	1.615	.109	.259	
BarOn	SEM	62	97.19				
	Inteligencia emocional	CEM	96	103.03	-2.518	<b>.013</b>	.410
	Intrapersonal	SEM	62	98.81			
		CEM	96	102.89	-1.631	.105	.266
	Interpersonal	SEM	62	97.89			
		CEM	96	104.80	-2.866	<b>.005</b>	.467
	Adaptabilidad	SEM	62	93.98			
		CEM	96	99.54	-2.523	<b>.013</b>	.411



Variable	Grupo	n	M	t Student		TE
				t	p	d
Manejo del estrés	SEM	62	101.16	-.074	.941	.012
	CEM	96	101.32			
Estado anímico	SEM	62	98.71	-1.892	.061	.308
	CEM	96	103.93			
CREA Creatividad	SEM	41	69.59	.205	.838	.045
	CEM	43	68.72			
K-BIT Cociente intelectual	SEM	41	94.22	-2.458	<b>.016</b>	.537
	CEM	43	98.77			

*Nota.* ENFEN = Evaluación Neuropsicológica de las Funciones Ejecutivas en Niños; WISC-IV = Subtest de Memoria de trabajo; BRIEF-2 = Evaluación Conductual de la Función Ejecutiva; BarOn = Inventario de Inteligencia Emocional; CREA = Inteligencia Creativa; K-BIT = Test Breve de Inteligencia de Kaufman; SEM = sin entrenamiento musical; CEM = con entrenamiento musical.

<sup>a</sup> En el instrumento BRIEF-2, menor puntuación significa un mejor funcionamiento ejecutivo.

### 11.3.2. Resultados de las diferencias en habilidades cognitivas en función de la edad de inicio en el entrenamiento musical

La Tabla 15 muestra los resultados descriptivos obtenidos respecto al segundo objetivo específico de la investigación que buscaba comprobar las diferencias en las funciones ejecutivas, la inteligencia emocional, la creatividad y la inteligencia general en función de la edad de inicio del entrenamiento musical (sin entrenamiento musical, con entrenamiento musical iniciado a partir de los siete años y con entrenamiento musical iniciado antes de los siete años) en niños de 8-12 años. Los promedios de los tres grupos se sitúan dentro de los valores esperados para la mayoría de las variables, aunque cabe destacar el bajo promedio obtenido por el grupo sin entrenamiento musical en el dominio ejecutivo de la fluidez fonológica medido con el instrumento ENFEN ( $M = 2.95$ ; equivalente a una puntuación T de 34). Así mismo, destaca el alto promedio que los tres grupos han obtenido en la memoria de trabajo, donde el grupo sin entrenamiento musical ha obtenido un percentil medio de 83.87, el grupo con entrenamiento musical iniciado a partir de los siete años un percentil medio de 95.54 y el grupo con entrenamiento musical iniciado antes de los siete años ha mostrado un percentil medio de 92.86.

**Tabla 15**

*Resultados descriptivos de los grupos en función de la edad de inicio del entrenamiento musical*

Variable	Grupo	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>DE</i>	Mínimo	Máximo	95% IC
Fluidez fonológica	SEM	41	2.95	1.63	1	6	[2.44, 3.46]
	EM≥7	14	4.00	1.84	1	7	[2.94, 5.06]
	EM<7	29	4.10	2.08	1	8	[3.31, 4.89]
Fluidez semántica	SEM	41	4.34	1.48	1	7	[3.88, 4.81]
	EM≥7	14	5.57	1.70	3	8	[4.59, 6.55]
	EM<7	29	4.93	2.09	1	9	[4.14, 5.72]
Atención sostenida	SEM	41	5.12	1.47	2	8	[4.66, 5.59]
	EM≥7	14	5.00	1.84	1	8	[3.94, 6.06]
	EM<7	29	5.45	1.99	2	9	[4.69, 6.21]
Flexibilidad cognitiva	SEM	41	5.05	1.52	1	8	[4.57, 5.53]
	EM≥7	14	5.50	1.40	3	8	[4.69, 6.31]
	EM<7	29	5.59	1.68	1	9	[4.95, 6.23]
Planificación	SEM	41	5.07	1.60	1	9	[4.57, 5.58]
	EM≥7	14	5.50	.94	4	7	[4.96, 6.04]
	EM<7	29	5.62	1.21	2	8	[5.16, 6.08]
Inhibición	SEM	41	4.76	2.12	1	10	[4.09,5.42]
	EM≥7	14	5.14	2.11	2	9	[3.93, 6.36]
	EM<7	29	5.72	1.83	2	10	[5.03,6.42]
Memoria de trabajo	SEM	41	83.87	21.01	27	99.90	[77.24, 90.50]
	EM≥7	14	95.54	8.00	69	99.90	[90.93, 100.16]
	EM<7	29	92.86	10.99	55	99.90	[88.68, 97.01]
Dígitos	SEM	41	10.49	2.90	5	17	[9.57, 11.40]
	EM≥7	14	10.93	2.62	7	16	[9.42, 12.44]
	EM<7	29	9.72	2.23	5	13	[8.87, 10.57]
Letras y números	SEM	41	8.44	3.49	2	15	[7.34, 9.54]
	EM≥7	14	9.43	2.03	4	13	[8.26, 10.60]
	EM<7	29	10.00	2.63	5	14	[9.00, 11.00]
Aritmética	SEM	41	9.83	2.75	3	16	[8.96, 10.70]
	EM≥7	14	11.14	1.23	9	13	[10.43, 11.85]
	EM<7	29	11.17	2.07	7	17	[10.38, 11.96]
Funciones ejecutivas	SEM	65	51.82	11.12	34	82	[49.06, 54.57]
	EM≥7	28	48.29	6.29	39	61	[45.29, 50.73]
	EM<7	69	48.68	7.98	35	74	[46.76, 50.60]
Regulación conductual	SEM	65	51.43	11.26	36	83	[48.64, 54.22]
	EM≥7	28	48.29	6.59	38	63	[45.73, 50.84]
	EM<7	69	49.25	8.83	36	72	[47.12, 51.37]
Regulación emocional	SEM	65	53.17	10.68	38	83	[50.52, 55.82]
	EM≥7	28	49.71	6.51	40	65	[47.19, 52.24]
	EM<7	69	49.99	10.33	37	74	[47.50, 52.47]

Variable	Grupo	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>DE</i>	Mínimo	Máximo	95% <i>IC</i>
Regulación cognitiva	SEM	65	50.85	10.84	34	80	[48.16, 53.53]
	EM≥7	28	47.93	7.78	40	71	[44.91, 50.95]
	EM<7	69	48.04	8.48	36	72	[46.01, 50.08]
Conducta inhibitoria	SEM	65	51.40	11.62	36	86	[48.52, 54.28]
	EM≥7	28	49.21	6.75	39	66	[49.21, 51.83]
	EM<7	69	49.78	9.37	36	77	[47.53, 52.03]
Supervisión sí mismo	SEM	65	51.26	10.85	39	74	[48.57, 53.95]
	EM≥7	28	46.61	7.30	39	63	[43.78, 49.44]
	EM<7	69	48.77	9.44	39	80	[46.50, 51.04]
Conducta flexible	SEM	65	56.09	12.11	38	85	[53.09, 59.09]
	EM≥7	28	51.96	8.25	39	71	[48.76, 55.16]
	EM<7	69	52.23	10.74	38	82	[49.65, 54.81]
Control emocional	SEM	65	50.69	9.97	39	78	[48.22, 53.16]
	EM≥7	28	48.14	7.06	39	65	[45.41, 50.88]
	EM<7	69	48.32	9.39	38	73	[46.06, 50.57]
Iniciativa	SEM	65	51.42	10.88	36	82	[48.72, 54.11]
	EM≥7	28	49.71	10.80	38	73	[45.53, 53.90]
	EM<7	69	49.55	8.47	36	70	[47.52, 51.58]
Memoria de trabajo conductual	SEM	65	50.06	10.47	37	76	[47.47, 52.66]
	EM≥7	28	47.29	7.78	39	70	[44.27, 50.30]
	EM<7	69	47.45	7.88	37	70	[45.56, 49.34]
Planificación conductual	SEM	65	49.85	10.09	35	79	[47.35, 52.35]
	EM≥7	28	47.46	8.14	38	76	[44.31, 50.62]
	EM<7	69	47.99	9.08	35	72	[45.80, 50.17]
Supervisión tarea	SEM	65	51.08	11.84	34	81	[48.14, 54.01]
	EM≥7	28	48.25	10.09	37	67	[46.59, 51.06]
	EM<7	69	48.83	9.32	34	77	[46.59, 51.06]
Organización material	SEM	65	51.85	10.82	38	85	[49.17, 54.53]
	EM≥7	28	49.79	8.36	38	67	[46.54, 53.03]
	EM<7	69	49.09	8.32	38	81	[47.09, 51.09]
Inteligencia emocional	SEM	62	97.19	14.29	72	134	[93.57, 100.82]
	EM≥7	28	101.86	13.27	80	136	[96.71, 107.00]
	EM<7	68	103.51	14.63	77	135	[99.97, 107.06]
Intrapersonal	SEM	62	98.81	15.15	68	139	[94.96, 102.65]
	EM≥7	28	102.68	13.82	68	139	[97.32, 108.04]
	EM<7	68	102.97	16.21	67	139	[99.05, 106.89]
Interpersonal	SEM	62	97.89	16.75	53	130	[93.63, 102.14]
	EM≥7	28	103.11	13.51	82	128	[97.87, 108.35]
	EM<7	68	105.50	13.41	73	128	[102.25, 108.75]
Adaptabilidad	SEM	62	93.98	14.97	61	133	[90.18, 97.79]
	EM≥7	28	100.71	12.12	85	125	[96.02, 105.41]
	EM<7	68	99.06	12.72	68	134	[95.98, 102.14]
	SEM	62	101.16	13.39	63	125	[97.76, 104.56]

Variable	Grupo	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>DE</i>	Mínimo	Máximo	95% IC
Manejo del estrés	EM≥7	28	98.43	13.17	70	128	[93.32, 103.54]
	EM<7	68	101.51	13.52	63	133	[99.24, 105.79]
Estado anímico	SEM	62	98.71	18.70	55	124	[93.96, 103.46]
	EM≥7	28	103.21	13.91	74	122	[97.82, 108.61]
	EM<7	68	104.22	13.77	47	124	[100.89, 107.55]
CREA	SEM	41	69.59	20.31	10	98	[63.17, 76.00]
	EM≥7	14	66.43	16.10	45	85	[57.13, 75.73]
	EM<7	29	69.83	19.51	25	99	[62.41, 77.25]
K-BIT Cociente intelectual	SEM	41	94.22	7.64	85	109	[91.81, 96.63]
	EM≥7	14	100.43	9.84	85	116	[94.75, 106.11]
	EM<7	29	97.97	8.95	86	117	[94.56, 101.37]

*Nota.* ENFEN = Evaluación Neuropsicológica de las Funciones Ejecutivas en Niños; WISC-IV = Subtest de Memoria de trabajo; BRIEF-2 = Evaluación Conductual de la Función Ejecutiva; BarOn = Inventario de Inteligencia Emocional; CREA = Inteligencia Creativa; K-BIT = Test Breve de Inteligencia de Kaufman; SEM= sin entrenamiento musical; EM≥7 = con entrenamiento musical iniciado a partir de los siete años; EM<7 = con entrenamiento musical iniciado antes de los siete años.

<sup>a</sup> En el instrumento BRIEF-2, menor puntuación significa un mejor funcionamiento ejecutivo.

Con el objetivo de analizar las posibles diferencias entre los grupos en función de la edad de inicio del entrenamiento musical, se han realizado análisis de U de Mann Whitney mediante comparaciones por pares. Tal y como se muestra en la Tabla 16, la mayoría de las diferencias se han observado entre el grupo sin entrenamiento musical y el grupo con entrenamiento musical iniciado antes de los siete años, con mejores puntuaciones en los niños que han comenzado el entrenamiento antes de los siete años, concretamente en las variables de la fluidez fonológica (ENFEN) ( $p = .031$ ;  $d = .526$ ), la inhibición (ENFEN) ( $p = .022$ ;  $d = .561$ ), la aritmética (WISC-IV) ( $p = .029$ ;  $d = .537$ ), la regulación emocional (BRIEF-2) ( $p = .043$ ;  $d = .355$ ), la inteligencia emocional ( $p = .012$ ;  $d = .450$ ), la dimensión intrapersonal ( $p = .043$ ;  $d = .360$ ), la dimensión interpersonal ( $p = .017$ ;  $d = .429$ ) y la dimensión de adaptabilidad ( $p = .040$ ;  $d = .367$ ). En cambio, en la fluidez semántica (ENFEN) ( $p = .026$ ;  $d = .616$ ) y en la inteligencia general ( $p = .033$ ;  $d = .598$ ) las diferencias se han encontrado entre el grupo sin entrenamiento musical y el grupo con entrenamiento musical iniciado a partir de los siete años, con mejores puntuaciones en este último grupo. En la aritmética (WISC-IV) la prueba de U de Mann Whitney también ha arrojado significatividad entre el grupo sin entrenamiento musical y el grupo con entrenamiento musical iniciado a partir de los siete años ( $p = .049$ ;  $d = .545$ ), pero, al analizarlo con los intervalos de confianza aportados por el método de aproximación Monte Carlo el límite superior

quedaría fuera de la significatividad [.047, .055]. Algunas de estas diferencias han arrojado un tamaño del efecto mediano (fluidez fonológica, inhibición, aritmética, fluidez semántica y el cociente intelectual), mientras que otras se han situado en un tamaño del efecto pequeño (regulación emocional, inteligencia emocional, intrapersonal, interpersonal y adaptabilidad).

**Tabla 16**

*Análisis comparativo entre los grupos en función de la edad de inicio del entrenamiento musical*

Variable	Comparaciones entre grupos						Mann-Whitney		Monte Carlo	TE
	Grupo	n	M	Grupo	n	M	u	p	95% IC	d
FF	SEM	41	2.95	EM≥7	14	4.00	193	.065	[.060, .069]	.505
	SEM	41	2.95	EM<7	29	4.10	416	<b>.031</b>	[.028, .035]	.526
	EM≥7	14	4.00	EM<7	29	4.10	195.50	.843	[.845, .859]	.059
FS	SEM	41	4.34	EM≥7	14	5.57	174	<b>.026</b>	[.023, .029]	.616
	SEM	41	4.34	EM<7	29	4.93	491.50	.211	[.207, .223]	.297
	EM≥7	14	5.57	EM<7	29	4.93	165.50	.325	[.327, .346]	.300
AS	SEM	41	5.12	EM≥7	14	5.00	275	.812	[.822, .837]	.063
	SEM	41	5.12	EM<7	29	5.45	537	.485	[.473, .492]	.164
	EM≥7	14	5.00	EM<7	29	5.45	184	.618	[.618, .636]	.151
FL	SEM	41	5.05	EM≥7	14	5.50	240	.348	[.346, .365]	.247
	SEM	41	5.05	EM<7	29	5.59	497	.229	[.223, .240]	.281
	EM≥7	14	5.50	EM<7	29	5.59	197	.874	[.869, .882]	.047
PL	SEM	41	5.07	EM≥7	14	5.50	244	.392	[.393, .412]	.225
	SEM	41	5.07	EM<7	29	5.62	473.50	.134	[.127, .140]	.350
	EM≥7	14	5.50	EM<7	29	5.62	184.50	.611	[.614, .633]	.147
IN	SEM	41	4.76	EM≥7	14	5.14	258	.569	[.568, .588]	.152
	SEM	41	4.76	EM<7	29	5.72	405	<b>.022</b>	[.018, .023]	.561
	EM≥7	14	5.14	EM<7	29	5.72	162.50	.284	[.286, .303]	.324
MT	SEM	41	83.87	EM≥7	14	95.54	204.50	.110	[.107, .119]	.444
	SEM	41	83.87	EM<7	29	92.86	452.50	.089	[.083, .095]	.413
	EM≥7	14	95.54	EM<7	29	92.86	199	.917	[.916, .926]	.032
DI	SEM	41	10.49	EM≥7	14	10.93	256.50	.552	[.541, .560]	.159
	SEM	41	10.49	EM<7	29	9.72	518.50	.361	[.355, .374]	.218
	EM≥7	14	10.93	EM<7	29	9.72	156.50	.222	[.219, .236]	.374
LN	SEM	41	8.44	EM≥7	14	9.43	244.50	.408	[.410, .429]	.223
	SEM	41	8.44	EM<7	29	10.00	444	.071	[.067, .077]	.439
	EM≥7	14	9.43	EM<7	29	10.00	179	.529	[.533, .553]	.191
AR	SEM	41	9.83	EM≥7	14	11.14	186	<b>.049</b>	[.047, .055]	.545
	SEM	41	9.83	EM<7	29	11.17	412.50	<b>.029</b>	[.027, .034]	.537
	EM≥7	14	11.14	EM<7	29	11.17	198.50	.905	[.911, .922]	.036

Variable	Comparaciones entre grupos						Mann-Whitney		Monte Carlo	TE
	Grupo	<i>n</i>	<i>M</i>	Grupo	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>u</i>	<i>p</i>	95% IC	<i>d</i>
FE	SEM	65	51.82	EM≥7	28	48.29	762.50	.216	[.209, .225]	.258
	SEM	65	51.82	EM<7	69	48.68	1,941.50	.180	[.175, .190]	.233
	EM≥7	28	48.29	EM<7	69	48.68	963.50	.984	[.984, .989]	.004
RC	SEM	65	51.43	EM≥7	28	48.29	815	.425	[.417, .436]	.166
	SEM	65	51.43	EM<7	69	49.25	2,060	.416	[.403, .422]	.141
	EM≥7	28	48.29	EM<7	69	49.25	937	.817	[.816, .831]	.047
REM	SEM	65	53.17	EM≥7	28	49.71	779.50	.273	[.261, .278]	.228
	SEM	65	53.17	EM<7	69	49.25	1,788.50	<b>.043</b>	[.042, .050]	.355
	EM≥7	28	49.71	EM<7	69	49.25	895	.571	[.570, .589]	.115
RG	SEM	65	50.85	EM≥7	28	47.93	789	.310	[.304, .322]	.211
	SEM	65	50.85	EM<7	69	48.04	1,950.50	.193	[.185, .201]	.226
	EM≥7	28	47.93	EM<7	69	48.04	934	.799	[.793, .808]	.052
CIN	SEM	65	51.40	EM≥7	28	49.21	881	.808	[.797, .813]	.050
	SEM	65	51.40	EM<7	69	49.78	2,100	.525	[.525, .545]	.110
	EM≥7	28	49.21	EM<7	69	49.78	938.50	.826	[.813, .828]	.044
SSM	SEM	65	51.26	EM≥7	28	46.61	735.50	.141	[.139, .153]	.307
	SEM	65	51.26	EM<7	69	48.77	1,929	.156	[.149, .163]	.243
	EM≥7	28	46.61	EM<7	69	48.77	902.50	.611	[.606, .625]	.103
FLEX	SEM	65	56.09	EM≥7	28	51.96	751	.182	[.177, .193]	.279
	SEM	65	56.09	EM<7	69	52.23	1,830.50	.066	[.060, .070]	.321
	EM≥7	28	51.96	EM<7	69	52.23	920.50	.717	[.705, .723]	.074
CE	SEM	65	50.69	EM≥7	28	48.14	816	.429	[.416, .435]	.164
	SEM	65	50.69	EM<7	69	48.32	1,859	.087	[.084, .095]	.269
	EM≥7	28	48.14	EM<7	69	48.32	875.50	.470	[.463, .483]	.147
IC	SEM	65	51.42	EM≥7	28	49.71	821.50	.456	[.446, .466]	.154
	SEM	65	51.42	EM<7	69	49.55	2,073.50	.450	[.449, .469]	.130
	EM≥7	28	49.71	EM<7	69	49.55	916	.690	[.687, .705]	.081
MTC	SEM	65	50.06	EM≥7	28	47.29	815.50	.426	[.413, .432]	.165
	SEM	65	50.06	EM<7	69	47.45	2,044.50	.377	[.370, .389]	.153
	EM≥7	28	47.29	EM<7	69	47.45	937	.817	[.811, .826]	.047
PLAC	SEM	65	49.85	EM≥7	28	47.46	797.50	.345	[.334, .353]	.196
	SEM	65	49.85	EM<7	69	47.99	2,026.50	.335	[.328, .347]	.167
	EM≥7	28	47.46	EM<7	69	47.99	948	.886	[.879, .892]	.029
SST	SEM	65	51.08	EM≥7	28	48.25	799	.350	[.344, .363]	.194
	SEM	65	51.08	EM<7	69	48.83	2,021.50	.323	[.315, .334]	.171
	EM≥7	28	48.25	EM<7	69	48.83	889.50	.541	[.533, .552]	.124
OR	SEM	65	51.85	EM≥7	28	49.79	835.50	.531	[.514, .533]	.130
	SEM	65	51.85	EM<7	69	49.09	1,944.50	.183	[.173, .188]	.231
	EM≥7	28	49.79	EM<7	69	49.09	915	.684	[.674, .692]	.083
BarOn IE	SEM	62	97.19	EM≥7	28	101.86	723.50	.208	[.203, .218]	.268
	SEM	62	97.19	EM<7	68	103.51	1,570.50	<b>.012</b>	[.010, .014]	.450
	EM≥7	28	101.86	EM<7	68	103.51	857	.443	[.439, .459]	.157

Variable	Comparaciones entre grupos						Mann-Whitney		Monte Carlo	TE
	Grupo	<i>n</i>	<i>M</i>	Grupo	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>u</i>	<i>p</i>	95% IC	<i>d</i>
INTR	SEM	62	98.81	EM $\geq$ 7	28	102.68	725	.211	[.203, .219]	.265
	SEM	62	98.81	EM $<$ 7	68	102.97	1,674.50	<b>.043</b>	[.037, .045]	.360
	EM $\geq$ 7	28	102.68	EM $<$ 7	68	102.97	889	.610	[.606, .625]	.104
ITE	SEM	62	97.89	EM $\geq$ 7	28	103.11	689	.118	[.115, .128]	.333
	SEM	62	97.89	EM $<$ 7	68	105.50	1,595	<b>.017</b>	[.014, .018]	.429
	EM $\geq$ 7	28	103.11	EM $<$ 7	68	105.50	890	.617	[.606, .625]	.102
ADAP	SEM	62	93.98	EM $\geq$ 7	28	100.71	661	.071	[.070, .080]	.387
	SEM	62	93.98	EM $<$ 7	68	99.06	1,667	<b>.040</b>	[.034, .041]	.367
	EM $\geq$ 7	28	100.71	EM $<$ 7	68	99.06	908	.723	[.718, .736]	.072
ME	SEM	62	101.16	EM $\geq$ 7	28	98.43	738	.256	[.246, .263]	.241
	SEM	62	101.16	EM $<$ 7	68	101.51	2,068	.852	[.845, .859]	.033
	EM $\geq$ 7	28	98.43	EM $<$ 7	68	101.51	789.50	.190	[.188, .204]	.270
EA	SEM	62	98.71	EM $\geq$ 7	28	103.21	763.50	.362	[.355, .374]	.193
	SEM	62	98.71	EM $<$ 7	68	104.22	1,813	.169	[.160, .175]	.243
	EM $\geq$ 7	28	103.21	EM $<$ 7	68	104.22	910.50	.738	[.728, .745]	.068
CREA	SEM	41	69.59	EM $\geq$ 7	14	66.43	251	.479	[.476, .196]	.188
	SEM	41	69.59	EM $<$ 7	29	69.83	578.50	.847	[.839, .854]	.046
	EM $\geq$ 7	14	66.43	EM $<$ 7	29	69.83	179	.531	[.531, .550]	.191
K-BIT	SEM	41	94.22	EM $\geq$ 7	14	100.43	177	<b>.033</b>	[.030, .037]	.598
	SEM	41	94.22	EM $<$ 7	29	97.97	450	.084	[.075, .086]	.421
	EM $\geq$ 7	14	100.43	EM $<$ 7	29	97.97	176.50	.492	[.494, .514]	.211

*Nota.* ENFEN = Evaluación Neuropsicológica de las Funciones Ejecutivas en Niños; WISC-IV = Subtest de Memoria de trabajo; BRIEF-2 = Evaluación Conductual de la Función Ejecutiva; BarOn = Inventario de Inteligencia Emocional; CREA = Inteligencia Creativa; K-BIT = Test Breve de Inteligencia de Kaufman; FF = fluidez fonológica; FS = fluidez semántica; AS = atención sostenida; FL = flexibilidad cognitiva; PL = planificación; IN = inhibición; MT = memoria de trabajo; DI = dígitos; LN = letras y números; AR = aritmética; FE = funciones ejecutivas; RC = regulación conductual; REM = regulación emocional; RG = regulación cognitiva; CIN = medida conductual de la inhibición; SSM = supervisión de sí mismo; FLEX = medida conductual de la flexibilidad; CE = control emocional; IC = iniciativa; MTC = medida conductual de la memoria de trabajo; PLAC = medida conductual de la planificación; SST = supervisión de tarea; OR = organización materiales; IE = inteligencia emocional; INTR = intrapersonal; ITE = interpersonal; ADAP = adaptabilidad; ME = manejo del estrés; EA = estado anímico; CR = creatividad; CI = cociente intelectual; SEM = sin entrenamiento musical; EM $<$ 7 = con entrenamiento musical iniciado antes de los siete años; EM $\geq$ 7 = con entrenamiento musical iniciado a partir de los siete años.

<sup>a</sup> En el instrumento BRIEF-2, menor puntuación significa un mejor funcionamiento ejecutivo.

### 11.3.3. Resultados de las diferencias en habilidades cognitivas según la intensidad del entrenamiento musical

El tercer objetivo específico de la investigación buscaba estudiar las diferencias en las funciones ejecutivas, la inteligencia emocional, la creatividad y la inteligencia

general en función de la intensidad del entrenamiento musical (sin entrenamiento musical, con entrenamiento musical 1-3 horas semanales y con entrenamiento musical de más de tres horas semanales) en niños de 8-12 años. La Tabla 17 muestra los resultados descriptivos obtenidos, donde se puede observar que la mayoría de las variables han mostrado un promedio dentro de lo esperado. Sin embargo, es destacable el bajo promedio mostrado en la fluidez fonológica (ENFEN) por parte del grupo sin entrenamiento musical ( $M = 2.95$ ; equivalente a una puntuación T de 34) y por parte del grupo con entrenamiento musical de más de tres horas semanales ( $M = 3.64$ ; correspondiente con una puntuación T de 40). Junto con ello, destaca la puntuación promedio obtenida por los tres grupos en la memoria de trabajo, donde el grupo sin entrenamiento musical ha obtenido un percentil medio de 83.87, el grupo con entrenamiento musical de 1-3 horas semanales ha mostrado un percentil medio de 93.88 y el grupo con entrenamiento musical de más de tres horas semanales se ha situado en un percentil medio de 93.63.

**Tabla 17**

*Resultados descriptivos de los grupos en función de la intensidad del entrenamiento musical*

Variable	Grupo	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>DE</i>	Mínimo	Máximo	95% IC
Fluidez fonológica	SEM	41	2.95	1.63	1	6	[2.44, 3.46]
	EM1-3	18	4.67	2.09	1	8	[3.63, 5.70]
	EM>3	25	3.64	1.82	1	8	[2.89, 4.39]
Fluidez semántica	SEM	41	4.34	1.48	1	7	[3.88, 4.81]
	EM1-3	18	5.61	1.91	1	8	[4.66, 6.56]
	EM>3	25	4.80	1.98	2	9	[3.98, 5.62]
Atención sostenida	SEM	41	5.12	1.47	2	8	[4.66, 5.59]
	EM1-3	18	5.83	1.54	4	9	[5.07, 6.60]
	EM>4	25	4.92	2.12	1	9	[4.05, 5.79]
Flexibilidad cognitiva	SEM	41	5.05	1.52	1	8	[4.57, 5.53]
	EM1-3	18	5.39	1.42	3	8	[4.68, 6.10]
	EM>3	25	5.68	1.70	1	9	[4.98, 6.38]
Planificación	SEM	41	5.07	1.60	1	9	[4.57, 5.58]
	EM1-3	18	5.78	1.48	2	8	[5.04, 6.51]
	EM>3	25	5.44	.77	4	7	[5.12, 5.76]
Inhibición	SEM	41	4.76	2.12	1	10	[4.09, 5.42]
	EM1-3	18	5.89	2.14	3	10	[4.83, 6.95]
	EM>3	25	5.28	1.74	2	9	[4.56, 6.00]
	SEM	41	83.87	21.01	27	99.90	[77.24, 90.50]



	Variable	Grupo	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>DE</i>	Mínimo	Máximo	95% <i>IC</i>
WISC-IV	Memoria de trabajo	EM1-3	18	93.88	10.02	69	99.90	[88.90, 98.86]
		EM>3	25	93.63	10.36	55	99.90	[89.36, 97.91]
		SEM	41	10.49	2.90	5	17	[9.57, 11.40]
	Dígitos	EM1-3	18	10.61	2.45	7	16	[9.39, 11.83]
		EM>3	25	9.76	2.35	5	14	[8.79, 10.73]
		SEM	41	8.44	3.49	2	15	[7.34, 9.54]
	Letras y números	EM1-3	18	9.50	2.83	4	14	[8.09, 10.91]
		EM>3	25	10.04	2.15	6	14	[9.15, 10.93]
		SEM	41	9.83	2.75	3	16	[8.96, 10.70]
	Aritmética	EM1-3	18	11.33	2.00	8	17	[10.34, 12.33]
		EM>3	25	11.04	1.72	7	14	[10.33, 11.75]
		SEM	65	51.82	11.12	34	82	[49.06, 54.57]
Funciones ejecutivas	EM1-3	43	48.84	8.00	35	74	[46.38, 51.30]	
	EM>3	54	48.35	7.15	36	62	[46.40, 50.30]	
	SEM	65	51.43	11.26	36	83	[48.64, 54.22]	
Regulación conductual	EM1-3	43	49.12	8.69	36	72	[46.44, 51.79]	
	EM>3	54	48.85	7.92	37	72	[46.69, 51.01]	
	SEM	65	53.17	10.68	38	83	[50.52, 55.82]	
Regulación emocional	EM1-3	43	49.16	8.67	37	72	[46.49, 51.83]	
	EM>3	54	50.50	9.91	37	74	[47.80, 53.20]	
	SEM	65	50.85	10.84	34	80	[48.16, 53.53]	
Regulación cognitiva	EM1-3	43	48.74	9.09	36	72	[45.95, 51.54]	
	EM>3	54	47.43	7.54	36	71	[45.37, 49.48]	
	SEM	65	51.40	11.62	36	86	[48.52, 54.28]	
Conducta inhibitoria	EM1-3	43	49.98	9.49	36	77	[47.06, 52.90]	
	EM>3	54	49.33	8.03	38	72	[47.14, 51.52]	
	SEM	65	51.26	10.85	39	74	[48.57, 53.95]	
Supervisión sí mismo	EM1-3	43	48.09	9.01	39	80	[45.32, 50.87]	
	EM>3	54	48.19	8.88	39	69	[45.76, 50.61]	
	SEM	65	56.09	12.11	38	85	[53.09, 59.09]	
Conducta flexible	EM1-3	43	52.19	9.46	38	80	[49.28, 55.10]	
	EM>3	54	52.13	10.57	38	82	[49.24, 55.02]	
	SEM	65	50.69	9.97	39	78	[48.22, 53.16]	
Control emocional	EM1-3	43	46.98	8.12	38	63	[44.48, 49.47]	
	EM>3	54	49.30	9.16	38	73	[46.80, 51.80]	
	SEM	65	51.42	10.88	36	82	[48.72, 54.11]	
Iniciativa	EM1-3	43	50.12	10.05	36	73	[47.02, 53.21]	
	EM>3	54	49.19	8.42	36	70	[46.89, 51.48]	
	SEM	65	50.06	10.47	37	76	[47.47, 52.66]	
Memoria de trabajo conductual	EM1-3	43	48.65	8.78	37	70	[45.95, 51.35]	
	EM>3	54	46.41	6.87	37	70	[44.53, 48.28]	
	SEM	65	49.85	10.09	35	79	[47.35, 52.35]	
Planificación	EM1-3	43	48.49	8.97	38	72	[45.73, 51.25]	

Variable	Grupo	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>DE</i>	Mínimo	Máximo	95% <i>IC</i>
conductual	EM>3	54	47.31	8.67	35	76	[44.95, 49.68]
Supervisión tarea	SEM	65	51.08	11.84	34	81	[48.14, 54.01]
	EM1-3	43	48.70	9.72	37	77	[45.71, 51.69]
	EM>3	54	48.63	9.41	34	69	[46.06, 51.20]
Organización material	SEM	65	51.85	10.82	38	85	[49.17, 54.53]
	EM1-3	43	49.98	10.06	38	81	[46.88, 53.07]
	EM>3	54	48.74	6.61	38	63	[46.94, 50.55]
Inteligencia emocional	SEM	62	97.19	14.29	72	134	[93.57, 100.82]
	EM1-3	42	102.83	13.96	78	135	[98.48, 107.18]
	EM>3	54	103.19	14.50	77	136	[99.23, 107.14]
Intrapersonal	SEM	62	98.81	15.15	68	139	[94.96, 102.65]
	EM1-3	42	101.52	14.06	68	139	[97.14, 105.90]
	EM>3	54	103.94	16.56	67	139	[99.43, 108.46]
Interpersonal	SEM	62	97.89	16.75	53	130	[93.63, 102.14]
	EM1-3	42	104.81	14.49	73	128	[100.29,
	EM>3	54	104.80	12.65	81	128	[101.34,
Adaptabilidad	SEM	62	93.98	14.97	61	133	[90.18, 97.79]
	EM1-3	42	99.24	12.80	68	125	[95.25, 103.23]
	EM>3	54	99.78	12.38	75	134	[96.40, 103.16]
Manejo del estrés	SEM	62	101.16	13.39	63	125	[97.76, 104.56]
	EM1-3	42	102.52	14.11	63	133	[98.13, 106.92]
	EM>3	54	100.39	13.03	70	128	[96.83, 103.94]
Estado anímico	SEM	62	98.71	18.70	55	124	[93.96, 103.46]
	EM1-3	42	104.81	13.47	67	124	[100.61,
	EM>3	54	103.24	14.04	47	124	[99.41, 107.07]
Creatividad	SEM	41	69.59	20.31	10	98	[63.17, 76.00]
	EM1-3	18	72.06	18.71	45	99	[62.75, 81.36]
	EM>3	25	66.32	18.08	25	98	[58.86, 73.78]
Cociente intelectual	SEM	41	94.22	7.64	85	109	[91.81, 96.63]
	EM1-3	18	99.89	8.30	90	116	[95.76, 104.02]
	EM>3	25	97.96	9.89	85	117	[93.88, 102.04]

*Nota.* ENFEN = Evaluación Neuropsicológica de las Funciones Ejecutivas en Niños; WISC-IV = Subtest de Memoria de trabajo; BRIEF-2 = Evaluación Conductual de la Función Ejecutiva; BarOn = Inventario de Inteligencia Emocional; CREA = Inteligencia Creativa; K-BIT = Test Breve de Inteligencia de Kaufman; SEM = sin entrenamiento musical; EM1-3 = con entrenamiento musical de intensidad moderada (entre 1-3 horas semanales); EM>3 = con entrenamiento musical de intensidad elevada (más de tres horas semanales).

<sup>a</sup> En el instrumento BRIEF-2, menor puntuación significa un mejor funcionamiento ejecutivo.

Para analizar entre qué grupos se encuentran las diferencias significativas, se realizaron análisis con U de Mann-Whitney mediante comparaciones por pares. La Tabla 18 muestra que en la fluidez fonológica (ENFEN) ( $p = .004$ ;  $d = .793$ ), la fluidez semántica (ENFEN) ( $p = .008$ ;  $d = .725$ ), el control emocional (BRIEF-2) ( $p = .039$ ;  $d$

= .404) y en la inteligencia general ( $p = .018$ ;  $d = .646$ ) las diferencias significativas se han hallado entre el grupo sin entrenamiento musical y el grupo con entrenamiento musical de 1-3 horas semanales, donde estos últimos han mostrado mejores puntuaciones. En el caso de la dimensión intrapersonal ( $p = .031$ ;  $d = .407$ ) y la dimensión de adaptabilidad ( $p = .032$ ;  $d = .412$ ), la significatividad se ha obtenido entre el grupo sin entrenamiento musical y el grupo con entrenamiento musical de más de tres horas semanales, con mejores resultados en este último grupo. En cambio, en tres variables se han encontrado diferencias significativas entre dos pares de grupos: 1) entre el grupo sin entrenamiento musical y el grupo con entrenamiento musical de 1-3 horas semanales en el caso de la aritmética ( $p = .035$ ;  $d = .566$ ), la inteligencia emocional ( $p = .041$ ;  $d = .408$ ) y en la dimensión interpersonal ( $p = .045$ ;  $d = .402$ ); y 2) entre el grupo sin entrenamiento musical y el grupo con entrenamiento musical de más de tres horas semanales en la aritmética ( $p = .037$ ;  $d = .525$ ), la inteligencia emocional ( $p = .033$ ;  $d = .403$ ) y en la dimensión interpersonal ( $p = .036$ ;  $d = .397$ ). Estas diferencias han mostrado un tamaño del efecto mediano (fluidez fonológica, fluidez semántica, aritmética y cociente intelectual) y un tamaño del efecto pequeño (control emocional, inteligencia emocional, intrapersonal, interpersonal y adaptabilidad), aunque algunos valores se han aproximado al tamaño del efecto grande (fluidez fonológica y fluidez semántica).

**Tabla 18**

*Análisis comparativo entre los grupos en función de la intensidad del entrenamiento musical*

Variable	Comparaciones entre grupos						Mann-Whitney		Monte Carlo	TE	
	Grupo	n	M	Grupo	n	M	u	p	95% IC	d	
ENFEN	FF	SEM	41	2.95	EM1-3	18	4.67	197	<b>.004</b>	[.002, .004]	.793
		SEM	41	2.95	EM>3	25	3.64	412	.177	[.167, .182]	.332
		EM1-3	18	4.67	EM>3	25	3.64	162.50	.118	[.114, .127]	.483
	FS	SEM	41	4.34	EM1-3	18	5.61	210	<b>.008</b>	[.004, .007]	.725
		SEM	41	4.34	EM>3	25	4.80	455.50	.442	[.440, .459]	.186
		EM1-3	18	5.61	EM>3	25	4.80	167.50	.152	[.150, .164]	.442
	AS	SEM	41	5.12	EM1-3	18	5.83	281.50	.137	[.130, .143]	.382
		SEM	41	5.12	EM>3	25	4.92	494.5	.809	[.805, .820]	.124
		EM1-3	18	5.83	EM>3	25	4.92	173	.195	[.200, .216]	.398
FL	SEM	41	5.05	EM1-3	18	5.39	334.50	.554	[.562, .581]	.148	
	SEM	41	5.05	EM>3	25	5.68	402.50	.135	[.133, .146]	.364	
	EM1-3	18	5.39	EM>3	25	5.68	195.50	.458	[.455, .475]	.223	
PL	SEM	41	5.07	EM1-3	18	5.78	268.50	.089	[.083, .094]	.441	
	SEM	41	5.07	EM>3	25	5.44	449	.382	[.380, .399]	.208	
	EM1-3	18	5.78	EM>3	25	5.44	175	.192	[.190, .206]	.382	
IN	SEM	41	4.76	EM1-3	18	5.89	256	.059	[.057, .066]	.499	
	SEM	41	4.76	EM>3	25	5.28	407	.157	[.148, .162]	.348	
	EM1-3	18	5.89	EM>3	25	5.28	197	.482	[.476, .496]	.211	
WISC-IV	MT	SEM	41	83.87	EM1-3	18	93.88	257	.064	[.060, .069]	.495
		SEM	41	83.87	EM>3	25	93.63	400	.136	[.132, .145]	.372
		EM1-3	18	93.88	EM>3	25	93.63	197	.489	[.488, .508]	.211
	DI	SEM	41	10.49	EM1-3	18	10.61	354.50	.810	[.802, .817]	.062
		SEM	41	10.49	EM>3	25	9.76	452.50	.424	[.421, .440]	.196
		EM1-3	18	10.61	EM>3	25	9.76	191.50	.404	[.389, .408]	.254
	LN	SEM	41	8.44	EM1-3	18	9.50	305.50	.293	[.293, .311]	.275
		SEM	41	8.44	EM>3	25	10.04	383	.085	[.083, .095]	.431
		EM1-3	18	9.50	EM>3	25	10.04	209.50	.699	[.703, .721]	.117
AR	SEM	41	9.83	EM1-3	18	11.33	242	<b>.035</b>	[.031, .038]	.566	
	SEM	41	11.33	EM>3	25	11.04	356.50	<b>.037</b>	[.033, .041]	.525	
	EM1-3	18	11.33	EM>3	25	11.04	215	.801	[.804, .820]	.075	
BRIEF-2 <sup>a</sup>	FE	SEM	65	51.82	EM1-3	43	48.84	1,194	.201	[.203, .219]	.248
		SEM	65	51.82	EM>3	54	48.35	1,510	.191	[.179, .194]	.241
		EM1-3	43	48.84	EM>3	54	48.35	1,160.50	.997	[.999, 1,000]	.001
	RC	SEM	65	51.43	EM1-3	43	49.12	1,274	.437	[.433, .453]	.150
		SEM	65	51.43	EM>3	54	48.85	1,601	.410	[.401, .420]	.151
		EM1-3	43	49.12	EM>3	54	48.85	1,144.50	.904	[.899, .910]	.024
REM	SEM	65	53.17	EM1-3	43	49.16	1,090	.054	[.045, .054]	.378	
	SEM	65	53.17	EM>3	54	50.50	1,477.50	.138	[.135, .149]	.274	

Variable	Comparaciones entre grupos						Mann-Whitney		Monte Carlo	TE
	Grupo	<i>n</i>	<i>M</i>	Grupo	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>u</i>	<i>p</i>	95% IC	<i>d</i>
RG	EM1-3	43	49.16	EM>3	54	50.50	1,090	.606	[.597, .617]	.105
	SEM	65	50.85	EM1-3	43	48.74	1,262.50	.396	[.381, .400]	.164
	SEM	65	50.85	EM>3	54	47.43	1,477	.137	[.129, .142]	.275
CIN	EM1-3	43	48.74	EM>3	54	47.43	1,111.50	.719	[.713, .730]	.073
	SEM	65	51.40	EM1-3	43	49.98	1,334	.689	[.689, .707]	.077
	SEM	65	51.40	EM>3	54	49.33	1,647	.563	[.548, .568]	.106
SSM	EM1-3	43	49.98	EM>3	54	49.33	1,136.50	.858	[.855, .869]	.036
	SEM	65	51.26	EM1-3	43	49.98	1,170.50	.152	[.142, .156]	.277
	SEM	65	51.26	EM>3	54	49.33	1,494	.162	[.154, .169]	.258
FLEX	EM1-3	43	49.98	EM>3	54	49.33	1,158.50	.985	[.985, .989]	.004
	SEM	65	56.09	EM1-3	43	52.19	1,139.50	.105	[.100, .112]	.315
	SEM	65	56.09	EM>3	54	52.13	1,442	.094	[.092, .104]	.310
CE	EM1-3	43	52.19	EM>3	54	52.13	1,133	.839	[.831, .846]	.041
	SEM	65	50.69	EM1-3	43	46.98	1,069.50	<b>.039</b>	[.032, .040]	.404
	SEM	65	50.69	EM>3	54	49.30	1,605.50	.423	[.426, .425]	.147
IC	EM1-3	43	46.98	EM>3	54	49.30	997.50	.234	[.231, .248]	.243
	SEM	65	51.42	EM1-3	43	50.12	1,308	.573	[.569, .588]	.108
	SEM	65	51.42	EM>3	54	49.19	1,587	.368	[.357, .376]	.165
MTC	EM1-3	43	50.12	EM>3	54	49.19	1,128.50	.813	[.812, .827]	.048
	SEM	65	50.06	EM1-3	43	48.65	1,362	.823	[.815, .830]	.043
	SEM	65	50.06	EM>3	54	46.41	1,498	.169	[.164, .179]	.254
PLAC	EM1-3	43	48.65	EM>3	54	46.41	1,026.50	.327	[.325, .343]	.199
	SEM	65	49.85	EM1-3	43	48.49	1,304.50	.558	[.547, .566]	.113
	SEM	65	49.85	EM>3	54	46.41	1,519.50	.207	[.194, .210]	.232
SST	EM1-3	43	48.49	EM>3	54	46.41	1,084.50	.577	[.571, .591]	.113
	SEM	65	51.08	EM1-3	43	48.70	1,254.50	.368	[.363, .382]	.173
	SEM	65	51.08	EM>3	54	48.63	1,566	.311	[.306, .324]	.186
OR	EM1-3	43	48.70	EM>3	54	48.63	1,161	1.00	[1.00, 1.00]	0
	SEM	65	51.85	EM1-3	43	49.98	1,247.50	.345	[.334, .352]	.182
	SEM	65	51.85	EM>3	54	48.74	1,532.50	.233	[.229, .245]	.219
IE	EM1-3	43	49.98	EM>3	54	48.74	1,153.50	.956	[.953, .961]	.011
	SEM	62	97.19	EM1-3	42	102.83	994	<b>.041</b>	[.037, .044]	.408
	SEM	62	97.19	EM>3	54	103.19	1290	<b>.033</b>	[.032, .040]	.403
INTR	EM1-3	42	102.83	EM>3	54	103.19	1120.50	.921	[.910, .921]	.020
	SEM	62	98.81	EM1-3	42	101.52	1,113.50	.210	[.212, .228]	.247
	SEM	62	98.81	EM>3	54	103.94	1,286	<b>.031</b>	[.028, .035]	.407
ITE	EM1-3	42	101.52	EM>3	54	103.94	1,002.50	.330	[.324, .343]	.199
	SEM	62	97.89	EM1-3	42	104.81	999	<b>.045</b>	[.041, .049]	.402
	SEM	62	97.89	EM>3	54	104.80	1,295	<b>.036</b>	[.031, .038]	.397
ADAP	EM1-3	42	104.81	EM>3	54	104.80	1,110	.859	[.852, .865]	.036
	SEM	62	93.98	EM1-3	42	99.24	1,046.50	.090	[.085, .097]	.337
	SEM	62	93.98	EM>3	54	99.78	1,281.50	<b>.030</b>	[.026, .032]	.412

Variable	Comparaciones entre grupos						Mann-Whitney		Monte Carlo	TE
	Grupo	n	M	Grupo	n	M	u	p	95% IC	d
ME	EM1-3	42	99.24	EM>3	54	99.78	1,106	.836	[.833, .848]	.042
	SEM	62	101.16	EM1-3	42	102.52	1,263	.796	[.793, .809]	.051
	SEM	62	101.16	EM>3	54	100.39	1,545	.475	[.465, .484]	.133
	EM1-3	42	102.52	EM>3	54	100.39	1,025.50	.422	[.404, .423]	.164
EA	SEM	62	98.71	EM1-3	42	104.81	1,082	.145	[.137, .150]	.289
	SEM	62	98.71	EM>3	54	103.24	1,494.50	.320	[.316, .334]	.185
	EM1-3	42	104.81	EM>3	54	103.24	1,038.50	.480	[.467, .487]	.144
CREA	SEM	41	69.59	EM1-3	18	72.06	344.50	.682	[.382, .700]	.105
	SEM	41	69.59	EM>3	25	66.32	436	.307	[.305, .323]	.251
	EM1-3	18	72.06	EM>3	25	66.32	186.50	.340	[.343, .362]	.292
K-BIT	SEM	41	94.22	EM1-3	18	99.89	225.50	<b>.018</b>	[.015, .020]	.646
	SEM	41	94.22	EM>3	25	97.96	401.50	.141	[.138, .152]	.367
	EM1-3	18	99.89	EM>3	25	97.96	196.50	.482	[.481, .501]	.215

*Nota.* ENFEN = Evaluación Neuropsicológica de las Funciones Ejecutivas en Niños; WISC-IV = Subtest de Memoria de trabajo; BRIEF-2 = Evaluación Conductual de la Función Ejecutiva; BarOn = Inventario de Inteligencia Emocional; CREA = Inteligencia Creativa; K-BIT = Test Breve de Inteligencia de Kaufman; FF = fluidez fonológica; FS = fluidez semántica; AS = atención sostenida; FL = flexibilidad cognitiva; PL = planificación; IN = inhibición; MT = memoria de trabajo; DI = dígitos; LN = letras y números; AR = aritmética; FE = funciones ejecutivas; RC = regulación conductual; REM = regulación emocional; RG = regulación cognitiva; CIN = medida conductual de la inhibición; SSM = supervisión de sí mismo; FLEX = medida conductual de la flexibilidad; CE = control emocional; IC = iniciativa; MTC = medida conductual de la memoria de trabajo; PLAC = medida conductual de la planificación; SST = supervisión de tarea; OR = organización materiales; IE = inteligencia emocional; INTR = intrapersonal; ITE = interpersonal; ADAP = adaptabilidad; ME = manejo del estrés; EA = estado anímico; CR = creatividad; CI = cociente intelectual; SEM = sin entrenamiento musical; EM1-3 = con entrenamiento musical de intensidad moderada (entre 1-3 horas semanales); EM>3 = con entrenamiento musical de intensidad elevada (más de tres horas semanales).

<sup>a</sup> En el instrumento BRIEF-2, menor puntuación significa un mejor funcionamiento ejecutivo.

## 11.4. Discusión

La presente investigación tenía como objetivo general estudiar las diferencias en las funciones ejecutivas, la inteligencia emocional, la creatividad y la inteligencia general según el entrenamiento musical instrumental en niños de 8-12 años. Contemplando la importancia que distintos estudios le otorgan a diversos aspectos del entrenamiento musical como la edad de inicio y la intensidad (número de horas semanales) (Bengtsson et al., 2005; Bergman et al., 2014; Linnavalli et al., 2018; Loui et al., 2019; Pantev et al., 2001; Román-Caballero et al., 2022), el estudio se abordó mediante tres objetivos específicos: según tengan o no entrenamiento musical, en función de la edad de inicio y en función de la intensidad del entrenamiento.

Respecto a las variables de edad, género, bilingüismo o del nivel socioeconómico, no se han encontrado diferencias significativas entre los grupos de las distintas agrupaciones. Sin embargo, sí se han observado diferencias en el número de actividades extraescolares, con una actividad más de media por parte de los niños con entrenamiento musical, la que podría corresponder a las clases de música. Así mismo, los niños con entrenamiento musical han mostrado tener un número de padres significativamente mayor que cuentan con entrenamiento musical, así como un contacto con la música en su vida cotidiana y un ambiente familiar musicalmente enriquecido significativamente mayor. Estas diferencias pueden explicarse debido a que los padres con formación musical suelen ofrecer a sus hijos un entorno musicalmente más enriquecido, así como motivarlos para iniciar el entrenamiento musical, mostrando así coherencia teórica con lo señalado por estudios previos (Ashbourne y Andres, 2015; Corrigan et al., 2013; Dai y Schader, 2001; Martín-Requejo, 2018; Schellenberg, 2011a; Sichivitsa, 2007).

#### **11.4.1. Diferencias en habilidades cognitivas entre el grupo sin entrenamiento musical y el grupo con entrenamiento musical**

Al analizar las diferencias en las habilidades cognitivas entre el grupo sin entrenamiento musical y el grupo con entrenamiento musical, en las puntuaciones de las funciones ejecutivas se han observado diferencias significativas en diversas medidas de rendimiento (ENFEN y WISC-IV) y de evaluación conductual (BRIEF-2), concretamente, en los procesos de la fluidez fonológica y semántica, la memoria de trabajo y las medidas conductuales del funcionamiento ejecutivo global, la flexibilidad y la regulación emocional, donde los niños con entrenamiento musical han mostrado mejores resultados que los niños sin entrenamiento musical. La actividad intensiva propia del entrenamiento musical instrumental parece promover una transferencia hacia el funcionamiento ejecutivo, dado que ambos involucran regiones cerebrales compartidas como la corteza prefrontal dorsolateral, el surco parietal bilateral o el lóbulo frontal medial (Grimault et al., 2009; Moreno y Farzan, 2015). Dentro de la medida de rendimiento ejecutivo, la fluidez fonológica y la fluidez semántica han arrojado diferencias significativas, coincidiendo con un estudio previo realizado con niños de 9-12 años (Zuk et al., 2014). Estos procesos se relacionan con el lenguaje

expresivo, el cual se ve potenciado con el entrenamiento musical (Habib et al., 2016; Loui et al., 2019; Price-Mohr y Price, 2021) gracias al estrecho vínculo audiomotriz entre el habla y tocar un instrumento musical (Zatorre, 2013). De hecho, distintos estudios han demostrado que el entrenamiento musical mejora la fluencia verbal (Zuk et al., 2014), la fluidez fonémica (Gromko, 2005) y la conciencia fonológica (Flaughnacco et al., 2015; Fonseca-Mora et al., 2015; Gordon et al., 2015; Herrera et al., 2011). Además, algunos autores señalan que el entrenamiento musical mejora las habilidades de percepción rítmica, lo que incide sobre la conciencia fonológica para, en consecuencia, repercutir sobre la correspondencia entre los sonidos verbales y letras escritas (Goswami et al., 2013; Moritz et al., 2013; Ozernov-Palchik et al., 2018). Las diferencias observadas en la fluidez semántica (velocidad en la expresión verbal de categorías semánticas) podrían fundamentarse en que el entrenamiento musical mejora la memoria verbal (Degé et al., 2011; Dittinger et al., 2018; Roden et al., 2012), proceso que involucra el hipocampo izquierdo para acceder a las categorías semánticas (Portellano et al., 2011).

También se han encontrado diferencias significativas en la memoria de trabajo (WISC-IV), concretamente, en los procesos de letras y números, de aritmética y en el índice global de la memoria de trabajo. Estos resultados coinciden con estudios previos que han mostrado un mejor funcionamiento de la memoria de trabajo en los niños con entrenamiento musical al compararlos con los niños sin entrenamiento musical (Chen et al., 2022; Saarikivi et al., 2019). El entrenamiento musical implica una continua recuperación e integración de información multimodal, una constante planificación durante la producción musical y un mantenimiento y conexión dinámica de la información auditiva (Altenmüller y Furuya, 2017a; Miendlarzewska y Trost, 2014). Todos estos procesos parecen favorecer un mejor desarrollo y funcionamiento de la memoria de trabajo (Gagnon y Nicoladis, 2021), aunque algunos autores puntualizan que estas mejoras se darían solo en el caso de la memoria de trabajo auditiva y verbal (Clayton et al., 2016; Moreno y Besson, 2006; Roden et al., 2014; Talamini et al., 2017). Además, parece que el entrenamiento musical potenciaría, principalmente, la memoria de trabajo tonal, en menor medida la verbal y, mínimamente, la memoria de trabajo visoespacial (Talamini et al., 2017). Otros autores, por su parte, puntualizan que el entrenamiento musical potencia el desarrollo de aquellos componentes de la memoria de trabajo que requieren de la manipulación



de información y que implican una mayor intervención del ejecutivo central (Nie et al., 2022). Todo ello explicaría las diferencias encontradas en la memoria de trabajo verbal con mejores resultados por parte del grupo con entrenamiento musical y destacando en tareas que involucran una mayor participación del ejecutivo central (letras y números y tarea aritmética), al implicar habilidades de retención, de manejo y de reorganización de los datos aportados para generar nueva información (Corral et al., 2005). A pesar de todo, faltan estudios transversales realizados con niños con los que poder contrastar los resultados de la presente investigación, ya que la mayoría de las evidencias en niños proceden de estudios experimentales (James et al., 2020; Lee et al., 2007; Nie et al., 2022; Portowitz et al., 2014; Price-Mohr y Price, 2021; Roden et al., 2014), mientras que los estudios transversales se han realizado, sobre todo, con músicos jóvenes y adultos (D'Souza et al., 2018; Hansen et al., 2012; Meyer et al., 2018; Okada y Slevc, 2018; Pallesen et al., 2010).

Por otro lado, no se han encontrado diferencias significativas en la medida de rendimiento de la inhibición (ENFEN) ni en la medida de la conducta inhibitoria (BRIEF-2), resultados que se muestran en discordancia con lo evidenciado por estudios previos (Degé et al., 2011; Fasano et al., 2019; Herrero y Carriedo, 2017; Jaschke et al., 2018b; Joret et al., 2017; Moreno et al., 2011). Esta discrepancia puede deberse a distintos factores: 1) el tipo de entrenamiento musical, donde el estudio de Joret et al. (2017) contempló el método Suzuki, caracterizado por un inicio muy temprano (entre 3-4 años) y por una práctica musical muy intensiva; 2) la medida de inhibición utilizada, ya que, a diferencia del presente estudio, algunos han utilizado pruebas de respuesta inhibitoria tipo Go/No go o Simón Dice (Chen et al., 2022; Degé et al., 2011; Fasano et al., 2019; Jaschke et al., 2018b; Joret et al., 2017; Moreno et al., 2011); 3) la edad de los participantes, donde algunos estudios han medido niños de 4-6 años (Moreno et al., 2011) o de 10-11 años (Herrero y Carriedo, 2017). Sin embargo, los resultados de este estudio coinciden con aquellos que han medido la inhibición como un control de la interferencia (tarea tipo Stroop) en niños de la etapa de Primaria, donde tampoco han observado diferencias significativas (Chen et al., 2022; Schellenberg, 2011a; Zuk et al., 2014). Otra posible explicación de los resultados observados sería que los beneficios en el control inhibitorio podrían estar sujetos a una duración prolongada y a la intensidad del entrenamiento musical (Chen et al., 2022; Medina y Barraza, 2019; Miendlarzewska y Trost, 2014).

De forma similar, no se han hallado diferencias en la tarea de flexibilidad cognitiva (ENFEN), resultados que coinciden con estudios previos que no han encontrado beneficios en niños de Primaria con entrenamiento musical (Chen et al., 2022; Sachs et al., 2017; Schellenberg, 2011a). La flexibilidad cognitiva presenta un desarrollo evolutivo más lento y tardío que otros dominios ejecutivos (Davidson et al., 2006; Garon et al., 2008), lo que podría explicar que investigaciones previas sí hayan observado mejoras significativas en adolescentes (Saarikivi et al., 2016) y en adultos (Moradzadeh et al., 2015). Igualmente, la atención sostenida tampoco ha mostrado diferencias significativas. En este sentido, distintos autores señalan que tocar un instrumento musical requiere de elevados niveles de atención selectiva (Joret et al., 2017; Román-Caballero et al., 2022), por lo que la mayoría de los estudios han abordado este proceso ejecutivo mostrando repercusión sobre la integración y procesamiento de la atención selectiva en niños de Primaria (Degé et al., 2011; Herrero y Carriedo, 2017; Jaschke et al., 2018b; Miendlarzewska y Trost, 2014; Zuk et al., 2014). A pesar de ello, estudios previos han observado que los músicos adultos muestran una mayor activación de las redes neuronales involucradas en la atención sostenida (Pallesen et al., 2010), postulando que se trata de un proceso ejecutivo clave durante el entrenamiento musical (Zuk et al., 2014), pero faltan evidencias respecto a la interacción entre el entrenamiento musical instrumental y la atención sostenida en niños de Primaria. Además, otros autores concretan que los beneficios en la atención sostenida serían dependientes de la motivación inducida por el entrenamiento musical, lo que en consecuencia potenciaría el desarrollo de diversas habilidades cognitivas (Posner et al., 2009) y en el presente estudio no se ha medido la motivación. Todo ello, junto con el hecho de que la atención sostenida presenta un desarrollo más pronunciado a partir de los 11 años (Betts et al., 2006), podría justificar los resultados observados en el presente estudio. En la planificación tampoco se han hallado diferencias, y a pesar de contar con pocas evidencias en relación con este dominio ejecutivo, estos resultados contrastan con estudios previos realizados también con niños de Primaria (Bowmer et al., 2018; Degé et al., 2011; Jaschke et al., 2018b). Estas discrepancias podrían entenderse por la diferencia de edad, el diseño y el instrumento utilizado en estos estudios: en el estudio de Degé et al. (2011) el diseño era transversal, con una media de edad de 11 años y midiendo la planificación con tareas de reloj; el estudio de Jaschke et al. (2018b) contaba con un diseño longitudinal, con una media de edad de seis años y utilizando una tarea tipo Torre de

Hanoi; y el estudio de Bowmer et al. (2018) presentaba un diseño experimental, con niños de 3-4 años y aplicando también una tarea tipo Torre de Hanoi. Junto con ello, la planificación es un dominio ejecutivo con un mayor desarrollo evolutivo alrededor de los doce años (Portellano y García, 2014). Todas estas diferencias respecto a la edad de la muestra y a aspectos metodológicos podrían justificar la diferencia de resultados entre estudios previos y la presente investigación.

En la medida conductual de las funciones ejecutivas (BRIEF-2), se han hallado diferencias significativas en el índice global de las funciones ejecutivas, la escala de flexibilidad y en el índice de la regulación emocional, donde los niños con entrenamiento musical han mostrado mejores resultados. Distintos estudios han demostrado que el entrenamiento musical mejora la habilidad de flexibilidad o de cambio (Bayanova et al., 2022; Bugos et al., 2007; Ilari et al., 2021; James et al., 2020; Moradzadeh et al., 2015; Shen et al., 2019; Zuk et al., 2014), lo que se apoyaría en que tocar un instrumento musical, principalmente en grupo, exige rapidez en el ajuste ante el cambio de tonalidad, de tempo, de estilo o de ritmo (Zuk et al., 2014). La escala de flexibilidad evaluada se integra dentro del índice de regulación emocional que hace referencia a la capacidad de regular las respuestas emocionales ante situaciones cambiantes, repercutiendo, a su vez, en una eficiente regulación cognitiva (Maldonado et al., 2017). En esta línea, algunos autores señalan que el entrenamiento musical mejora la regulación de la conducta emocional (Chin y Rickard, 2014; Williams y Berthelsen, 2019), aunque también concretan que estos beneficios dependerían de la implementación habitual de estrategias de reevaluación cognitiva que permitan la toma de conciencia respecto a las estrategias de regulación emocional más adecuadas (Chin y Rickard, 2014). A pesar de ello, la mayoría de los estudios transversales realizados en la infancia han evaluado medidas de rendimiento de las funciones ejecutivas, por lo que son necesarias más investigaciones realizadas con medidas conductuales del funcionamiento ejecutivo.

Las distintas medidas de las funciones ejecutivas utilizadas en este estudio abordan diferentes enfoques, ya que el ENFEN y el WISC-IV son pruebas neuropsicológicas de rendimiento realizadas por el propio niño (Portellano et al., 2011), mientras que el BRIEF-2 mide aspectos ecológicos y conductuales de las funciones ejecutivas a través de un cuestionario completado por la familia (Maldonado et al., 2017). Según estos autores, es habitual que las escalas de ambos tipos de

medición no muestren relación, debido a que las pruebas de rendimiento se centran más en la valoración de aspectos cognitivos (funciones ejecutivas frías), mientras que las medidas conductuales aúnan aspectos cognitivos, conductuales y socioemocionales, integrando así las funciones ejecutivas frías y calientes de forma multidimensional. Por tanto, las funciones ejecutivas frías intervendrían en la resolución de problemas abstractos y descontextualizados que no implican ningún componente motivacional o afectivo, mientras que las funciones ejecutivas calientes, por su parte, serían necesarias ante problemas con carga emotiva y motivacional (Zelazo y Carlson, 2012). De hecho, el funcionamiento ejecutivo también involucra la corteza orbitofrontal y ventromedial, regiones que están estrechamente vinculadas a las áreas límbicas implicadas en el procesamiento socioemocional, por lo que las funciones ejecutivas deben abordarse integrando también los procesos ejecutivos conductuales y emocionales (Happaney et al., 2004). En este sentido, cada proceso ejecutivo se asociaría con la activación de uno de los tres circuitos identificados (Cummings, 1993): circuito dorsolateral (flexibilidad cognitiva, fluidez verbal, resolución de problemas complejos o planificación), circuito orbitofrontal o ventral (autorregulación, control emocional e inhibición) y circuito cingulado anterior o medial (iniciación de conducta e iniciativa). Con ello, y dada la naturaleza emocional de las denominadas funciones ejecutivas calientes, algunos autores sugieren que las habilidades sociocognitivas y la inteligencia emocional deberían incluirse dentro del mismo paradigma (Anderson et al., 2008; Hongwanishkul et al., 2005; Salovey y Mayer, 1990). Volviendo al presente estudio, y puesto que las funciones ejecutivas calientes presentan un desarrollo evolutivo más tardío que las frías (Cunningham y Zelazo, 2007; Prencipe et al., 2011; Zelazo y Carlson, 2012), el hecho de que los niños con entrenamiento musical hayan mostrado mejores resultados en este aspecto podría sugerir que el entrenamiento musical podría potenciar el desarrollo de dichos dominios ejecutivos asociados a la regulación emocional.

Así pues, el entrenamiento musical es una actividad multifacética que envuelve numerosos procesos cognitivos (Okada y Slevc, 2018), pero parece mostrar diferente repercusión sobre el desarrollo de cada componente ejecutivo (Chen et al., 2022). Diversos estudios señalan que el entrenamiento musical mejora el sistema auditivo para incidir, en consecuencia, sobre procesos cognitivos verbales (Sachs et al., 2017). De este modo, el entrenamiento musical potenciaría el desarrollo de las funciones

ejecutivas involucradas en tareas audioverbales (Hansen et al., 2012; Strait et al., 2010, 2014). Acorde con ello, en este estudio, los niños con entrenamiento musical han mostrado diferencias significativas en tareas de rendimiento audioverbales como la fluidez fonológica y semántica y la memoria de trabajo verbal. Sin embargo, no se han hallado diferencias en tareas de rendimiento visuales y motrices como la atención sostenida (senderos sin color), la flexibilidad cognitiva (senderos con colores alternantes), la planificación (tarea tipo torre de Hanoi) o la inhibición (tarea tipo Stroop). En la Figura 24 se muestran los principales hallazgos respecto a las diferencias en las funciones ejecutivas entre los niños sin entrenamiento musical y los niños con entrenamiento musical.

### Figura 24

*Diferencias en las funciones ejecutivas entre el grupo sin entrenamiento musical y el grupo con entrenamiento musical*



En la inteligencia emocional, se han hallado diferencias significativas en las habilidades interpersonales, la adaptabilidad y en el índice global de la inteligencia emocional, donde los niños con entrenamiento musical han mostrado mejores

resultados. Distintos estudios señalan que el entrenamiento musical potencia la inteligencia emocional (Petrides et al., 2006) y las habilidades socioemocionales como la cooperación, la interacción social, la conducta prosocial, la empatía o la simpatía (Carvajal, 2015; Kirschner y Tomasello, 2010; Rabinowitch et al., 2013; Ritblatt et al., 2011; Schellenberg et al., 2015). Sin embargo, estas investigaciones presentan ciertas diferencias respecto al presente estudio en distintos aspectos: 1) la edad de la muestra, utilizando participantes más jóvenes (Kirschner y Tomasello, 2010; Ritblatt et al., 2011) o mayores (Petrides et al., 2006); y 2) el tipo de estudio, donde algunos estudios son experimentales con intervenciones no instrumentales (Kirschner y Tomasello, 2010; Rabinowitch et al., 2013; Ritblatt et al., 2011; Schellenberg et al., 2015). El estudio más parecido a la presente investigación sería el de Carvajal (2015), que consistía en un diseño transversal realizado con niños de 10 años con un entrenamiento musical realizado en escuelas de música y donde observaron que estos niños presentaban más habilidades sociales, de liderazgo y menos conflictos emocionales que los niños sin entrenamiento musical. Por otro lado, Schellenberg y Mankarious (2012) observaron que las diferencias en la comprensión emocional de niños de 7-8 años desaparecían tras controlar el cociente intelectual y Schellenberg (2011b) no halló diferencias en la inteligencia emocional entre jóvenes de 17-26 años. Además de la diferencia de edad, estas discrepancias podrían tener su base en los distintos instrumentos utilizados para medir la inteligencia emocional, ya que esos dos estudios han medido el rendimiento en tareas de reconocimiento, comprensión y de manejo de las emociones, mientras que en el presente estudio se ha utilizado un cuestionario de autoinforme completado por el niño. Según Hallam (2010), los beneficios en la inteligencia emocional dependen de que el entrenamiento musical sea una experiencia positiva y gratificante, mientras que Schellenberg et al. (2015) concretan que las mejoras se dan en aquellos sujetos que presentan un bajo nivel de habilidades socioemocionales antes de iniciar con el entrenamiento musical. Respecto a las habilidades interpersonales, algunos autores sugieren que los beneficios serían atribuibles al contexto social y a la interacción grupal propia del entrenamiento musical (Kirschner y Tomasello, 2010; Rabinowitch et al., 2013). Así pues, los resultados en las habilidades interpersonales del presente estudio podrían justificarse desde la interacción grupal promovida por las clases musicales, ya que el entrenamiento musical realizado con niños en las escuelas de música o conservatorios es, fundamentalmente, grupal.

Por otro lado, el entrenamiento musical implica una elevada adaptabilidad por parte del estudiante (Degé, 2021), pudiendo justificar así las diferencias observadas en esta dimensión. Sin embargo, hay pocas evidencias con las que poder contrastar estos resultados. A pesar de ir en la línea de lo observado por Ruokonen et al. (2021), dicho estudio difiere del presente en aspectos importantes como la edad de los participantes (1-3 años) y en que evaluaron la adaptabilidad como una conducta social adaptativa en niños pequeños. En cambio, un estudio experimental de Schellenberg (2004) no encontró mejoras en la adaptabilidad social en niños de seis años. Todas las inconsistencias asociadas a la diferencia de edad podrían tener su base en que la conciencia de la regulación emocional va desarrollándose durante la etapa escolar (Zeidner et al., 2003), para potenciar el desarrollo del uso y ajuste consciente de las emociones durante la adolescencia (Saarni, 2000). Todo ello pone de relieve la falta de estudios similares (transversales, con niños de Primaria y con entrenamiento musical instrumental) con los que poder contrastar los resultados del presente estudio.

En el caso de la creatividad, no se han hallado diferencias significativas, lo que contrasta con lo observado en investigaciones previas que han señalado que los músicos muestran un mayor desarrollo creativo (Abraham et al., 2021; Gibson et al., 2009). Sin embargo, a pesar de ser también estudios transversales, estas investigaciones se han realizado con participantes de entre 18-50 años. De forma similar, Kleinmuntz et al. (2014) observaron mejores resultados en la creatividad por parte de los músicos (18-39 años), pero también demostraron que el rendimiento era mayor en aquellos músicos con un entrenamiento basado en la improvisación musical. A partir de ello, sugirieron que la práctica deliberada en la improvisación musical es la que impacta en el desarrollo de la creatividad general. Por otro lado, Abraham et al. (2021) destacan la importancia de una elevada experiencia y pericia musical para que se produzca una modulación cerebral que favorezca el desarrollo creativo. Otra posible explicación para estas discrepancias puede ser el contexto educativo en el que están inmersos los participantes, ya que este ejerce una gran influencia en el desarrollo de la creatividad (Besançon y Lubart, 2008). Según estos autores, los entornos educativos con pedagogías tradicionales se centran en la transmisión del conocimiento, en valores sociales y en rigurosos hábitos de estudio, dejando así poco espacio para el pensamiento crítico y la creatividad. De hecho, los autores observaron que los niños de entornos educativos con pedagogías alternativas mostraban

mayores niveles de creatividad. En este sentido, en la educación musical española predomina un sistema disciplinar rígido basado en métodos sistemáticos y racionalizados que favorecen un aprendizaje pasivo y limitan la creatividad (Jorquera-Jaramillo, 2010), lo que podría explicar que los niños con entrenamiento musical no hayan obtenido mejores puntuaciones en la creatividad. A pesar de ello, una vez más, es evidente la falta de investigaciones transversales realizadas con niños de Primaria y con entrenamiento musical instrumental con los que poder contrastar los resultados del presente estudio.

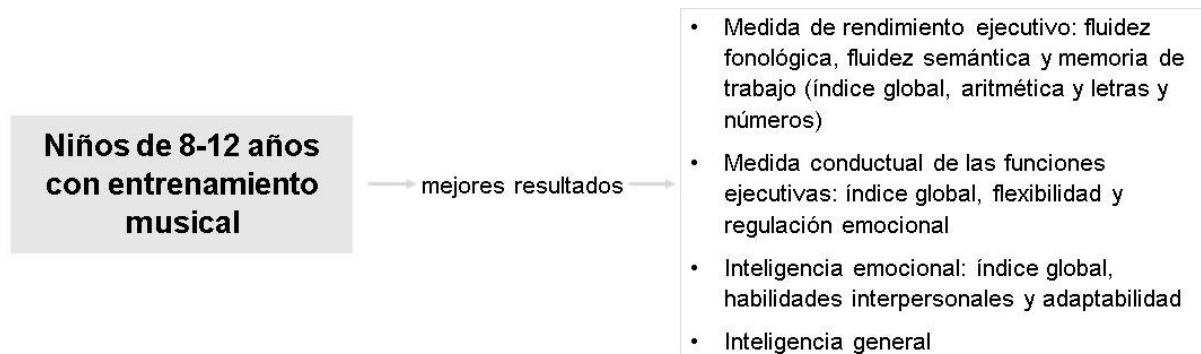
Respecto a la inteligencia general, los niños del grupo con entrenamiento musical han mostrado mejores resultados de manera significativa, lo que coincide con investigaciones previas realizadas también con niños (Jaschke et al., 2018b; Loui et al., 2019; Schellenberg, 2006, 2011a; Schellenberg y Mankarious, 2012). De forma similar, se han observado resultados similares mediante estudios experimentales realizados con niños (Kaviani et al., 2014; Moreno et al., 2011; Rose et al., 2019; Schellenberg, 2004). El entrenamiento musical parece relacionarse con la inteligencia general, ya que se ha identificado que a medida que aumentan los años de entrenamiento musical también incrementa la puntuación en la inteligencia general (Corrigall et al., 2013; Swaminathan y Schellenberg, 2019). Algunos autores postulan que las mejoras en la inteligencia general serían exclusivas de un entrenamiento musical basado en el aprendizaje instrumental (Rickard et al., 2012; Sachs et al., 2017). En cambio, otros señalan que dichos beneficios serían previos al entrenamiento musical, sugiriendo que una mayor capacidad general previa se asocia con una mayor aptitud musical, lo que, en consecuencia, favorece la propensión de iniciar y prolongar el entrenamiento musical (Schellenberg, 2020). En este sentido, se ha propuesto la existencia de unos factores genéticos compartidos involucrados en la tendencia a iniciar un entrenamiento musical y en la inteligencia general (Mosing et al., 2016). Además, algunos autores añaden que las personas con entrenamiento musical podrían mostrar mejores resultados en la inteligencia general, en parte, porque suelen ser personas con mayor interés por el aprendizaje y con mayores niveles de curiosidad (Swaminathan et al., 2017).

En la Figura 25 se muestran los principales hallazgos del primer objetivo específico que analizaba las diferencias entre los niños sin entrenamiento musical y con entrenamiento musical.



## Figura 25

*Principales diferencias en habilidades cognitivas entre niños sin entrenamiento musical y con entrenamiento musical*



### 11.4.2. Diferencias en habilidades cognitivas en función de la edad de inicio en el entrenamiento musical

Con el objetivo de analizar las posibles diferencias en las variables cognitivas en función de la edad en la que se inició el entrenamiento musical, se realizaron comparaciones entre un grupo sin entrenamiento musical, otro con entrenamiento musical iniciado a partir de los siete años y otro grupo con entrenamiento musical iniciado antes de los siete años. Así pues, se han encontrado diferencias entre el grupo sin entrenamiento musical y el grupo con entrenamiento musical iniciado antes de los siete años, con mejores resultados en este último grupo, en medidas de rendimiento de las funciones ejecutivas como la fluidez fonológica, la inhibición y la tarea de aritmética de la memoria de trabajo; en la medida conductual de la función ejecutiva de la regulación emocional; y en el índice global de la inteligencia emocional, la dimensión intrapersonal, la interpersonal y en la adaptabilidad. Como puede observarse, la mayoría de estas diferencias, excepto la inhibición y la dimensión intrapersonal, coinciden con las observadas en las comparaciones del primer objetivo específico (sin entrenamiento musical y con entrenamiento musical).

En la línea de lo que sugieren estos resultados, estudios previos proponen la existencia de un periodo sensible (inicio del entrenamiento musical antes de los siete años) a partir del cual la influencia del entrenamiento musical sería más fuerte a nivel cerebral y conductual (Bailey y Penhune, 2013). Así pues, la interacción entre el inicio

del entrenamiento musical en dicho periodo sensible y los periodos de desarrollo neuronal aumentado de cada habilidad cognitiva parece favorecer un aumento de la neuroplasticidad y potenciar el aprendizaje en edades más avanzadas (Ireland et al., 2019). Según Penhune (2021), estos beneficios se producirían debido a una interacción entre factores genéticos, madurativos y ambientales, promoviendo así diferencias individuales en el desarrollo de aspectos cognitivos y personales. De hecho, esta autora propone que el entrenamiento musical iniciado en el periodo sensible afecta a la maduración temprana de procesos básicos (sensomotrices), para posteriormente producir un efecto de metaplasticidad que favorece una mayor receptividad cerebral para futuros aprendizajes y experiencias. En este sentido, distintos estudios han demostrado que los músicos adultos con un inicio más temprano del entrenamiento musical presentan diferencias cerebrales y un mejor rendimiento en la sincronización audiomotriz (Bailey et al., 2014; Shenker et al., 2022; Steele et al., 2013), así como un mejor rendimiento en distintas funciones cognitivas como el lenguaje, la memoria, las funciones ejecutivas o la atención (Bailey y Penhune, 2010; Fauvel et al., 2014b; Hanna-Pladdy y Gajewski, 2012; Ortega-Orozco et al., 2020). El entrenamiento musical iniciado en el periodo sensible parece intensificar las modulaciones estructurales y funcionales de las regiones implicadas en las funciones cognitivas para, en consecuencia, potenciar el desarrollo de las mismas (Chen et al., 2022). Sin embargo, la mayoría de los estudios que han abordado el efecto diferencial de la edad de inicio se han realizado con músicos adultos (Ireland et al., 2019; Penhune, 2021), por lo que existen pocas investigaciones realizadas con niños con las que poder contrastar los resultados del presente estudio.

A pesar de ello, los resultados de este estudio en las funciones ejecutivas van en la línea de investigaciones previas respecto a que el entrenamiento musical temprano (antes de los siete años) potencia el desarrollo de la inhibición y la memoria de trabajo (Chen et al., 2022; Ortega-Orozco et al., 2020), así como de la fluidez fonológica (Fauvel et al., 2014b). El hecho de que estos componentes ejecutivos presenten un desarrollo más temprano que otros dominios ejecutivos explicaría los resultados obtenidos, puesto que la inhibición presenta un desarrollo más rápido entre los 5-8 años (Best y Miller, 2010), la memoria de trabajo tiene un desarrollo más pronunciado entre los 6-9 años (Lensing y Elsner, 2018) y la fluidez fonológica también presenta un desarrollo más temprano que la fluidez semántica potenciándose

alrededor de los seis años (Koren et al., 2005). Los resultados en la fluidez fonológica también podrían tener parte de su justificación en que el entrenamiento musical iniciado en la primera infancia (0-6 años), al promover el desarrollo de las habilidades rítmicas, estimula también el desarrollo de las habilidades fonológicas (Escalda et al., 2011; Herrera et al., 2011; Moritz et al., 2013; Wan et al., 2010). A pesar de ello, la presente investigación difiere de dichos estudios, ya sea porque se han realizado con adultos (Fauvel et al., 2014b; Ortega-Orozco et al., 2020) o porque han utilizado distintos instrumentos de medida (Chen et al., 2022). En este último estudio, por ejemplo, observaron que los niños de 7-13 años con entrenamiento musical temprano mostraban un mejor rendimiento en la memoria de trabajo, pero utilizaron una tarea similar a la de dígitos, que no ha mostrado significatividad en el presente estudio. Por otro lado, Bailey y Penhune (2010) no encontraron diferencias en la memoria de trabajo en los músicos adultos con entrenamiento musical iniciado a temprana edad, pero la memoria de trabajo fue medida mediante las tareas de dígitos y la de letras y números, que tampoco han mostrado diferencias en este estudio. En general, estos resultados parecen sugerir que el entrenamiento musical iniciado antes de los siete años podría ser más efectivo para potenciar el desarrollo de las funciones ejecutivas que se encuentren en periodo de mayor maleabilidad y desarrollo (Chen et al., 2022). Sin embargo, la falta de estudios similares complica el contraste y el posible establecimiento de resultados concluyentes al respecto. De hecho, dichos autores indican que su estudio es el primero en abordar el efecto diferencial de la edad de inicio del entrenamiento musical sobre las funciones ejecutivas (Chen et al., 2022), por lo que el presente estudio podría considerarse el segundo en dicho ámbito de estudio.

En contraposición con los resultados previos, la inteligencia general y la fluidez semántica han mostrado diferencias entre el grupo sin entrenamiento musical y el grupo con entrenamiento musical iniciado a partir de los siete años, donde este último grupo ha mostrado mejores puntuaciones. La diferencia de resultados entre la fluidez fonológica y la semántica coincide con otros estudios en los que la edad de inicio del entrenamiento musical resultó determinante en el caso de la fluidez fonológica, pero no así en la semántica (Fauvel et al., 2014b). La fluidez semántica parece estar más influenciada por el efecto de la edad y por la escolarización, logrando el máximo desarrollo entre los 11-12 años (Anderson et al., 2001; Koren et al., 2005). De hecho,

este proceso involucra la memoria verbal y se relaciona de forma estrecha con la inteligencia cristalizada (Portellano et al., 2011), la cual depende de las experiencias y del conocimiento adquirido a lo largo de los años (Kaufman y Kaufman, 2011; Simpson-Kent et al., 2020). Dado de que la adquisición del conocimiento cultural y la inteligencia aumentan mucho durante la etapa escolar (Cahan y Cohen, 1989; Colom et al., 2002; Primi et al., 2012), estos resultados podrían indicar que iniciar el entrenamiento musical a partir de los siete años sería más beneficioso para dichas capacidades asociadas a la memoria verbal y a la conceptualización verbal. En este sentido, Dos Santos-Luiz et al. (2016) observaron que el nivel de inteligencia general de los niños con entrenamiento musical mostraba un mayor aumento que el de los niños sin entrenamiento musical a lo largo de la etapa de Primaria. Por otro lado, Smayda et al. (2018) observaron que, ante procesos de maduración más tardía, los resultados eran mejores cuando el inicio del entrenamiento musical coincidía con el periodo de maduración de cada proceso. Así pues, parece que iniciar el entrenamiento musical en el periodo sensible (antes de los siete años) no siempre promueve mayores efectos, ya que dependería de que los procesos cognitivos estén en periodo de desarrollo acelerado (Chen et al., 2022; van Vugt et al., 2021).

Respecto a la gestión de aspectos socioemocionales, se han encontrado diferencias entre el grupo sin entrenamiento musical y el grupo con entrenamiento musical iniciado antes de los siete años, con mejores resultados en este último grupo, en la regulación emocional (medida conductual del funcionamiento ejecutivo), la dimensión intrapersonal, la interpersonal, la adaptabilidad y en el índice general de la inteligencia emocional. Tal y como se ha visto previamente, son pocos los estudios que hayan abordado el efecto diferencial de la edad de inicio en el desarrollo cognitivo de los niños y, según la búsqueda realizada, ninguno que haya estudiado la inteligencia emocional y sus dimensiones. Algunos autores señalan que los programas musicales tempranos aportan beneficios en el desarrollo social y emocional (Barrett y Welch, 2021), mejorando así el desarrollo de la conducta prosocial (Kirschner y Tomasello, 2010) y de la empatía emocional (Brown y Sax, 2013). Sin embargo, estos estudios han contemplado la actividad musical como un enriquecimiento de enfoque más informal y sin comparar los posibles efectos diferenciales de la edad de inicio. Las diferencias encontradas en el presente estudio respecto a la dimensión intrapersonal, interpersonal y la adaptabilidad podrían

fundamentarse en que en la primera infancia (0-6 años), etapa que coincidiría con el periodo sensible del entrenamiento musical, se establecen las habilidades socioemocionales básicas (Gray, 2021). Más adelante, en la segunda infancia (7-12 años), y sobre dichas habilidades previas, se van construyendo habilidades más complejas que requieren de autoconocimiento para poder implementar una gestión y modulación voluntaria (Denham, 1998). De hecho, los niños comienzan a desarrollar la capacidad de comprender las propias emociones simples entre los 2-4 años (Denham, 1998), su competencia para la interacción social entre los 3-5 años (Erikson y Erikson, 1998) y la habilidad básica de la adaptación emocional con la socialización que se desarrolla durante la primera infancia (Zeidner et al., 2003). Así pues, estos resultados estarían sugiriendo que el entrenamiento musical iniciado a una temprana edad podría potenciar el desarrollo de dichas habilidades socioemocionales básicas, para contribuir a la posterior mejora de la construcción de habilidades socioemocionales más complejas y autoconscientes que se desarrollan durante la etapa escolar (Demetriou, 2000; Zeidner et al., 2003). A pesar de ello, faltan evidencias respecto al efecto diferencial de iniciar un entrenamiento musical antes de los siete años sobre la inteligencia emocional en la infancia, por lo que este estudio sería novedoso en aportar evidencias en este ámbito.

Por otro lado, no se han encontrado diferencias en la creatividad entre ninguno de los grupos analizados. Tal y como se comentó en el apartado previo, las investigaciones que han estudiado la creatividad y el entrenamiento musical se han realizado con adultos, por lo que faltan estudios realizados con niños y adolescentes (Abrahan et al., 2021). Junto con ello, y a partir de la revisión realizada, ningún estudio ha abordado el efecto diferencial de la edad de inicio del entrenamiento musical sobre el desarrollo de la creatividad. Atendiendo a los resultados obtenidos, los niños podrían no haber mostrado mejoras en la creatividad porque su entrenamiento musical no incluye la improvisación y porque todavía no cuentan con una elevada experiencia y pericia musical, aspectos que parecen resultar clave para que se potencie el desarrollo creativo (Abrahan et al., 2021; Kleinmintz et al., 2014). Según diversos autores, la creatividad presenta un desarrollo más pronunciado entre los 8-11 años (Sastre-Riba y Pascual-Sufrate, 2013; Stevenson et al., 2014). Por lo tanto, el hecho de que estudios previos sí hayan encontrado diferencias en músicos adultos con una elevada y prolongada experiencia (Abrahan et al., 2021; Gibson et al., 2009;

Kleinmintz et al., 2014) podría sugerir que el entrenamiento musical iniciado durante dicho periodo de máximo desarrollo creativo podría reflejarse en un mejor rendimiento creativo en edades posteriores.

Todos estos resultados parecen indicar que cada proceso cognitivo presenta un patrón diferencial en función de la edad de inicio del entrenamiento musical, ya que el inicio antes de los siete años aportaría un beneficio adicional sobre aquellos procesos con un desarrollo acelerado concomitante con dicho periodo sensible (Chen et al., 2022; van Vugt et al., 2021). Así pues, todo ello sugiere que los procesos de gestión socioemocional y los ejecutivos que se desarrollan a más temprana edad serían los más beneficiados por el inicio del entrenamiento musical antes de los siete años, reflejando así la coexistencia de diversos periodos sensibles para cada red cerebral y para cada función cognitiva concreta (Penhune, 2011). Todo ello viene a constatar que los efectos del entrenamiento musical instrumental no solo dependerían de la propia práctica, sino que serían el producto de la interacción entre factores predisponentes (trayectorias madurativas de las redes neuronales), las experiencias y la neuroplasticidad inducida por el entrenamiento musical en periodos específicos (Bailey y Penhune, 2013; Zuk y Gaab, 2018). En la Figura 26 se muestran los principales hallazgos del segundo objetivo específico que buscaba analizar las diferencias en habilidades cognitivas en función de la edad de inicio del entrenamiento musical.

**Figura 26**

*Principales diferencias en habilidades cognitivas en función de la edad de inicio del entrenamiento musical*



### **11.4.3. Diferencias en habilidades cognitivas según la intensidad del entrenamiento musical**

Para analizar las posibles diferencias en habilidades cognitivas en función de la intensidad del entrenamiento musical (número de horas semanales), se realizaron comparaciones entre un grupo sin entrenamiento musical, otro con entrenamiento musical de intensidad moderada (1-3 horas semanales) y un tercero con entrenamiento musical de mayor intensidad (más de tres horas semanales). Dado que algunos autores destacan la relevancia de la intensidad del entrenamiento musical para que se produzcan modulaciones neurofuncionales (Burunat et al., 2015; Hutchinson et al., 2003; Linnavalli et al., 2018; Rosenkranz et al., 2007), se esperaba obtener mejores resultados por parte de los niños con una mayor intensidad del entrenamiento musical. Sin embargo, se han encontrado diferencias significativas en la fluidez fonológica, la fluidez semántica, la tarea de aritmética de memoria de trabajo, el control emocional y en la inteligencia general entre el grupo sin entrenamiento musical y el grupo con entrenamiento musical de intensidad moderada, siendo este último grupo el que ha obtenido mejores puntuaciones. Además, la tarea de aritmética también ha mostrado diferencias significativas entre el grupo sin entrenamiento

musical y el grupo con entrenamiento musical de mayor intensidad. Acorde con esto último, un estudio de Bergman et al. (2014) halló relación entre el número de horas semanales de entrenamiento musical y la memoria de trabajo verbal en sujetos de entre 6-25 años. Sin embargo, los autores midieron la memoria de trabajo con la tarea de dígitos, la que no ha mostrado diferencias en este estudio y, además, destacaron que los beneficios en el desarrollo de la memoria de trabajo serían evidentes a partir de dos años de duración del entrenamiento musical, aspecto que no se ha medido en estos análisis.

Algunos autores señalan que los músicos adultos con un entrenamiento musical prolongado presentan beneficios en las modulaciones cerebrales en regiones involucradas en las funciones ejecutivas, la memoria de trabajo y el procesamiento sintáctico (James et al., 2013, 2017). En el caso de los niños, estudios previos han observado relación entre una mayor intensidad del entrenamiento musical y un aumento de la plasticidad en la materia blanca de regiones que están en periodo de maduración como las redes audiomotrices (Bengtsson et al., 2005; Loui et al., 2019). Aun así, el efecto diferencial de la intensidad del entrenamiento musical sobre el rendimiento cognitivo es un ámbito poco estudiado y menos aún en niños (Bailey et al., 2014). La mayoría de los estudios que han contemplado y destacado la importancia de la intensidad del entrenamiento musical para que se produzcan modulaciones a nivel estructural y cognitivo se han realizado con músicos adultos (Hanna-Pladdy y Mackay, 2011). En este sentido, parece que entre los 6-10 años la intensidad del entrenamiento musical no varía demasiado, pero a partir de dicha edad la diferencia comienza a ser más pronunciada y creciente entre los que llegarán a ser músicos expertos y músicos aficionados (James et al., 2017). Dado que los músicos adultos llevan acumulado un prolongado entrenamiento musical intensivo (Hanna-Pladdy y Mackay, 2011) y la intensidad del entrenamiento musical en los niños es bastante inferior (Bengtsson et al., 2005), resulta complicado realizar analogías entre los estudios realizados con sujetos de edades tan dispares.

A pesar de ello, dichas diferencias observadas en los dominios ejecutivos y en la inteligencia general coinciden con aquellos que señalan que una mayor intensidad del entrenamiento musical no se traduce en un mejor funcionamiento cognitivo (Campos et al., 2021; Gade y Schlemmer, 2021). Acorde con los resultados obtenidos, Fauvel et al. (2014b) tampoco encontraron beneficios en la fluidez fonológica y



semántica en músicos adultos atribuibles a una mayor intensidad del entrenamiento musical. En este sentido, parece que una intensidad muy elevada, a menudo, conlleva una conducta obsesiva y rígida, mayor estrés y la participación en actividades menos variadas (Bonneville-Roussy y Vallerand, 2018). El entrenamiento musical instrumental demanda una elevada actividad cognitiva (Moreno y Bidelman, 2014; Sanju y Kumar, 2016) y un estudio reciente ha demostrado que las actividades de alta exigencia cognitiva conllevan un elevado esfuerzo y fatiga cognitiva (Wiehler et al., 2022). Según los autores, esta fatiga produce cambios neurometabólicos que aumentan la concentración de glutamato en la corteza prefrontal, dificultando así la activación de dicha región y, por lo tanto, perjudicando el rendimiento cognitivo. Así pues, en el caso de los procesos ejecutivos y de la inteligencia general, parece que el entrenamiento distribuido en cuantías moderadas sería más beneficioso que un entrenamiento intensivo (von Bastian y Oberauer, 2014).

En cuanto a inteligencia emocional, se han encontrado diferencias en la dimensión intrapersonal, la dimensión interpersonal, la adaptabilidad y en el índice global de la inteligencia emocional entre el grupo sin entrenamiento musical y el grupo con entrenamiento musical de mayor intensidad, con mejores resultados por parte de este último grupo. Además, en el caso de las habilidades interpersonales y la inteligencia emocional también se han encontrado diferencias significativas entre el grupo sin entrenamiento musical y el grupo con entrenamiento musical de intensidad moderada. El ámbito socioemocional cuenta con menos evidencias respecto a la intensidad del entrenamiento musical, pero acorde con estos resultados, Chin y Rickard (2014) concluyeron que un alto compromiso en el entrenamiento musical se relaciona con un mejor desarrollo de estrategias de autorregulación y de adaptabilidad. Así mismo, y en relación con los resultados en la dimensión intrapersonal, parece que una mayor intensidad del entrenamiento musical se asocia con un aumento de la capacidad para comprender y gestionar las propias emociones (Hallam, 2010; Leung y Cheung, 2020; Resnicow et al., 2004; Schellenberg y Mankarious, 2012). Además, tomar conciencia de las emociones positivas inducidas por el entrenamiento musical favorece el aumento de la intensidad y el mantenimiento de dicha actividad gratificante (Leung y Cheung, 2020). Por el contrario, algunos estudios han observado que una intensidad moderada del entrenamiento musical

sería más beneficiosa para el desarrollo de la conciencia y el bienestar emocional (Bonneville-Roussy y Vallerand, 2018; Leung y Cheung, 2020).

Esta discrepancia de resultados en la inteligencia emocional puede deberse a los distintos instrumentos de medida utilizados, a la evaluación de distintos constructos socioemocionales y a la diversidad de edad entre los distintos estudios. En este sentido, los hallazgos de Leung y Cheung (2020) y de Bonneville-Roussy y Vallerand (2018) se han obtenido en población adolescente y adulta, edades en las que la intensidad del entrenamiento musical presenta un mayor aumento y variabilidad (James et al., 2017). Respecto a las habilidades interpersonales, el entrenamiento musical parece potenciar la interacción y las habilidades sociales como la empatía emocional (Rabinowitch et al., 2013). Por tanto, los resultados obtenidos en esta dimensión interpersonal sugieren que la práctica grupal inherente al entrenamiento musical (lenguaje musical, conjunto musical, cámara, etc.) potencia el desarrollo de las habilidades interpersonales tanto con un entrenamiento musical de intensidad moderada como con uno de intensidad elevada. Así pues, y al hilo de los hallazgos de Wiehler et al. (2022), estos resultados podrían indicar que los cambios metabólicos inducidos por la fatiga cognitiva del entrenamiento musical tendrían una menor repercusión sobre las regiones implicadas en la inteligencia emocional.

En esta comparación realizada en función de la intensidad del entrenamiento musical, tampoco se han encontrado diferencias en la creatividad. Tal y como se ha comentado previamente, aquellos estudios que han mostrado un mejor desarrollo de la creatividad se han centrado en adultos, destacando la relevancia de un entrenamiento musical prolongado (Abrahan et al., 2021; Gibson et al., 2009). Por ello, faltan estudios realizados con niños que hayan estudiado estas diferencias y que hayan analizado el efecto diferencial de la intensidad del entrenamiento musical durante la infancia.

Debido a la falta de estudios en este ámbito y a la inconsistencia entre los mismos, resulta complicado establecer qué intensidad del entrenamiento musical es más eficiente para el desarrollo cognitivo (Campos et al., 2021). No obstante, los resultados de este estudio parecen sugerir que la intensidad del entrenamiento musical podría tener una repercusión diferencial en el desarrollo de las distintas habilidades cognitivas. A pesar de ello, los datos han mostrado que la intensidad moderada podría tener mayores beneficios sobre las funciones ejecutivas (fluidez

fonológica, fluidez semántica, tarea de aritmética de la memoria de trabajo y medida conductual del control emocional), la inteligencia general y la inteligencia emocional (índice global y habilidades interpersonales), mientras que la intensidad elevada presentaría mejoras en la tarea de aritmética de la memoria de trabajo y en la inteligencia emocional (índice global, habilidades interpersonales y adaptabilidad). En la Figura 27 se muestran los principales hallazgos del tercer objetivo específico que buscaba analizar las diferencias en habilidades cognitivas en función de la intensidad del entrenamiento musical.

### Figura 27

*Principales diferencias en habilidades cognitivas en función de la intensidad del entrenamiento musical*



## 11.5. Conclusiones

Considerando todos los resultados en conjunto, el estudio destaca que:

- Los niños de 8-12 años con entrenamiento musical, en comparación con los niños sin entrenamiento musical, muestran mejores puntuaciones en distintas pruebas de rendimiento ejecutivo (fluidez fonológica, fluidez semántica y memoria de trabajo), medidas conductuales del funcionamiento ejecutivo (flexibilidad y regulación emocional), diversos factores de la inteligencia

emocional (índice global, habilidades interpersonales y adaptabilidad) y en la inteligencia general. Atendiendo a las funciones ejecutivas, en el caso de las pruebas de rendimiento, las diferencias se darían en las tareas realizadas de manera audioverbal, mientras que en las medidas conductuales (cuestionario respondido por las familias) las diferencias aparecerían en las denominadas funciones ejecutivas calientes.

- Iniciar el entrenamiento musical en el periodo sensible (antes de los siete años) parece intensificar el desarrollo de procesos ejecutivos (la fluidez fonológica, la inhibición, la tarea de aritmética de la memoria de trabajo y la medida conductual de la regulación emocional) y de la inteligencia emocional (índice global, habilidades intrapersonales, habilidades interpersonales y adaptabilidad), habilidades que presentan una maduración más temprana y concomitante con dicho periodo. En cambio, iniciar el entrenamiento musical a partir de los siete años solo potenciaría el desarrollo de la inteligencia general y de la fluidez semántica, procesos que parecen presentar una maduración más tardía y concomitante con dicho periodo de inicio. Por tanto, iniciar el entrenamiento musical en el periodo sensible (antes de los siete años) aportaría mayores beneficios sobre el desarrollo cognitivo, aunque las ventajas parecen depender de la concurrencia con el estadio de desarrollo acelerado de cada proceso cognitivo.
- Una intensidad moderada del entrenamiento musical intensificaría el desarrollo de algunos aspectos de las funciones ejecutivas (fluidez verbal, memoria de trabajo, tarea aritmética de memoria de trabajo y medida conductual del control emocional), la inteligencia general y de la inteligencia emocional (índice global y habilidades interpersonales), mientras que una intensidad elevada aportaría mejoras en la tarea de aritmética de la memoria de trabajo y en la inteligencia emocional (índice global, habilidades intrapersonales, habilidades interpersonales y adaptabilidad). Sin embargo, como se ha visto, algunos de estos procesos (tarea de aritmética de la memoria de trabajo, índice global de la inteligencia emocional y habilidades interpersonales) se verían potenciados con ambas intensidades del entrenamiento musical. Por tanto, un entrenamiento musical de intensidad moderada sería más beneficioso para el desarrollo de habilidades cognitivas.

- El entrenamiento musical parece no aportar beneficios sobre la creatividad de niños de 8-12 años independientemente de la edad de inicio o de la intensidad:

Todos estos resultados presentan especial relevancia para el ámbito educativo, ya que el entrenamiento musical podría postularse como un recurso esencial para potenciar el desarrollo de habilidades cognitivas que subyacen a los aprendizajes y al desarrollo académico.



## **CAPÍTULO 12. Estudio 2: Diferencias en habilidades académicas (habilidades verbales y matemáticas, el rendimiento escolar y los hábitos y técnicas de estudio) en función del entrenamiento musical instrumental en niños de 8-12 años**

### **12.1. Introducción**

El entrenamiento musical supone un elevado enriquecimiento multisensorial que involucra numerosas capacidades, pudiendo, a su vez, favorecer y estimular el aprendizaje escolar (Dumont et al., 2017; Rickard et al., 2012). De hecho, parece que las oportunidades de estimulación cerebral que ofrece el entrenamiento musical podrían beneficiar el desarrollo de distintas habilidades académicas y el rendimiento escolar (Portowitz et al., 2014; Winner et al., 2013), aspectos que constituyen las principales preocupaciones de la comunidad educativa (Allee-Herndon y Roberts, 2018). Atendiendo a los dominios académicos, las habilidades lingüísticas y las habilidades matemáticas son consideradas destrezas nucleares y básicas que resultan indispensables para la adquisición del resto de conocimientos escolares e inciden en el logro académico, el ámbito laboral, la inserción social, la salud mental y física y en la longevidad de todo ser humano (Calvin et al., 2017; Kuncel y Hezlett, 2010; Ramírez-Benítez, 2014; Reviriego-Díez y Bausela-Herreras, 2018; Wrulich et al., 2014). Además, variedad de estudios señalan que las habilidades lingüísticas y las matemáticas son los dos indicadores más importantes del futuro rendimiento escolar de los estudiantes (Duncan et al., 2007; Pagani et al., 2010; Ribner et al., 2017).

Respecto a las habilidades lingüísticas, destaca la influencia del entrenamiento musical sobre las habilidades verbales (Hallam, 2010; Herholz y Zatorre, 2012; Sanju y Kumar, 2016). De hecho, ambos dominios comparten bases neurobiológicas para la construcción de estructuras jerárquicas basadas en la integración de mecanismos audiomotrices (Asano y Boeckx, 2015; Dehaene-Lambertz et al., 2010; Kraus y White-Schwoch, 2017; Yu et al., 2017). Según diversos autores, los beneficios en las habilidades del lenguaje se producen porque el entrenamiento musical modula las redes neuronales implicadas en el procesamiento auditivo, rítmico y del habla (Besson

et al., 2011; Francois et al., 2014; Hallam, 2017; Kraus y White-Schwoch, 2017). Estas mejoras, a su vez, inciden en el desarrollo de habilidades prelectoras como la conciencia fonológica y habilidades de vocabulario, para, en consecuencia, favorecer la posterior adquisición de la lectoescritura (Barbaroux et al., 2019; Degé y Schwarzer, 2011; Flaugnacco et al., 2015; Fonseca-Mora et al., 2015; Herrera et al., 2011; Hutchins, 2018; Linnavalli et al., 2018; Moritz et al., 2013; Moyeda y Escobedo, 2014; Tsang y Conrad, 2011; Vidal et al., 2020). Además, algunos autores destacan que los beneficios del entrenamiento musical sobre el lenguaje serían mayores en los idiomas transparentes que presentan una mayor correspondencia entre los grafemas y fonemas (Hille et al., 2011). En este sentido, la mayoría de los estudios realizados con niños de la etapa de Primaria se han llevado a cabo con niños de habla inglesa, por lo que faltarían estudios realizados con idiomas transparentes como el español.

Pese a ser un ámbito menos estudiado que las habilidades lingüísticas, algunos autores sugieren que el entrenamiento musical también potencia el desarrollo de las habilidades matemáticas, gracias a que ambos dominios presentan sinergias en el uso del pensamiento abstracto, análogo y simbólico (Azaryahu et al., 2020; Bugos y Demarie, 2017). De hecho, tanto las habilidades musicales como las matemáticas se asientan en sistemas de proporciones y en patrones de repetición (Vaughn, 2000), que, a su vez, potencian el desarrollo de habilidades como el razonamiento lógico, abstracto y espacial (Moyeda y Escobedo, 2014; Dos Santos-Luiz, 2007). Así pues, el entrenamiento musical parece modular la actividad de áreas que procesan las cantidades simbólicas y el razonamiento espaciotemporal, lo que favorece el desarrollo de diversas habilidades matemáticas (Chalas et al., 2022; Holmes y Hallam, 2017; Osborne et al., 2016; Rauscher y Zupan, 2000) y, en consecuencia, mejora el rendimiento matemático de los estudiantes (Bergman et al., 2014; Carvajal, 2015; Cabanac et al., 2013; Carmona et al., 2011; Geoghegan y Mitchelmore, 1996; Helmrich, 2010).

Las mejoras en las habilidades académicas nucleares (lingüísticas y matemáticas) parecen promover un mejor rendimiento escolar de los estudiantes con entrenamiento musical (Álvaro-Mora y Serrano-Rosa, 2019; Dos Santos-Luiz et al., 2016; Holochwost et al., 2017; Jaschke et al., 2018b; Román-Caballero et al., 2022; Said y Abramides, 2020; Southgate y Roscigno, 2009; Wetter et al., 2009). En este sentido, parece que el entrenamiento musical promueve el desarrollo de distintas



funciones cognitivas y no cognitivas que subyacen a los procesos de aprendizaje, repercutiendo así de manera positiva sobre distintas habilidades académicas y sobre el rendimiento escolar de los estudiantes (Álvaro-Mora y Serrano-Rosa, 2019; Degé et al., 2014; Holochwost et al., 2017; Román-Caballero et al., 2022; Said y Abramides, 2020; Southgate y Roscigno, 2009; Wetter et al., 2009; Yang, 2015; Young et al., 2014). El rendimiento escolar es un fenómeno complejo y multifactorial conformado por aspectos familiares y socioculturales que rodean al alumno (Akessa y Dhufera, 2015; Alves et al., 2017; Escobedo y Cuervo, 2011; Murillo y Hernández-Castilla, 2020; Phillipson, 2010; Rudasill et al., 2010) y por factores individuales cognitivos y no cognitivos (Canet-Juric et al., 2019; Dev, 2016; Kriegbaum et al., 2014; Mejía Quintero y Escobar Melo, 2012). Se trata pues, de la capacidad del estudiante para ajustarse a las demandas académicas y al grado de consecución de los objetivos establecidos por el sistema educativo (Steinmayr et al., 2015; Stelzer y Cervigni, 2011) e incide sobre el desarrollo cognitivo, la integración social, la salud mental y en el bienestar de los estudiantes (Graziano y Hart, 2016; Samavi et al., 2016; Yang et al., 2018). Según Peng y Kievit (2020), hay dos principales factores que determinan el rendimiento escolar: por un lado, las habilidades académicas nucleares y, por otro lado, las habilidades cognitivas. Dentro del primero, estarían las habilidades lingüísticas (procesamiento fonológico, conciencia morfológica, conocimiento ortográfico, fluidez y comprensión lectora, etc.) y las habilidades matemáticas (sentido numérico, identificación y ordenación, capacidad aritmética, etc.). En el segundo factor (habilidades cognitivas), destacan, principalmente, las funciones ejecutivas, la memoria de trabajo y el razonamiento (Peng y Kievit, 2020). Además de estos factores, diversos estudios señalan que en el rendimiento escolar también influyen aspectos no cognitivos como los rasgos de la personalidad (Chamorro-Premuzic y Furnham, 2003), la motivación (Kriegbaum et al., 2014) o los hábitos y técnicas de estudio (Çalışkan y Sünbül, 2011).

En este sentido, y a pesar de contar con pocas evidencias científicas, se ha observado que los estudiantes con entrenamiento musical muestran un mejor desarrollo de los hábitos de estudio y de las estrategias de aprendizaje (Oladejo y Oladejo, 2017; Portowitz et al., 2014). Los hábitos y técnicas de estudio son un conjunto de estrategias o tendencias de aprendizaje sistemáticas y eficientes que permiten desarrollar la autonomía en los procesos de adquisición de nuevos

aprendizajes, a la vez que favorecen que estos sean más significativos (Álvarez y Fernández, 2015; Ayodele y Adebisi, 2013), por lo que se consideran determinantes para el rendimiento escolar (Aluja y Blanch, 2004; Andrade-Valles et al., 2018; García, 2019). Según diversos autores, los hábitos y técnicas de estudio dependen más de rasgos de la personalidad (conciencia y motivación hacia el logro) y de la iniciativa del individuo hacia la conducta de estudiar que de las habilidades cognitivas generales (Andrade-Valles et al., 2018; Credé y Kuncel, 2008). De este modo, el entrenamiento musical podría beneficiar el desarrollo de unos adecuados hábitos y técnicas de estudio gracias a que implica procesos metacognitivos para equilibrar la autorreflexión, la planificación, el esfuerzo y la conciencia orientada al logro de objetivos de forma productiva (Bagci y Can, 2016; Benton, 2014; McPherson et al., 2019).

Junto con todo ello, la literatura también señala que diversos factores pueden desempeñar un importante papel en los beneficios del entrenamiento musical sobre las habilidades académicas tales como la edad de los sujetos (Álvaro-Mora y Serrano-Rosa, 2019; Holmes y Hallam, 2017; Sala y Gobet, 2017; Virtala y Partanen, 2018), iniciar el entrenamiento musical antes de los siete años (Benítez et al., 2021; Hallam, 2017; Román-Caballero et al., 2022; Trainor et al., 2009; Yang, 2015), realizar un entrenamiento musical de elevada intensidad (Bergman et al., 2014; Gordon et al., 2015; Guhn et al., 2020; Yang, 2015), mantener el entrenamiento musical de manera prolongada (Alemán et al., 2017; Álvaro-Mora y Serrano-Rosa, 2019; Banai y Ahissar, 2013; Bigand y Tillmann, 2022; Corrigall y Trainor, 2011; Hallam y Rogers, 2016; Linnavalli et al., 2021; Román-Caballero et al., 2022; Schellenberg, 2006; Trainor et al., 2009; Wetter et al., 2009) o practicar un entrenamiento musical basado en el aprendizaje instrumental (Azevedo et al., 2020; Hallam, 2017; Jaschke et al., 2018a; Linnavalli et al., 2021; Román-Caballero et al., 2022; Wilbiks y Hutchins, 2020; Young et al., 2014). Sin embargo, todavía hay mucha inconsistencia respecto a los factores que pueden interceder en los efectos positivos del entrenamiento musical sobre las habilidades académicas y más aún en la infancia. Por ello, esta incertidumbre junto con los pocos estudios respecto a las habilidades matemáticas y, sobre todo, respecto a los hábitos y técnicas de estudio en niños de la etapa escolar, refleja la necesidad de continuar aportando evidencias que permitan tender hacia conclusiones

consistentes en la relación entre el entrenamiento musical instrumental y las distintas habilidades académicas.

Así pues, la falta de una literatura concluyente pone de relieve la importancia de llevar a cabo el presente estudio para analizar las diferencias en distintas habilidades académicas comprobando, además, la relevancia de la intensidad y de la edad de inicio del entrenamiento musical en niños de Primaria. Partiendo de este contexto, se estableció el siguiente objetivo general: estudiar las diferencias en las habilidades verbales y matemáticas, el rendimiento escolar y en los hábitos y técnicas de estudio según el entrenamiento musical instrumental de niños de 8-12 años. Para poder responder a dicho objetivo general, se fijaron los siguientes objetivos específicos:

- Objetivo Específico 4: analizar las diferencias en las habilidades verbales y matemáticas, el rendimiento escolar y en los hábitos y técnicas de estudio entre niños de 8-12 años sin entrenamiento musical y con entrenamiento musical.
- Objetivo Específico 5: comprobar las diferencias en las habilidades verbales y matemáticas, el rendimiento escolar y en los hábitos y técnicas de estudio en función de la edad de inicio del entrenamiento musical (sin entrenamiento musical, con entrenamiento musical iniciado a partir de los siete años y con entrenamiento musical iniciado antes de los siete años) en niños de 8-12 años.
- Objetivo Específico 6: estudiar las diferencias en las habilidades verbales y matemáticas, el rendimiento escolar y en los hábitos y técnicas de estudio en función de la intensidad del entrenamiento musical (sin entrenamiento musical, con entrenamiento musical de 1-3 horas semanales y con entrenamiento musical de más de tres horas semanales) en niños de 8-12 años.

Las hipótesis asociadas fueron las siguientes:

- Hipótesis 4: el grupo de niños de 8-12 años con entrenamiento musical tendrá mejores resultados en las habilidades verbales y matemáticas, el rendimiento escolar y en los hábitos y técnicas de estudio que aquellos sin entrenamiento musical.
- Hipótesis 5: el grupo de niños de 8-12 años con entrenamiento musical iniciado antes de los siete años mostrará mejores resultados en las habilidades

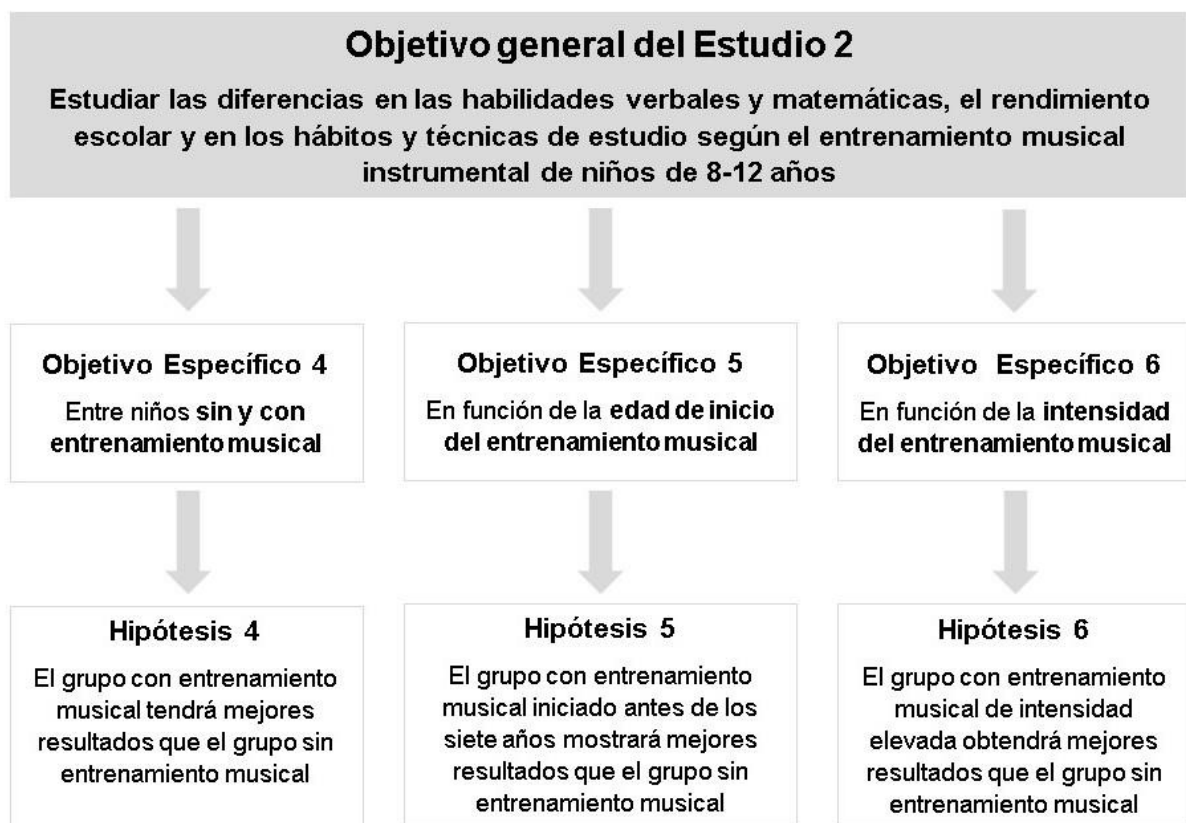
verbales y matemáticas, el rendimiento escolar y en los hábitos y técnicas de estudio que aquellos sin entrenamiento musical.

- Hipótesis 6: el grupo de niños de 8-12 años con entrenamiento musical de más de tres horas semanales (intensidad elevada) obtendrá mejores resultados en las habilidades verbales y matemáticas, el rendimiento escolar y en los hábitos y técnicas de estudio que aquellos sin entrenamiento musical.

En la Figura 28 se recogen los objetivos y las hipótesis asociadas.

**Figura 28**

*Objetivos e hipótesis del Estudio 2*



## 12.2. Método

Dado que algunos apartados metodológicos corresponden con aquellos presentados en el estudio anterior, en dichos casos, se remitirá al Estudio 1.

### **12.2.1. Muestra**

Se remite al Estudio 1.

### **12.2.2. Diseño**

Se remite al Estudio 1.

### **12.2.3. Instrumentos**

Para medir las habilidades verbales y matemáticas, se ha empleado un instrumento estandarizado aplicado de forma presencial, mientras que en el caso de los hábitos y técnicas de estudio, se ha utilizado un instrumento estandarizado aplicándolo de forma online a través de la plataforma Tea Corrige - Aplicación y Corrección de test online. Debido a las dificultades de presencialidad causadas por la COVID-19, parte de la muestra no pudo realizar las pruebas presenciales, completando solamente los instrumentos de aplicación online ( $n = 78$ ; 48.1%). Además, cinco de estos sujetos de participación online no llegaron a completar todas las pruebas (dos niños no aportaron las calificaciones escolares y tres niños no completaron el Cuestionario de Hábitos y Técnicas de Estudio ni aportaron las calificaciones escolares). Junto con ello, algunos participantes ( $n = 27$ ) no completaron el Cuestionario de Hábitos y Técnicas de Estudio por no tener aún la edad mínima para poder aplicarlo (nueve años). Por todo ello, en la Tabla 19, se muestra la relación, el orden y el modo de aplicación de los instrumentos de medida empleados, así como la muestra correspondiente en cada uno de ellos.

**Tabla 19***Variables e instrumentos de medida*

Variable	Naturaleza	Instrumento	Orden de aplicación	Dirigido a	Aplicación	<i>n</i>
Habilidades verbales	Cuantitativa	BADyG (E2 y E3). Batería de Actividades Mentales Diferenciales y Generales	1º	Niño	Presencial	84
Habilidades matemáticas	Cuantitativa	BADyG (E2 y E3). Batería de Actividades Mentales Diferenciales y Generales	2º	Niño	Presencial	84
Rendimiento escolar	Cuantitativa	Calificaciones escolares	4º	Familia	Online (Office Forms)	157
Hábitos y técnicas de estudio	Cuantitativa	CHTE. Cuestionario de Hábitos y Técnicas de Estudio	3º	Niño	Online (Tea Corrige)	132

A continuación, se describe cada uno de los instrumentos de medida utilizados:

- Batería de Actividades mentales Diferenciales y Generales (BADyG E2 y BADyG E3) (Yuste et al., 2019; Yuste y Yuste, 2011). Esta batería mide las habilidades mentales y competencias de alumnos del segundo y del tercer ciclo de Primaria. Se compone de seis pruebas básicas y tres complementarias, a partir de las que se obtienen unos indicadores agrupados en distintos factores (verbal, numérico, visoespacial, razonamiento lógico e inteligencia general). Para el presente estudio, se han aplicado cuatro pruebas básicas que contribuyen a la generación del factor verbal (relaciones analógicas y tarea semántica) y el factor numérico (problemas matemáticos y cálculo), factores ambos asociados a las consideradas habilidades nucleares. La aplicación de este instrumento puede ser tanto individual como colectiva y, en este caso, se ha aplicado de ambas formas dependiendo de las posibilidades de cada centro

educativo. La corrección se realiza comprobando los aciertos del sujeto a partir de unas plantillas y la baremación se aporta en percentiles. El instrumento cuenta con una validez y fiabilidad contrastada para su uso en el segundo (Yuste y Yuste, 2011) y tercer ciclo de Primaria (Yuste et al., 2019).

- Cuestionario para recoger las calificaciones escolares. Para recoger información sobre el rendimiento escolar, se elaboró un cuestionario en Office Forms donde las familias aportaban la calificación escolar de final de curso respecto a las principales asignaturas recogidas en el currículo de la CAPV para la etapa de Primaria (Decreto 236/2015, de 22 de diciembre, por el que se establece el currículo de Educación Básica y se implanta en la Comunidad Autónoma del País Vasco): lengua vasca, lengua castellana, lengua inglesa, matemáticas, conocimiento del medio natural y social, educación física, educación en valores sociales y cívicos, educación plástica y educación musical. Las calificaciones escolares se han recogido en valores comprendidos entre 0-10 y para la puntuación media del rendimiento escolar, se ha calculado el promedio con las puntuaciones de todas las asignaturas. En algunos casos, las familias informaron de que los centros no aportaban las calificaciones de manera numérica, por lo que en estos casos se contactó con el centro educativo para solicitar la conversión numérica correspondiente.
- Cuestionario de Hábitos y Técnicas de Estudio (CHTE) (Álvarez y Fernández, 2015). Este cuestionario evalúa siete escalas asociadas a los hábitos y técnicas de estudio (actitud general hacia el estudio, lugar de estudio, estado físico del escolar, planificación del tiempo, técnicas de estudio, preparación y realización de exámenes y ejercicios y realización de trabajos). La aplicación (duración aproximada de 20 minutos) y la corrección se ha realizado de manera online a través de la plataforma Tea Corrige - Aplicación y Corrección de test online. La corrección se realiza enumerando los aciertos del participante en contraste con una plantilla y la baremación se aporta en percentiles. El instrumento cuenta con una fiabilidad y validez probada que garantiza su independencia respecto a las capacidades cognitivas generales, la asociación con el autoconcepto académico y la correlación con otros cuestionarios sobre el mismo constructo (Álvarez y Fernández, 2015).

#### **12.2.4. Procedimiento**

Se remite al Estudio 1.

#### **12.2.5. Análisis**

Se remite al Estudio 1.

### ***12.3. Resultados***

A continuación, se presentan los resultados organizados en función de los objetivos específicos establecidos.

#### **12.3.1. Resultados de las diferencias en habilidades académicas entre el grupo sin entrenamiento musical y el grupo con entrenamiento musical**

La Tabla 20 recoge los resultados descriptivos del cuarto objetivo de la investigación que buscaba analizar las diferencias en las habilidades verbales y matemáticas, el rendimiento escolar y en los hábitos y técnicas de estudio entre niños de 8-12 años sin entrenamiento musical y con entrenamiento musical. Como puede observarse, todas las variables han presentado un promedio dentro de lo esperado.



**Tabla 20**

*Resultados descriptivos del grupo sin entrenamiento musical y con entrenamiento musical*

	Variable	Grupo	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>DE</i>	Mínimo	Máximo	95% IC
BADyG	Habilidades verbales	SEM	41	25.56	24.61	2	94	[17.79, 33.33]
		CEM	43	33.70	26.64	1	93	[25.50, 41.90]
	Relaciones analógicas	SEM	41	33.44	26.72	2	99	[25.00, 41.87]
		CEM	43	33.49	24.78	2	88	[25.86, 41.11]
	Tarea semántica	SEM	41	20.95	21.00	2	76	[14.32, 27.58]
		CEM	43	34.30	26.94	3	92	[26.01, 42.59]
	Habilidades numéricas	SEM	41	52.20	33.89	1	99	[41.50, 62.89]
		CEM	43	60.58	27.52	6	99	[52.11, 69.05]
	Problemas matemáticos	SEM	41	48.02	27.99	1	99	[39.19, 56.86]
		CEM	43	61.05	24.67	6	99	[53.45, 68.64]
Cálculo matemático	SEM	41	56.27	33.45	1	99	[45.71, 66.83]	
	CEM	43	56.70	30.02	6	99	[47.46, 65.94]	
Asignatura LV	SEM	62	7.21	1.49	4	10	[6.83, 7.59]	
	CEM	95	8.14	1.25	4	10	[7.88, 8.39]	
Asignatura LC	SEM	62	7.15	1.35	5	10	[6.80, 7.49]	
	CEM	95	7.89	1.11	5	10	[7.67, 8.12]	
Asignatura LI	SEM	62	7.10	1.50	4	10	[6.72, 7.48]	
	CEM	95	8.12	1.20	5	10	[7.87, 8.36]	
Asignatura matemática	SEM	62	7.24	1.46	5	10	[6.87, 7.61]	
	CEM	95	8.22	1.24	5	10	[7.97, 8.47]	
Asignatura CMNS	SEM	62	7.63	1.36	5	10	[7.28, 7.97]	
	CEM	95	8.37	1.07	5	10	[8.15, 8.59]	
Asignatura EF	SEM	62	7.95	1.27	5	10	[7.63, 8.27]	
	CEM	95	8.22	1.06	6	10	[8.00, 8.44]	
Asignatura EV	SEM	62	8.18	1.11	5	10	[7.90, 8.45]	
	CEM	95	8.15	1.06	6	10	[7.93, 8.36]	
Asignatura EP	SEM	62	7.61	1.27	5	10	[7.29, 7.94]	
	CEM	95	8.36	1.04	6	10	[8.15, 8.57]	
Asignatura EMU	SEM	62	7.60	1.30	5	10	[7.27, 7.93]	
	CEM	95	8.82	1.00	6	10	[8.62, 9.02]	
Rendimiento escolar	SEM	62	7.52	1.02	5.33	9.89	[7.26, 7.78]	
	CEM	95	8.25	.78	5.89	10.00	[8.09, 8.41]	
HTE	SEM	57	47.85	21.06	2.57	93	[42.26, 53.44]	
	CEM	75	58.61	18.81	14.57	93.14	[54.28, 62.94]	
CHTE	Actitud hacia estudio	SEM	57	50.79	29.07	3	99	[43.08, 58.50]
		CEM	75	62.96	29.30	1	99	[56.22, 69.70]
	Lugar de estudio	SEM	57	37.23	28.04	6	99	[29.79, 44.67]
		CEM	75	59.39	32.10	1	99	[52.00, 66.77]
	SEM	57	63.96	26.79	3	99	[56.86, 71.07]	

Variable	Grupo	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>DE</i>	Mínimo	Máximo	95% IC
Estado físico	CEM	75	74.15	25.48	3	99	[68.29, 80.01]
Plan de trabajo	SEM	57	39.16	30.65	3	99	[31.03, 47.29]
	CEM	75	47.45	28.33	1	99	[40.94, 53.97]
Técnicas de estudio	SEM	57	41.56	29.86	1	99	[33.64, 49.48]
	CEM	75	46.85	29.96	1	99	[39.96, 53.75]
Exámenes y ejercicios	SEM	57	53.25	32.94	1	99	[44.51, 61.99]
	CEM	75	64.12	29.93	1	99	[57.23, 71.01]
Elaboración de trabajos	SEM	57	48.98	28.98	1	99	[41.29, 56.67]
	CEM	75	55.36	28.20	1	99	[48.87, 61.85]

*Nota.* BADyG = Batería de Actividades mentales Diferenciales y Generales; CHTE = Cuestionario de Hábitos y Técnicas de Estudio; LV = lengua vasca; LC = lengua castellana; LI = lengua inglesa; CMNS = conocimiento del medio social y natural; EF = educación física; EV = educación en valores sociales y cívicos; EP = educación plástica; EMU= educación musical; HTE = hábitos y técnicas de estudio; SEM = sin entrenamiento musical; CEM = con entrenamiento musical

Los análisis de comparación han mostrado diferencias significativas con mejores resultados por parte del grupo con entrenamiento musical en la tarea semántica ( $p = .014$ ;  $d = .551$ ), la tarea de problemas matemáticos ( $p = .026$ ;  $d = .494$ ), la asignatura de lengua vasca ( $p = <.001$ ;  $d = .662$ ), la asignatura de lengua castellana ( $p = <.001$ ;  $d = .594$ ), la asignatura de lengua inglesa ( $p = <.001$ ;  $d = .733$ ), la asignatura de matemáticas ( $p = <.001$ ;  $d = .712$ ), la asignatura de conocimiento del medio natural y social ( $p = <.001$ ;  $d = .590$ ), la asignatura de educación plástica ( $p = <.001$ ;  $d = .628$ ), la asignatura de educación musical ( $p = <.001$ ;  $d = 1.03$ ), el rendimiento escolar ( $p = <.001$ ;  $d = .790$ ), la puntuación global de los hábitos y técnicas de estudio ( $p = .002$ ;  $d = .543$ ), la actitud hacia el estudio ( $p = .019$ ;  $d = .417$ ), el lugar de estudio ( $p = <.001$ ;  $d = .742$ ) y en el estado físico ( $p = .028$ ;  $d = .391$ ). La mayoría de estas diferencias han mostrado un tamaño del efecto mediano, aunque la asignatura de música se ha situado en un tamaño del efecto grande y tres escalas (problemas matemáticos, actitud hacia el estudio y el estado físico) han arrojado un tamaño del efecto pequeño (ver Tabla 21).

**Tabla 21**

*Análisis comparativo entre el grupo sin entrenamiento musical y con entrenamiento musical*

Variable	Grupo	n	M	t de Student		TE		
				t	p	d		
BADyG	Habilidades verbales	SEM	41	25.56	-1,452	.150	.317	
		CEM	43	33.70				
	Relaciones analógicas	SEM	41	33.44	-.009	.993	.002	
		CEM	43	33.49				
	Tarea semántica	SEM	41	20.95	-2,525	<b>.014</b>	.551	
		CEM	43	34.30				
	Habilidades numéricas	SEM	41	52.20	-1,242	.218	.271	
		CEM	43	60.58				
	Problemas matemáticos	SEM	41	48.02	-2,265	<b>.026</b>	.494	
		CEM	43	61.05				
	Cálculo matemático	SEM	41	56.27	.062	.951	.014	
		CEM	43	56.70				
	Calificaciones escolares	Asignatura LV	SEM	62	7.21	-4,054	<b>&lt;.001</b>	.662
			CEM	95	8.09			
		Asignatura LC	SEM	62	7.15	-3,640	<b>&lt;.001</b>	.594
			CEM	95	7.85			
		Asignatura LI	SEM	62	7.10	-4,489	<b>&lt;.001</b>	.733
			CEM	95	8.11			
Asignatura matemática		SEM	62	7.24	-4,363	<b>&lt;.001</b>	.712	
		CEM	95	8.22				
Asignatura CMNS		SEM	62	7.63	-3,615	<b>&lt;.001</b>	.590	
		CEM	95	8.31				
Asignatura EF		SEM	62	7.95	1,381	.170	.225	
		CEM	95	8.19				
Asignatura EV		SEM	62	8.18	.170	.865	.028	
		CEM	95	8.15				
Asignatura EP		SEM	62	7.61	-3,847	<b>&lt;.001</b>	.628	
		CEM	95	8.35				
Asignatura EMU		SEM	62	7.60	-6,302	<b>&lt;.001</b>	1.03	
		CEM	95	8.76				
Rendimiento escolar	SEM	62	7.52	-4,837	<b>&lt;.001</b>	.790		
	CEM	95	8.22					
CHTE	HTE	SEM	57	47.85	-3,092	<b>.002</b>	.543	
		CEM	75	58.61				
	Actitud hacia estudio	SEM	57	50.79	-2,372	<b>.019</b>	.417	
		CEM	75	62.96				
	Lugar de estudio	SEM	57	37.23	-4,224	<b>&lt;.001</b>	.742	
		CEM	75	59.39				

Variable	Grupo	n	M	t de Student		TE
				t	p	d
Estado físico	SEM	57	63.96	-2,224	<b>.028</b>	.391
	CEM	75	74.15			
Plan de trabajo	SEM	57	39.16	-1,608	.110	.283
	CEM	75	47.45			
Técnicas de estudio	SEM	57	41.56	-1,007	.316	.177
	CEM	75	46.85			
Exámenes y ejercicios	SEM	57	53.25	-1,954	.053	.343
	CEM	75	64.12			
Elaboración de trabajos	SEM	57	48.98	-1,272	.206	.224
	CEM	75	55.36			

*Nota.* BADyG = Batería de Actividades mentales Diferenciales y Generales; CHTE = Cuestionario de Hábitos y Técnicas de Estudio; LV = lengua vasca; LC = lengua castellana; LI = lengua inglesa; CMNS = conocimiento del medio social y natural; EF = educación física; EV = educación en valores sociales y cívicos; EP = educación plástica; EMU = educación musical; HTE= hábitos y técnicas de estudio; SEM = sin entrenamiento musical; CEM = con entrenamiento musical

### 12.3.2. Resultados de las diferencias en habilidades académicas en función de la edad de inicio en el entrenamiento musical

El quinto objetivo específico de la investigación buscaba comprobar las diferencias en las habilidades verbales y matemáticas, el rendimiento escolar y en los hábitos y técnicas de estudio en función de la edad de inicio del entrenamiento musical (sin entrenamiento musical, con entrenamiento musical iniciado a partir de los siete años y con entrenamiento musical iniciado antes de los siete años) en niños de 8-12 años. Como puede observarse en la Tabla 22, los datos descriptivos de todas las variables se han situado dentro de los promedios esperados.

**Tabla 22**

*Resultados descriptivos de los grupos en función de la edad de inicio del entrenamiento musical*

Variable	Grupo	n	M	DE	Mínimo	Máximo	95% IC
Habilidades verbales	SEM	41	25.56	24.61	2	94	[17.79, 33.33]
	EM≥7	14	30.00	21.81	6	78	[17.41, 42.59]
	EM<7	29	35.48	28.87	1	93	[24.50, 46.47]
Relaciones analógicas	SEM	41	33.44	26.72	2	99	[25.00, 41.87]
	EM≥7	14	29.07	21.03	5	73	[16.93, 41.22]
	EM<7	29	35.62	26.48	2	88	[25.55, 45.69]

Variable	Grupo	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>DE</i>	Mínimo	Máximo	95% <i>IC</i>
Tarea semántica	SEM	41	20.95	21.00	2	76	[14.32, 27.58]
	EM $\geq$ 7	14	29.21	20.75	4	76	[17.24, 41.19]
	EM $<$ 7	29	36.76	29.49	3	92	[25.54, 47.98]
Habilidades numéricas	SEM	41	52.20	33.89	1	99	[41.50, 62.89]
	EM $\geq$ 7	14	62.86	26.76	15	98	[47.41, 78.30]
	EM $<$ 7	29	59.48	28.27	6	99	[48.73, 70.24]
Problemas matemáticos	SEM	41	48.02	27.99	1	99	[39.19, 56.86]
	EM $\geq$ 7	14	58.93	26.29	6	96	[43.75, 74.11]
	EM $<$ 7	29	62.07	24.26	20	99	[52.84, 71.30]
Cálculo matemático	SEM	41	56.27	33.45	1	99	[45.71, 66.83]
	EM $\geq$ 7	14	65.79	20.46	15	89	[53.97, 77.60]
	EM $<$ 7	29	52.31	33.11	6	99	[39.71, 64.91]
Asignatura LV	SEM	62	7.21	1.49	4	10	[6.83, 7.59]
	EM $\geq$ 7	27	8.00	1.47	4	10	[7.42, 8.58]
	EM $<$ 7	68	8.19	1.15	5	10	[7.91, 8.47]
Asignatura LC	SEM	62	7.15	1.35	5	10	[6.80, 7.49]
	EM $\geq$ 7	27	7.74	1.23	5	9	[7.26, 8.23]
	EM $<$ 7	68	7.96	1.06	5	10	[7.70, 8.21]
Asignatura LI	SEM	62	7.10	1.50	4	10	[6.72, 7.48]
	EM $\geq$ 7	27	7.93	1.21	5	9	[7.45, 8.40]
	EM $<$ 7	68	8.19	1.20	5	10	[7.90, 8.48]
Asignatura matemática	SEM	62	7.24	1.46	5	10	[6.87, 7.61]
	EM $\geq$ 7	27	8.11	1.12	5	9	[7.95, 8.58]
	EM $<$ 7	68	8.26	1.29	5	10	[7.95, 8.58]
Asignatura CMNS	SEM	62	7.63	1.36	5	10	[7.28, 7.97]
	EM $\geq$ 7	27	8.26	1.02	6	10	[7.85, 8.66]
	EM $<$ 7	68	8.41	2.00	5	10	[8.15, 8.68]
Asignatura EF	SEM	62	7.95	1.27	5	10	[7.63, 8.27]
	EM $\geq$ 7	27	7.85	1.06	6	10	[7.43, 8.27]
	EM $<$ 7	68	8.37	1.04	6	10	[8.12, 8.62]
Asignatura EV	SEM	62	8.18	1.11	5	10	[7.90, 8.46]
	EM $\geq$ 7	27	8.07	.958	7	10	[7.70, 8.45]
	EM $<$ 7	68	8.18	1.11	6	10	[7.91, 8.44]
Asignatura EP	SEM	62	7.61	1.27	5	10	[7.29, 7.94]
	EM $\geq$ 7	27	8.30	1.10	6	10	[7.86, 8.73]
	EM $<$ 7	68	8.38	1.02	6	10	[8.13, 8.63]
Asignatura EMU	SEM	62	7.60	1.30	5	10	[7.27, 7.93]
	EM $\geq$ 7	27	8.74	.813	7	10	[8.42, 9.06]
	EM $<$ 7	68	8.85	1.07	6	10	[8.59, 9.11]
Rendimiento	SEM	62	7.51	1.02	5.33	9.89	[7.26, 7.77]

Calificaciones escolares

Variable	Grupo	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>DE</i>	Mínimo	Máximo	95% <i>IC</i>
escolar	EM≥7	27	8.11	.802	6.33	9.22	[7.79, 8.43]
	EM<7	68	8.31	.774	5.89	10	[8.12, 8.50]
HTE	SEM	57	47.85	21.06	2.57	93.00	[42.26, 53.44]
	EM≥7	22	55.69	17.59	14.57	85.57	[47.90, 63.49]
	EM<7	53	59.82	19.33	16.71	93.14	[54.49, 65.15]
Actitud hacia el estudio	SEM	57	50.79	29.07	3	99	[43.08, 58.50]
	EM≥7	22	56.82	31.42	1	99	[42.89, 70.75]
	EM<7	53	65.51	28.30	7	99	[57.71, 73.31]
Lugar de estudio	SEM	57	37.23	28.04	6	99	[29.79, 44.67]
	EM≥7	22	57.32	30.79	6	99	[43.67, 70.97]
	EM<7	53	60.25	32.87	1	99	[51.19, 69.31]
Estado físico	SEM	57	63.96	26.79	3	99	[56.86, 71.07]
	EM≥7	22	67.41	27.36	3	93	[55.28, 79.54]
	EM<7	53	76.94	24.38	13	99	[70.22, 83.66]
Plan de trabajo	SEM	57	39.16	30.65	3	99	[31.03, 47.29]
	EM≥7	22	53.18	28.05	3	92	[40.75, 65.62]
	EM<7	53	45.08	28.37	1	99	[37.26, 52.90]
Técnicas de estudio	SEM	57	41.56	29.86	1	99	[33.64, 49.48]
	EM≥7	22	44.36	28.37	10	93	[31.78, 56.94]
	EM<7	53	47.89	30.81	1	99	[39.40, 56.38]
Exámenes y ejercicios	SEM	57	53.25	32.94	1	99	[44.51, 61.99]
	EM≥7	22	61.23	29.08	2	99	[48.33, 74.12]
	EM<7	53	65.32	30.46	1	99	[56.92, 73.72]
Elaboración de trabajos	SEM	57	48.98	28.98	1	99	[41.29, 56.67]
	EM≥7	22	49.55	30.60	1	99	[35.98, 63.11]
	EM<7	53	57.77	27.07	1	99	[50.31, 65.24]

*Nota.* BADyG = Batería de Actividades mentales Diferenciales y Generales; CHTE = Cuestionario de Hábitos y Técnicas de Estudio; LV = lengua vasca; LC = lengua castellana; LI = lengua inglesa; CMNS = conocimiento del medio social y natural; EF = educación física; EV = educación en valores sociales y cívicos; EP = educación plástica; EMU = educación musical; HTE = hábitos y técnicas de estudio; SEM = sin entrenamiento musical; EM≥7 = con entrenamiento musical iniciado a partir de los siete años; EM<7 = con entrenamiento musical iniciado antes de los siete años.

Para analizar las posibles diferencias entre los grupos en función de la edad de inicio del entrenamiento musical se han realizado comparaciones por pares con la prueba de U de Mann Whitney. Así pues, la Tabla 23 muestra diferencias en las habilidades nucleares, concretamente, en la tarea semántica ( $p = .012$ ;  $d = .631$ ) y en los problemas matemáticos ( $p = .037$ ;  $d = .513$ ) entre el grupo sin entrenamiento musical y el grupo con entrenamiento musical iniciado antes de los siete años con mejores resultados por parte de este último grupo. En las calificaciones escolares, se

han encontrado diferencias significativas entre el grupo sin entrenamiento musical y los dos grupos con entrenamiento musical (iniciado a partir de los siete años e iniciado antes de los siete años) en la asignatura de la lengua vasca ( $p = .016$ ,  $d = .514$ ;  $p = <.001$ ,  $d = .662$  respectivamente), la asignatura de la lengua castellana ( $p = .040$ ,  $d = .434$ ;  $p = <.001$ ,  $d = .620$  respectivamente), la asignatura de la lengua inglesa ( $p = .013$ ,  $d = .533$ ;  $p = <.001$ ,  $d = .753$  respectivamente), la asignatura de matemáticas ( $p = .006$ ,  $d = .593$ ;  $p = <.001$ ,  $d = .439$  respectivamente), la asignatura de conocimiento del medio natural y social ( $p = .040$ ,  $d = .426$ ;  $p = .003$ ,  $d = .520$  respectivamente), la asignatura de educación plástica ( $p = .019$ ,  $d = .497$ ;  $p = .001$ ,  $d = .571$  respectivamente), la asignatura de educación musical ( $p = <.001$ ,  $d = .834$ ;  $p = <.001$ ,  $d = .986$  respectivamente) y en el rendimiento escolar ( $p = .005$ ,  $d = .624$ ;  $p = <.001$ ,  $d = .865$  respectivamente). En el caso de la asignatura de educación física, las diferencias se han observado entre el grupo con entrenamiento musical iniciado a partir de los siete años y el grupo con entrenamiento musical iniciado antes de los siete años ( $p = .033$ ;  $d = .415$ ), con mejores puntuaciones en este último grupo. Respecto a los hábitos y técnicas de estudio, el grupo con entrenamiento musical iniciado antes de los siete años ha mostrado mejores resultados con diferencias significativas respecto al grupo sin entrenamiento musical en la actitud hacia el estudio ( $p = .013$ ;  $d = .481$ ), el estado físico ( $p = .009$ ;  $d = .495$ ), la realización de exámenes y ejercicios ( $p = .040$ ;  $d = .383$ ), la elaboración de trabajos ( $p = .050$ ;  $d = .366$ ) y en la puntuación global de los hábitos y técnicas de estudio ( $p = .003$ ;  $d = .592$ ). La escala del lugar de estudio, por su parte, ha mostrado diferencias significativas entre el grupo sin entrenamiento musical y los dos grupos con entrenamiento musical (iniciado a partir de los siete años e iniciado antes de los siete años) ( $p = .007$ ,  $d = .630$ ;  $p = <.001$ ,  $d = .720$  respectivamente). La mayoría de estas diferencias han mostrado un tamaño del efecto mediano, excepto algunas diferencias que han arrojado un tamaño del efecto pequeño (asignaturas de lengua castellana, asignatura de conocimiento del medio natural y social, asignatura de educación plástica, asignatura de matemáticas, asignatura de educación física y la escala de la actitud hacia el estudio). Por el contrario, las diferencias en la asignatura de educación musical entre el grupo sin entrenamiento musical y los dos grupos con entrenamiento musical (a partir de los siete y antes de los siete años) han mostrado un tamaño del efecto grande.

**Tabla 23**

*Análisis comparativo entre los grupos en función de la edad de inicio del entrenamiento musical*

Variable	Comparaciones entre grupos						U Mann-Whitney		Monte Carlo	TE
	Grupo	n	M	Grupo	n	M	u	p	95% IC	d
Habilidades verbales	SEM	41	25.56	EM≥7	14	30.00	233	.296	[.290, .308]	.284
	SEM	41	25.56	EM<7	29	35.48	468	.131	[.123, .136]	.367
	EM≥7	14	30.00	EM<7	29	35.48	188.50	.707	[.709, .727]	.115
Relaciones analógicas	SEM	41	33.44	EM≥7	14	29.07	273	.786	[.795, .810]	.073
	SEM	41	33.44	EM<7	29	35.62	557.50	.658	[.655, .673]	.106
	EM≥7	14	29.07	EM<7	29	35.62	176	.484	[.477, .497]	.215
Tarea semántica	SEM	41	20.95	EM≥7	14	29.21	196	.078	[.068, .079]	.488
	SEM	41	20.95	EM<7	29	36.76	383.50	<b>.012</b>	[.009, .013]	.631
	EM≥7	14	29.21	EM<7	29	36.76	186	.659	[.665, .683]	.135
Habilidades numéricas	SEM	41	52.20	EM≥7	14	62.86	233.50	.301	[.303, .321]	.282
	SEM	41	52.20	EM<7	29	59.48	524.50	.404	[.386, .405]	.201
	EM≥7	14	62.86	EM<7	29	59.48	187.50	.688	[.682, .700]	.123
Problemas matemáticos	SEM	41	48.02	EM≥7	14	58.93	210	.136	[.126, .139]	.410
	SEM	41	48.02	EM<7	29	62.07	420	<b>.037</b>	[.032, .039]	.513
	EM≥7	14	58.93	EM<7	29	62.07	200	.938	[.939, .948]	.024
Cálculo matemático	SEM	41	56.27	EM≥7	14	65.79	259.50	.593	[.583, .603]	.144
	SEM	41	56.27	EM<7	29	52.31	538	.499	[.493, .513]	.162
	EM≥7	14	65.79	EM<7	29	52.31	164	.312	[.312, .330]	.312
Asignatura LV	SEM	62	7.21	EM≥7	27	8.00	574	<b>.016</b>	[.012, .017]	.514
	SEM	62	7.21	EM<7	68	8.19	1,339	<b>&lt;.001</b>	[<.001, .001]	.662
	EM≥7	27	8.00	EM<7	68	8.19	914	.973	[.973, .979]	.007
Asignatura LC	SEM	62	7.15	EM≥7	27	7.74	613	<b>.040</b>	[.035, .043]	.434
	SEM	62	7.15	EM<7	68	7.96	1,383.50	<b>&lt;.001</b>	[<.001, .001]	.620
	EM≥7	27	7.74	EM<7	68	7.96	866	.651	[.643, .662]	.088
Asignatura LI	SEM	62	7.10	EM≥7	27	7.93	565	<b>.013</b>	[.012, .016]	.533
	SEM	62	7.10	EM<7	68	8.19	1,246	<b>&lt;.001</b>	[<.001, <.001]	.753
	EM≥7	27	7.93	EM<7	68	8.19	827.50	.436	[.429, .449]	.154
Asignatura matemática	SEM	62	7.24	EM≥7	27	8.11	536.50	<b>.006</b>	[.005, .008]	.593
	SEM	62	7.24	EM<7	68	8.26	1,337.50	<b>&lt;.001</b>	[<.001, <.001]	.439
	EM≥7	27	8.11	EM<7	68	8.26	872	.691	[.693, .711]	.078
Asignatura CMNS	SEM	62	7.63	EM≥7	27	8.26	617	<b>.040</b>	[.037, .045]	.426
	SEM	62	7.63	EM<7	68	8.41	1.492	<b>.003</b>	[.002, .004]	.520
	EM≥7	27	8.26	EM<7	68	8.41	874	.701	[.698, .716]	.075



Variable	Comparaciones entre grupos						U Mann-Whitney	Monte Carlo	TE	
	Grupo	n	M	Grupo	n	M	u	p	95% IC	d
Asignatura EF	SEM	62	7.95	EM≥7	27	7.85	743.50	.383	[.381, .400]	.178
	SEM	62	7.95	EM<7	68	8.37	1.850	.206	[.197, .213]	.212
	EM≥7	27	7.85	EM<7	68	8.37	678	<b>.033</b>	[.027, .034]	.415
Asignatura EV	SEM	62	8.18	EM≥7	27	8.07	756.50	.440	[.436, .455]	.153
	SEM	62	8.18	EM<7	68	8.18	1.974	.511	[.501, .521]	.110
	EM≥7	27	8.07	EM<7	68	8.18	851.50	.560	[.554, .573]	.113
Asignatura EP	SEM	62	7.61	EM≥7	27	8.30	582	<b>.019</b>	[.018, .023]	.497
	SEM	62	7.61	EM<7	68	8.38	1.437	<b>.001</b>	[<.001, .001]	.571
	EM≥7	27	8.30	EM<7	68	8.38	915	.979	[.981, .986]	.005
Asignatura EMU	SEM	62	7.60	EM≥7	27	8.74	430	<b>&lt;.001</b>	[<.001, <.001]	.834
	SEM	62	7.60	EM<7	68	8.85	1.026,50	<b>&lt;.001</b>	[<.001, <.001]	.986
	EM≥7	27	8.74	EM<7	68	8.85	836.50	.480	[.470, .490]	.138
Rendimiento escolar	SEM	62	7.51	EM≥7	27	8.11	522	<b>.005</b>	[.004, .007]	.624
	SEM	62	7.51	EM<7	68	8.31	1.137	<b>&lt;.001</b>	[<.001, <.001]	.865
	EM≥7	27	8.11	EM<7	68	8.31	811	.377	[.370, .389]	.182
HTE	SEM	57	47.85	EM≥7	22	55.69	478.50	.104	[.101, .113]	.372
	SEM	57	47.85	EM<7	53	59.82	1,013	<b>.003</b>	[.001, .003]	.592
	EM≥7	222	55.69	EM<7	53	59.82	496.50	.314	[.310, .329]	.240
Actitud hacia el estudio	SEM	57	50.79	EM≥7	22	56.82	555	.421	[.417, .436]	.178
	SEM	57	50.79	EM<7	53	65.51	1,100.50	<b>.013</b>	[.011, .015]	.481
	EM≥7	222	56.82	EM<7	53	65.51	509	.381	[.373, .392]	.200
Lugar de estudio	SEM	57	37.23	EM≥7	22	57.32	383	<b>.007</b>	[.005, .008]	.630
	SEM	57	37.23	EM<7	53	60.25	917	<b>&lt;.001</b>	[<.001, <.001]	.720
	EM≥7	222	57.32	EM<7	53	60.25	558.50	.770	[.768, .784]	.006
Estado físico	SEM	57	63.96	EM≥7	22	67.41	581.50	.603	[.590, .609]	.112
	SEM	57	63.96	EM<7	53	76.94	1,089.50	<b>.009</b>	[.006, .010]	.495
	EM≥7	222	67.41	EM<7	53	76.94	445	.092	[.086, .097]	.377
Plan de trabajo	SEM	57	39.16	EM≥7	22	53.18	466	.076	[.071, .082]	.404
	SEM	57	39.16	EM<7	53	45.08	1,309.50	.225	[.222, .238]	.231
	EM≥7	222	53.18	EM<7	53	45.08	485.50	.252	[.241, .258]	.264
Técnicas de estudio	SEM	57	41.56	EM≥7	22	44.36	581	.611	[.610, .629]	.113
	SEM	57	41.56	EM<7	53	47.89	1,332	.282	[.276, .293]	.205
	EM≥7	222	44.36	EM<7	53	47.89	545	.656	[.651, .669]	.102
Exámenes y ejercicios	SEM	57	53.25	EM≥7	22	61.23	532.50	.281	[.265, .282]	.234
	SEM	57	53.25	EM<7	53	65.32	1,181	<b>.040</b>	[.039, .047]	.383
	EM≥7	222	61.23	EM<7	53	65.32	526.50	.490	[.492, .511]	.152
	SEM	57	48.98	EM≥7	22	49.55	621.50	.950	[.947, .955]	.014

Variable	Comparaciones entre grupos						U Mann-Whitney	Monte Carlo	TE	
	Grupo	n	M	Grupo	n	M	u	p	95% IC	d
Elaboración de trabajos	SEM	57	48.98	EM<7	53	57.77	1,194.50	<b>.050</b>	[.040, .048]	.366
	EM≥7	222	49.55	EM<7	53	57.77	472.50	.185	[.179, .194]	.300

*Nota.* BADyG = Batería de Actividades mentales Diferenciales y Generales; CHTE = Cuestionario de Hábitos y Técnicas de Estudio; LV = lengua vasca; LC = lengua castellana; LI = lengua inglesa; CMNS = conocimiento del medio social y natural; EF = educación física; EV = educación en valores sociales y cívicos; EP = educación plástica; EMU = educación musical; HTE = hábitos y técnicas de estudio; SEM = sin entrenamiento musical; EM<7 = con entrenamiento musical iniciado antes de los siete años; EM≥7 = con entrenamiento musical iniciado a partir de los siete años.

### 12.3.3. Resultados de las diferencias en habilidades académicas según la intensidad del entrenamiento musical

La Tabla 24 muestra los resultados descriptivos del sexto objetivo específico de la investigación que buscaba estudiar las diferencias en las habilidades verbales y matemáticas, el rendimiento escolar y en los hábitos y técnicas de estudio en función de la intensidad del entrenamiento musical (sin entrenamiento musical, con entrenamiento musical 1-3 horas semanales y con entrenamiento musical de más de tres horas semanales) en niños de 8-12 años. Los resultados descriptivos han mostrado unos promedios dentro de lo esperado en todas las variables.

**Tabla 24**

*Resultados descriptivos de los grupos en función de la intensidad del entrenamiento musical*

Variable	Grupo	n	M	DE	Mínimo	Máximo	95% IC
Habilidades verbales	SEM	41	25.56	24.61	2	94	[17.79, 33.33]
	EM1-3	18	32.56	24.50	5	93	[20.37, 44.74]
	EM>3	25	34.52	28.55	1	92	[22.73, 46.31]
Relaciones analógicas	SEM	41	33.44	26.72	2	99	[25.00, 41.87]
	EM1-3	18	32.83	22.98	5	88	[21.40, 44.26]
	EM>3	25	33.96	26.45	2	88	[23.04, 44.88]
Tarea semántica	SEM	41	20.95	21.00	2	76	[14.32, 27.58]
	EM1-3	18	35.67	26.69	4	92	[22.41, 48.93]
	EM>3	25	33.32	27.64	3	92	[21.91, 44.73]
Habilidades numéricas	SEM	41	52.20	33.89	1	99	[41.50, 62.89]
	EM1-3	18	62.83	29.41	14	99	[48.21, 77.76]
	EM>4	25	58.96	26.56	6	98	[48.00, 69.92]
Problemas	SEM	41	48.02	27.99	1	99	[39.19, 56.86]

Variable	Grupo	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>DE</i>	Mínimo	Máximo	95% <i>IC</i>
matemáticos	EM1-3	18	60.78	27.40	6	99	[47.15, 74.40]
	EM>3	25	61.24	23.09	20	99	[51.71, 70.77]
Cálculo matemático	SEM	41	56.27	33.45	1	99	[45.71, 66.83]
	EM1-3	18	61.83	28.95	11	99	[47.44, 76.23]
	EM>3	25	53.00	30.82	6	98	[40.28, 65.72]
Asignatura LV	SEM	62	7.21	1.49	4	10	[6.83, 7.59]
	EM1-3	41	8.20	1.31	4	10	[7.78, 8.61]
	EM>3	54	8.09	1.20	6	10	[7.76, 8.42]
Asignatura LC	SEM	62	7.15	1.35	5	10	[6.80, 7.49]
	EM1-3	41	7.83	1.02	5	10	[7.51, 8.15]
	EM>3	54	7.94	1.17	5	10	[7.62, 8.26]
Asignatura LI	SEM	62	7.10	1.50	4	10	[6.72, 7.48]
	EM1-3	41	8.05	1.28	5	10	[7.6, 8.45]
	EM>3	54	8.17	1.15	5	10	[7.85, 8.48]
Asignatura matemática	SEM	62	7.24	1.46	5	10	[6.87, 7.61]
	EM1-3	41	8.15	1.24	5	10	[7.76, 8.54]
	EM>3	54	8.28	1.25	5	10	[7.94, 8.62]
Asignatura CMNS	SEM	62	7.63	1.36	5	10	[7.28, 7.97]
	EM1-3	41	8.22	1.06	5	10	[7.88, 8.55]
	EM>3	54	8.48	1.08	6	10	[8.19, 8.78]
Asignatura EF	SEM	62	7.95	1.27	5	10	[7.63, 8.27]
	EM1-3	41	8.27	1.07	6	10	[7.93, 8.61]
	EM>3	54	8.19	1.07	6	10	[7.89, 8.48]
Asignatura EV	SEM	62	8.18	1.11	5	10	[7.90, 8.46]
	EM1-3	41	8.05	1.09	6	10	[7.70, 8.39]
	EM>3	54	8.22	1.04	6	10	[7.94, 8.51]
Asignatura EP	SEM	62	7.61	1.27	5	10	[7.29, 7.94]
	EM1-3	41	8.39	.83	6	10	[8.13, 8.65]
	EM>3	54	8.33	1.18	6	10	[8.01, 8.66]
Asignatura EMU	SEM	62	7.60	1.30	5	10	[7.27, 7.93]
	EM1-3	41	8.76	1.04	6	10	[8.43, 9.09]
	EM>3	54	8.87	.97	6	10	[8.61, 9.14]
Rendimiento escolar	SEM	62	7.52	1.02	5.33	9.89	[7.26, 7.78]
	EM1-3	41	8.21	.80	5.89	9.67	[7.96, 8.46]
	EM>3	54	8.29	.78	6.44	10.00	[8.07, 8.50]
CHTE	SEM	57	47.85	21.06	2.57	93.00	[42.26, 53.44]
	EM1-3	31	55.44	18.36	16.71	93.14	[48.70, 62.17]
	EM>3	44	60.85	19.01	14.57	91.00	[55.07, 66.63]
Actitud hacia el estudio	SEM	57	50.79	29.07	3	99	[43.08, 58.50]
	EM1-3	31	60.35	27.50	7	99	[50.27, 70.44]

Variable	Grupo	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>DE</i>	Mínimo	Máximo	95% <i>IC</i>
Lugar de estudio	EM>3	44	64.80	30.69	1	99	[55.47, 74.13]
	SEM	57	37.23	28.04	6	99	[29.79, 44.67]
	EM1-3	31	56.81	26.89	13	99	[46.94, 66.67]
Estado físico	EM>3	44	61.20	35.50	1	99	[50.41, 72.00]
	SEM	57	63.96	26.79	3	99	[56.86, 71.07]
	EM1-3	31	68.26	29.33	3	99	[57.50, 79.02]
Plan de trabajo	EM>3	44	78.30	21.78	13	99	[71.67, 84.92]
	SEM	57	39.16	30.65	3	99	[31.03, 47.29]
	EM1-3	31	48.13	30.74	1	99	[36.85, 59.41]
Técnicas de estudio	EM>3	44	46.98	26.86	3	99	[38.81, 55.14]
	SEM	57	41.56	29.86	1	99	[33.64, 49.48]
	EM1-3	31	40.97	26.01	1	99	[31.43, 50.51]
Exámenes y ejercicios	EM>3	44	51.00	32.10	1	99	[41.24, 60.76]
	SEM	57	53.25	32.94	1	99	[44.51, 61.99]
	EM1-3	31	62.42	27.88	1	99	[52.19, 72.65]
Elaboración de trabajos	EM>3	44	65.32	31.55	1	99	[55.73, 74.91]
	SEM	57	48.98	28.98	1	99	[41.29, 56.67]
	EM1-3	31	51.13	26.99	1	99	[41.23, 61.03]
	EM>3	44	58.34	28.95	1	99	[49.54, 67.14]

*Nota.* BADyG = Batería de Actividades mentales Diferenciales y Generales; CHTE = Cuestionario de Hábitos y Técnicas de Estudio; LV = lengua vasca; LC = lengua castellana; LI = lengua inglesa; CMNS = conocimiento del medio social y natural; EF = educación física; EV = educación en valores sociales y cívicos; EP = educación plástica; EMU = educación musical; HTE = hábitos y técnicas de estudio; SEM = sin entrenamiento musical; EM1-3 = con entrenamiento musical de intensidad moderada (entre 1-3 horas semanales); EM>3 = con entrenamiento musical de intensidad elevada (más de tres horas semanales).

Con el objetivo de analizar entre qué grupos se encuentran las diferencias significativas, se ha aplicado la prueba de U de Mann-Whitney realizando comparaciones por pares. Respecto a las habilidades académicas nucleares, la Tabla 25 muestra que se han encontrado diferencias en la tarea semántica entre el grupo sin entrenamiento musical y los dos grupos con entrenamiento musical (intensidad moderada e intensidad elevada) ( $p = .024$ ,  $d = .614$ ;  $p = .029$ ;  $d = .557$  respectivamente) donde el grupo de intensidad moderada ha mostrado mejores resultados. La tarea de problemas matemáticos, por su parte, ha mostrado diferencias significativas entre el grupo sin entrenamiento musical y el grupo con entrenamiento musical de intensidad elevada ( $p = .049$ ;  $d = .498$ ) con mejores puntuaciones en este último grupo. En el caso de las calificaciones escolares, las diferencias se han encontrado entre el grupo sin entrenamiento musical y los dos grupos de

entrenamiento musical (con el de intensidad moderada y con el de intensidad elevada) en la asignatura de la lengua vasca ( $p = .001$ ,  $d = .672$ ;  $p = .002$ ,  $d = .591$  respectivamente), la asignatura de la lengua castellana ( $p = .008$ ,  $d = .523$ ;  $p = .001$ ,  $d = .610$  respectivamente), la asignatura de la lengua inglesa ( $p = .002$ ,  $d = .630$ ;  $p = <.001$ ,  $d = .748$  respectivamente), la asignatura de matemáticas ( $p = .003$ ,  $d = .593$ ;  $p = <.001$ ,  $d = .700$  respectivamente), la asignatura de educación plástica ( $p = .003$ ,  $d = .580$ ;  $p = .004$ ,  $d = .539$  respectivamente), la asignatura de educación musical ( $p = <.001$ ,  $d = .883$ ;  $p = <.001$ ,  $d = 1.01$  respectivamente) y en el rendimiento escolar ( $p = <.001$ ,  $d = .779$ ;  $p = <.001$ ,  $d = .822$  respectivamente). En la asignatura de conocimiento del medio natural y social también se han encontrado diferencias significativas entre el grupo sin entrenamiento musical y el grupo con entrenamiento musical de intensidad elevada ( $p = .002$ ;  $d = .593$ ) y el grupo con entrenamiento musical de intensidad moderada ( $p = .049$ ;  $d = .382$ ), pero en este último caso, el intervalo de confianza (95%) obtenido con el método de aproximación Monte Carlo ha mostrado el límite superior fuera de la significatividad [.043, .051], requiriendo así precaución en su interpretación. Los niños con entrenamiento musical de intensidad elevada han mostrado mejores puntuaciones en distintas escalas de los hábitos y técnicas de estudio, indicando diferencias significativas respecto al grupo sin entrenamiento musical en la escala del estado físico ( $p = .007$ ;  $d = .538$ ), la actitud hacia el estudio ( $p = .020$ ;  $d = .467$ ) y en la puntuación global de los hábitos y técnicas de estudio ( $p = .002$ ;  $d = .648$ ). La escala del lugar de estudio ha mostrado diferencias significativas entre el grupo sin entrenamiento musical y los dos grupos con entrenamiento musical (intensidad moderada e intensidad elevada) ( $p = .001$ ,  $d = .718$ ;  $p = .001$ ;  $d = .683$  respectivamente) con mejores puntuaciones por parte del grupo de intensidad elevada. La mayoría de las diferencias se han situado en un tamaño del efecto mediano excepto la asignatura de educación musical y el rendimiento escolar que han arrojado un tamaño del efecto grande y la tarea de problemas matemáticos y la actitud hacia el estudio que han mostrado un tamaño del efecto pequeño.

**Tabla 25**

*Análisis comparativo entre los grupos en función de la intensidad del entrenamiento musical*

Variable	Comparaciones entre grupos						U Mann-Whitney		Monte Carlo	TE
	Grupo	n	M	Grupo	n	M	u	p	95% IC	d
Habilidades verbales	SEM	41	25.56	EM1-3	18	32.5	283	.156	[.156, .170]	.375
	SEM	41	25.56	EM>3	25	34.5	417	.211	[.202, .218]	.315
	EM1-3	18	32.56	EM>3	25	34.5	224	.980	[.984, .989]	.008
Relaciones analógicas	SEM	41	33.44	EM1-3	18	32.3	358.50	.862	[.859, .872]	.045
	SEM	41	33.44	EM>3	25	33.9	500	.869	[.862, .875]	.041
	EM1-3	18	32.33	EM>3	25	33.9	224.50	.990	[.993, .996]	.004
Tarea semántica	SEM	41	20.95	EM1-3	18	35.6	232	<b>.024</b>	[.019, .025]	.614
	SEM	41	20.95	EM>3	25	33.3	347.50	<b>.029</b>	[.027, .033]	.557
	EM1-3	18	35.67	EM>3	25	33.3	206.50	.649	[.643, .662]	.139
Habilidades numéricas	SEM	41	52.20	EM1-3	18	62.8	308	.315	[.312, .331]	.264
	SEM	41	52.20	EM>3	25	58.9	450	.408	[.403, .422]	.204
	EM1-3	18	62.83	EM>3	25	58.9	203	.588	[.589, .608]	.166
Problemas matemáticos	SEM	41	48.02	EM1-3	18	60.7	266	.089	[.083, .095]	.453
	SEM	41	48.02	EM>3	25	61.2	364	<b>.049</b>	[.043, .051]	.498
	EM1-3	18	60.78	EM>3	25	61.2	220	.902	[.903, .914]	.038
Cálculo matemático	SEM	41	56.27	EM1-3	18	61.8	341.50	.649	[.647, .666]	.118
	SEM	41	56.27	EM>3	25	53.0	456	.454	[.440, .460]	.185
	EM1-3	18	61.83	EM>3	25	53.0	191.50	.409	[.413, .432]	.254
Asignatura LV	SEM	62	7.21	EM1-3	41	8.20	791	<b>.001</b>	[<.001, .001]	.672
	SEM	62	7.21	EM>3	54	8.09	1,122.50	<b>.002</b>	[.001, .003]	.591
	EM1-3	41	8.20	EM>3	54	8.09	1,021.50	.504	[.494, .514]	.132
Asignatura LC	SEM	62	7.15	EM1-3	41	7.83	890	<b>.008</b>	[.005, .009]	.523
	SEM	62	7.15	EM>3	54	7.94	1,106.50	<b>.001</b>	[.001, .002]	.610
	EM1-3	41	7.83	EM>3	54	7.94	1,004	.414	[.401, .420]	.159
Asignatura LI	SEM	62	7.10	EM1-3	41	8.05	818.50	<b>.002</b>	[.001, .002]	.630
	SEM	62	7.10	EM>3	54	8.17	992.50	<b>&lt;.001</b>	[<.001, <.001]	.748
	EM1-3	41	8.05	EM>3	54	8.17	1,054	.678	[.664, .682]	.082
Asignatura matemática	SEM	62	7.24	EM1-3	41	8.15	843	<b>.003</b>	[.001, .003]	.593
	SEM	62	7.24	EM>3	54	8.28	1,031	<b>&lt;.001</b>	[<.001, <.001]	.700
	EM1-3	41	8.15	EM>3	54	8.28	1,038	.588	[.575, .594]	.107
Asignatura CMNS	SEM	62	7.63	EM1-3	41	8.22	988.50	<b>.049</b>	[.043, .051]	.382
	SEM	62	7.63	EM>3	54	8.48	1,120.50	<b>.002</b>	[.001, .002]	.593
	EM1-3	41	8.22	EM>3	54	8.48	968	.269	[.262, .279]	.216

Variable	Comparaciones entre grupos						U Mann-Whitney	Monte Carlo	TE	
	Grupo	<i>n</i>	<i>M</i>	Grupo	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>u</i>	<i>p</i>	95% IC	<i>d</i>
Asignatura EF	SEM	62	7.95	EM1-3	41	8.27	1,165.50	.456	[.455, .475]	.140
	SEM	62	7.95	EM>3	54	8.19	1,615	.732	[.731, .748]	.061
	EM1-3	41	8.27	EM>3	54	8.19	1,053	.662	[.662, .681]	.083
Asignatura EV	SEM	62	8.18	EM1-3	41	8.05	1,107.50	.249	[.246, .263]	.218
	SEM	62	8.18	EM>3	54	8.22	1,623	.765	[.761, .777]	.052
	EM1-3	41	8.05	EM>3	54	8.22	975.50	.294	[.286, .303]	.204
Asignatura EP	SEM	62	7.61	EM1-3	41	8.39	851.50	<b>.003</b>	[.002, .004]	.580
	SEM	62	7.61	EM>3	54	8.33	1,167.50	<b>.004</b>	[.003, .005]	.539
	EM1-3	41	8.39	EM>3	54	8.33	1,090	.892	[.893, .904]	.026
Asignatura EMU	SEM	62	7.60	EM1-3	41	8.76	662.50	<b>&lt;.001</b>	[<.001, <.001]	.883
	SEM	62	7.60	EM>3	54	8.87	794	<b>&lt;.001</b>	[<.001, <.001]	1.01
	EM1-3	41	8.76	EM>3	54	8.87	1,052	.665	[.649, .667]	.085
Rendimiento escolar	SEM	62	7.52	EM1-3	41	8.21	724.50	<b>&lt;.001</b>	[<.001, <.001]	.779
	SEM	62	7.52	EM>3	54	8.29	934.50	<b>&lt;.001</b>	[<.001, <.001]	.822
	EM1-3	41	8.21	EM>3	54	8.29	1,080.50	.842	[.833, .847]	.041
HTE	SEM	57	47.85	EM1-3	31	55.4	689.50	.090	[.085, .096]	.367
	SEM	57	47.85	EM>3	44	60.8	802	<b>.002</b>	[.001, .003]	.648
	EM1-3	31	55.44	EM>3	44	60.8	560	.189	[.185, .200]	.307
Actitud hacia el estudio	SEM	57	50.79	EM1-3	31	60.3	735	.185	[.179, .194]	.279
	SEM	57	50.79	EM>3	44	64.8	920.50	<b>.020</b>	[.018, .024]	.467
	EM1-3	31	60.35	EM>3	44	64.8	597.50	.355	[.352, .371]	.211
Lugar de estudio	SEM	57	37.23	EM1-3	31	56.8	520.50	<b>.001</b>	[.001, .002]	.718
	SEM	57	37.23	EM>3	44	61.2	779.50	<b>.001</b>	[<.001, .002]	.683
	EM1-3	31	56.81	EM>3	44	61.2	619	.488	[.483, .503]	.157
Estado físico	SEM	57	63.96	EM1-3	31	68.2	798	.438	[.436, .455]	.160
	SEM	57	63.96	EM>3	44	78.3	873	<b>.007</b>	[.006, .009]	.538
	EM1-3	31	68.26	EM>3	44	78.3	548	.131	[.124, .137]	.338
Plan de trabajo	SEM	57	39.16	EM1-3	31	48.1	725	.164	[.161, .176]	.298
	SEM	57	39.16	EM>3	44	46.9	1,050	.159	[.161, .175]	.281
	EM1-3	31	48.13	EM>3	44	46.9	665.50	.858	[.857, .870]	.041
Técnicas de estudio	SEM	57	41.56	EM1-3	31	40.9	865	.870	[.862, .875]	.034
	SEM	57	41.56	EM>3	44	51.0	1,048	.155	[.149, .163]	.284
	EM1-3	31	40.97	EM>3	44	51.0	555.50	.170	[.168, .183]	.318
Exámenes y ejercicios	SEM	57	53.25	EM1-3	31	62.4	729	.159	[.158, .173]	.291
	SEM	57	53.25	EM>3	44	65.3	984.50	.055	[.052, .061]	.374
	EM1-3	31	62.42	EM>3	44	65.3	634.50	.591	[.585, .605]	.118
	SEM	57	48.98	EM1-3	31	51.1	810.50	.507	[.505, .524]	.136

Variable	Comparaciones entre grupos						U Mann-Whitney		Monte Carlo	TE
	Grupo	n	M	Grupo	n	M	u	p	95% IC	d
Elaboración de trabajos	SEM	57	48.98	EM>3	44	58.3	1,005.50	.077	[.072, .082]	.344
	EM1-3	31	51.13	EM>3	44	58.3	595.50	.338	[.339, .357]	.216

*Nota.* BADyG = Batería de Actividades mentales Diferenciales y Generales; CHTE = Cuestionario de Hábitos y Técnicas de Estudio; LV = lengua vasca; LC = lengua castellana; LI = lengua inglesa; CMNS = conocimiento del medio social y natural; EF = educación física; EV = educación en valores sociales y cívicos; EP = educación plástica; EMU = educación musical; HTE = hábitos y técnicas de estudio; SEM = sin entrenamiento musical; EM1-3 = con entrenamiento musical de intensidad moderada (entre 1-3 horas semanales); EM>3 = con entrenamiento musical de intensidad elevada (más de tres horas semanales).

## 12.4. Discusión

El estudio tenía como objetivo general analizar las diferencias en las habilidades verbales y matemáticas, el rendimiento escolar y en los hábitos y técnicas de estudio según el entrenamiento musical instrumental de niños de 8-12 años. Partiendo de que diversos estudios destacan la importancia de la edad de inicio y la intensidad al entrenamiento musical (Bengtsson et al., 2005; Bergman et al., 2014; Linnavalli et al., 2018; Loui et al., 2019; Pantev et al., 2001; Román-Caballero et al., 2022), la respuesta a dicho objetivo general se ha planteado mediante tres objetivos específicos: en función si tienen o no entrenamiento musical, en función de la edad de inicio y en función de la intensidad del entrenamiento.

### 12.4.1. Diferencias en habilidades académicas entre el grupo sin entrenamiento musical y el grupo con entrenamiento musical

Al realizar las comparaciones entre el grupo sin entrenamiento musical y el grupo con entrenamiento musical, se han observado puntuaciones significativamente mejores en el grupo con entrenamiento musical en dos tareas de las habilidades académicas nucleares (tarea semántica y problemas matemáticos), en distintas calificaciones escolares (las tres asignaturas de idiomas, asignatura de matemáticas, conocimiento del medio natural y social, las dos asignaturas de educación artística y en el rendimiento escolar generalizado) y en distintas escalas de los hábitos y técnicas de estudio (lugar de estudio, estado físico y el índice global de los hábitos y técnicas de estudio). La tarea semántica requiere de la recuperación de conocimientos previos



almacenados en la memoria y de operaciones de reconocimiento de vocabulario, constituyendo así una compleja operación mental dentro del factor semántico (Yuste y Yuste, 2011). En este sentido, y en relación con los resultados de este estudio, distintos autores señalan que el entrenamiento musical mejora la memoria verbal (Álvaro-Mora y Serrano-Rosa, 2019; Degé et al., 2011; Rickard et al., 2010; Roden et al., 2012), el procesamiento semántico (Dittinger et al., 2018) y el rendimiento en tareas de gramática receptiva (Piro y Ortiz, 2009) y de conocimiento de vocabulario (Dittinger et al., 2018; Forgeard et al., 2008; Hutchins, 2018; Linnavalli et al., 2018; Moreno et al., 2011; Piro y Ortiz, 2009), habilidades que, además, resultan esenciales para el desarrollo de habilidades lingüísticas más complejas (Muter et al., 2004). La música y el lenguaje comparten bases neuronales que también implican superposiciones complejas para el procesamiento e integración semántica (Hallam, 2017; Yu et al., 2017) y parece que el entrenamiento musical aumenta la capacidad de procesamiento de información de las regiones implicadas en ambos dominios (Carpentier et al., 2016). Según Rodd et al. (2005), estos beneficios podrían tener su base en que las tareas de vocabulario activan regiones de la corteza temporal y giros frontales bilaterales que también participan en las habilidades musicales, reflejando así un vínculo sustentado en procesos cognitivos compartidos (Linnavalli et al., 2018). Además, estos autores destacan que el canto y la producción musical vocal, actividades habituales en el entrenamiento musical realizado en las escuelas de música (Decreto 289/1992, de 27 de octubre, por el que se regulan las normas básicas por las que se regirán la creación y funcionamiento de los centros de enseñanza musical específica, no reglada, Escuelas de Música, en la Comunidad Autónoma de Euskadi), favorecen el aprendizaje de vocabulario. Junto con ello, cabe destacar que la mayoría de los estudios previos se han realizado con niños con idiomas no transparentes, donde predomina la lengua inglesa y, según Hille et al. (2011), el entrenamiento musical aportaría mayores ventajas en aquellos niños de lenguas transparentes (mayor correspondencia fonema-grafema). En este sentido, por un lado, el estudio más similar realizado con niños españoles de Primaria sería el de Carvajal et al. (2015), donde se observaron resultados positivos en el rendimiento de lenguaje y, por otro lado, también destacan los estudios de Herrera et al. (2011 y 2014) aunque estos se han realizado con niños de la etapa de Infantil. Este contexto pone de relieve la necesidad de realizar más estudios similares con niños españoles.

En cambio, no se han encontrado diferencias en la tarea de relaciones analógicas, tarea que involucra el razonamiento inductivo y la comprensión lectora (Yuste y Yuste, 2011). Estos resultados coinciden con lo hallado en el estudio de Bergman et al. (2014) donde el entrenamiento musical no mostró correlación con la comprensión lectora en participantes de 6 a 25 años. Sin embargo, Schellenberg (2006) sí halló correlación entre el entrenamiento musical y la comprensión lectora en participantes de 6-11 años y también en adolescentes. Estas discrepancias podrían justificarse por las diferencias respecto al instrumento utilizado, la muestra y el tipo de entrenamiento musical. En este sentido, Bergman et al. (2014) utilizaron una prueba estandarizada de lectura, no especificaron el nivel socioeconómico de la muestra, pero sí indicaron que el entrenamiento era instrumental. En cambio, Schellenberg (2006) utilizó una subprueba del WISC-III, especificó que se trataba de una muestra de clase media de los suburbios de Toronto, pero no concretó si el entrenamiento musical era instrumental y, además, el tipo de entrenamiento presentaba bastante variabilidad (grupal, privado o combinación de ambos). Por otro lado, algunos autores señalan que el beneficio en el rendimiento de la comprensión lectora es mayor a medida que aumenta la duración del entrenamiento musical (Corrigall y Trainor, 2011). Esto podría explicar las discrepancias respecto al presente estudio, ya que la duración no es un factor que se haya controlado en el presente estudio.

Dentro de las habilidades matemáticas, las diferencias han resultado significativas en el caso de la tarea de problemas matemáticos (problemas numérico-verbales), con mejores resultados por parte de los niños con entrenamiento musical, lo que está en línea con estudios previos (Bergman et al., 2014; Cabanac et al., 2013; Said y Abramides, 2020; Schellenberg, 2006). Según diversos autores, el entrenamiento musical y las habilidades matemáticas comparten distintos procesos que implican relaciones construidas bajo patrones temporales, de proporción y de frecuencia (Bugos y Demarie, 2017; Chalas et al., 2022; Fauvel et al., 2006; Vaughn, 2000). Sin embargo, que las diferencias se hayan encontrado solo en la tarea de problemas matemáticos podría sugerir que los beneficios del entrenamiento musical se darían de manera diferencial en tareas matemáticas de mayor complejidad cognitiva como es el caso de los problemas matemáticos (Gastañaduy et al., 2021). Esta complejidad cognitiva reside en que la resolución de problemas matemáticos integra diversos procesos de dominio general y de dominio específico (Fuchs et al.,

2018; Gastañaduy et al., 2021; Peng et al., 2016), que podrían ser potenciados con el entrenamiento musical, tales como los lingüísticos (Moreno et al., 2009), los ejecutivos (Chen et al., 2022) y los aritméticos (Rauscher y Hinton, 2011). La estructura semántica y el contexto lingüístico ejercen una gran influencia en la tarea de problemas matemáticos (Yuste y Yuste, 2011) y, dado que los niños con entrenamiento musical también han mostrado mejoras significativas en la tarea del factor semántico, esto podría explicar las diferencias significativas observadas en ambas tareas de las habilidades académicas nucleares. Junto con ello, los beneficios diferenciales en esta habilidad matemática también podrían entenderse como resultado de los procesos ejecutivos compartidos entre el aprendizaje musical y el matemático (Holochwost et al., 2017; Zuk et al., 2014). Las funciones ejecutivas resultan clave en los problemas matemáticos (Bakar y Shahidan, 2021; Sohn et al., 2004) y el hecho de que el entrenamiento musical potencie el desarrollo de las mismas (Campos et al., 2021) podría justificar las diferencias observadas en los niños con entrenamiento musical. A pesar de ello, y en comparación con las habilidades verbales, la relación entre el entrenamiento musical y las habilidades matemáticas es un ámbito menos estudiado (Azevedo et al., 2020), por lo que las inconsistencias en la literatura sugieren la necesidad de continuar investigando en este campo, sobre todo, para esclarecer el efecto mediacional de las funciones ejecutivas.

En cuanto al rendimiento escolar, y coincidiendo con estudios previos, los niños con entrenamiento musical han mostrado mejores puntuaciones en el rendimiento escolar de manera generalizada (Álvaro-Mora y Serrano-Rosa, 2019; Degé y Schwarzer, 2017; Dos Santos-Luiz et al., 2016; Guhn et al., 2020; Hallam y Rogers, 2016; Helmrich, 2010; Holochwost et al., 2017; Ribeiro y Santos, 2017; Said y Abramides, 2020; Schellenberg, 2006; Southgate y Roscigno, 2009; Wetter et al., 2009; Yang et al., 2014; Young et al., 2014). Al analizarlo por cada asignatura escolar, se han observado diferencias significativas en las asignaturas de idiomas (lengua castellana, lengua vasca y lengua inglesa), en la asignatura de matemáticas, la asignatura de conocimiento del medio natural y social y en las asignaturas artísticas (educación plástica y musical). Dado que el entrenamiento musical parece potenciar el desarrollo de habilidades lingüísticas (Gordon et al., 2015; Hallam, 2017; Kraus y White-Schwoch, 2017; Wan et al., 2010), así como favorecer el aprendizaje de lenguas extranjeras (Swaminathan y Gopinath, 2013; Zeromskaite, 2014), los resultados

coinciden con aquellos estudios que han hallado un mejor rendimiento en las asignaturas de idiomas por parte de los niños con entrenamiento musical (Carvajal, 2015; Holochwost et al., 2017; Southgate y Roscigno, 2009). Así mismo, se han observado diferencias en la asignatura de conocimiento del medio natural y social, resultados que coinciden con estudios previos (Álvaro-Mora y Serrano-Rosa, 2019; Guhn et al., 2020). Partiendo de las diferencias en las asignaturas de idiomas y puesto que las habilidades lingüísticas tienen una gran relevancia en la asignatura de conocimiento del medio natural y social durante la etapa de Primaria (Decreto 236/2015, de 22 de diciembre, por el que se establece el currículo de Educación Básica y se implanta en la Comunidad Autónoma del País Vasco), esto podría justificar las diferencias observadas en dicha asignatura.

Los resultados en la asignatura de matemáticas coinciden con aquellos estudios que han observado un mayor rendimiento matemático asociado al entrenamiento musical (Dos Santos-Luiz et al., 2016; Guhn et al., 2020; Said y Abramides, 2020; Schellenberg, 2006; Southgate y Roscigno, 2009). Los beneficios del entrenamiento musical sobre el desarrollo de habilidades espaciotemporales (Holmes y Hallam, 2017; Rauscher y Zupan, 2000) parecen repercutir de manera positiva sobre las habilidades matemáticas, así como sobre el rendimiento en la asignatura correspondiente (Carmona et al., 2011; Gardiner et al., 1996; Osborne et al., 2016; Gottfried Schlaug et al., 2005). Respecto a los dominios artísticos, en primer lugar, resulta razonable que aquellos niños que potencian sus habilidades musicales de forma extraescolar obtengan mejores resultados en la asignatura de música que aquellos que no realizan ninguna actividad musical extraescolar. Junto con ello, los niños con entrenamiento musical también han mostrado un mejor rendimiento en la asignatura de educación plástica, lo que coincide con lo que señalan diversos autores (Álvaro-Mora y Serrano-Rosa, 2019; Loui et al., 2019; Wetter et al., 2009). De hecho, parece que aquellos sujetos con motivación por la música clásica, estilo predominante en las escuelas de música y conservatorios, muestran también un mayor interés por el arte visual, lo que podría tener su base en aspectos de la personalidad asociados a la búsqueda de sensaciones (Ercegovac et al., 2015). En cambio, no se han encontrado diferencias en la asignatura de educación en valores sociales ni en la de educación física. En el caso de la educación en valores, a pesar de ser un ámbito muy poco estudiado, los resultados de este estudio difieren de lo observado por Öztürk y

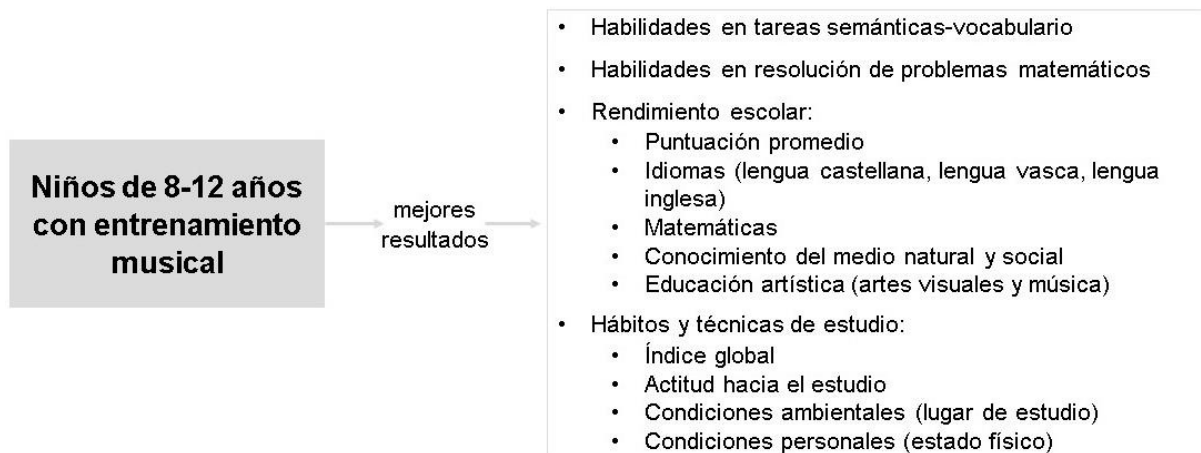
Can (2020). Sin embargo, estos autores realizaron el estudio con niños de la etapa de Infantil y con un entrenamiento musical basado en el canto, dificultando así el posible contraste con los resultados de este estudio. Esto refleja que es necesario investigar la relación entre el desarrollo en los valores sociales y el entrenamiento musical en niños de la etapa de Primaria. En el caso de la educación física, los resultados coinciden con un estudio de Dos Santos-Luiz et al. (2016) donde tampoco encontraron diferencias significativas en estudiantes de 11-14 años. Las clases de educación física se centran, habitualmente, en la motricidad gruesa y el entrenamiento musical instrumental, a excepción de los percusionistas, implica un mayor desarrollo de la motricidad fina (Bugos, 2019), pudiendo explicar así la ausencia de diferencias en esta asignatura. A pesar de todo ello, en el rendimiento escolar influyen múltiples factores personales y ambientales que rodean al estudiante (Dos Santos-Luiz et al., 2016) y, además, algunos autores sugieren que iniciar y mantener el entrenamiento musical puede motivar más a aquellos niños que presentan ciertas características personales diferenciales y que hayan experimentado un mayor éxito previo a nivel cognitivo y académico (Fitzpatrick, 2006; Kinney, 2008).

Respecto a los hábitos y técnicas de estudio, se han observado diferencias en la actitud hacia el estudio, el lugar de estudio, el estado físico y en el índice global de los hábitos y técnicas de estudio, con mejores resultados por parte de los niños con entrenamiento musical. Los hábitos y técnicas de estudio constituyen una de las variables más relevantes para el rendimiento escolar (Credé y Kuncel, 2008; Sherafat y Murthy, 2016) y dependen, principalmente, del contexto familiar y de la capacidad de planificación del estudiante (Gudaganavar y Halayannavar, 2014). Atendiendo a las escalas de esta variable, diversos estudios señalan que la actitud hacia el estudio se relaciona con la motivación, destacando el importante papel que desempeña en el rendimiento escolar (Capdevila Seder et al., 2015; Capdevila Seder y Bellmunt Villalonga, 2016). Según estos últimos autores, el autoconocimiento sobre los motivos por los que se estudia es inherente a la actitud hacia el estudio, potenciando, a su vez, la motivación por aprender y estudiar. En este sentido, el entrenamiento musical requiere de la autorregulación del esfuerzo orientado a un objetivo (Bagci y Can, 2016) y, al involucrar el núcleo accumbens y modular la actividad dopaminérgica (Blood y Zatorre, 2001; Koelsch, 2010), parece potenciar el nivel de motivación intrínseca y el nivel de compromiso de los niños (Appelgren et al., 2019). Así pues, los estudiantes

con entrenamiento musical parecen mostrar una mayor motivación por el estudio (McPherson y O'Neill, 2010), lo que a su vez repercute de manera positiva sobre su rendimiento escolar (Corrigan et al., 2013). Según Dos Santos-Luiz et al. (2016), los niños que estudian música de forma extracurricular presentan mayores niveles de motivación dado que tienen que gestionar y planificar el plan de estudios escolar, el musical y su tiempo libre. De este modo, el aumento de la motivación junto con el hábito de regular el esfuerzo orientado al objetivo podría explicar que los niños con entrenamiento musical hayan mostrado mejores resultados en la escala de la actitud hacia el estudio. Respecto a las escalas del lugar de estudio y del estado físico, estas representan las dimensiones más independientes dentro de los hábitos y técnicas de estudio (Álvarez y Fernández, 2015). Según estos autores, estas escalas constituyen las estrategias de apoyo para el estudio y desempeñan un importante rol en el rendimiento escolar a través de condiciones ambientales (temperatura, ruidos, iluminación, ventilación, materiales, etc.) y personales (alimentación, salud, descanso, estabilidad emocional o equilibrio). De este modo, los resultados observados en este estudio podrían sugerir que los niños con entrenamiento musical cuentan con condiciones personales y ambientales más favorables para el estudio, disminuyendo así los factores que puedan inducir una fatiga prematura y bloquear el aprendizaje (Álvarez y Fernández, 2015). A pesar de todo ello, resulta complicado poder contrastar los resultados del presente estudio, ya que faltan estudios que hayan abordado la relación entre el entrenamiento musical y los hábitos y técnicas de estudio y más aún en el caso de niños de la etapa de Primaria. En la Figura 29 se muestran los principales hallazgos del cuarto objetivo específico del estudio que analizaba las diferencias en habilidades académicas entre los niños sin entrenamiento musical y con entrenamiento musical.

**Figura 29**

*Principales diferencias en habilidades académicas entre niños sin entrenamiento musical y con entrenamiento musical*



#### **12.4.2. Diferencias en habilidades académicas en función de la edad de inicio en el entrenamiento musical**

Con el objetivo de analizar las posibles diferencias en las variables académicas en función de la edad en la que se inició el entrenamiento musical, se agrupó la muestra en tres grupos para realizar comparaciones entre un grupo sin entrenamiento musical, otro con entrenamiento musical iniciado a partir de los siete años y un tercero con entrenamiento musical iniciado antes de los siete años. Atendiendo a las mediciones de las habilidades académicas nucleares, se han hallado diferencias significativas en la tarea semántica (vocabulario y factor semántico) y en la tarea de problemas matemáticos (numérico-verbales) entre el grupo sin entrenamiento musical y el grupo con entrenamiento musical iniciado antes de los siete años, donde este último ha obtenido mejores resultados. Estas dos tareas se relacionan en que ambas involucran componentes lingüísticos y semánticos y según diversos estudios, el inicio temprano en el entrenamiento musical (antes de los siete años) desempeña un papel clave en el desarrollo del lenguaje, habilidades verbales y de conocimiento de vocabulario (Brandt et al., 2012; Forgeard et al., 2008; Hallam, 2017; Hutchins, 2018; Kraus y White-Schwoch, 2017; Loui et al., 2019; Wan et al., 2010; White-Schwoch et al., 2013; White et al., 2013). Así pues, parece que la relevancia de dicho periodo sensible en las habilidades verbales y de vocabulario podría explicar las diferencias

observadas en la tarea semántica. Relacionado con ello, y dado que la resolución de problemas matemáticos también involucra habilidades lingüísticas (Fuchs et al., 2018), esto podría estar sugiriendo que los beneficios del entrenamiento musical temprano (antes de los siete años) sobre aspectos del lenguaje también podrían repercutir en el desarrollo de la habilidad de problemas matemáticos. De hecho, Holmes y Hallam (2017) destacan la relevancia de iniciar el entrenamiento musical a temprana edad para potenciar el desarrollo de las habilidades matemáticas. En este sentido, Rauscher y Hinton (2011) observaron que el desarrollo en las habilidades espaciotemporales y en el razonamiento numérico era mayor en niños con entrenamiento musical iniciado antes de los siete años. A pesar de ello, el efecto diferencial de la edad de inicio sobre las habilidades matemáticas es un ámbito poco estudiado mediante estudios comparativos y realizados en la infancia, por lo que faltan evidencias con las que poder contrastar estos resultados.

En cuanto al rendimiento escolar, las diferencias significativas se han observado entre el grupo sin entrenamiento musical y los dos grupos con entrenamiento musical (iniciado antes y a partir de los siete años) en las asignaturas de idiomas (lengua castellana, vasca e inglesa), matemáticas, conocimiento del medio natural y social, educación artística (plástica y musical) y en el promedio del rendimiento escolar, coincidiendo con las ventajas escolares señaladas por estudios previos (Cabanac et al., 2013; Fitzpatrick, 2006; Hille y Schupp, 2015; Johnson y Memmot, 2006; Kinney, 2008; Southgate y Roscigno, 2009; Wetter et al., 2009). A pesar de ello, las diferencias en el rendimiento escolar de niños de Primaria en función de la edad de inicio es un ámbito poco estudiado. En general, los niños que asisten a clases de música suelen ser mejores estudiantes, están más motivados por aprender, tienen una capacidad cognitiva superior a la media, mayor capacidad para concentrarse, mayor autoconfianza y capacidad de cooperación y todo ello, a su vez, repercute de manera positiva sobre el rendimiento escolar (Schellenberg, 2011a). Estos beneficios podrían tener su base en que el entrenamiento musical presenta un proceso de aprendizaje similar al que acaece en la escuela (Schellenberg, 2006), aunque cuando el entrenamiento musical se sustituye por otro entrenamiento cognitivo basado también en actividades similares a las escolares, parece que no se obtendrían estos beneficios adicionales (Schellenberg, 2011a). Un estudio de Yang (2015) concluyó que el inicio del entrenamiento musical a temprana edad (en la



primera infancia) potencia los beneficios sobre el rendimiento escolar. Sin embargo, y dado que las diferencias significativas se han situado entre el grupo sin entrenamiento musical y los dos grupos con entrenamiento musical (iniciado antes y a partir de los siete años), los resultados del presente estudio podrían indicar que, en el caso de las calificaciones escolares de los niños de Primaria, la edad en la que se inicia el entrenamiento musical no sería tan determinante. Respecto a la asignatura de educación física, en cambio, las diferencias se han hallado entre los dos grupos con entrenamiento musical (iniciado antes y a partir de los siete años), con mejores puntuaciones por parte de los niños que lo iniciaron antes de los siete años. Hay bastantes evidencias respecto a la transferencia cercana en el desarrollo motriz inducida por el entrenamiento musical (Herholz y Zatorre, 2012; James et al., 2020; Loui et al., 2019), debido a que aprender a tocar un instrumento musical implica una intensiva activación motriz (Slater et al., 2017). De hecho, y en relación con el periodo sensible del entrenamiento musical, los sistemas sensomotrices presentan un periodo madurativo con mayor potencial de neuroplasticidad durante la primera infancia, así como durante la transición entre la primera y segunda infancia (Loui et al., 2019). A pesar de todo ello, como se ha comentado previamente, la mayoría de los estudios que han abordado la interacción entre el entrenamiento musical y el rendimiento escolar en niños de Primaria no han comparado el efecto diferencial de la edad de inicio, por lo que faltan evidencias con las que poder contrastar los resultados del presente estudio.

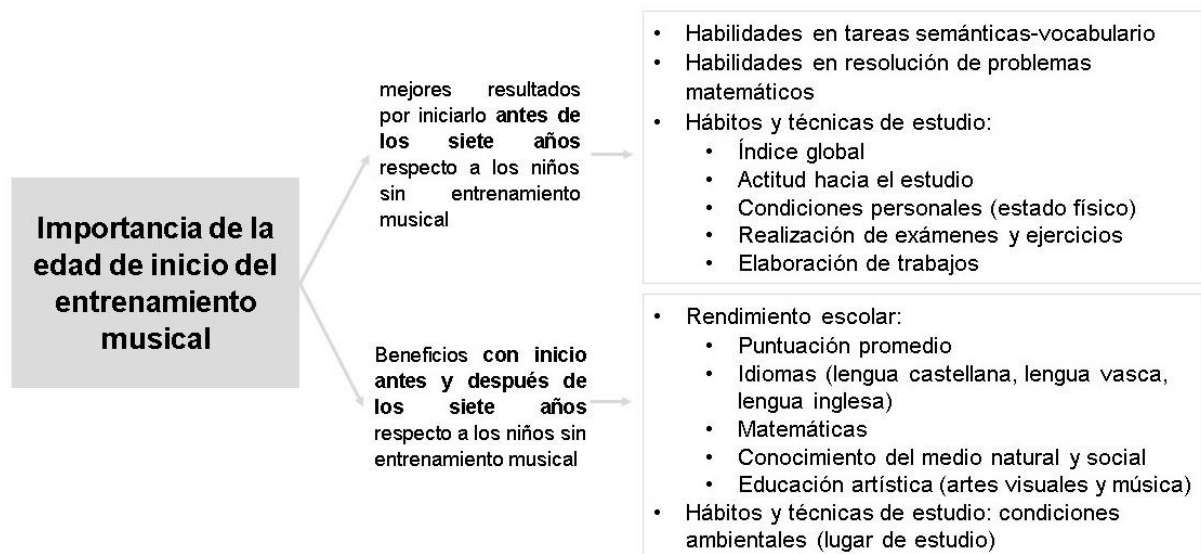
Del mismo modo, los hábitos y técnicas de estudio son un ámbito poco abordado en interacción con el entrenamiento musical y menos aún, en el estudio sobre el efecto diferencial de la edad en la que se haya iniciado dicho entrenamiento. En el presente estudio, los resultados han mostrado diferencias significativas entre el grupo sin entrenamiento musical y el grupo con entrenamiento musical iniciado antes de los siete años, con mejores puntuaciones por parte de estos últimos en las escalas de la actitud hacia el estudio, el lugar de estudio, el estado físico, la realización de exámenes y ejercicios, la elaboración de trabajos y en el índice global de los hábitos y técnicas de estudio. En la escala del lugar de estudio también se han hallado diferencias significativas entre el grupo sin entrenamiento musical y el grupo con entrenamiento musical iniciado a partir de los siete años. Así pues, estos resultados parecen indicar que iniciar el entrenamiento musical a temprana edad podría potenciar

el desarrollo de distintas habilidades asociadas al estudio, que resultan clave para el aprendizaje musical (McPherson et al., 2019) y para el rendimiento escolar (Bickerdike et al., 2016). De hecho, el aprendizaje musical es una actividad similar a las realizadas en el contexto escolar (Schellenberg, 2006; Schellenberg, 2004), ya que requiere de habilidades de planificación, gestión del tiempo, priorización y de coordinación de las tareas (Bagci y Can, 2016; McPherson et al., 2019; Oladejo y Oladejo, 2017). Esto podría explicar que los niños con inicio temprano en el entrenamiento musical hayan mostrado mejores resultados en las escalas de la realización de exámenes y la elaboración de trabajos, ya que ambas involucran aspectos de planificación, previsión, organización y seguimiento del plan establecido (Álvarez y Fernández, 2015). Respecto a la actitud hacia el estudio, los resultados parecen sugerir que iniciar el entrenamiento musical a temprana edad podría aumentar el compromiso y nivel de motivación por el estudio (Appelgren et al., 2019; McPherson y O'Neill, 2010). Así, el entrenamiento musical temprano, al generar emociones positivas y experiencias positivas de logro en los retos cognitivos (Fitzpatrick, 2006; Kinney, 2008), favorecería una mayor motivación e implicación (Leung y Cheung, 2020), lo que, en consecuencia, incidiría de manera positiva sobre la actitud hacia el estudio. Junto con ello, en el desarrollo de unos adecuados hábitos y técnicas de estudio, el contexto familiar parece ejercer una gran influencia (Gudaganavar y Halayannavar, 2014) y estas condiciones ambientales acompañan al niño desde antes de iniciar el entrenamiento musical. En este sentido, diversos autores destacan que los niños que realizan un entrenamiento musical parten de un contexto familiar más favorable (Corrigall y Schellenberg, 2015): familias de un nivel socioeconómico más elevado, que valoran las oportunidades de aprendizaje que ofrecen las actividades extraescolares y que aportan un mayor apoyo a los hijos para que inicien y continúen con las actividades extraescolares y con el estudio. En el presente estudio, los niños con entrenamiento musical iniciado antes de los siete años han mostrado mejores puntuaciones en los factores ambientales (lugar de estudio) y personales (estado físico), aspectos que parecen condicionar el desarrollo de las habilidades de estudio (Álvarez y Fernández, 2015). Así pues, y a partir de los resultados obtenidos, estas ventajas ambientales y personales junto con el inicio temprano del entrenamiento musical podrían potenciar el desarrollo de una adecuada actitud hacia el estudio, de habilidades organizativas para la realización de exámenes y ejercicios y de habilidades de planificación para la elaboración de trabajos escolares. Sin embargo, y tal y como se ha comentado

previamente, faltan estudios en este ámbito con los que poder contrastar los resultados de la presente investigación. La Figura 30 recoge los principales hallazgos del quinto objetivo específico del estudio que buscaba analizar las diferencias en habilidades académicas en función de la edad de inicio del entrenamiento musical.

**Figura 30**

*Principales diferencias en habilidades académicas en función de la edad de inicio del entrenamiento musical*



### 12.4.3. Diferencias en habilidades académicas según la intensidad del entrenamiento musical

Para analizar las diferencias en habilidades académicas en función de la intensidad del entrenamiento musical, se realizaron comparaciones entre un grupo sin entrenamiento musical, un grupo con entrenamiento musical de intensidad moderada (entre 1-3 horas semanales) y un grupo con entrenamiento musical de intensidad elevada (más de tres horas semanales). Dentro de las habilidades académicas nucleares y, en el caso concreto de las habilidades verbales, se han encontrado diferencias en la habilidad semántica con los dos grupos con entrenamiento musical (intensidad moderada e intensidad elevada). Tal y como se ha comentado previamente, el entrenamiento musical incide en el desarrollo de aspectos semánticos asociados a la memoria verbal y al aprendizaje de vocabulario (Carpentier et al., 2016;

Dittinger et al., 2017; Hallam, 2017; Trainor et al., 2009), debido al efecto cascada multidimensional que parte de una mejora en la percepción auditiva, para facilitar las representaciones fonológicas e incidir así en la construcción léxico-semántica (Dittinger et al., 2018). Además, el aumento de intensidad del entrenamiento musical parece incidir sobre distintas redes funcionales de orden superior que participan en el lenguaje modulando la densidad de materia gris en dichas regiones (James et al., 2013). A pesar de ello, los resultados del presente estudio podrían indicar que la activación continua de estas regiones compartidas con el lenguaje durante el entrenamiento musical beneficiaría las habilidades en tareas semánticas tanto con un entrenamiento musical de intensidad moderada como con uno de intensidad elevada.

Dentro de las habilidades matemáticas, las diferencias se han hallado en la habilidad de problemas matemáticos entre el grupo sin entrenamiento musical y el grupo con entrenamiento musical de intensidad elevada, siendo este último el que ha mostrado mejores puntuaciones. El entrenamiento musical parece incidir positivamente sobre regiones involucradas en el reconocimiento de patrones visuales y en la memoria de trabajo (James et al., 2013), así como sobre áreas implicadas en la percepción visual y en el razonamiento espaciotemporal (Gromko, 2004; Schellenberg, 2004), funciones todas ellas implicadas en la habilidad de resolución de problemas matemáticos (Arsalidou y Taylor, 2011; Bugden y Ansari, 2014). Estas mejoras inducidas por el entrenamiento musical, a su vez, podrían repercutir sobre un mejor desarrollo de las habilidades matemáticas (Bergman et al., 2014; Saarikivi et al., 2019). En este sentido, Bergman et al. (2014) encontraron relación entre la intensidad del entrenamiento musical (número de horas semanales) y el rendimiento en la memoria de trabajo visoespacial y verbal, la cual resulta esencial tanto para la lectura de la notación musical como para resolver problemas matemáticos (Carpenter et al., 1990; Holmes et al., 2009). Junto con ello, y como se ha comentado previamente, la habilidad de resolución de problemas matemáticos requiere también de habilidades de lenguaje (Peng et al., 2016), en las que los niños con entrenamiento musical han mostrado mejores puntuaciones. Estas ventajas en las habilidades verbales junto con una supuesta mejora de la memoria de trabajo inducida por el entrenamiento musical más intensivo (Bergman et al., 2014) podrían explicar que en el presente estudio los niños con entrenamiento musical de mayor intensidad hayan mostrado mejores resultados en la tarea de problemas matemáticos. Sin embargo,

dicho estudio de Bergman et al. (2014) no observó relación entre las horas de entrenamiento musical y un mayor rendimiento matemático. Esta discrepancia de resultados puede deberse a que el estudio se llevó a cabo con sujetos de edades muy variadas (entre 6-25 años). A pesar de ello, faltan estudios que comparen el desarrollo en las habilidades matemáticas en función de la intensidad del entrenamiento musical y con niños de Primaria.

Respecto al rendimiento escolar, se han obtenido diferencias significativas entre el grupo sin entrenamiento musical y los dos grupos con entrenamiento musical (grupo de 1-3 horas semanales y grupo de más de tres horas semanales) en las tres asignaturas de idiomas (lengua castellana, lengua vasca y lengua inglesa), en la asignatura de matemáticas, en las dos asignaturas de educación artística (educación plástica y educación musical) y en el promedio del rendimiento escolar, con mejores resultados por parte del grupo de mayor intensidad (a partir de tres horas semanales), excepto en el caso de la asignatura de lengua vasca donde los mejores resultados los ha obtenido el grupo de intensidad moderada (de 1-3 horas semanales). En cambio, en la asignatura de conocimiento del medio natural y social las diferencias se han hallado entre el grupo sin entrenamiento musical y el grupo con entrenamiento musical de más de tres horas semanales, mostrando estos últimos una mejor puntuación. El efecto diferencial de la intensidad del entrenamiento musical es un ámbito más estudiado en músicos adultos (Paraskevopoulos et al., 2017), por lo que faltan estudios que hayan abordado la importancia de la intensidad del entrenamiento musical para el rendimiento escolar en niños de la etapa escolar. A pesar de ello, en general, estos resultados se muestran acorde con lo señalado por Schellenberg (2006) respecto a que un entrenamiento musical de forma regular se asocia con un mayor rendimiento escolar generalizado. Los comienzos en el aprendizaje instrumental implican una práctica regular e intensiva (Bengtsson et al., 2005) y demandan un alto esfuerzo, planificación y autorregulación por parte de los niños (McPherson et al., 2019). El desarrollo de estas habilidades asociadas al estudio podría repercutir sobre el aprendizaje académico, ya que son actividades similares a las escolares que implican un esfuerzo cognitivo y determinado para la adquisición de conocimientos, así como la supervisión y guía constante del adulto (Schellenberg, 2006). Además, este autor resalta la importancia del entrenamiento musical para el rendimiento escolar, ya que aporta experiencias que difieren cualitativamente de

cualquier otra actividad extraescolar: el entrenamiento musical implica una práctica regular e intensa (habitualmente, diaria); requiere de una capacidad de atención concentrada y prolongada; implica el desarrollo de la compleja habilidad de decodificación de patrones simbólicos y comprensión de la formación de estructuras musicales; demanda la memorización de piezas extensas; implica una mejora progresiva de las habilidades sensoriales y de motricidad fina; y requiere del aprendizaje de la percepción y expresión emocional mediante la música. De este modo, todo ello podría repercutir en el aprendizaje de los dominios académicos y en el rendimiento escolar generalizado, pudiendo explicar los resultados obtenidos en el presente estudio. Sin embargo, Bergman et al. (2014) no encontraron relación entre las horas de entrenamiento musical y un mayor rendimiento matemático y lector. La disparidad de resultados podría deberse a la diferencia de edad de los participantes, ya que dicho estudio utilizó una muestra de edades comprendidas entre 6-25 años. Esta discrepancia junto con la falta de estudios en este ámbito dificulta el contraste de los resultados obtenidos en este estudio.

Atendiendo a los hábitos y técnicas de estudio, las diferencias significativas se han hallado en las escalas de la actitud hacia el estudio, el estado físico y en el índice global de los hábitos y técnicas de estudio entre el grupo sin entrenamiento musical y el grupo con entrenamiento musical de más de tres horas semanales, donde estos últimos han obtenido mejores puntuaciones. En el caso de la escala del lugar de estudio, las diferencias se han observado entre el grupo sin entrenamiento musical y los dos grupos con entrenamiento musical (intensidad moderada e intensidad elevada). Muy pocos estudios han abordado la relación entre el entrenamiento musical y los hábitos de estudios y ninguno que haya analizado el efecto diferencial de la intensidad del entrenamiento musical en la adquisición de los hábitos y técnicas de estudio durante la etapa de Educación Primaria. Atendiendo al presente estudio, la escala del lugar de estudio constituye una condición ambiental que rodea al alumno (Álvarez y Fernández, 2015), por lo que los resultados podrían indicar que los niños con entrenamiento musical, independientemente de la intensidad de este, presentan un entorno más adecuado para sostener y llevar a cabo las tareas de estudio, lo que repercute en el rendimiento escolar (Álvarez y Fernández, 2015). Continuando con estos autores, la escala del estado físico supone una condición de tipo personal asociado a factores físicos y psíquicos y, por tanto, los resultados obtenidos parecen

sugerir que los niños con un entrenamiento musical de mayor intensidad presentan mejores condiciones que favorecen el estudio, tales como aspectos de salud, descanso, alimentación, actividad física y un mayor equilibrio y estabilidad emocional. Respecto a la actitud hacia el estudio, esta implica una motivación intrínseca por el estudio y tiene un rol esencial en el rendimiento escolar de los estudiantes (Capdevila Seder et al., 2015; Capdevila Seder y Bellmunt Villalonga, 2016). En este sentido, el rasgo de la personalidad de la apertura a la experiencia parece influir en el interés de los niños por iniciar el entrenamiento musical, lo que aumenta los niveles de motivación musical (Swaminathan y Schellenberg, 2018) y de motivación académica (McPherson y O'Neill, 2010). La motivación implica diversos procesos psicológicos internos que sustentan la capacidad de iniciar y mantener una tarea a la vez que se busca obtener un beneficio emocional tras el logro de la misma (Miranda y Almeida, 2011). Todo ello favorecería la continuidad del entrenamiento musical de forma regular, intensiva y prolongada, potenciando aún más los niveles de curiosidad, concentración, persistencia, organización y autodisciplina y, en consecuencia, favoreciendo un mayor rendimiento escolar generalizado (Corrigall et al., 2013; Schellenberg, 2006). Lograr que el aprendizaje instrumental sea un proceso productivo implica una práctica continuada y sistemática, así como un alto nivel de conciencia para poder establecerse metas y organizarse adecuadamente (Bagci y Can, 2016). De este modo, los niños con entrenamiento musical presentan una gestión del tiempo más efectiva, priorizando sus distintas actividades sin que repercuta en los procesos de estudio de distintos dominios (Oladejo y Oladejo, 2017). Todo ello podría explicar que los niños con un entrenamiento musical más intensivo hayan obtenido mejores resultados en la actitud hacia el estudio y en el índice global de los hábitos y técnicas de estudio. A pesar de todo ello, cabe destacar la falta de estudios en este ámbito con los que poder contrastar y apoyar los resultados obtenidos. La Figura 31 recoge los principales hallazgos del sexto objetivo específico del estudio que buscaba analizar las diferencias en habilidades académicas en función de la intensidad del entrenamiento musical.

**Figura 31**

*Principales diferencias en habilidades académicas en función de la intensidad del entrenamiento musical*



## **12.5. Conclusiones**

Partiendo de todos los resultados expuestos, el estudio subraya que:

- Los niños de 8-12 años con entrenamiento musical destacan en dos habilidades académicas nucleares (habilidades semánticas y habilidades en problemas matemáticos), muestran un mejor rendimiento escolar generalizado y presentan mejores hábitos y técnicas de estudio (índice global, actitud hacia el estudio, lugar de estudio y estado físico), en comparación con los niños sin entrenamiento musical.
- Iniciar el entrenamiento musical antes de los siete años parece potenciar el desarrollo de habilidades verbales (semánticas), habilidades matemáticas (problemas matemáticos), el rendimiento escolar y distintos aspectos asociados a los hábitos y técnicas de estudio (índice global, actitud hacia el estudio, estado físico, realización de exámenes y ejercicios, elaboración de trabajos y lugar de estudio). En cambio, iniciar el entrenamiento musical a partir de los siete años solo aportaría beneficios sobre el rendimiento escolar y sobre la condición ambiental del lugar de estudio, aspectos que también se ven



potenciados con el inicio antes de los siete años. Por tanto, el entrenamiento musical iniciado en el periodo sensible (antes de los siete años) aportaría mayores beneficios sobre el desarrollo de habilidades académicas.

- Una intensidad elevada del entrenamiento musical (más de tres horas semanales) ha mostrado resultar relevante para el desarrollo de habilidades verbales (semánticas), habilidades matemáticas (problemas matemáticos), un mejor rendimiento escolar y mejores hábitos y técnicas de estudio (índice global, actitud hacia el estudio, estado físico y lugar de estudio). En cambio, una intensidad moderada (entre 1-3 horas semanales) presentaría mejoras en habilidades verbales (semánticas), el rendimiento escolar y en la condición ambiental del lugar de estudio, aspectos que también se ven potenciados con un entrenamiento musical de intensidad elevada. Así pues, un entrenamiento musical de intensidad elevada parece resultar más beneficioso para el desarrollo de habilidades académicas.

Todo ello destaca el entrenamiento musical como actividad enriquecedora de los procesos de aprendizaje y académicos, pudiendo potenciar el desarrollo de las habilidades académicas nucleares y de unos adecuados hábitos y técnicas de estudio para, en consecuencia, promover un mejor rendimiento escolar de todos los estudiantes.



## **CAPÍTULO 13. Estudio 3: Efecto de mediación de las variables cognitivas entre el entrenamiento musical instrumental y las habilidades académicas en niños de 8-12 años**

### **13.1. Introducción**

Tal y como se ha podido concluir de los resultados de los dos primeros estudios, el entrenamiento musical instrumental parece potenciar el desarrollo de habilidades académicas nucleares (verbales y matemáticas), el rendimiento escolar y los hábitos y técnicas de estudio. Estos resultados también han sido confirmados por estudios previos (Bagci y Can, 2016; Holmes y Hallam, 2017; Linnavalli et al., 2018; Said y Abramides, 2020), lo que lleva a plantearse que el entrenamiento musical pueda ser un relevante recurso para el ámbito educativo. Sin embargo, el desarrollo académico es un complejo constructo que todavía entraña múltiples incertidumbres (Peng y Kievit, 2020), por lo que es necesario continuar investigando para concretar la implicación de distintas variables, así como de la interacción entre las mismas.

En las habilidades académicas subyacen diversos procesos cognitivos (Martin-Requejo y Santiago-Ramajo, 2021; Rohde y Thompson, 2007), que parecen ser potenciados a través del entrenamiento musical (Bigand y Tillmann, 2022). En este sentido, distintos estudios han destacado que algunas habilidades cognitivas resultan clave en el desarrollo académico de niños de Primaria, tales como las funciones ejecutivas (Jacob y Parkinson, 2015; Sasser et al., 2015), la inteligencia emocional (Ferrando et al., 2011; Valenzuela-Santoyo y Portillo-Peñuelas, 2018), la creatividad (Gajda et al., 2017; Nami et al., 2014) y la inteligencia general (Benson et al., 2016; Blázquez-Garcés et al., 2015). Del mismo modo, el entrenamiento musical parece potenciar el desarrollo de las funciones ejecutivas (Campos et al., 2021; Chen et al., 2022; Sachs et al., 2017), la inteligencia emocional (Carvajal et al., 2015; Hallam, 2010), la creatividad (Abraham et al., 2021) y la inteligencia general (Loui et al., 2019; Schellenberg, 2006). A partir de ello, y aunque todavía es un ámbito poco abordado, se ha propuesto que algunas de estas variables cognitivas podrían mediar en la relación entre el entrenamiento musical y las distintas habilidades académicas (Jaschke et al., 2018b).

Diversos estudios señalan que los beneficios del entrenamiento musical en distintas habilidades académicas podrían estar mediados por las mejoras en el funcionamiento ejecutivo (Moreno y Bidelman, 2014; Sanju y Kumar, 2016), lo que podría favorecer una mayor capacidad para adquirir nuevas habilidades (Altenmüller y Furuya, 2017). De hecho, parece que el entrenamiento musical modula diversas redes neuronales involucradas en las funciones ejecutivas, potenciando así el desarrollo de distintos aprendizajes (Trainor et al., 2009). En este sentido, se plantea que las mejoras en procesos de memoria, atencionales, inhibitorios, de planificación o de razonamiento espaciotemporal y abstracto beneficiarían, a su vez, el desarrollo de habilidades de lenguaje y matemáticas (Dos Santos-Luiz, 2007; Moreno et al., 2011; Roden et al., 2012; Zuk et al., 2014) y el rendimiento escolar de los estudiantes (Degé et al., 2014; Jaschke et al., 2018b).

Junto con ello, el entrenamiento musical ha mostrado promover mejoras en la estabilidad emocional y la conducta hiperactiva (Ilari et al., 2019), la conducta agresiva y la capacidad social (Roden et al., 2016), las habilidades sociales y la empatía (Schellenberg et al., 2015), la comprensión emocional (Schellenberg y Mankarious, 2012) y un mejor estado anímico (Van Kekerix et al., 2021) y bienestar emocional (Leung y Cheung, 2020). Todo ello podría favorecer un desarrollo más armonioso de las habilidades académicas fortaleciendo tanto los aprendizajes escolares como los sociales (Carvajal et al., 2015). Respecto a la creatividad, diversos autores señalan que el entrenamiento musical potencia el desarrollo creativo (Abrahan et al., 2021; Chronopoulou y Riga, 2012), beneficios que, a su vez, podrían facilitar los procesos de aprendizaje de los estudiantes (Koutsoupidou y Hargreaves, 2009; Nami et al., 2014). Del mismo modo, algunos estudios han mostrado que el entrenamiento musical se relaciona con la inteligencia general, relación que aumenta a medida que se incrementa el entrenamiento musical (Corrigall et al., 2013; Swaminathan y Schellenberg, 2019) y que es concomitante con los años de escolarización (Bulut, 2013).

Sin embargo, pocos estudios han abordado el análisis de los distintos factores cognitivos que pueden mediar en la relación entre el entrenamiento musical y las habilidades académicas, por lo que sigue constituyendo una compleja interacción en la que intervienen múltiples variables todavía por determinar (Wetter et al., 2009). Distintos estudios plantean la hipótesis de que las funciones ejecutivas median en la

relación entre el entrenamiento musical y los aspectos académicos (Hallam y Rogers, 2016; Schellenberg y Mankarious, 2012; Swaminathan y Gopinath, 2013; Zuk et al., 2014), pero solo se han encontrado dos estudios que hayan abordado esta línea de investigación de manera empírica (Jaschke et al., 2018b; Swaminathan et al., 2018). Además, no se ha encontrado ningún estudio que haya analizado el efecto mediacional de la inteligencia emocional, la creatividad y de la inteligencia general en la relación entre el entrenamiento musical y las habilidades académicas. Así pues, es necesario continuar investigando para entender qué factores son los que hacen que los niños con entrenamiento musical muestren un mejor desarrollo académico (Schellenberg, 2011a) y comprender cómo el entrenamiento musical se relaciona con ciertas habilidades que, a su vez, también lo hacen con el rendimiento escolar (Degé et al., 2014). Partiendo de este contexto, el presente estudio buscaba analizar el efecto de mediación de las variables cognitivas (funciones ejecutivas, inteligencia emocional, creatividad e inteligencia general) entre el entrenamiento musical instrumental (comparando presencia o no del entrenamiento musical, según la edad de inicio y según la intensidad del entrenamiento musical) y las habilidades académicas (habilidades verbales, habilidades matemáticas, rendimiento escolar y hábitos y técnicas de estudio) en niños de 8-12 años. A partir de ello, se fijaron los siguientes objetivos específicos:

- Objetivo Específico 7: comprobar si las variables cognitivas (funciones ejecutivas, inteligencia emocional, creatividad e inteligencia general) median entre el entrenamiento musical (comparando presencia o no del entrenamiento musical, según la edad de inicio y según la intensidad del entrenamiento musical) y las habilidades verbales en niños de 8-12 años.
- Objetivo específico 8: estudiar si las variables cognitivas (funciones ejecutivas, inteligencia emocional, creatividad e inteligencia general) median entre el entrenamiento musical (comparando presencia o no del entrenamiento musical, según la edad de inicio y según la intensidad del entrenamiento musical) y las habilidades matemáticas en niños de 8-12 años.
- Objetivo específico 9: analizar si las variables cognitivas (funciones ejecutivas, inteligencia emocional, creatividad e inteligencia general) median entre el entrenamiento musical (comparando presencia o no del entrenamiento musical,

según la edad de inicio y según la intensidad del entrenamiento musical) y el rendimiento escolar en niños de 8-12 años.

- Objetivo específico 10: comprobar si las variables cognitivas (funciones ejecutivas, inteligencia emocional, creatividad e inteligencia general) median entre el entrenamiento musical (comparando presencia o no del entrenamiento musical, según la edad de inicio y según la intensidad del entrenamiento musical) y los hábitos y técnicas de estudio en niños de 8-12 años.

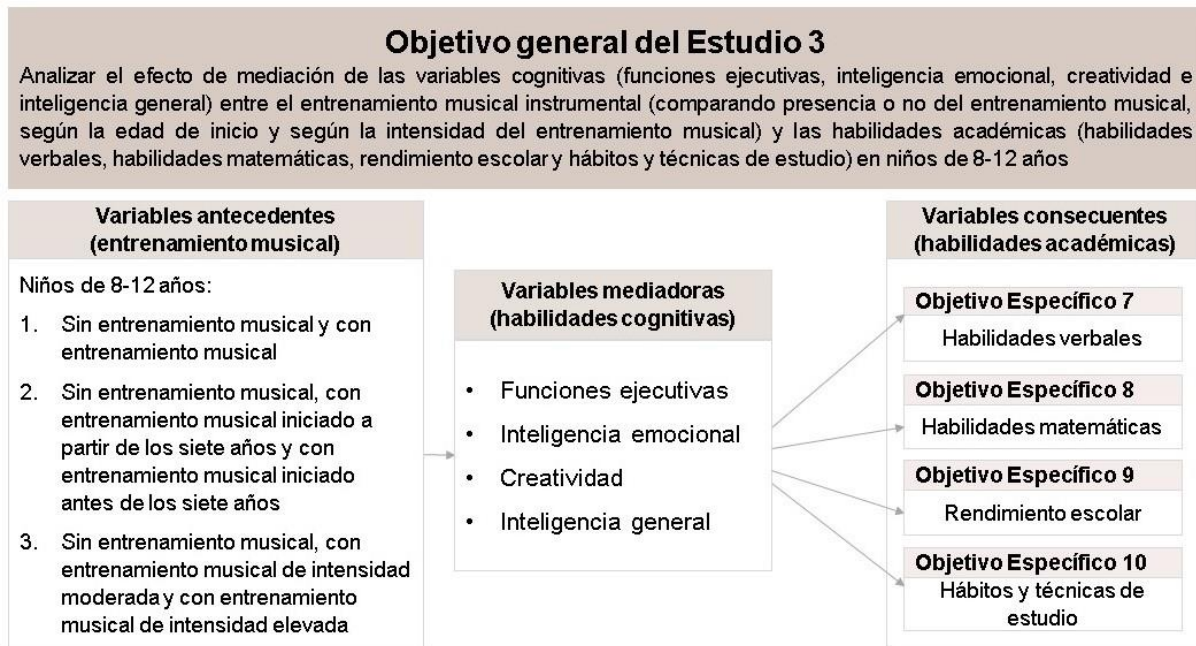
A partir de ello, se establecieron las siguientes hipótesis:

- Hipótesis 7: las habilidades cognitivas (funciones ejecutivas, inteligencia emocional, creatividad e inteligencia general) mediarán entre el entrenamiento musical (con presencia o no del entrenamiento musical, según la edad de inicio y según la intensidad del entrenamiento musical) y las habilidades verbales de niños de 8-12 años
- Hipótesis 8: las habilidades cognitivas (funciones ejecutivas, inteligencia emocional, creatividad e inteligencia general) mediarán entre el entrenamiento musical (con presencia o no del entrenamiento musical, según la edad de inicio y según la intensidad del entrenamiento musical) y las habilidades matemáticas de niños de 8-12 años.
- Hipótesis 9: las habilidades cognitivas (funciones ejecutivas, inteligencia emocional, creatividad e inteligencia general) mediarán entre el entrenamiento musical (con presencia o no del entrenamiento musical, según la edad de inicio y según la intensidad del entrenamiento musical) y el rendimiento escolar de niños de 8-12 años.
- Hipótesis 10: las habilidades cognitivas (funciones ejecutivas, inteligencia emocional, creatividad e inteligencia general) mediarán entre el entrenamiento musical (con presencia o no del entrenamiento musical, según la edad de inicio y según la intensidad del entrenamiento musical) y los hábitos y técnicas de estudio de niños de 8-12 años.

La Figura 32 muestra las relaciones de mediación sobre las que se han construido los objetivos específicos e hipótesis del presente estudio.

## Figura 32

*Relaciones de mediación sobre las que se construyen los objetivos e hipótesis del presente estudio*



### 13.2. Método

Dado que algunos apartados metodológicos corresponden con aquellos presentados en los estudios anteriores, en dichos casos, se remitirá al Estudio 1 y/o al Estudio 2.

#### 13.2.1. Muestra

Se remite al Estudio 1.

#### 13.2.2. Diseño

Se remite al Estudio 1.

### **13.2.3. Instrumentos**

Se remite al Estudio 1 y al Estudio 2.

### **13.2.4. Procedimiento**

Se remite al Estudio 1.

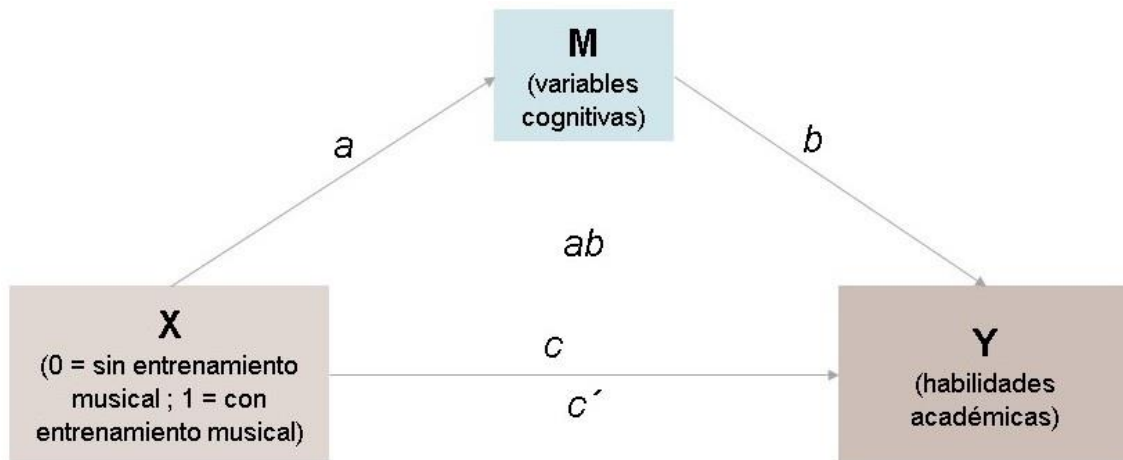
### **13.2.5. Análisis**

Para comprobar si la variable antecedente (X) influye en la variable consecuente (Y) a través del mediador (M) se ha utilizado la macro de PROCESS (versión 4.1) aplicando el Modelo 4 de mediación simple con el método de Bootstrapping con 5000 muestras y con un 95% de intervalo de confianza en percentiles (Hayes, 2018). Se han realizado análisis de mediación combinando cada habilidad académica (verbal, matemática, rendimiento escolar y hábitos y técnicas de estudio) con los indicadores aportados por los instrumentos de las variables cognitivas (ENFEN = 6; BRIEF-2 = 13; WISC-IV = 4; BarOn = 6; CREA = 1; K-BIT = 1). De este modo, se han realizado 31 análisis de mediación con cada habilidad académica y un total de 124 análisis de mediación para el presente estudio. Todos los análisis de mediación se han ejecutado incluyendo en el modelo dos covariables a modo de variables control: el nivel socioeconómico y la edad (en meses). Cuando la variable antecedente (X) es dicotómica (0 = grupo sin entrenamiento musical; 1 = grupo con entrenamiento musical), el efecto indirecto (relación de X con Y a través de M), el efecto directo (relación entre X e Y manteniendo M constante) y el efecto total (suma del efecto directo y el indirecto) expresan la diferencia de las medias de los dos grupos. La Figura 33 representa el análisis de mediación simple realizado cuando la variable antecedente es dicotómica (sin entrenamiento musical y con entrenamiento musical).



### Figura 33

Análisis de mediación simple con variable antecedente dicotómica (sin entrenamiento musical y con entrenamiento musical)

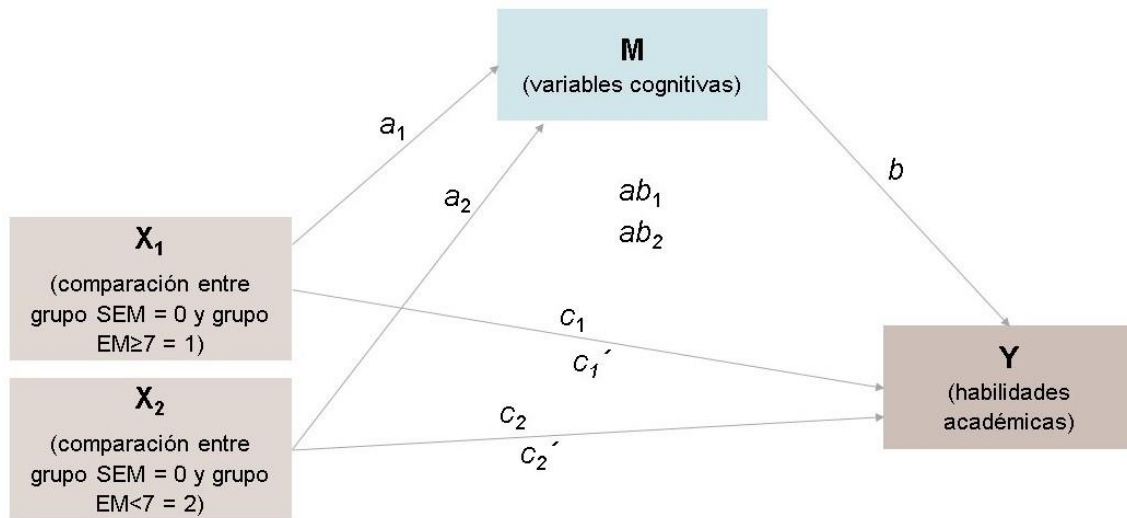


Nota. X = variable antecedente; Y = variable consecuente; M = variable mediadora; a = relación XM; b = relación MY; c' = efecto directo; c = efecto total; ab = efecto indirecto.

Dado que en algunos casos la variable antecedente (X) es multicategórica, se han realizado las siguientes codificaciones: para la agrupación en función de la edad de inicio del entrenamiento musical (0 = grupo sin entrenamiento musical; 1 = grupo con entrenamiento musical iniciado a partir de los siete años; 2 = grupo con entrenamiento musical iniciado antes de los siete años) y para la agrupación según la intensidad del entrenamiento musical (0 = grupo sin entrenamiento musical; 1 = grupo con entrenamiento musical de intensidad moderada; 2 = grupo con entrenamiento musical de intensidad elevada). En todos los análisis, el grupo sin entrenamiento musical (0) es el grupo de referencia, por lo que PROCESS genera dos indicadores de la variable antecedente ( $X_1$  = compara el grupo 1 con el grupo 0;  $X_2$  = compara el grupo 2 con el grupo 0). A partir de ello, se generan dos efectos indirectos relativos, dos efectos directos relativos y dos efectos totales relativos (uno para  $X_1$  y otro para  $X_2$ ) (Hayes, 2018). La Figura 34 muestra la mediación simple realizada cuando la variable antecedente multicategórica se refiere a la agrupación de los participantes en función de la edad de inicio del entrenamiento musical.

**Figura 34**

*Análisis de mediación simple con variable antecedente multicategórica (en función de la edad de inicio del entrenamiento musical)*

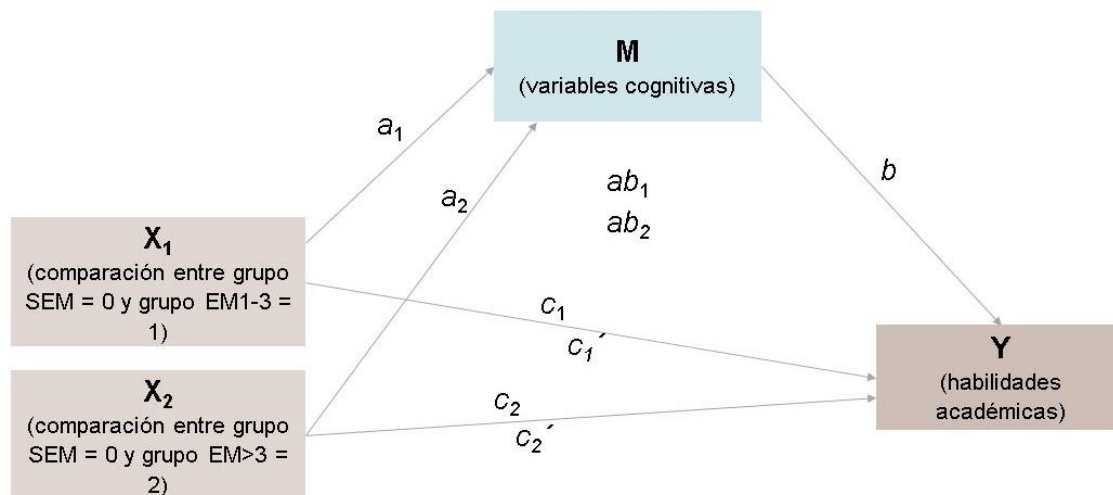


*Nota.* X = variable antecedente; Y = variable consecuyente; M = variable mediadora; SEM = sin entrenamiento musical; EM $\geq$ 7 = con entrenamiento musical iniciado a partir de los siete años; EM < 7 = con entrenamiento musical iniciado antes de los siete años; a = relación XM; b = relación MY; c' = efecto directo; c = efecto total; ab = efecto indirecto.

La Figura 35 muestra la mediación simple cuando la variable antecedente multicategórica se refiere a la agrupación de los participantes en función de la intensidad del entrenamiento musical.

**Figura 35**

*Análisis de mediación simple con variable antecedente multicategorica (en función de la intensidad del entrenamiento musical)*



*Nota.* X = variable antecedente; Y = variable consecuyente; M = variable mediadora; SEM = sin entrenamiento musical; EM1-3 = con entrenamiento musical de intensidad moderada (1-3 horas semanales); EM>3 = con entrenamiento musical de intensidad elevada (más de tres horas semanales); a = relación XM; b = relación MY; c' = efecto directo; c = efecto total; ab = efecto indirecto.

### **13.3. Resultados**

Se han realizado los análisis de mediación con todos los indicadores de las variables cognitivas como mediadores y para cada una de las habilidades académicas, pero a continuación se presentan los resultados que han mostrado un efecto indirecto significativo. El resto de los análisis de mediación que no han arrojado un efecto de mediación significativo se recogen en el apartado de anexos (ver Anexo 3). Los resultados se presentan organizados en función de los objetivos específicos propuestos en el estudio.

#### **13.3.1. Resultados de mediación de las variables cognitivas entre el entrenamiento musical y las habilidades verbales**

El séptimo objetivo específico de la investigación buscaba comprobar si las variables cognitivas (funciones ejecutivas, inteligencia emocional, creatividad e inteligencia general) median entre el entrenamiento musical (comparando presencia

o no del entrenamiento musical, según la edad de inicio y según la intensidad del entrenamiento musical) y las habilidades verbales en niños de 8-12 años.

La Tabla 26 recoge los resultados de mediación para la variable consecuente de las habilidades verbales con la variable antecedente dicotómica (sin entrenamiento musical y con entrenamiento musical). Como puede observarse, la fluidez fonológica ( $B = 3.03$ ; IC Bootstrap 95% = [.03, 8.59]), la memoria de trabajo ( $B = 4.50$ ; IC Bootstrap 95% = [.73, 9.04]), la tarea de aritmética de la memoria de trabajo ( $B = 3.45$ ; IC Bootstrap 95% = [.03, 8.50]), las habilidades interpersonales ( $B = 2.98$ ; IC Bootstrap 95% = [.26, 6.87]) y el cociente intelectual ( $B = 6.01$ ; IC Bootstrap 95% = [1.37, 14.10]) han mostrado un efecto indirecto significativo en la relación entre el entrenamiento musical y las habilidades verbales. Los efectos indirectos han resultado significativos porque el intervalo de confianza Bootstrap no ha incluido el cero en ninguna de dichas variables cognitivas. Junto con ello, en uno de los análisis (a través de las habilidades interpersonales) se ha observado un efecto directo significativo entre el entrenamiento musical y las habilidades verbales tras mantener constante las habilidades interpersonales.

**Tabla 26**

*Análisis de mediación entre el entrenamiento musical y las habilidades verbales*

Mediador <sup>a</sup>		<i>ab</i>		<i>c'</i>	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
		$\beta$	IC Bootstrap	$\beta$	$\beta$	$\beta$	$\beta$
ENFEN	FF	3.03	<b>[.03, 8.59]</b>	1.88	4.90	.99*	3.05*
WISC-IV	MT	4.50	<b>[.73, 9.04]</b>	.40	4.90	7.38*	.06**
	AR	3.45	<b>[.03, 8.50]</b>	1.46	4.90	1.02*	3.38**
BarOn	ITE	2.98	<b>[.26, 6.87]</b>	20.99**	23.97**	6.92**	.43*
K-BIT	CI	6.01	<b>[1.37, 14.10]</b>	-1.10	4.90	4.71*	1.28**

*Nota.* ENFEN = Evaluación Neuropsicológica de las Funciones Ejecutivas en Niños; WISC-IV = Subtest de Memoria de trabajo; BarOn = Inventario de Inteligencia Emocional; K-BIT = Test Breve de Inteligencia de Kaufman; FF = fluidez fonológica; MT = memoria de trabajo; AR = aritmética; ITE = habilidades interpersonales; CI = cociente intelectual; *ab* = efecto indirecto; *c'* = efecto directo; *c* = efecto total; *a* = relación XM; *b* = relación MY.

<sup>a</sup> Antecedente (X) = sin entrenamiento musical (0) y con entrenamiento musical (1); Consecuente (Y) = habilidades verbales; Variables control = nivel socioeconómico y edad (en meses).

\* $p < .05$ . \*\* $p < .01$

Respecto a la edad de inicio, la Tabla 27 muestra que las habilidades verbales han arrojado relación con el entrenamiento musical iniciado a partir de los siete años

a través de la memoria de trabajo ( $B = 5.42$ ; IC Bootstrap 95% = [1.38, 10.33]) y en el caso del entrenamiento musical iniciado antes de los siete años, el efecto indirecto se ha obtenido a través de las habilidades interpersonales ( $B = 3.16$ ; IC Bootstrap 95% = [.28, 7.32]). La inteligencia general, por su parte, ha mostrado un efecto indirecto entre las habilidades verbales y el grupo con entrenamiento musical iniciado a partir de los siete años ( $B = 7.91$ ; IC Bootstrap 95% = [.89, 20.10]) y también con el grupo con entrenamiento musical iniciado antes de los siete años ( $B = 3.16$ ; IC Bootstrap 95% = [.28, 7.32]). Todos estos efectos indirectos han resultado significativos puesto que el intervalo de confianza Bootstrap no pasa por el cero. Así mismo, en el caso de las habilidades interpersonales, los efectos directos también han resultado significativos aun manteniendo constante las habilidades interpersonales.

**Tabla 27**

*Análisis de mediación entre la edad de inicio del entrenamiento musical y las habilidades verbales*

Mediador <sup>a</sup>	Indicador	<i>ab</i>		<i>c'</i>	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
		$\beta$	IC Bootstrap	$\beta$	$\beta$	$\beta$	$\beta$
WISC-IV MT	X <sub>1</sub>	5.42	<b>[1.38, 10.33]</b>	-2.50	2.92	8.82	.61**
	X <sub>2</sub>	4.05	[-.03, 8.91]	1.95	6.00	6.58	
BarOn ITE	X <sub>1</sub>	2.36	[-.45, 6.99]	16.52*	18.89*	5.58	.42*
	X <sub>2</sub>	3.16	<b>[.28, 7.32]</b>	22.82**	25.98**	7.46**	
K-BIT CI	X <sub>1</sub>	7.91	<b>[.89, 20.10]</b>	-4.99	2.92	6.11*	1.30**
	X <sub>2</sub>	6.00	<b>[.04, 13.24]</b>	.90	6.00	3.93	

*Nota.* WISC-IV = Subtest de Memoria de trabajo; BarOn = Inventario de Inteligencia Emocional; K-BIT = Test Breve de Inteligencia de Kaufman; MT = memoria de trabajo; ITE = habilidades interpersonales; CI = cociente intelectual; *ab* = efecto indirecto; *c'* = efecto directo; *c* = efecto total; *a* = relación XM; *b* = relación MY.

<sup>a</sup> Antecedente (X) = sin entrenamiento musical (0), con entrenamiento musical iniciado a partir de los siete años (1) y con entrenamiento musical iniciado antes de los siete años (2); Indicador de la variable antecedente = X<sub>1</sub> (comparación entre grupo 1 y grupo 0) y X<sub>2</sub> (comparación entre grupo 2 y grupo 0); Consecuente (Y) = habilidades verbales; Variables control = nivel socioeconómico y edad (en meses).

\* $p < .05$ . \*\* $p < .01$

En cuanto a la intensidad del entrenamiento musical, la fluidez fonológica ( $B = 5.18$ ; IC Bootstrap 95% = [.38, 13.14]) y la inteligencia general ( $B = 7.49$ ; IC Bootstrap 95% = [1.81, 16.45]) han mostrado un efecto indirecto en la relación entre el entrenamiento musical de intensidad moderada y las habilidades verbales. La memoria de trabajo, por su parte, ha mediado entre las habilidades verbales y el grupo

con entrenamiento musical de intensidad moderada ( $B = 4.59$ ; IC Bootstrap 95% = [.47, 9.51]) y también con el grupo de intensidad elevada ( $B = 4.44$ ; IC Bootstrap 95% = [.32, 9.35]). Del mismo modo, las habilidades interpersonales también han mostrado un efecto indirecto entre las habilidades verbales y el entrenamiento musical de intensidad moderada ( $B = 3.15$ ; IC Bootstrap 95% = [.17, 7.94]) y el entrenamiento musical de intensidad elevada ( $B = 2.86$ ; IC Bootstrap 95% = [.10, 6.93]). Todos estos efectos indirectos han resultado significativos debido a que el intervalo de confianza del Bootstrap no pasa por el cero. Junto con ello, también se han encontrado efectos directos entre el entrenamiento musical (intensidad moderada e intensidad elevada) y las habilidades verbales tras mantener las habilidades interpersonales constantes (ver Tabla 28).

**Tabla 28**

*Análisis de mediación entre la intensidad del entrenamiento musical y las habilidades verbales*

Mediador <sup>a</sup>	Indicador	<i>ab</i>		<i>c'</i>	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	
		$\beta$	IC Bootstrap	$\beta$	$\beta$	$\beta$	$\beta$	
ENFEN	FF	X <sub>1</sub>	5.18	<b>[.38, 13.14]</b>	-1.28	3.91	1.59**	3.25*
		X <sub>2</sub>	1.81	[-.70, 6.66]	3.82	5.63	.56	
WISC-IV	MT	X <sub>1</sub>	4.59	<b>[.47, 9.51]</b>	-.69	3.91	7.52	.61**
		X <sub>2</sub>	4.44	<b>[.32, 9.35]</b>	1.20	5.63	7.27	
BarOn	ITE	X <sub>1</sub>	3.15	<b>[.17, 7.94]</b>	19.19**	22.33**	7.30*	.43*
		X <sub>2</sub>	2.86	<b>[.10, 6.93]</b>	22.38**	25.25**	6.64*	
K-BIT	CI	X <sub>1</sub>	7.49	<b>[1.81, 16.45]</b>	-3.59	3.91	5.80*	1.29**
		X <sub>2</sub>	5.04	[-.76, 13.82]	.59	5.63	3.90	

*Nota.* ENFEN = Evaluación Neuropsicológica de las Funciones Ejecutivas en Niños; WISC-IV = Subtest de Memoria de trabajo; BarOn = Inventario de Inteligencia Emocional; K-BIT = Test Breve de Inteligencia de Kaufman; FF = fluidez fonológica; MT = memoria de trabajo; ITE = habilidades interpersonales; CI = cociente intelectual; *ab* = efecto indirecto; *c'* = efecto directo; *c* = efecto total; *a* = relación XM; *b* = relación MY.

<sup>a</sup> Antecedente (X) = sin entrenamiento musical (0), con entrenamiento musical de intensidad moderada (1-3 h/semana) (1) y con entrenamiento musical de intensidad elevada (más de tres horas semanales) (2); Indicador de la variable antecedente = X<sub>1</sub> (comparación entre grupo 1 y grupo 0) y X<sub>2</sub> (comparación entre grupo 2 y grupo 0); Consecuente (Y) = habilidades verbales; Variables control = nivel socioeconómico y edad (en meses).

\* $p < .05$ . \*\* $p < .01$

### 13.3.2. Resultados de mediación de las variables cognitivas entre el entrenamiento musical y las habilidades matemáticas

El octavo objetivo específico de la investigación buscaba estudiar si las variables cognitivas (funciones ejecutivas, inteligencia emocional, creatividad e inteligencia general) median entre el entrenamiento musical (comparando presencia o no del entrenamiento musical, según la edad de inicio y según la intensidad del entrenamiento musical) y las habilidades matemáticas en niños de 8-12 años.

La Tabla 29 muestra que la fluidez fonológica ( $B = 3.39$ ; IC Bootstrap 95% = [.12, 10.24]), la memoria de trabajo ( $B = 6.78$ ; IC Bootstrap 95% = [1.08, 13.37]), la tarea de aritmética de la memoria de trabajo ( $B = 5.08$ ; IC Bootstrap 95% = [.13, 12.74]) y el cociente intelectual ( $B = 5.42$ ; IC Bootstrap 95% = [.95, 12.92]) son las variables cognitivas que han mediado en la relación entre el entrenamiento musical y las habilidades matemáticas, ya que han mostrado un intervalo de confianza para Bootstrap que no incluye el cero.

**Tabla 29**

*Análisis de mediación entre el entrenamiento musical y las habilidades matemáticas*

Mediador <sup>a</sup>		<i>ab</i>		<i>c'</i>	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
		$\beta$	IC Bootstrap (95%)	$\beta$	$\beta$	$\beta$	$\beta$
ENFEN	FF	3.39	<b>[.12, 10.24]</b>	1.60	4.99	.99*	3.41
WISC-IV	MT	6.78	<b>[1.08, 13.37]</b>	-1.79	4.99	7.38*	.92**
	AR	5.08	<b>[.13, 12.74]</b>	-.09	4.99	1.02*	4.98**
K-BIT	CI	5.42	<b>[.95, 12.92]</b>	-.42	4.99	4.71*	1.15**

*Nota.* ENFEN = Evaluación Neuropsicológica de las Funciones Ejecutivas en Niños; WISC-IV = Subtest de Memoria de trabajo; K-BIT = Test Breve de Inteligencia de Kaufman; FF = fluidez fonológica; MT = memoria de trabajo; AR = aritmética; CI = cociente intelectual; *ab* = efecto indirecto; *c'* = efecto directo; *c* = efecto total; *a* = relación XM; *b* = relación MY.

<sup>a</sup> Antecedente (X) = sin entrenamiento musical (0) y con entrenamiento musical (1); Consecuente (Y) = habilidades matemáticas; Variables control = nivel socioeconómico y edad (en meses).

\* $p < .05$ . \*\* $p < .01$

Respecto a la edad de inicio, la Tabla 30 muestra que la fluidez fonológica ha mediado en la relación entre el grupo con entrenamiento musical iniciado antes de los siete años y las habilidades matemáticas ( $B = 3.39$ ; IC Bootstrap 95% = [.04, 11.16]), mientras que la inteligencia general lo ha hecho con el grupo con entrenamiento musical iniciado a partir de los siete años ( $B = 6.99$ ; IC Bootstrap 95% = [.35, 19.11]).

La memoria de trabajo, por su parte, ha mostrado efecto indirecto con el grupo con entrenamiento musical iniciado a partir de los siete años ( $B = 8.08$ ; IC Bootstrap 95% = [1.91, 15.89]) y con el grupo con entrenamiento musical iniciado antes de los siete años ( $B = 6.03$ ; IC Bootstrap 95% = [.08, 13.22]). Estos efectos de mediación han resultado significativos debido a que el intervalo de confianza Bootstrap no incluye el cero.

**Tabla 30**

*Análisis de mediación entre la edad de inicio del entrenamiento musical y las habilidades matemáticas*

Mediador <sup>a</sup>	Indicador	<i>ab</i>		<i>c'</i>	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	
		$\beta$	IC Bootstrap (95%)	$\beta$	$\beta$	$\beta$	$\beta$	
ENFEN	FF	X <sub>1</sub>	3.39	[-.47, 11.47]	4.39	7.78	.99	3.41
		X <sub>2</sub>	3.39	<b>[.04, 11.16]</b>	.07	3.45	.99*	
WISC-IV	MT	X <sub>1</sub>	8.08	<b>[1.91, 15.89]</b>	-.30	7.78	8.82	.92**
		X <sub>2</sub>	6.03	<b>[.08, 13.22]</b>	-2.58	3.45	6.58	
K-BIT	CI	X <sub>1</sub>	6.99	<b>[.35, 19.11]</b>	.79	7.78	6.11*	1.14**
		X <sub>2</sub>	4.50	[-.19, 12.27]	-1.05	3.45	3.93	

*Nota.* ENFEN = Evaluación Neuropsicológica de las Funciones Ejecutivas en Niños; WISC-IV = Subtest de Memoria de trabajo; K-BIT = Test Breve de Inteligencia de Kaufman; FF = fluidez fonológica; MT = memoria de trabajo; CI = cociente intelectual; *ab* = efecto indirecto; *c'* = efecto directo; *c* = efecto total; *a* = relación XM; *b* = relación MY.

<sup>a</sup> Antecedente (X) = sin entrenamiento musical (0), con entrenamiento musical iniciado a partir de los siete años (1) y con entrenamiento musical iniciado antes de los siete años (2); Indicador de la variable antecedente = X<sub>1</sub> (comparación entre grupo 1 y grupo 0) y X<sub>2</sub> (comparación entre grupo 2 y grupo 0); Consecuente (Y) = habilidades matemáticas; Variables control = nivel socioeconómico y edad (en meses).

\* $p < .05$ . \*\* $p < .01$

En cuanto a la intensidad, la Tabla 31 recoge que en la relación entre el entrenamiento musical de intensidad moderada y las habilidades matemáticas hay un efecto indirecto a través de la fluidez fonológica en ( $B = 5.40$ ; IC Bootstrap 95% = [.33, 14.43]) y de la inteligencia general ( $B = 6.64$ ; IC Bootstrap 95% = [1.30, 15.02]). La memoria de trabajo, por su parte, ha arrojado un efecto indirecto entre las habilidades matemáticas y el entrenamiento musical de intensidad moderada ( $B = 6.91$ ; IC Bootstrap 95% = [.86, 14.42]) y el entrenamiento musical de intensidad elevada ( $B = 6.68$ ; IC Bootstrap 95% = [.69, 14.03]). Estos efectos indirectos han resultado significativos porque el intervalo de confianza Bootstrap no incluye el cero.



**Tabla 31**

*Análisis de mediación entre la intensidad del entrenamiento musical y las habilidades matemáticas*

Mediador <sup>a</sup>	Indicador	<i>ab</i>		<i>c'</i>	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	
		$\beta$	IC Bootstrap (95%)	$\beta$	$\beta$	$\beta$	$\beta$	
ENFEN	FF	X <sub>1</sub>	5.40	<b>[.33, 14.43]</b>	1.90	7.30	1.59**	3.39
		X <sub>2</sub>	1.87	[-.66, 7.78]	1.42	3.31	.56	
WISC-IV	MT	X <sub>1</sub>	6.91	<b>[.86, 14.42]</b>	.39	7.30	7.52	.92**
		X <sub>2</sub>	6.68	<b>[.69, 14.03]</b>	-3.37	3.31	7.27	
K-BIT	CI	X <sub>1</sub>	6.64	<b>[1.30, 15.02]</b>	.65	7.30	5.80*	1.44**
		X <sub>2</sub>	4.47	[-.78, 12.80]	-1.16	3.31	3.90	

*Nota.* ENFEN = Evaluación Neuropsicológica de las Funciones Ejecutivas en Niños; WISC-IV = Subtest de Memoria de trabajo; K-BIT = Test Breve de Inteligencia de Kaufman; FF = fluidez fonológica; MT = memoria de trabajo; CI = cociente intelectual; *ab* = efecto indirecto; *c'* = efecto directo; *c* = efecto total; *a* = relación XM; *b* = relación MY.

<sup>a</sup> Antecedente (X) = sin entrenamiento musical (0), con entrenamiento musical de intensidad moderada (1-3 h/semana) (1) y con entrenamiento musical de intensidad elevada (más de tres horas semanales) (2); Indicador de la variable antecedente = X<sub>1</sub> (comparación entre grupo 1 y grupo 0) y X<sub>2</sub> (comparación entre grupo 2 y grupo 0); Consecuente (Y) = habilidades matemáticas; Variables control = nivel socioeconómico y edad (en meses).

\* $p < .05$ . \*\* $p < .01$

### 13.3.3. Resultados de mediación de las variables cognitivas entre el entrenamiento musical y el rendimiento escolar

El noveno objetivo específico de la investigación buscaba analizar si las variables cognitivas (funciones ejecutivas, inteligencia emocional, creatividad e inteligencia general) median entre el entrenamiento musical (comparando presencia o no del entrenamiento musical, según la edad de inicio y según la intensidad del entrenamiento musical) y el rendimiento escolar en niños de 8-12 años.

Los resultados han mostrado que la medida conductual de la flexibilidad ( $B = .09$ ; IC Bootstrap 95% = [.01, .21]), la adaptabilidad ( $B = .08$ ; IC Bootstrap 95% = [.01, .20]) y el índice global de la inteligencia emocional ( $B = .06$ ; IC Bootstrap 95% = [.01, .16]) median en la relación entre el entrenamiento musical y el rendimiento escolar, al mostrar un intervalo de confianza para Bootstrap que no pasa por el cero. En el caso de la medida conductual de la flexibilidad, los coeficientes de los efectos de *a* y *b* son negativos (en este instrumento un mejor funcionamiento va asociado a una baja puntuación), por lo que el producto entre ambos genera un coeficiente positivo para

el efecto indirecto. Junto con ello, los efectos directos también han resultado significativos, reflejando así el efecto del entrenamiento musical sobre el rendimiento escolar tras mantener constantes las distintas variables mediadoras (ver Tabla 32).

**Tabla 32**

*Análisis de mediación entre el entrenamiento musical y el rendimiento escolar*

Mediador <sup>a</sup>		<i>ab</i>		<i>c'</i>	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
		$\beta$	IC Bootstrap (95%)	$\beta$	$\beta$	$\beta$	$\beta$
BRIEF-2 <sup>b</sup>	FLEX	.09	[.01, .21]	.56**	.64**	-4.46*	-.02**
BarOn	ADAP	.08	[.01, .20]	.57**	.65**	5.13*	.02**
	IE	.06	[.01, .16]	.58**	.65**	5.21*	.01*

*Nota.* BRIEF-2 = Evaluación Conductual de la Función Ejecutiva; BarOn = Inventario de Inteligencia Emocional; FLEX = medida conductual de la flexibilidad; ADAP = adaptabilidad; IE = inteligencia emocional; *ab* = efecto indirecto; *c'* = efecto directo; *c* = efecto total; *a* = relación XM; *b* = relación MY.

<sup>a</sup> Antecedente (X) = sin entrenamiento musical (0) y con entrenamiento musical (1); Consecuente (Y) = rendimiento escolar; Variables control = nivel socioeconómico y edad (en meses).

<sup>b</sup> En el instrumento BRIEF-2, menor puntuación implica un mejor funcionamiento ejecutivo.

\* $p < .05$ . \*\* $p < .01$

Respecto a la edad de inicio, y tal y como muestra la Tabla 33, la supervisión de sí mismo ha mostrado un efecto indirecto en la relación entre el entrenamiento musical iniciado a partir de los siete años y el rendimiento escolar ( $B = .09$ ; IC Bootstrap 95% = [.01, .22]), del mismo modo que lo ha hecho la adaptabilidad ( $B = .11$ ; IC Bootstrap 95% = [.01, .27]). La inteligencia emocional, por su parte, ha mostrado mediación en la relación entre el entrenamiento musical iniciado antes de los siete años y el rendimiento escolar ( $B = .07$ ; IC Bootstrap 95% = [.002, .18]), mientras que la medida conductual de la flexibilidad ha mediado con el entrenamiento musical iniciado a partir de los siete años ( $B = .09$ ; IC Bootstrap 95% = [.001, .22]) y con el entrenamiento musical iniciado antes de los siete años ( $B = .09$ ; IC Bootstrap 95% = [.01, .22]). Todos estos efectos indirectos han resultado significativos puesto que el intervalo de confianza Bootstrap no pasa por el cero. En el caso de la medida conductual de la flexibilidad y la supervisión de sí mismo, los coeficientes de los efectos de *a* y *b* son negativos (en este instrumento un mejor funcionamiento va asociado a una baja puntuación), por lo que el producto entre ambos genera un coeficiente positivo para el efecto indirecto. Junto con ello, los efectos directos también han resultado significativos, lo que muestra una relación entre el entrenamiento

musical y el rendimiento escolar aun manteniendo constantes las distintas variables mediadoras.

**Tabla 33**

*Análisis de mediación entre la edad de inicio del entrenamiento musical y el rendimiento escolar*

Mediador <sup>a</sup>	Indicador	<i>ab</i>		<i>c'</i>	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	
		$\beta$	IC Bootstrap (95%)	$\beta$	$\beta$	$\beta$	$\beta$	
BRIEF-2 <sup>b</sup>	SSM	X <sub>1</sub>	.09	<b>[.01, .22]</b>	.42*	.51*	-4.18	-.02**
		X <sub>2</sub>	.05	[-.03, .16]	.65**	.70**	-2.36	
	FLEX	X <sub>1</sub>	.09	<b>[.01, .22]</b>	.42*	.51*	-4.43	-.02**
		X <sub>2</sub>	.09	<b>[.01, .22]</b>	.61**	.70**	-4.47*	
BarOn	ADAP	X <sub>1</sub>	.11	<b>[.01, .27]</b>	.40*	.51*	6.80*	.02**
		X <sub>2</sub>	.07	[-.01, .19]	.63**	.70**	4.46	
	IE	X <sub>1</sub>	.05	[-.02, .15]	.46*	.51*	4.20	.01*
		X <sub>2</sub>	.07	<b>[.01, .18]</b>	.63**	.70**	5.60*	

*Nota.* BRIEF-2 = Evaluación Conductual de la Función Ejecutiva; K-BIT = Test Breve de Inteligencia de Kaufman; BarOn = Inventario de Inteligencia Emocional; SSM = supervisión de sí mismo; FLEX = medida conductual de la flexibilidad; ADAP = adaptabilidad; IE = inteligencia emocional; *ab* = efecto indirecto; *c'* = efecto directo; *c* = efecto total; *a* = relación XM; *b* = relación MY.

<sup>a</sup> Antecedente (X) = sin entrenamiento musical (0), con entrenamiento musical iniciado a partir de los siete años (1) y con entrenamiento musical iniciado antes de los siete años (2); Indicador de la variable antecedente = X<sub>1</sub> (comparación entre grupo 1 y grupo 0) y X<sub>2</sub> (comparación entre grupo 2 y grupo 0); Consecuente (Y) = rendimiento escolar; Variables control = nivel socioeconómico y edad (en meses).

<sup>b</sup> En el instrumento BRIEF-2, menor puntuación implica un mejor funcionamiento ejecutivo.

\* $p < .05$ . \*\* $p < .01$

En cuanto a la intensidad, se han encontrado efectos indirectos significativos entre el entrenamiento musical de intensidad elevada y el rendimiento escolar a través de la medida conductual de la flexibilidad ( $B = .10$ ; IC Bootstrap 95% = [.01, .23]), la medida conductual de la memoria de trabajo ( $B = .13$ ; IC Bootstrap 95% = [.001, .29]) y la adaptabilidad ( $B = .08$ ; IC Bootstrap 95% = [.001, .21]). En el caso de las medidas conductuales de la flexibilidad y de la memoria de trabajo, los coeficientes de los efectos de *a* y *b* son negativos (en este instrumento un mejor funcionamiento va asociado a una baja puntuación), por lo que el producto entre ambos genera un coeficiente positivo para el efecto indirecto. Estos efectos de mediación han resultado significativos debido a que el intervalo de confianza para Bootstrap no contiene el cero. Así mismo, también se han observado efectos directos entre el entrenamiento

musical (intensidad moderada e intensidad elevada) y el rendimiento escolar tras mantener constantes las distintas variables mediadoras (ver Tabla 34).

**Tabla 34**

*Análisis de mediación entre la intensidad del entrenamiento musical y el rendimiento escolar*

Mediador <sup>a</sup>	Indicador	<i>ab</i>		<i>c'</i>	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	
		$\beta$	IC Bootstrap (95%)	$\beta$	$\beta$	$\beta$	$\beta$	
BRIEF-2 <sup>b</sup>	FLEX	X <sub>1</sub>	.08	[-.01, .21]	.54**	.63**	-4.12	-.02**
		X <sub>2</sub>	.10	<b> [.01, .23]</b>	.57**	.66**	-4.72*	
	MTC	X <sub>1</sub>	.06	[-.09, .22]	.57**	.63**	-1.39	-.04**
		X <sub>2</sub>	.13	<b> [.01, .29]</b>	.53**	.66**	-3.28	
BarOn	ADAP	X <sub>1</sub>	.08	[-.01, .22]	.55**	.63**	5.08	.02**
		X <sub>2</sub>	.08	<b> [.01, .21]</b>	.58**	.66**	5.16*	

*Nota.* BRIEF-2 = Evaluación Conductual de la Función Ejecutiva; BarOn = Inventario de Inteligencia Emocional; FLEX = medida conductual de la flexibilidad; MTC = medida conductual de la memoria de trabajo; ADAP = adaptabilidad; *ab* = efecto indirecto; *c'* = efecto directo; *c* = efecto total; *a* = relación XM; *b* = relación MY.

<sup>a</sup> Antecedente (X) = sin entrenamiento musical (0), con entrenamiento musical de intensidad moderada (1-3 h/semana) (1) y con entrenamiento musical de intensidad elevada (más de tres horas semanales) (2); Indicador de la variable antecedente = X<sub>1</sub> (comparación entre grupo 1 y grupo 0) y X<sub>2</sub> (comparación entre grupo 2 y grupo 0); Consecuente (Y) = rendimiento escolar; Variables control = nivel socioeconómico y edad (en meses).

<sup>b</sup> En el instrumento BRIEF-2, menor puntuación implica un mejor funcionamiento ejecutivo.

\**p* < .05. \*\**p* < .01

### 13.3.4. Resultados de mediación de las variables cognitivas entre el entrenamiento musical y los hábitos y técnicas de estudio

El décimo objetivo específico de la investigación buscaba comprobar si las variables cognitivas (funciones ejecutivas, inteligencia emocional, creatividad e inteligencia general) median entre el entrenamiento musical (comparando presencia o no del entrenamiento musical, según la edad de inicio y según la intensidad del entrenamiento musical) y los hábitos y técnicas de estudio en niños de 8-12 años.

La Tabla 35 muestra que en la relación entre los hábitos y técnicas de estudio y el entrenamiento musical median las habilidades interpersonales (*B* = 1.75; IC Bootstrap 95% = [.04, .4.64]) y la adaptabilidad (*B* = 1.78; IC Bootstrap 95% = [.08, 4.45]), ya que el intervalo de confianza para Bootstrap no incluye el cero.

**Tabla 35**

*Análisis de mediación entre el entrenamiento musical y los hábitos y técnicas de estudio*

Mediador <sup>a</sup>		<i>ab</i>		<i>c'</i>	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
		$\beta$	IC Bootstrap (95%)	$\beta$	$\beta$	$\beta$	$\beta$
BarOn	ITE	1.75	<b>[.04, 4.64]</b>	6.59	8.33*	6.12*	.29*
	ADAP	1.78	<b>[.08, 4.45]</b>	6.56	8.33*	5.61*	.32**

*Nota.* BarOn = Inventario de Inteligencia Emocional; ITE = habilidades interpersonales; ADAP = adaptabilidad; *ab* = efecto indirecto; *c'* = efecto directo; *c* = efecto total; *a* = relación XM; *b* = relación MY.

<sup>a</sup> Antecedente (X) = sin entrenamiento musical (0) y con entrenamiento musical (1); Consecuente (Y) = hábitos y técnicas de estudio; Variables control = nivel socioeconómico y edad (en meses).

\* $p < .05$ . \*\* $p < .01$

En cuanto a la edad de inicio, las habilidades interpersonales ( $B = 1.95$ ; IC Bootstrap 95% = [.02, 5.16]) han mostrado un efecto indirecto en la relación entre el entrenamiento musical iniciado antes de los siete años y los hábitos y técnicas de estudio, debido a que el intervalo de confianza de Bootstrap no contiene el cero (ver Tabla 36).

**Tabla 36**

*Análisis de mediación entre la edad de inicio del entrenamiento musical y los hábitos y técnicas de estudio*

Mediador <sup>a</sup>	Indicador	<i>ab</i>		<i>c'</i>	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	
		$\beta$	IC Bootstrap (95%)	$\beta$	$\beta$	$\beta$	$\beta$	
BarOn	ITE	X <sub>1</sub>	1.26	[-.83, 4.20]	5.14	6.40	4.46	.28*
		X <sub>2</sub>	1.95	<b>[.02, 5.16]</b>	7.29	9.24*	6.89*	

*Nota.* BRIEF-2 = Evaluación Conductual de la Función Ejecutiva; K-BIT = Test Breve de Inteligencia de Kaufman; BarOn = Inventario de Inteligencia Emocional; ITE = habilidades interpersonales; *ab* = efecto indirecto; *c'* = efecto directo; *c* = efecto total; *a* = relación XM; *b* = relación MY.

<sup>a</sup> Antecedente (X) = sin entrenamiento musical (0), con entrenamiento musical iniciado a partir de los siete años (1) y con entrenamiento musical iniciado antes de los siete años (2); Indicador de la variable antecedente = X<sub>1</sub> (comparación entre grupo 1 y grupo 0) y X<sub>2</sub> (comparación entre grupo 2 y grupo 0); Consecuente (Y) = hábitos y técnicas de estudio; Variables control = nivel socioeconómico y edad (en meses).

\* $p < .05$ . \*\* $p < .01$

Respecto a la intensidad, y tal y como se muestra en la Tabla 37, se han obtenido efectos indirectos en la relación entre el entrenamiento musical de intensidad elevada y los hábitos y técnicas de estudio a través de la medida conductual del funcionamiento ejecutivo ( $B = 2.25$ ; IC Bootstrap 95% = [.11, 5.52]), la regulación

cognitiva ( $B = 2.39$ ; IC Bootstrap 95% = [.07, 5.26]), la medida conductual de la memoria de trabajo ( $B = 2.69$ ; IC Bootstrap 95% = [.15, 5.83]), las habilidades interpersonales ( $B = 1.95$ ; IC Bootstrap 95% = [.05, 4.94]) y la adaptabilidad ( $B = 2.00$ ; IC Bootstrap 95% = [.10, 4.84]), resultados todos ellos que no pasan por el cero en el intervalo de confianza de Bootstrap. Como en análisis previos, los coeficientes  $a$  y  $b$  de las variables medidas con el BRIEF-2 muestran efectos negativos como consecuencia de la puntuación baremada de esta prueba, donde una menor puntuación indica un mejor funcionamiento ejecutivo, por lo que el producto entre ambos coeficientes genera un coeficiente positivo para el efecto indirecto. Junto con ello, los análisis han mostrado efectos directos significativos entre el entrenamiento musical de intensidad elevada y los hábitos y técnicas de estudio tras mantener constantes las distintas variables mediadoras.

**Tabla 37**

*Análisis de mediación entre la intensidad del entrenamiento musical y los hábitos y técnicas de estudio*

Mediador <sup>a</sup>	Indicador	<i>ab</i>		<i>c'</i>	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	
		$\beta$	IC Bootstrap	$\beta$	$\beta$	$\beta$	$\beta$	
BRIEF-2 <sup>b</sup>	FE	X <sub>1</sub>	.94	[-1.10, 4.06]	4.57	5.51	-1.80	-.52**
		X <sub>2</sub>	2.25	<b>[.11, 5.52]</b>	8.30*	10.55**	-4.34*	
	RG	X <sub>1</sub>	.33	[-2.49, 3.38]	5.17	5.51	-.57	-.58**
		X <sub>2</sub>	2.39	<b>[.07, 5.26]</b>	8.16*	10.55**	-4.14*	
	MTC	X <sub>1</sub>	.25	[-2.87, 3.28]	5.26	5.51	-.39	-.64**
		X <sub>2</sub>	2.69	<b>[.15, 5.83]</b>	7.87*	10.55**	-4.20*	
BarOn	ITE	X <sub>1</sub>	1.37	[-.44, 4.53]	3.74	5.11	4.89	.28*
		X <sub>2</sub>	1.95	<b>[.05, 4.94]</b>	8.61*	10.56**	6.96*	
	ADAP	X <sub>1</sub>	1.37	[-.63, 4.43]	3.74	5.11	4.41	.31*
		X <sub>2</sub>	2.00	<b>[.10, 4.84]</b>	8.56*	10.56**	6.44*	

*Nota.* BRIEF-2 = Evaluación Conductual de la Función Ejecutiva; BarOn = Inventario de Inteligencia Emocional; FE = funciones ejecutivas; RG = regulación cognitiva; MTC = medida conductual de la memoria de trabajo; ITE = habilidades interpersonales; ADAP = adaptabilidad; *ab* = efecto indirecto; *c'* = efecto directo; *c* = efecto total; *a* = relación XM; *b* = relación MY.

<sup>a</sup> Antecedente (X) = sin entrenamiento musical (0), con entrenamiento musical de intensidad moderada (1-3 h/semana) (1) y con entrenamiento musical de intensidad elevada (más de tres horas semanales) (2); Indicador de la variable antecedente = X<sub>1</sub> (comparación entre grupo 1 y grupo 0) y X<sub>2</sub> (comparación entre grupo 2 y grupo 0); Consecuente (Y) = hábitos y técnicas de estudio; Variables control = nivel socioeconómico y edad (en meses).

<sup>b</sup> En el instrumento BRIEF-2, menor puntuación implica un mejor funcionamiento ejecutivo.

\* $p < .05$ . \*\* $p < .01$

### **13.4. Discusión**

El estudio tenía como objetivo general analizar el efecto de mediación de las variables cognitivas (funciones ejecutivas, inteligencia emocional, creatividad e inteligencia general) entre el entrenamiento musical instrumental (comparando presencia o no del entrenamiento musical, según la edad de inicio y según la intensidad del entrenamiento musical) y las habilidades académicas (habilidades verbales, habilidades matemáticas, rendimiento escolar y hábitos y técnicas de estudio) en niños de 8-12 años. Tal y como se ha comentado previamente, el análisis de los efectos que median en la relación entre el entrenamiento musical y las distintas habilidades académicas es un tema muy poco abordado (D'Souza y Wiseheart, 2018; Degé et al., 2011), por lo que esta compleja relación todavía comprende muchas incertidumbres (Schellenberg, 2011a). Así pues, el presente estudio podría contribuir en este ámbito de estudio aportando resultados respecto los efectos indirectos que podrían estar implicados en la relación entre el entrenamiento musical y las distintas habilidades académicas.

#### **13.4.1. Efecto mediador de las variables cognitivas entre el entrenamiento musical y las habilidades verbales**

Respecto a las habilidades verbales, los resultados han mostrado que la fluidez fonológica, la memoria de trabajo, la tarea de aritmética de la memoria de trabajo, las habilidades interpersonales y la inteligencia general ejercen un efecto indirecto en la relación entre el entrenamiento musical y las habilidades verbales, lo que indica que los niños que reciben entrenamiento musical obtienen mejores puntuaciones en la fluidez fonológica, la memoria de trabajo, las habilidades interpersonales y la inteligencia general y que cada una de ellas conlleva, a su vez, una mejora en las habilidades verbales. Al analizar los efectos indirectos sobre las habilidades verbales en función de la edad de inicio del entrenamiento musical, los datos han mostrado que la memoria de trabajo media en la relación con el grupo con entrenamiento musical iniciado a partir de los siete años, mientras que las habilidades interpersonales lo han hecho con el grupo de entrenamiento musical iniciado antes de los siete años. La inteligencia general, por su parte, ha arrojado un efecto indirecto en la relación entre las habilidades verbales y los dos grupos con entrenamiento musical (iniciado a partir

de los siete años e iniciado antes de los siete años). Estos resultados nos llevan a plantear que los niños que inician el entrenamiento musical antes de los siete años obtienen mejoras en las habilidades interpersonales (inteligencia emocional) y en la inteligencia general, lo que favorece que obtengan mejores resultados en las habilidades verbales con respecto a los niños que no tienen entrenamiento musical. En cambio, los niños que inician el entrenamiento musical a partir de los siete años obtienen mejores puntuaciones en la memoria de trabajo y en la inteligencia general, promoviendo así mejores habilidades verbales con respecto a los niños que no tienen entrenamiento musical. En cuanto a la intensidad del entrenamiento musical, la fluidez fonológica y la inteligencia general han mediado en la relación entre el entrenamiento musical de intensidad moderada y las habilidades verbales. La memoria de trabajo y las habilidades interpersonales, en cambio, han mostrado un efecto indirecto en la relación entre los dos grupos con entrenamiento musical (intensidad moderada e intensidad elevada) y las habilidades verbales. Esto indicaría que los niños que realizan un entrenamiento musical con una intensidad moderada (entre 1-3 horas semanales) tienen mejores puntuaciones en la fluidez fonológica, la inteligencia general, la memoria de trabajo y en las habilidades interpersonales que los que no realizan entrenamiento musical, lo favorece que tengan un mejor desarrollo de las habilidades verbales. En cambio, los niños que realizan un entrenamiento musical con intensidad elevada (más de tres horas semanales) obtienen mejores puntuaciones en la memoria de trabajo y en las habilidades interpersonales, promoviendo así mejoras en las habilidades verbales en comparación con los niños sin entrenamiento musical.

Estos resultados están en la línea de aquellos estudios que han identificado que el entrenamiento musical potencia el desarrollo de la fluidez fonológica (Fauvel et al., 2014b; Zuk et al., 2014b), la memoria de trabajo (Moreno y Besson, 2006; Price-Mohr y Price, 2021), las habilidades sociales (Carvajal et al., 2015) y la inteligencia general (Jaschke et al., 2018b; Schellenberg, 2011a), aspectos que, a su vez, desempeñan un importante papel en el desarrollo de las habilidades verbales (Gooch et al., 2016; Whiteside et al., 2016). En concordancia con los resultados, Fauvel et al. (2014b) observaron que el entrenamiento musical se relaciona con un mejor desarrollo verbal y lingüístico de los niños, relación que, según apuntan algunos autores, podría estar mediada por la mejora de capacidades cognitivas generales como la memoria de trabajo o la inteligencia (Swaminathan et al., 2018). En una línea similar, un estudio



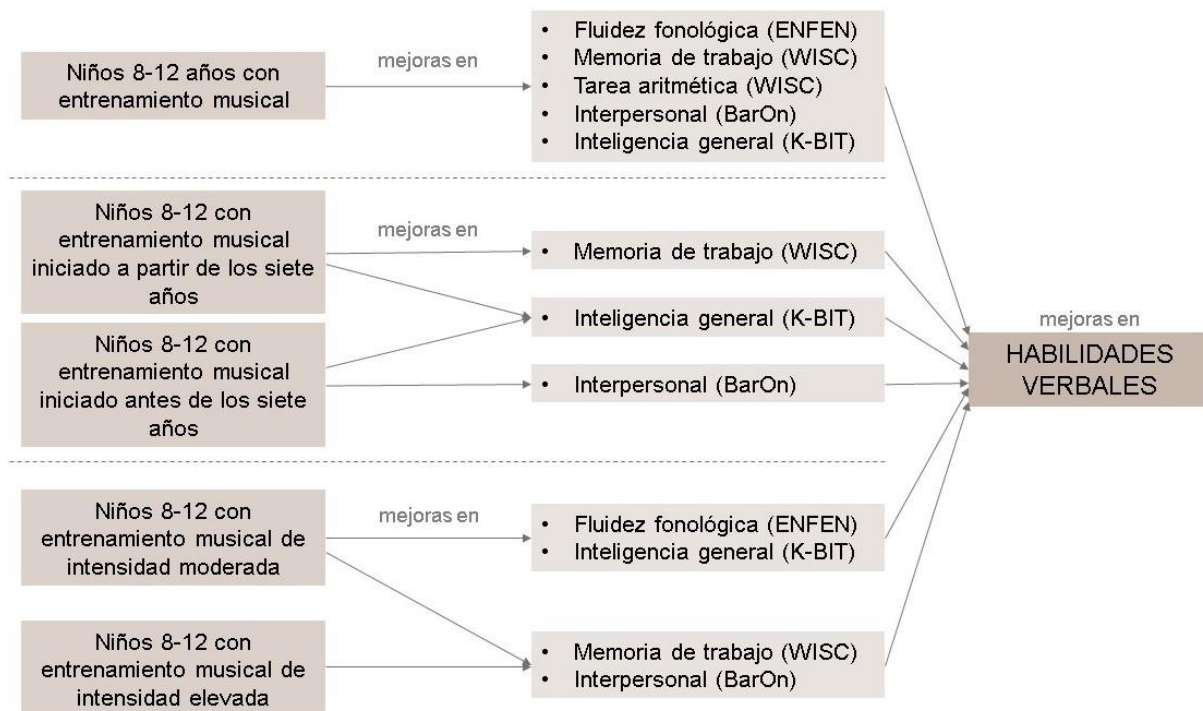
demostró que el entrenamiento musical instrumental mejoraba la memoria de trabajo, potenciando también el rendimiento en las habilidades verbales en niños de siete años (Price-Mohr y Price, 2021). Dentro de la memoria de trabajo, el entrenamiento musical parece tener una mayor incidencia sobre procesos que involucran el ejecutivo central, implicado en la retención, gestión y manipulación de la información aportada (Corral et al., 2005; Nie et al., 2022). En este sentido, la tarea de aritmética también ha mostrado un efecto indirecto significativo, habilidad que, además, presenta redes cerebrales parcialmente solapadas con el lenguaje (Baldo y Dronkers, 2007). Esto podría fundamentar los resultados observados en el presente estudio, ya que el entrenamiento musical parece potenciar dichos procesos de la memoria de trabajo para, en consecuencia, promover un mejor desarrollo de las habilidades verbales. Algunos autores destacan las funciones ejecutivas como los mediadores más relevantes en la relación entre el entrenamiento musical y el desarrollo de habilidades verbales (Hannon y Trainor, 2007; Schellenberg y Peretz, 2008; Swaminathan y Gopinath, 2013). Junto con ello, estos últimos autores proponen que la memoria de trabajo es un dominio ejecutivo esencial para impulsar la asociación entre el entrenamiento musical y las habilidades verbales. En este sentido, en el presente estudio, los dominios ejecutivos que han mostrado un efecto indirecto sobre las habilidades verbales han sido la memoria de trabajo y la fluidez fonológica. Además, estos dos procesos ejecutivos se han medido mediante pruebas de rendimiento realizadas de manera audioverbal y, en este sentido, parece que el entrenamiento musical, al mejorar el sistema auditivo y el desarrollo del lenguaje (Sachs et al., 2017), promueve mejoras en el rendimiento de tareas ejecutivas audioverbales (Hansen et al., 2012; Strait et al., 2014). Estas relaciones mediadas estarían indicando que el entrenamiento musical se relaciona con mejores resultados en la fluidez fonológica, la memoria de trabajo (destacando en habilidades que involucran el ejecutivo central como la aritmética), las habilidades interpersonales y la inteligencia general, que, a su vez, repercuten en un mejor desarrollo de las habilidades verbales. Por tanto, los resultados sugieren que los beneficios del entrenamiento musical sobre las habilidades verbales estarían mediados por la mejora de dichas habilidades cognitivas.

En cuanto a la edad de inicio, los resultados sugieren que, en el caso de los niños con inicio del entrenamiento musical a partir de los siete años, las mejoras en

las habilidades verbales se producirían a través del refuerzo de la memoria de trabajo, mientras que, en el caso de los niños con inicio del entrenamiento musical antes de los siete años, los beneficios verbales estarían mediados por el desarrollo de las habilidades interpersonales. En cambio, el entrenamiento musical iniciado tanto a partir de los siete como antes de los siete años potenciaría el desarrollo de la inteligencia general, lo que influiría en el desarrollo de las habilidades verbales. Respecto a la intensidad, los niños con un entrenamiento musical de intensidad moderada verían sus habilidades verbales potenciadas gracias al efecto mediacional de la mejora en la fluidez fonológica y en la inteligencia general. En cambio, tanto el entrenamiento musical de intensidad moderada como de intensidad elevada potenciaría las habilidades verbales a través de la mejora de la memoria de trabajo y de las habilidades interpersonales. Junto con todo ello, algunos análisis han mostrado efectos directos significativos, indicando que en la relación entre el entrenamiento musical y las habilidades verbales también mediarían otras variables que no se han contemplado en este estudio y que, por tanto, no se han incluido en el modelo de mediación. A pesar de todo ello, la falta de estudios en este ámbito dificulta el contraste de los resultados y el poder encaminarse hacia conclusiones concluyentes. La Figura 36 recoge los principales resultados respecto a las variables que median en la relación entre el entrenamiento musical y las habilidades verbales.

**Figura 36**

*Variables mediadoras entre el entrenamiento musical y las habilidades verbales*



### **13.4.2. Efecto mediador de las variables cognitivas entre el entrenamiento musical y las habilidades matemáticas**

En cuanto a la relación entre el entrenamiento musical y las habilidades matemáticas, se han encontrado efectos indirectos a través de la fluidez fonológica, la memoria de trabajo, la tarea de aritmética de la memoria de trabajo y la inteligencia general. Atendiendo a la edad de inicio, los resultados sugieren que los niños con inicio del entrenamiento musical a partir de los siete años obtendrían beneficios en las habilidades matemáticas a través de la mejora la inteligencia general, mientras que los niños con entrenamiento musical iniciado antes de los siete años mejorarían sus habilidades matemáticas mediante el efecto indirecto de la fluidez fonológica. En cambio, los dos grupos con entrenamiento musical (iniciado a partir y antes de los siete años) se relacionarían con mejores resultados en las habilidades matemáticas a través de efecto indirecto de la memoria de trabajo. En el caso de la intensidad, los beneficios en las habilidades verbales se darían a través del efecto indirecto de la fluidez fonológica y la inteligencia general para aquellos niños con un entrenamiento

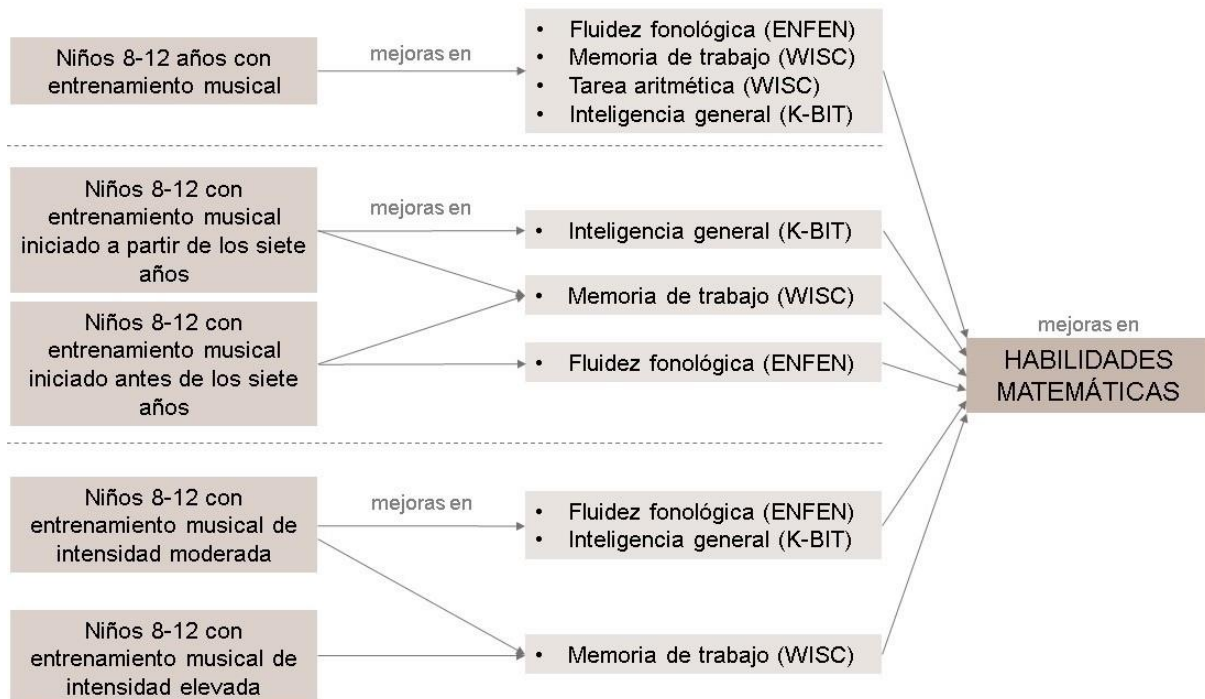
musical de intensidad moderada, mientras que la memoria de trabajo mediaría con un entrenamiento musical tanto de intensidad moderada como de intensidad elevada.

Estos resultados sugieren que las mejoras que el entrenamiento musical promueve sobre las habilidades matemáticas estarían mediadas por el refuerzo de la fluidez fonológica, la memoria de trabajo y la inteligencia general, procesos que parecen desempeñar un importante papel en el desarrollo de las habilidades matemáticas (Metcalf et al., 2013; Szucs et al., 2014). En el caso de la memoria de trabajo, la tarea de aritmética también ha mostrado efecto indirecto, lo que podría indicar que los beneficios del entrenamiento musical sobre habilidades asociadas al ejecutivo central (Corral et al., 2005; Nie et al., 2022) incidirían de manera positiva sobre el desarrollo de las habilidades matemáticas. Según algunos autores, la relación entre las habilidades matemáticas y el entrenamiento musical podría estar mediada por las funciones ejecutivas (Dos Santos-Luiz, 2007; Zuk et al., 2014) y otros señalan que las funciones ejecutivas actúan como predictoras del aprendizaje matemático aun controlando el cociente intelectual (Bull et al., 2011). Un estudio de Holochwost et al. (2017), por su parte, demostró que el entrenamiento musical instrumental mejoraba las funciones ejecutivas, beneficiando, además, el rendimiento matemático de niños de 6-12 años. En el presente estudio, el efecto de mediación se ha observado a través de los dominios ejecutivos de la fluidez fonológica y de la memoria de trabajo (destacando en habilidades que involucran el ejecutivo central como la aritmética), siendo tareas ejecutivas de rendimiento y de componente verbal. Esto podría estar indicando que el entrenamiento musical potenciaría el desarrollo de las habilidades ejecutivas audioverbales, que, a su vez, repercutirían de manera positiva sobre el desarrollo de las habilidades matemáticas de los niños. De hecho, y teniendo en cuenta que en la etapa de Primaria la mayoría de los aprendizajes se realizan de manera verbal (Alcántara-Traper, 2011), las mejoras en los procesos verbales podrían repercutir de manera positiva sobre el desarrollo de las habilidades matemáticas.

Pese a todo ello, la carencia de estudios de mediación respecto a la relación entre el entrenamiento musical y las habilidades matemáticas dificulta el contraste de resultados y el establecimiento de conclusiones consistentes al respecto. La Figura 37 recoge los principales resultados respecto a las variables que median en la relación entre el entrenamiento musical y las habilidades matemáticas.

**Figura 37**

*Variables mediadoras entre el entrenamiento musical y las habilidades matemáticas*



### 13.4.3. Efecto mediador de las variables cognitivas entre el entrenamiento musical y el rendimiento escolar

En la relación entre el entrenamiento musical y el rendimiento escolar, se ha observado efecto indirecto a través de la medida conductual de la flexibilidad, la adaptabilidad y la inteligencia emocional. Atendiendo a la edad de inicio, los niños con inicio del entrenamiento musical a partir de los siete años obtendrían beneficios en el rendimiento escolar a través de la mejora de la habilidad de supervisión de sí mismo y de la adaptabilidad, mientras que el inicio antes de los siete años potenciaría el rendimiento escolar a través de la mejora de la inteligencia emocional en general. En cambio, las mejoras en la medida conductual de la flexibilidad favorecerían el rendimiento escolar tanto en el caso de los niños con entrenamiento musical iniciado a partir de los siete años como en el caso de los niños con entrenamiento musical iniciado antes de los siete años. Respecto a la intensidad, los beneficios sobre el rendimiento escolar estarían sujetos a una intensidad elevada del entrenamiento musical, donde la relación estaría mediada por la mejora de las medidas conductuales de la flexibilidad y de la memoria de trabajo, así como de la adaptabilidad.

El entrenamiento musical parece potenciar los procesos de regulación emocional al favorecer una mayor conciencia respecto las propias estrategias de gestión emocional (Chin y Rickard, 2014). Estas habilidades de gestión y regulación emocional, a su vez, promueven el rendimiento escolar de los niños (Ferrando et al., 2011; Mayer et al., 2008; Valenzuela-Santoyo y Portillo-Peñuelas, 2018), ya que permiten tener una mayor capacidad de autodirección y autogestión para adaptarse a las situaciones de elevada incertidumbre que involucran los logros académicos (Rode et al., 2007). Esto se relaciona con los resultados del presente estudio, ya que en la relación entre el entrenamiento musical y el rendimiento escolar ha destacado la mediación de habilidades vinculadas a la autorregulación emocional y a la conciencia y gestión de las propias estrategias y conducta. De hecho, los resultados han mostrado un efecto indirecto a través de la flexibilidad (medida conductual de las funciones ejecutivas integrada en el índice de la regulación emocional) y de la adaptabilidad (factor de la inteligencia emocional) en todas las condiciones del entrenamiento musical (con presencia o no del mismo, en función de la edad de inicio y según la intensidad). Dado que la adaptabilidad permite afrontar los cambios de forma más eficaz (Brock y Curby, 2016; Grant et al., 2009; Martin y Holbrook, 1985), se ha propuesto como una de las dimensiones más importantes para el rendimiento escolar a lo largo de las distintas etapas educativas (Saklofske et al., 2012). Esta dimensión, al implicar la capacidad de ajustar las emociones y comportamientos a situaciones cambiantes del entorno social, favorece que los niños muestren un comportamiento prosocial e interacciones más frecuentes y receptivas con el entorno escolar (Herrera et al., 2020; Oren y Jones, 2009; Sanson et al., 2004). Así pues, la adaptabilidad implica procesos de resolución efectiva de problemas, evaluación concordante entre experiencia y realidad y procesos de flexibilidad (ajustando emociones, pensamientos o conductas), por lo que se relaciona con las funciones ejecutivas (Bar-On y Parker, 2018; García-Fernández y Giménez-Mas, 2010). Esto podría explicar que los resultados de mediación respecto al rendimiento escolar hayan mostrado un efecto indirecto mediante la adaptabilidad (medida de la inteligencia emocional) y la medida conductual de la flexibilidad de manera concomitante. En la línea de estos resultados, Hallam y Rogers (2016) plantearon la hipótesis de que entre el entrenamiento musical y el rendimiento escolar mediasen las habilidades de autorregulación. Por otro lado, el estudio también ha mostrado un efecto indirecto de la medida conductual de la memoria de trabajo respecto al rendimiento escolar, pero

solo lo ha hecho con el grupo de intensidad elevada. En este sentido, y como ha podido observarse, en el rendimiento escolar ha mediado la medida conductual de la memoria de trabajo (BRIEF-2), mientras que en las habilidades previas (verbales y matemáticas) lo ha hecho la medida de rendimiento de la memoria de trabajo (WISC-IV).

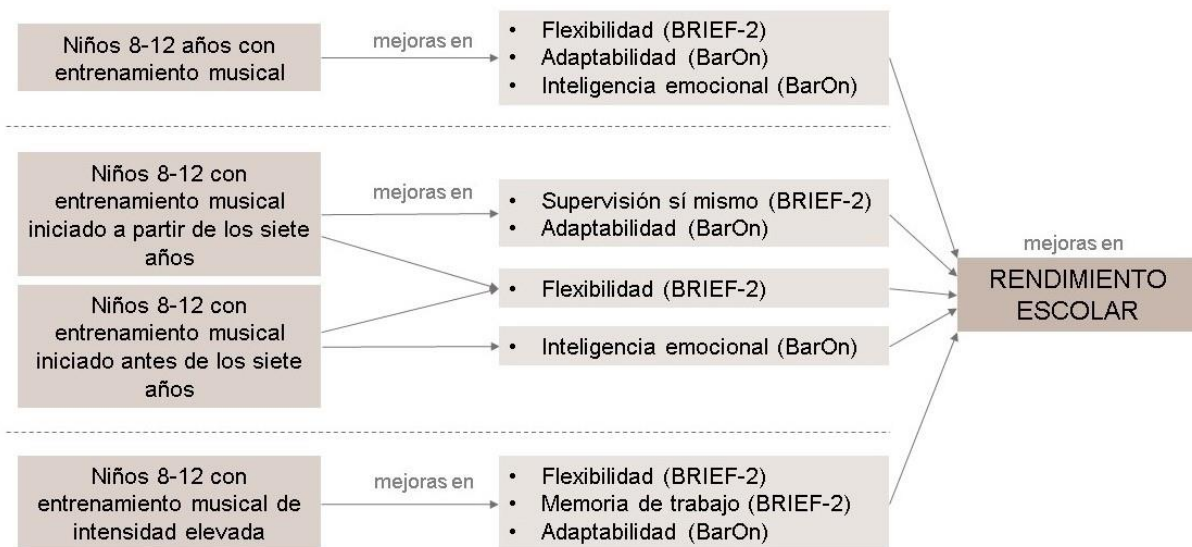
Algunos autores han propuesto la hipótesis de que entre el entrenamiento musical y el rendimiento escolar median las funciones ejecutivas (Hallam y Rogers, 2016; Swaminathan y Gopinath, 2013; Zuk et al., 2014) y, a diferencia del presente estudio, Jaschke et al. (2018b) mostraron resultados acordes con dicha hipótesis al observar mediación a través de las medidas de rendimiento de la planificación y la inhibición. Sin embargo, dicho estudio presentaba un enfoque experimental con implementación de una intervención instrumental durante dos años y medio y con niños de 6.4 años de media. Para medir la planificación emplearon la tarea de la torre de Hanoi (empleada también en el presente estudio y que no ha mostrado efecto de mediación) y una tarea tipo go/no go para medir la inhibición (tarea diferente a la utilizada en el presente estudio para medir el rendimiento en inhibición). Además, en dicho estudio, el rendimiento escolar fue medido con pruebas del sistema educativo nacional de Holanda. Estas diferencias metodológicas respecto a la edad de la muestra y al tipo de estudio y de instrumentos podrían explicar las diferencias con los resultados del presente estudio, ya que los dominios ejecutivos que han mostrado efecto de mediación representan medidas conductuales y no medidas del rendimiento ejecutivo. Así pues, todo ello sugiere que los beneficios del entrenamiento musical sobre el rendimiento escolar estarían mediados por las mejoras en la medida conductual de la flexibilidad, la adaptabilidad y en la inteligencia emocional.

Todas estas relaciones ayudan a comprender por qué los niños con entrenamiento musical parecen mostrar mejores resultados en el rendimiento escolar (Hille y Schupp, 2015), reflejando cómo el entrenamiento musical instrumental contribuye a un mejor desarrollo académico a través de algunas de las variables cognitivas analizadas en este estudio. Sin embargo, se trata de una compleja relación debido, principalmente, a que el rendimiento escolar es un fenómeno multifactorial (Alves et al., 2017). En este sentido, también se han obtenido efectos directos significativos, sugiriendo que en la relación entre el entrenamiento musical y el rendimiento escolar median otras variables que no se han contemplado en el presente

estudio y que, por ende, no se han incluido en los modelos de mediación. A pesar de ello, faltan más estudios que ayuden a construir conclusiones coherentes respecto a las habilidades cognitivas que median en la relación entre el entrenamiento musical y el rendimiento escolar. La Figura 38 muestra los principales resultados respecto a las variables que median en la relación entre el entrenamiento musical y el rendimiento escolar.

**Figura 38**

*Variables mediadoras entre el entrenamiento musical y el rendimiento escolar*



#### **13.4.4. Efecto mediador de las variables cognitivas entre el entrenamiento musical y los hábitos y técnicas de estudio**

Las habilidades interpersonales y la adaptabilidad han mostrado un efecto indirecto entre el entrenamiento musical y los hábitos y técnicas de estudio. Atendiendo a la edad de inicio, las habilidades interpersonales han mediado en la relación entre el entrenamiento musical iniciado antes de los siete años y los hábitos y técnicas de estudio. Respecto a la intensidad, la medida conductual de las funciones ejecutivas, la regulación cognitiva, la medida conductual de la memoria de trabajo, las habilidades interpersonales y la adaptabilidad han mostrado un efecto indirecto en la relación entre el entrenamiento musical de intensidad elevada y los hábitos y técnicas de estudio.



El entrenamiento musical requiere de un elevado y prolongado esfuerzo combinado con habilidades de planificación y organización para poder conseguir los objetivos propuestos (McPherson et al., 2019), lo que favorece el desarrollo de la autoconciencia orientada al logro de un proceso productivo (Bagci y Can, 2016) y el aumento de motivación e implicación en los procesos de estudio (Dos Santos-Luiz et al., 2016; McPherson et al., 2019). Ante una mayor intensidad de actividades extraescolares como el entrenamiento musical, la necesidad de una mejor planificación, de priorización, de provecho del tiempo y de organización multitarea es aún mayor (Oladejo y Oladejo, 2017). Adquirir unos adecuados hábitos de estudio requiere de una equilibrada gestión y adaptación de la conducta para alcanzar las exigencias escolares (Stelzer y Cervigni, 2011), así como de un buen funcionamiento ejecutivo (Gutiérrez-García, 2020) y adecuadas relaciones sociales escolares que apoyen los procesos de aprendizaje y estudio (MacCann et al., 2019). Los resultados del presente estudio estarían apuntando en esta línea, ya que los beneficios en los hábitos y técnicas de estudio han mostrado estar mediados por la mejora que el entrenamiento musical promueve en aspectos asociados a la gestión emocional, habilidades sociales y a la conducta ejecutiva. En este sentido, Portowitz et al. (2014) señalaron que el entrenamiento musical mejora la memoria de trabajo, la flexibilidad y la autorregulación de niños de 9-10 años, lo que favorece el desarrollo de las habilidades de estudio.

Junto con todo ello, algunos análisis han mostrado efectos directos significativos, sugiriendo que en la relación entre el entrenamiento musical y los hábitos y técnicas de estudio también mediarían otras variables que no se han contemplado en este estudio y que, por ende, no se han incluido en los modelos de mediación. A pesar de todo ello, la ausencia de estudios que hayan abordado los efectos de mediación en la relación entre el entrenamiento musical y los hábitos y técnicas de estudio complica la posibilidad de comparar los resultados de este estudio. Por tanto, es necesario continuar investigando para aportar más evidencias que favorezcan tender hacia conclusiones consistentes. La Figura 39 muestra los principales resultados respecto a las variables que median en la relación entre el entrenamiento musical y los hábitos y técnicas de estudio.

**Figura 39**

*Variables mediadoras entre el entrenamiento musical y los hábitos y técnicas de estudio*



Como ha podido observarse a lo largo de todos los análisis, la creatividad no ha arrojado ningún efecto indirecto con ninguna de las habilidades académicas. A diferencia del presente estudio, los estudios que han mostrado relación entre el entrenamiento musical y la creatividad se han realizado con músicos adultos (Abraham et al., 2021; Gibson et al., 2009) o con músicos que cuentan con una amplia formación en la improvisación musical (Kleinmuntz et al., 2014). Así pues, estos resultados diferenciales respecto al presente estudio podrían estar sugiriendo que los beneficios sobre la creatividad se podrían manifestar en edades más avanzadas y a través de un entrenamiento musical que incluya la improvisación. Estas diferencias respecto a lo señalado por estudios previos (la evaluación de niños en lugar de adultos y la falta de la improvisación en el entrenamiento musical) podrían explicar que la creatividad no haya mostrado un efecto de mediación significativo en ninguno de los análisis. Junto con ello, y puesto que no se ha encontrado ningún estudio similar que haya analizado la mediación de la creatividad en la relación entre el entrenamiento musical y las habilidades académicas, este sería el primero en aportar evidencias en este ámbito, lo que dificulta el contraste de resultados.

Junto con ello, cabe señalar que algunos de los análisis que no han arrojado un efecto de mediación significativo (recogidos en el Anexo 3) han mostrado un efecto directo significativo, indicando que en la relación entre el entrenamiento musical y las habilidades académicas (habilidades académicas nucleares, rendimiento escolar y

hábitos y técnicas de estudio) estarían mediando otras variables que no se han recogido en el presente estudio. Estos datos ponen de relieve la necesidad de continuar investigando para elucidar las variables implicadas en dichas relaciones.

### **13.5. Conclusiones**

Todos los resultados de mediación sugieren que:

- Entre el entrenamiento musical y las habilidades académicas nucleares (verbales y matemáticas) destaca el efecto de mediación de las habilidades cognitivas evaluadas mediante pruebas de rendimiento (las funciones ejecutivas con el ENFEN y el WISC-IV y la inteligencia general con el K-BIT), aunque, en el caso de las habilidades verbales, también están presentes las habilidades interpersonales evaluadas mediante cuestionario (BarOn).
- Entre el entrenamiento musical y el rendimiento escolar y los hábitos y técnicas de estudio destaca la mediación de las habilidades cognitivas evaluadas mediante instrumentos con mayor validez ecológica como los cuestionarios (la medida conductual de las funciones ejecutivas con el BRIEF-2 y la medida de la inteligencia emocional con el BarOn). Esto refleja la complejidad de estos dos fenómenos educativos (rendimiento escolar y hábitos y técnicas de estudio), en los que intervienen múltiples factores que van más allá de las capacidades de rendimiento específicas del niño y que, por tanto, requieren de un enfoque más integral que contemple distintos aspectos personales y ambientales que rodean al estudiante.
- Los beneficios del entrenamiento musical sobre las habilidades verbales estarían mediados por la mejora de habilidades cognitivas evaluadas con pruebas de rendimiento (fluidez fonológica, memoria de trabajo, tarea de aritmética de la memoria de trabajo e inteligencia general) y por la mejora de las habilidades interpersonales (evaluadas con cuestionario de autoinforme). La relevancia de la edad de inicio ha mostrado variabilidad en función de cada variable cognitiva sin presentar un patrón determinado, mientras que una intensidad moderada sería más beneficiosa para que el entrenamiento musical potencie diversas habilidades cognitivas (fluidez fonológica, memoria de

trabajo, inteligencia general y habilidades interpersonales) que, a su vez, incidan de manera positiva sobre el desarrollo de habilidades verbales.

- Las habilidades matemáticas se verían potenciadas a través de la mejora que el entrenamiento musical induce sobre habilidades cognitivas evaluadas mediante pruebas de rendimiento (fluidez fonológica, memoria de trabajo, tarea de aritmética de la memoria de trabajo e inteligencia general). No se ha encontrado un patrón claro respecto a la edad de inicio, ya que ha mostrado variabilidad en función de cada habilidad cognitiva. En cambio, una intensidad moderada del entrenamiento musical resultaría un factor relevante para promover efectos indirectos sobre las habilidades matemáticas a través de la mejora de diversas habilidades cognitivas (fluidez fonológica, memoria de trabajo e inteligencia general).
- Entre el rendimiento escolar y el entrenamiento musical mediarían habilidades cognitivas evaluadas con instrumentos de mayor validez ecológica (cuestionarios), tales como la medida conductual de la flexibilidad y la inteligencia emocional (índice global y adaptabilidad). Iniciando el entrenamiento musical a partir de los siete años, se produciría un efecto de mediación sobre el rendimiento escolar a través la mejora de medidas conductuales del funcionamiento ejecutivo (supervisión de sí mismo y flexibilidad) y de la adaptabilidad, mientras que, iniciándolo antes de los siete años, la mediación se daría a través del índice global de la inteligencia emocional y de la medida conductual de la flexibilidad. Una intensidad elevada del entrenamiento musical resultaría relevante para inducir efectos indirectos sobre el rendimiento escolar a través de la mejora de medidas conductuales del funcionamiento ejecutivo (flexibilidad y memoria de trabajo) y la adaptabilidad.
- Las habilidades interpersonales y la adaptabilidad mediarían en la relación entre los hábitos y técnicas de estudio y el entrenamiento musical, donde el inicio antes de los siete años sería clave para potenciar los hábitos y técnicas de estudios a través del efecto indirecto de las habilidades interpersonales. Así mismo, una intensidad elevada resultaría un factor clave para potenciar el desarrollo de los hábitos y técnicas de estudio a través de la mediación de la medida conductual del funcionamiento ejecutivo (índice global, regulación

cognitiva y memoria de trabajo) y de las habilidades interpersonales y la adaptabilidad.

- A pesar de todo ello, los efectos directos significativos observados a lo largo de los distintos análisis, principalmente, en el caso del rendimiento escolar, reflejan que en la compleja relación entre el entrenamiento musical y las habilidades académicas también estarían implicadas otras habilidades no contempladas en el presente estudio y que mediarían en dicha relación.
- En cuanto a la creatividad, y al igual que en los dos estudios previos (Capítulo 11 y 12), no ha mostrado efectos indirectos significativos con ninguna de las habilidades académicas, por lo que no parece resultar una variable relevante en la relación entre el entrenamiento musical y las habilidades académicas.

Todo esto puede ayudar a comprender las variables que subyacen a la relación entre el entrenamiento musical y el desarrollo académico, tendiendo así hacia una posible explicación respecto a los beneficios académicos de los niños con entrenamiento musical observados por estudios previos. Sin embargo, hacen falta más trabajos que aborden este ámbito de estudio para poder elucidar los factores más determinantes en los beneficios atribuidos al entrenamiento musical (para cada habilidad cognitiva, para cada habilidad académica y para la interacción entre las mismas). Todo ello podría contribuir a que el entrenamiento musical se constituya como un adecuado recurso para potenciar el desarrollo académico y el rendimiento escolar de todos los estudiantes a través de una perspectiva neuroeducativa basada en la evidencia científica.



# **PARTE IV. DISCUSIÓN GENERAL**





## CAPÍTULO 14. Discusión general

La presente investigación tenía como objetivo general estudiar las diferencias en las distintas habilidades cognitivas (funciones ejecutivas, inteligencia emocional, creatividad e inteligencia general) y académicas (habilidades verbales, habilidades matemáticas, rendimiento escolar y hábitos y técnicas de estudio) en niños de 8-12 años en función del entrenamiento musical instrumental comparando la presencia o no del entrenamiento musical, según la edad de inicio y según la intensidad del entrenamiento musical y, además, comprobar el efecto mediacional de las habilidades cognitivas entre el entrenamiento musical instrumental y las habilidades académicas.

Atendiendo a la literatura, la mayoría de las evidencias basadas en contextos naturales (no experimentales) se han obtenido con músicos adultos, por lo que hay una mayor inconsistencia respecto a si el entrenamiento musical también promueve beneficios en el neurodesarrollo de los niños (D'Souza y Wiseheart, 2018; Román-Caballero et al., 2022; Swaminathan y Schellenberg, 2019). Junto con ello, diversos estudios han demostrado que iniciar el entrenamiento musical antes de los siete años potencia las modulaciones anatómicas y funcionales (Bailey y Penhune, 2013; Chen et al., 2022; Penhune, 2021; Vaquero et al., 2016) y otros estudios destacan la intensidad del entrenamiento musical como un factor relevante (Bergman et al., 2014; Burunat et al., 2015; Guhn et al., 2020; James et al., 2020). Sin embargo, la mayoría de estos estudios también se han realizado con músicos adultos (Ireland et al., 2019; Paraskevopoulos et al., 2017; Penhune, 2021), por lo que aún está por determinar si iniciar el entrenamiento musical en dicho periodo sensible y si la intensidad del mismo también desempeña un importante papel en el desarrollo de distintas habilidades desde la infancia (Gerry et al., 2012; Ireland et al., 2019; James et al., 2017; Leung y Cheung, 2020; Penhune, 2021; Schlaug et al., 2005; Vaquero et al., 2016). Además, la mayoría de los estudios previos cuentan con muestras internacionales (no españolas), por lo que la falta de trabajos similares realizados con población española infantil (Porflitt, 2021) pone de relieve la importancia de llevar a cabo investigaciones como la presente. Por ello, este estudio se ha llevado a cabo con el objetivo de intentar aportar conocimiento dentro de este ámbito de estudio y contribuir a elucidar las distintas incertidumbres imperantes.

### **14.1. Diferencias cognitivas y académicas entre niños sin entrenamiento musical y con entrenamiento musical**

Coincidiendo con diversos autores, el presente estudio ha mostrado que los niños de 8-12 años con entrenamiento musical, en comparación con los niños sin entrenamiento musical, presentan mejores resultados en el funcionamiento ejecutivo (fluidez fonológica, fluidez semántica, memoria de trabajo y medidas conductuales del funcionamiento ejecutivo global, flexibilidad y regulación emocional) (Campos et al., 2021; Chen et al., 2022; Sachs et al., 2017; Zuk et al., 2014), la inteligencia emocional (índice global, habilidades interpersonales y adaptabilidad) (Carvajal et al., 2015; Rabinowitch et al., 2013) y la inteligencia general (Jaschke et al., 2018b; Loui et al., 2019; Schellenberg, 2011a). El entrenamiento musical instrumental es una intensiva actividad cerebral que involucra el sistema de sincronización audiomotriz (Bailey et al., 2014), la constante integración y manipulación dinámica de información multimodal (Altenmüller y Furuya, 2017), la continua interacción y coordinación grupal (Rabinowitch et al., 2013) y un conjunto de habilidades (visoespaciales, velocidad de procesamiento perceptivo, rápida combinación y manejo de un complejo sistema simbólico y procesos multitarea) que favorecen el desarrollo de la capacidad cognitiva general (Meyer et al., 2018). Todo ello ayudaría a explicar las diferencias observadas en el presente estudio por parte de los niños con entrenamiento musical. En el caso de las funciones ejecutivas, ante las medidas de rendimiento (ENFEN y WISC-IV), las diferencias se han limitado a las tareas audioverbales, mientras que, en el caso de las medidas conductuales, las diferencias se han encontrado en las denominadas funciones ejecutivas calientes (Zelazo y Carlson, 2012). Esto coincide con los estudios que destacan que el entrenamiento musical mejora la regulación de la conducta emocional (Chin y Rickard, 2014; Williams y Berthelsen, 2019), así como aquellas habilidades que involucran el sistema audioverbal (Hansen et al., 2012; Strait et al., 2014).

Junto con ello, y en la línea de estudios previos, los niños de 8-12 años con entrenamiento musical también han mostrado mejores resultados en tareas semánticas (Dittinger et al., 2018; Forgeard et al., 2008; Hutchins, 2018), tareas de resolución de problemas matemáticos (Bergman et al., 2014; Dos Santos-Luiz, 2013), el rendimiento escolar generalizado (Cabanac et al., 2013; Degé y Schwarzer, 2017; Said y Abramides, 2020; Southgate y Roscigno, 2009) y en los hábitos y técnicas de

estudio (índice global, actitud hacia el estudio, lugar de estudio y estado físico) (Oladejo y Oladejo, 2017; Portowitz et al., 2014). El entrenamiento musical comparte distintos procesos con el lenguaje (Hallam, 2017) y parece potenciar el desarrollo de la memoria verbal (Roden et al., 2012), el procesamiento semántico (Dittinger et al., 2018) y las habilidades de vocabulario (Forgeard et al., 2008), pudiendo explicar así las diferencias observadas en la tarea semántica por parte de los niños con entrenamiento musical. Las habilidades matemáticas, por su parte, comparten diversos procesos temporales, proporcionales y de frecuencia con la actividad musical (Bugos y Demarie, 2017; Chalas et al., 2022; Fauvel et al., 2006) y en el caso de los problemas matemáticos, estos también requieren de procesos lingüísticos (Fuchs et al., 2018; Yuste y Yuste, 2011), que se ven reforzados a través del entrenamiento musical (Moreno et al., 2009). Estas relaciones ayudan a comprender que los niños con entrenamiento musical del presente estudio hayan obtenido mejores resultados en la tarea de resolución de problemas matemáticos. A pesar de ello, pocos estudios han analizado las habilidades matemáticas en relación con el entrenamiento musical, por lo que la literatura de este ámbito presenta una mayor inconsistencia en comparación con las habilidades verbales (Azevedo et al., 2020). Respecto al rendimiento escolar, el entrenamiento musical parece potenciar los niveles de compromiso y de motivación de los niños (Appelgren et al., 2019), a la vez que promueve un mayor interés por aprender y por la mejora constante (McPherson y O'Neill, 2010). Todo ello favorecería un mejor rendimiento escolar (Corrigall et al., 2013), lo que justificaría que los niños con entrenamiento musical del presente estudio hayan mostrado mejores puntuaciones en el rendimiento escolar. En cuanto a los hábitos y técnicas de estudio, parece que el elevado esfuerzo, organización y planificación que el entrenamiento musical requiere (McPherson et al., 2019), promueve mejoras en la motivación, así como un aumento en la implicación activa en el aprendizaje y en los procesos de estudio (Dos Santos-Luiz et al., 2016; McPherson et al., 2019). Esto justificaría que los niños con entrenamiento musical hayan mostrado mejores puntuaciones en los hábitos y técnicas de estudio, frente a los niños sin entrenamiento musical.

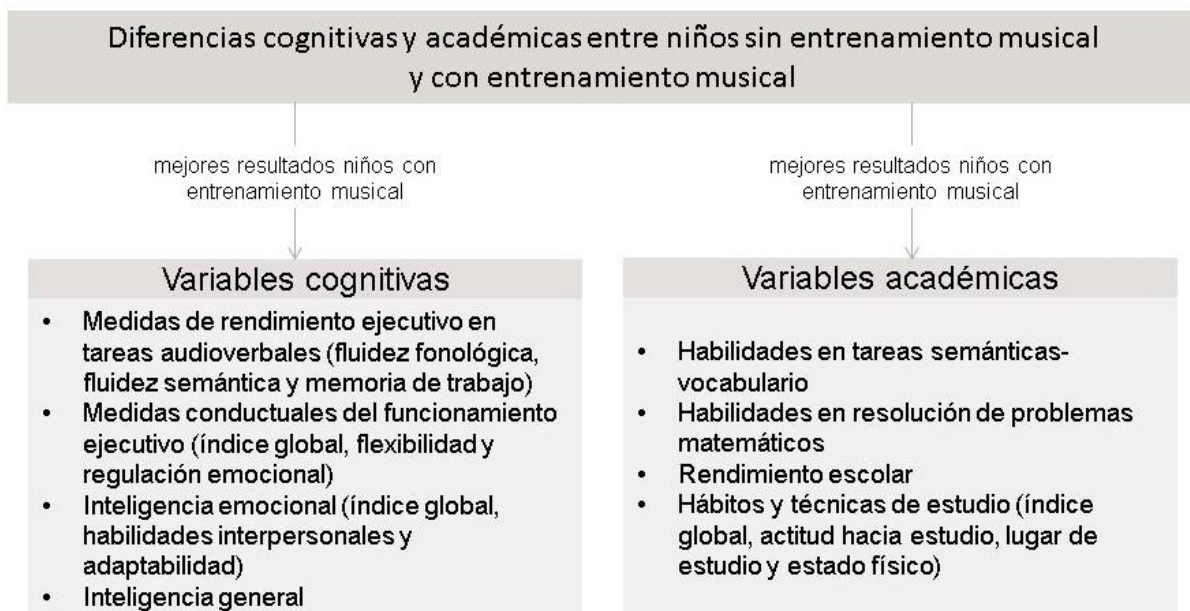
Respecto a la creatividad, los niños con entrenamiento musical no han mostrado resultados diferenciales respecto a los niños que no tienen entrenamiento musical. Algunos autores señalan que las mejoras en la creatividad dependen de que

el entrenamiento musical integre la improvisación musical (Kleinmintz et al., 2014) y otros destacan que es necesario una prolongada experiencia y un alto nivel de pericia para que se produzcan modulaciones cerebrales que favorezcan la creatividad (Abraham et al., 2021). Además, Besançon y Lubart (2008) concretan que el contexto educativo desempeña un relevante papel en el refuerzo creativo, donde los entornos educativos rígidos y sistemáticos, como el que predomina en la enseñanza específica de la música (Jorquera-Jaramillo, 2010), frenarían el desarrollo de la creatividad. Todo ello podría fundamentar la ausencia de diferencias significativas en la creatividad por parte de los niños con entrenamiento musical (sin improvisación, sin una elevada experiencia y en un contexto educativo rígido), aunque la falta de estudios en este ámbito dificulta el contraste de resultados.

La Figura 40 muestra las diferencias cognitivas y académicas entre niños sin entrenamiento musical y niños con entrenamiento musical.

#### Figura 40

*Diferencias cognitivas y académicas entre niños sin entrenamiento musical y niños con entrenamiento musical*



Junto con ello, los análisis de mediación han mostrado que el entrenamiento musical se relaciona con distintas habilidades académicas a través de la mejora de diversos procesos cognitivos subyacentes. Por un lado, en la relación entre el

entrenamiento musical y las habilidades académicas nucleares (verbales y matemáticas) han mediado, principalmente, habilidades cognitivas medidas mediante pruebas de rendimiento: con las habilidades verbales han mediado la fluidez fonológica, la memoria de trabajo, la inteligencia general, pero también la dimensión interpersonal de la inteligencia emocional (evaluada mediante cuestionario); en las habilidades matemáticas, se han encontrado efectos de mediación a través de la fluidez fonológica, la memoria de trabajo y de la inteligencia general. Por otro lado, la relación entre el entrenamiento musical y el rendimiento escolar y los hábitos y técnicas de estudio ha mostrado un efecto mediado a través de habilidades cognitivas evaluadas mediante cuestionario: con el rendimiento escolar ha mediado la flexibilidad (medida conductual del funcionamiento ejecutivo) y la inteligencia emocional (índice global y la adaptabilidad), mientras que con los hábitos y técnicas de estudio solo han mediado habilidades de la inteligencia emocional (interpersonales y adaptabilidad). Estos resultados muestran coherencia con aquellos estudios que han destacado que el entrenamiento musical mejora procesos que subyacen al desarrollo de las habilidades verbales (Gooch et al., 2016; Whiteside et al., 2016), al aprendizaje matemático (Metcalf et al., 2013; Szucs et al., 2014), al rendimiento escolar (Brock y Curby, 2016; Hallam y Rogers, 2016; Herrera et al., 2020) y a la adquisición de los hábitos y técnicas de estudio (Portowitz et al., 2014; Stelzer y Cervigni, 2011).

En la Figura 41 se muestra la mediación de habilidades cognitivas entre el entrenamiento musical y las habilidades académicas

**Figura 41**

*Mediación de habilidades cognitivas entre el entrenamiento musical y las habilidades académicas*



## **14.2. Diferencias cognitivas y académicas en función de la edad de inicio del entrenamiento musical**

Variedad de autores destacan que el entrenamiento musical iniciado antes de los siete años promueve modulaciones anatómo-funcionales y potencia el desarrollo de habilidades en distintos dominios (Benítez et al., 2021; Chen et al., 2022; James et al., 2020; Joret et al., 2017; Román-Caballero et al., 2022; Shenker et al., 2022; Steele et al., 2013). Coincidiendo con diversos autores, el presente estudio ha mostrado mejores resultados en las funciones ejecutivas (fluidez fonológica, interferencia, tarea de aritmética de memoria de trabajo y medida conductual de la regulación emocional) (Bailey y Penhune, 2013; Chen et al., 2022; Hanna-Pladdy y Gajewski, 2012) y en la inteligencia emocional (índice global, adaptabilidad, habilidades interpersonales e intrapersonales) por parte de los niños de 8-12 años con entrenamiento musical iniciado antes de los siete años en comparación con los niños sin entrenamiento musical. Las diferencias en dichos dominios ejecutivos podrían fundamentarse en que el entrenamiento musical realizado en el periodo sensible (antes de los siete años) (Bailey y Penhune, 2013) parece potenciar el desarrollo de los dominios ejecutivos con un desarrollo más temprano y con una fase de mayor maleabilidad concomitante con el inicio del entrenamiento (Chen et al., 2022). De forma similar, los resultados en

la inteligencia emocional parecen indicar que el entrenamiento musical iniciado antes de los siete años potenciaría el desarrollo de las habilidades socioemocionales básicas que presentan un desarrollo maximizado concurrente con el considerado periodo sensible (Gray, 2021; Zeidner et al., 2003). De todas formas, el efecto diferencial de la edad de inicio es una línea de investigación poco abordada en la infancia y, partiendo de que Chen et al. (2022) señalan que su estudio sería el primero en abordar este tema en relación con las funciones ejecutivas en los niños, el presente estudio podría considerarse el segundo en aportar conocimiento en dicho ámbito. Respecto a la inteligencia emocional, puesto que no se ha encontrado ningún estudio que haya abordado el efecto diferencial de la edad de inicio en la infancia, parece que el presente estudio sería el primero en dicha línea de investigación.

Junto con ello, los niños con entrenamiento musical iniciado antes de los siete años, frente a los niños sin entrenamiento musical, también han mostrado mejores resultados en tareas semánticas, tareas de resolución de problemas matemáticos, el rendimiento escolar y los hábitos y técnicas de estudio (índice global, actitud hacia el estudio, lugar de estudio, estado físico, realización de exámenes y ejercicios y elaboración de trabajos). Sin embargo, el rendimiento escolar y el lugar de estudio también han mostrado diferencias significativas en los niños con entrenamiento musical iniciado a partir de los siete años. Estos resultados coinciden con los estudios que señalan que iniciar el entrenamiento musical antes de los siete años resulta clave para potenciar el desarrollo de habilidades verbales y semánticas (Brandt et al., 2012; Forgeard et al., 2008; Hallam, 2017; White et al., 2013) y el desarrollo de habilidades matemáticas (Holmes y Hallam, 2017; Rauscher y Hinton, 2011). La resolución de problemas matemáticos involucra habilidades de lenguaje (Fuchs et al., 2018) y dado que estas últimas presentan un desarrollo maximizado concomitante con el periodo sensible del entrenamiento musical (Hutchins, 2018; White et al., 2013), esto podría justificar las diferencias observadas en la habilidad de resolución de problemas matemáticos por parte de los niños con entrenamiento musical iniciado antes de los siete años. A pesar de ello, faltan estudios que hayan abordado el efecto diferencial de la edad de inicio del entrenamiento musical sobre el desarrollo de habilidades verbales y, principalmente, sobre el desarrollo de habilidades matemáticas en los niños. Respecto a los hábitos y técnicas de estudio, no se han encontrado estudios que hayan abordado el efecto diferencial de la edad de inicio del entrenamiento

musical en la adquisición de los hábitos y técnicas de estudio de los niños, por lo que el presente estudio sería el primero en aportar resultados en este ámbito. No obstante, los resultados podrían fundamentarse en que el entrenamiento musical implica procesos de aprendizaje similares a los que acontecen en el contexto escolar (Schellenberg, 2006), ya que requieren de una constante priorización, gestión, planificación y coordinación de tareas y del tiempo (Bagci y Can, 2016; McPherson et al., 2019; Oladejo y Oladejo, 2017). Todo ello podría explicar una mejor adquisición de hábitos y técnicas de estudio por parte de los niños que hayan iniciado su entrenamiento musical a más temprana edad (antes de los siete años). En el caso del rendimiento escolar, los niños con entrenamiento musical iniciado a partir de los siete años y aquellos que lo han iniciado antes de los siete años han mostrado mejores resultados frente a los niños sin entrenamiento musical. Teniendo en cuenta las similitudes compartidas entre los procesos de aprendizaje escolar y los procesos de aprendizaje musical (Schellenberg, 2004), los resultados de este estudio parecen sugerir que el entrenamiento musical iniciado tanto en la primera infancia (0-6 años) como en la segunda infancia (7-12 años) podría potenciar la capacidad de concentración, la autoconfianza, la motivación y la cooperación, habilidades todas ellas necesarias para los aprendizajes escolares y para favorecer un mejor rendimiento escolar (Schellenberg, 2011a). Sin embargo, no se han encontrado estudios que hayan abordado el efecto diferencial de la edad de inicio del entrenamiento musical sobre el rendimiento escolar, por lo que el presente estudio estaría aportando conocimiento novedoso en este campo.

A pesar de ello, el presente estudio también ha mostrado que iniciar el entrenamiento musical a partir de los siete años promueve diferencias significativas en la fluidez semántica (dominio ejecutivo) y en la inteligencia general en comparación con los niños sin entrenamiento musical. En el desarrollo de estas dos habilidades cognitivas, influye mucho la escolarización, ya que ambas aumentan mucho a medida que se avanza de curso escolar (Anderson et al., 2001; Colom et al., 2002; Koren et al., 2005; Primi et al., 2012). Por tanto, los resultados parecen indicar que estos procesos de maduración más tardía, como la fluidez semántica o la inteligencia general, se verían potenciados por el entrenamiento musical cuando este se introduce durante el periodo de desarrollo acelerado de dichas habilidades cognitivas (Chen et al., 2022; Smayda et al., 2018; van Vugt et al., 2021). Sin embargo, faltan estudios



empíricos realizados con niños que ayuden a construir conclusiones consistentes respecto al efecto diferencial de la edad de inicio del entrenamiento musical sobre diversas habilidades cognitivas.

Respecto a la creatividad, no se han encontrado resultados diferenciales con ninguno de los grupos de entrenamiento musical en función de la edad de inicio (iniciado a partir de los siete años e iniciado antes de los siete años). La ausencia de los aspectos comentados previamente respecto al tipo de entrenamiento musical (la importancia de la improvisación) (Kleinmintz et al., 2014), el nivel de pericia musical del estudiante (Abraham et al., 2021) y un contexto escolar con pedagogía alternativa que potencie la creatividad (Besançon y Lubart, 2008) pueden contribuir a la explicación de los resultados obtenidos. Además de estos factores, la edad de los sujetos también puede haber influido en los resultados, ya que estudios previos realizados con adultos sí que han observado mejores resultados por parte de los músicos (Abraham et al., 2021). En este sentido, la creatividad presenta un desarrollo ampliado entre los 8-11 años (Sastre-Riba y Pascual-Sufrate, 2013; Stevenson et al., 2014), por lo que, a partir de los resultados del presente estudio, se podría plantear que un entrenamiento musical realizado de manera concomitante con dicho periodo de mayor desarrollo creativo podría manifestar resultados significativos en la creatividad en edades más avanzadas. De todas formas, no se ha encontrado ningún estudio que haya abordado el efecto diferencial de la edad de inicio sobre el desarrollo creativo en niños, siendo este estudio novedoso en este ámbito. En la Figura 42 se muestran las diferencias cognitivas y académicas entre niños sin entrenamiento musical, niños con entrenamiento musical iniciado a partir de los siete años y niños con entrenamiento musical iniciado antes de los siete años.

**Figura 42**

*Diferencias cognitivas y académicas en función de la edad de inicio del entrenamiento musical*

Diferencias cognitivas y académicas en función de la edad de inicio del entrenamiento musical (sin entrenamiento musical, con entrenamiento musical iniciado a partir de los siete años y con entrenamiento musical iniciado antes de los siete años)		
	mejores resultados con inicio a partir de los siete años	mejores resultados con inicio antes de los siete años
<b>Habilidades cognitivas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fluidez semántica (ENFEN)</li> <li>• Inteligencia general (K-BIT)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fluidez fonológica (ENFEN)</li> <li>• Inhibición (ENFEN)</li> <li>• Tarea aritmética memoria de trabajo (WISC-IV)</li> <li>• Regulación emocional (BRIEF-2)</li> <li>• Inteligencia emocional global (BARON)</li> <li>• Habilidades intrapersonales (BARON)</li> <li>• Habilidades interpersonales (BARON)</li> <li>• Adaptabilidad (BARON)</li> </ul>
<b>Habilidades académicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Condiciones ambientales (lugar de estudio) (CHTE)</li> <li>• Rendimiento escolar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidades en tareas semánticas-vocabulario (BADYG)</li> <li>• Habilidades en resolución de problemas matemáticos (BADYG)</li> <li>• Hábitos y técnicas de estudio global (CHTE)</li> <li>• Actitud hacia el estudio (CHTE)</li> <li>• Condiciones personales (estado físico) (CHTE)</li> <li>• Realización de exámenes y ejercicios (CHTE)</li> <li>• Elaboración de trabajos (CHTE)</li> <li>• Condiciones ambientales (lugar de estudio) (CHTE)</li> <li>• Rendimiento escolar</li> </ul>

Los análisis de mediación respecto a la edad de inicio del entrenamiento musical han mostrado variabilidad en función cada habilidad académica, destacando la mediación de variables cognitivas medidas con pruebas de rendimiento (excepto el factor interpersonal en las habilidades verbales) en el caso de las habilidades académicas nucleares (verbales y matemáticas), mientras que en el rendimiento escolar y en los hábitos y técnicas de estudio, han mediado variables cognitivas medidas con cuestionarios. Así pues, en relación con las habilidades verbales, la memoria de trabajo ha mediado respecto al grupo con entrenamiento musical iniciado a partir de los siete años, mientras que las habilidades interpersonales lo han hecho con el grupo con entrenamiento musical iniciado antes de los siete años. La inteligencia general, por su parte, ha mediado en la relación entre las habilidades verbales y los dos grupos con entrenamiento musical (iniciado a partir de los siete años y antes de los siete años). En el caso de las habilidades matemáticas, la inteligencia general ha mediado con el grupo con entrenamiento musical iniciado a partir de los siete años, mientras que la fluidez fonológica lo ha hecho con el grupo

con entrenamiento musical iniciado antes de los siete años. La memoria de trabajo, a su vez, ha mostrado un efecto de mediación respecto a los dos grupos con entrenamiento musical (iniciado a partir de los siete años e iniciado antes de los siete años). En cuanto al rendimiento escolar, la supervisión de sí mismo y la adaptabilidad han mediado respecto al grupo con entrenamiento musical iniciado a partir de los siete años, la inteligencia emocional lo ha hecho con el grupo con entrenamiento musical iniciado antes de los siete años, mientras que la medida conductual de la flexibilidad ejercería un efecto indirecto con los dos grupos con entrenamiento musical (iniciado a partir y antes de los siete años). Respecto a los hábitos y técnicas de estudio, solo se ha encontrado efecto mediacional con el grupo de entrenamiento musical iniciado antes de los siete años a través de las habilidades interpersonales. Estos resultados de mediación respecto a la edad de inicio del entrenamiento musical reflejan que el efecto de mediación parece variar en función de cada habilidad cognitiva y académica.

A pesar de todo ello, y dado que los análisis comparativos han mostrado una clara ventaja académica de los niños con entrenamiento musical iniciado antes de los siete años, el hecho de que los análisis de mediación hayan mostrado una mayor variabilidad respecto a la edad de inicio estaría sugiriendo que en los beneficios académicos de iniciar el entrenamiento musical en el periodo sensible podrían estar mediando otras variables que no se han evaluado en el presente estudio.

En la Figura 43 se muestran las habilidades cognitivas que han mediado entre la edad de inicio del entrenamiento musical y las habilidades académicas.

**Figura 43**

*Mediación de habilidades cognitivas entre la edad de inicio del entrenamiento musical y las habilidades académicas*

	Entrenamiento musical	
	Inicio a partir de los siete años	Inicio antes de los siete años
Habilidades verbales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memoria de trabajo (WISC)</li> <li>• Inteligencia general (K-BIT)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpersonal (BarOn)</li> <li>• Inteligencia general (K-BIT)</li> </ul>
Habilidades matemáticas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inteligencia general (K-BIT)</li> <li>• Memoria de trabajo (WISC)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fluidez fonológica (ENFEN)</li> <li>• Memoria de trabajo (WISC)</li> </ul>
Rendimiento escolar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Supervisión sí mismo (BRIEF-2)</li> <li>• Adaptabilidad (BarOn)</li> <li>• Flexibilidad (BRIEF-2)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inteligencia emocional (BarOn)</li> <li>• Flexibilidad (BRIEF-2)</li> </ul>
Hábitos y técnicas de estudio		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpersonal (BarOn)</li> </ul>

### **14.3. Diferencias cognitivas y académicas en función de la intensidad del entrenamiento musical**

Diversos estudios han señalado el aumento de intensidad del entrenamiento musical como un factor relevante a tener en cuenta para que se potencien las modulaciones cerebrales y el desarrollo de distintas habilidades (Bergman et al., 2014; Guhn et al., 2020; James et al., 2020; Joret et al., 2017; Yang, 2015). Sin embargo, y atendiendo a las habilidades cognitivas, el presente estudio ha mostrado que, frente a los niños sin entrenamiento musical, los niños con un entrenamiento musical de intensidad moderada (1-3 horas semanales) presentan un mejor desarrollo del funcionamiento ejecutivo (fluidez fonológica, fluidez semántica y medida conductual del control emocional) y de la inteligencia general. En la línea de estos resultados, algunos estudios señalan que el aumento de intensidad del entrenamiento musical no implica un mejor desarrollo de habilidades cognitivas (Campos et al., 2021; Gade y Schlemmer, 2021). El entrenamiento musical es una actividad de alta exigencia perceptiva y cognitiva (Moreno y Bidelman, 2014; Sanju y Kumar, 2016) y, en este sentido, parece que las actividades muy exigentes a nivel cognitivo causan fatiga,

dificultando así la activación de la corteza prefrontal y disminuyendo el rendimiento cognitivo (Wiehler et al., 2022). Esto podría justificar que en dichas habilidades cognitivas, donde la participación de la corteza prefrontal es esencial, se hayan obtenido mejores resultados por parte de los niños con entrenamiento musical de intensidad moderada. Sin embargo, dos habilidades cognitivas vinculadas a la inteligencia emocional (habilidades intrapersonales y adaptabilidad) han mostrado mejores resultados en el grupo con entrenamiento musical de intensidad elevada, sugiriendo que una mayor intensidad del entrenamiento musical implicaría un aumento de compromiso y de esfuerzo personal, favoreciendo así el desarrollo de recursos de autorregulación (Chin y Rickard, 2014) y la capacidad de autocomprensión y autogestión emocional (Hallam, 2010; Leung y Cheung, 2020; Resnicow et al., 2004; Schellenberg y Mankarious, 2012).

A pesar de ello, algunas habilidades cognitivas (tarea aritmética de la memoria de trabajo, el índice global de la inteligencia emocional y las habilidades interpersonales) han mostrado diferencias significativas con los grupos de ambas intensidades (moderada y elevada), lo que estaría indicando que la intensidad del entrenamiento musical no tendría un efecto diferencial sobre el desarrollo de estas habilidades cognitivas, ya que las mejoras se darían con las distintas intensidades del entrenamiento musical.

Por otro lado, respecto a las habilidades académicas, los niños con entrenamiento musical de intensidad elevada han mostrado mejores resultados en habilidades del ámbito académico (habilidades en tareas de problemas matemáticos y hábitos y técnicas de estudio) en comparación con los niños sin entrenamiento musical. En el caso de la habilidad de resolución de problemas matemáticos, una de las funciones clave en el desarrollo de esta habilidad es la memoria de trabajo (Holmes et al., 2009) y, en este sentido, parece que una mayor intensidad del entrenamiento musical se asocia con mejoras en la memoria de trabajo (Bergman et al., 2014). Estas relaciones podrían sustentar los resultados obtenidos, sugiriendo que la estimulación de la habilidad de problemas matemáticos podría darse a través de la mejora que el entrenamiento musical de intensidad elevada promueve en procesos subyacentes como la memoria de trabajo. No obstante, y dado que solo se ha encontrado un estudio que haya abordado el efecto diferencial de la intensidad del entrenamiento musical sobre las habilidades matemáticas, faltan estudios con los que

contrastar estos resultados y con los que poder contribuir a la construcción de conclusiones consistentes. Respecto a los hábitos y técnicas de estudio, cuanto mayor es la intensidad del entrenamiento musical mayor es la necesidad de una efectiva gestión del tiempo, de priorización y de organización (Bagci y Can, 2016; Oladejo y Oladejo, 2017). El entrenamiento musical parece potenciar la motivación académica (McPherson y O'Neill, 2010), lo que favorece una mayor implicación del estudiante en dicha actividad (Miranda y Almeida, 2011), así como el aumento de la autodisciplina, la curiosidad y la persistencia (Corrigall et al., 2013; Schellenberg, 2006), procesos que resultan clave en la adquisición de adecuados hábitos y técnicas de estudio (Capdevila Seder y Bellmunt Villalonga, 2016). A pesar de ello, no se han encontrado estudios previos que hayan analizado el efecto diferencial de la intensidad del entrenamiento musical sobre los hábitos y técnicas de estudio en niños, lo que implicaría que este sería el primer estudio en abordar este ámbito.

Sin embargo, algunas habilidades académicas (las habilidades en tareas semánticas, el rendimiento escolar y la condición ambiental del lugar de estudio) han mostrado diferencias significativas con los grupos de ambas intensidades (moderada y elevada). Esto podría estar indicando que las experiencias auditivas asociadas a un entrenamiento musical de intensidad tanto moderada como elevada potenciarían el desarrollo de aspectos léxico-semánticos (Dittinger et al., 2018). Respecto al rendimiento escolar, el entrenamiento musical implica una secuencia de aprendizaje regular que involucra un esfuerzo cognitivo orientado a la adquisición de conocimientos bajo la constante supervisión del adulto y esta similitud con los procesos de aprendizaje escolares supone un refuerzo constante de las exigencias del contexto escolar (Schellenberg, 2006). Este fortalecimiento de los procesos de aprendizaje de la escuela a través del aprendizaje musical extraescolar podría explicar que se hayan observado diferencias tanto con un entrenamiento musical de intensidad moderada como con uno de intensidad elevada. Así mismo, los resultados respecto al lugar de estudio podrían sugerir que los niños con entrenamiento musical (de intensidad moderada y de intensidad elevada) presentan un ambiente más idóneo para favorecer las tareas de estudio (Álvarez y Fernández, 2015). A pesar de todo, faltan estudios en el ámbito académico con los que poder contrastar y justificar los resultados del presente estudio respecto al efecto diferencial de la intensidad del entrenamiento musical.

Una vez más, la creatividad tampoco ha mostrado resultados significativos con ninguno de los grupos de entrenamiento musical en función de la intensidad (entrenamiento musical de intensidad moderada y entrenamiento musical de intensidad elevada). Partiendo de los aspectos comentados previamente que pueden haber incidido en estos resultados (la edad de los sujetos, el tipo de entrenamiento musical, la elevada pericia musical y el contexto educativo), algunos autores también destacan la importancia de la prolongada duración del entrenamiento musical (Gibson et al., 2009). Todo ello podría contribuir a explicar los resultados observados en los niños del presente estudio, puesto que no cuentan con una gran experiencia, con formación en improvisación, con un entrenamiento prolongado, ni aprenden música en un contexto educativo flexible y basado en una pedagogía alternativa. Sin embargo, no se han encontrado estudios similares que hayan abordado el efecto diferencial de la intensidad del entrenamiento musical en el desarrollo creativo de los niños, lo que complica la discusión de los resultados obtenidos. La Figura 44 muestra las diferencias cognitivas y académicas entre niños sin entrenamiento musical, niños con entrenamiento musical de intensidad moderada y niños con entrenamiento musical de intensidad elevada.

**Figura 44**

*Diferencias cognitivas y académicas en función de la intensidad del entrenamiento musical*

Diferencias cognitivas y académicas en función de la intensidad del entrenamiento musical (sin entrenamiento musical, con entrenamiento musical de intensidad moderada y con entrenamiento musical de intensidad elevada)		
	mejores resultados con entrenamiento musical de intensidad moderada	mejores resultados con entrenamiento musical de intensidad elevada
<b>Habilidades cognitivas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fluidez fonológica (ENFEN)</li> <li>• Fluidez semántica (ENFEN)</li> <li>• Control emocional (BRIEF-2)</li> <li>• Inteligencia general (K-BIT)</li> <li>• Tarea aritmética memoria de trabajo (WISC-IV)</li> <li>• Inteligencia emocional global (BARON)</li> <li>• Habilidades interpersonales (BARON)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidades intrapersonales (BARON)</li> <li>• Adaptabilidad (BARON)</li> <li>• Tarea aritmética memoria de trabajo (WISC-IV)</li> <li>• Inteligencia emocional global (BARON)</li> <li>• Habilidades interpersonales (BARON)</li> </ul>
<b>Habilidades académicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Condiciones ambientales (lugar de estudio) (CHTE)</li> <li>• Habilidades en tareas semánticas-vocabulario (BADYG)</li> <li>• Rendimiento escolar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidades en resolución de problemas matemáticos (BADYG)</li> <li>• Hábitos y técnicas de estudio global (CHTE)</li> <li>• Actitud hacia el estudio (CHTE)</li> <li>• Condiciones personales (estado físico) (CHTE)</li> <li>• Condiciones ambientales (lugar de estudio) (CHTE)</li> <li>• Habilidades en tareas semánticas-vocabulario (BADYG)</li> <li>• Rendimiento escolar</li> </ul>

Junto con ello, los análisis de mediación entre la intensidad del entrenamiento musical y las habilidades académicas han variado en función de la habilidad académica. Así pues, en las habilidades verbales, la fluidez fonológica y la inteligencia general han mediado respecto al grupo con entrenamiento musical de intensidad moderada, mientras que la memoria de trabajo y las habilidades interpersonales lo han hecho con un entrenamiento musical de ambas intensidades (intensidad moderada y elevada). En cuanto a las habilidades matemáticas, la fluidez fonológica y la inteligencia general han mediado con el grupo de intensidad moderada y la memoria de trabajo ha mostrado un efecto indirecto con un entrenamiento musical de las dos intensidades (moderada y elevada). Respecto al rendimiento escolar, medidas conductuales del funcionamiento ejecutivo (la flexibilidad y la memoria de trabajo) y la adaptabilidad han mediado con el grupo con entrenamiento musical de intensidad elevada. De forma similar, en los hábitos y técnicas de estudio, los efectos de mediación se han observado con el grupo con entrenamiento musical de intensidad elevada y a través de la medida conductual del funcionamiento ejecutivo (índice global de la medida conductual de las funciones ejecutivas, regulación cognitiva y la memoria



de trabajo) y de dos habilidades de la inteligencia emocional (interpersonales y adaptabilidad).

Estos datos de mediación sugieren que un entrenamiento musical de intensidad moderada podría ser más relevante para potenciar aquellas habilidades cognitivas (medidas con pruebas de rendimiento) que inciden de manera positiva sobre el desarrollo de las habilidades académicas nucleares. De hecho, parece que aumentar la intensidad del entrenamiento musical no siempre implica una mejora cognitiva (Campos et al., 2021; Gade y Schlemmer, 2021), pudiendo, incluso, repercutir de manera negativa sobre aquellos procesos que involucran una mayor actividad de la corteza prefrontal (Wiehler et al., 2022). En cambio, una mayor intensidad del entrenamiento musical, en general, parece beneficiar distintos procesos de medidas conductuales del funcionamiento ejecutivo (medidos mediante cuestionario respondido por las familias) y aquellos vinculados a la inteligencia emocional (evaluada con cuestionario de autoinforme), que, a su vez, favorecerían mejores resultados en el rendimiento escolar y en la adquisición de los hábitos y técnicas de estudio. Estos resultados vendrían a ratificar los beneficios socioemocionales del entrenamiento musical (Carvajal et al., 2015), así como la relevancia de las habilidades de gestión socioemocional para el rendimiento escolar (Herrera et al., 2020) y para los hábitos y técnicas de estudio (MacCann et al., 2019; Portowitz et al., 2014).

En la Figura 45 se muestran las habilidades cognitivas que han mediado entre la intensidad del entrenamiento musical y las habilidades académicas.

**Figura 45**

*Mediación de habilidades cognitivas entre la intensidad del entrenamiento musical y las habilidades académicas*

	Entrenamiento musical	
	Intensidad moderada (1-3 horas/semana)	Intensidad elevada (más de tres horas/semana)
Habilidades verbales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fluidez fonológica (ENFEN)</li> <li>• Inteligencia general (K-BIT)</li> <li>• Memoria de trabajo (WISC)</li> <li>• Interpersonal (BarOn)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memoria de trabajo (WISC)</li> <li>• Interpersonal (BarOn)</li> </ul>
Habilidades matemáticas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fluidez fonológica (ENFEN)</li> <li>• Inteligencia general (K-BIT)</li> <li>• Memoria de trabajo (WISC)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memoria de trabajo (WISC)</li> </ul>
Rendimiento escolar		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flexibilidad (BRIEF-2)</li> <li>• Memoria de trabajo (BRIEF-2)</li> <li>• Adaptabilidad (BarOn)</li> </ul>
Hábitos y técnicas de estudio		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Función ejecutiva (BRIEF-2)</li> <li>• Regulación cognitiva (BRIEF-2)</li> <li>• Memoria de trabajo (BRIEF-2)</li> <li>• Interpersonal (BarOn)</li> <li>• Adaptabilidad (BarOn)</li> </ul>

Todos los resultados en conjunto resaltan la importancia del entrenamiento musical introducido durante la infancia, pudiendo así ofrecer a los niños una mejor preparación para las siguientes etapas académicas y para los distintos ámbitos de la vida cotidiana (James et al., 2020). Resulta esencial lograr que la sociedad reconozca y se interese por el valor de la música, con el objetivo de lograr la inclusión universal de una educación musical que se inicie desde edades muy tempranas (Meyer et al., 2018). Así pues, y aunque todavía falta mucho por investigar en este ámbito, en caso de llegar a conclusiones consistentes respecto a los beneficios cognitivos y académicos atribuidos al entrenamiento musical, todo ello podría contribuir a la implementación de modificaciones significativas en los enfoques educativos y pedagógicos, de manera que el entrenamiento musical contribuya a la disminución de

las diferencias cognitivo-académicas inherentes a la diversidad social (Álvaro-Mora y Serrano-Rosa, 2019).



## **CAPÍTULO 15. Limitaciones y prospectiva**

A pesar de todo ello, los resultados del presente estudio requieren de precaución en su interpretación debido a diversas limitaciones que se indican a continuación. La situación pandémica generada por la COVID-19 ocasionó diversas dificultades para continuar con el procedimiento establecido inicialmente para la investigación, generando dificultades de acceso a la muestra por las distintas situaciones de confinamiento. A mediados de marzo de 2020, se decretó un confinamiento general para toda la población española, donde los niños sufrieron medidas muy restrictivas que les obligó a permanecer en casa durante casi tres meses (hasta el verano). Al comienzo de este confinamiento, las escuelas permanecieron cerradas, pero poco a poco fueron retomando parte de su actividad de manera online, terminando el curso escolar en esta modalidad. Durante estos meses, la recogida de datos quedó suspendida y con el objetivo de evitar una situación similar, se empezó a plantear y diseñar la posibilidad de realizar una recogida de datos de manera exclusivamente online. De este modo, antes del inicio de la pandemia, solo se pudieron evaluar 34 niños que formaban parte de la muestra. En el curso 2020-2021, se retomaron las clases presenciales, pero el ámbito educativo contó con numerosas restricciones con el objetivo de reducir el número de contactos y la expansión del virus. Para ello, se limitaron las relaciones entre los niños generando grupos burbuja, se limitaron los accesos al patio y al comedor, se redujeron las horas lectivas presenciales, se limitó el acceso a los centros de personal externo, se impusieron numerosos confinamientos de los grupos burbuja cada vez que algún niño era positivo o contacto de algún positivo y se cerraban las escuelas cuando se registraban varios positivos. Por tanto, fue un curso escolar muy inestable que acarreó numerosas complicaciones para conseguir la participación y permanencia de los centros y de las familias en el estudio y, en consecuencia, para avanzar con la recogida de datos. El curso 2021-2022 comenzó con menos restricciones, aunque, al comienzo, se seguían imponiendo confinamientos de los grupos burbuja por cada positivo o por cada contacto directo con algún positivo. Sin embargo, más adelante, se comenzaron a imponer confinamientos individuales por ser positivo o por haber estado en contacto directo con algún positivo. Así pues, esta situación inestable se prolongó, aproximadamente, durante dos años, lo que ralentizó todo el proceso de la fase empírica y ocasionó diversas dificultades en el proceso de recogida de datos como la

reducción de la muestra, la presencia de grupos formados con menos de 30 sujetos y, por consiguiente, la imposibilidad de igualar el tamaño de todos los grupos (García-García et al., 2013). Además, todas estas interrupciones de las clases presenciales han podido repercutir en el desarrollo de los niños (Espino-Díaz et al., 2020; Martín-Requejo y Santiago-Ramajo, 2021) y, en consecuencia, también en los resultados de este estudio. Junto con ello, no se ha podido registrar si los niños que han participado en el estudio han pasado la COVID-19, por lo que, en consecuencia, tampoco se ha podido controlar cómo la enfermedad ha podido afectar al rendimiento cognitivo y académico de estos niños. Tal y como se ha comentado previamente, debido a las dificultades que la COVID-19 ocasionó en la presencialidad, no se pudieron aplicar las pruebas presenciales en todos los participantes, obteniendo así distinto tamaño muestral en las distintas variables. En relación con esto, y partiendo de que diversos estudios destacan la importancia de controlar la inteligencia general (Corrigall et al., 2013; Schellenberg, 2020), la idea inicial del estudio era medirla en todos los participantes para utilizarla como criterio de inclusión (tener un cociente intelectual igual o superior a 80), controlarla en los distintos análisis y poder analizarla también como variable de estudio. Sin embargo, puesto que el instrumento de aplicación presencial de la inteligencia general no se ha podido aplicar en todos los participantes, ha sido imposible utilizarla como variable de control e incluirla como criterio de inclusión. Respecto a esto último, este criterio de inclusión de la inteligencia general se ha podido garantizar en todos los sujetos que han participado de forma presencial ( $n = 84$ ), pero no así en los que han participado de manera exclusivamente online ( $n = 78$ ), por lo que el estudio no ha podido asegurar un cociente intelectual igual o superior a 80 en todos los participantes de la modalidad online (donde se implementaron solo las pruebas que eran de aplicación online).

Por otro lado, y aunque entre los grupos no se han encontrado diferencias en el tipo de bilingüismo (dual o no dual) ni en el dominio del idioma, el hecho de que todas las pruebas fuesen en castellano puede haber sido una limitación y podrían explicar la baja puntuación obtenida en la prueba de la fluidez fonológica (ENFEN). De hecho, parece que los niños bilingües suelen mostrar una mayor interferencia entre los dos sistemas léxicos, fonológicos y gramaticales, ocasionando así cierto retraso en la correcta adquisición de ambos idiomas, interferencias interlingüísticas y disminución de la fluidez verbal (Ardila, 2012). Junto con ello, a pesar de ser bilingües,

la mayoría de los padres indicaron que los niños eran bilingües no duales con un mayor dominio del vasco que del castellano. Esto puede haber repercutido en los resultados obtenidos, principalmente, en las pruebas con intervención del lenguaje. En una línea similar, los niños de todos los grupos han mostrado una media bastante alta en la prueba de rendimiento de la memoria de trabajo (WISC-IV) con un percentil medio por encima de 80 en los niños sin entrenamiento musical y un percentil medio por encima de 90 en los niños con entrenamiento musical. Algunos estudios señalan que el bilingüismo aporta ventajas en el desarrollo de la memoria de trabajo, siendo este efecto mayor en los niños que en otros grupos de edad (Grundy y Timmer, 2017). Así pues, el hecho de que toda la muestra haya sido bilingüe podría explicar los resultados obtenidos en dicha prueba de rendimiento de la memoria de trabajo.

Por otra parte, y a pesar de que algunos autores resaltan la aptitud musical como factor influyente en los resultados de habilidades cognitivas (Corrigall et al., 2013; Linnavalli et al., 2021; Schellenberg, 2020; Schneider et al., 2002; Swaminathan y Schellenberg, 2019). En este estudio, este aspecto no se ha medido ni controlado, puesto que se ha considerado que dicha medida tendría su relevancia evaluándola antes de iniciar con el entrenamiento musical, pero no en un estudio ex post-facto como el presente, donde los niños con entrenamiento musical podrían mostrar ventajas en la aptitud musical. Junto con ello, tampoco se han controlado los rasgos de la personalidad, la motivación o el rendimiento escolar previo, factores que parecen desempeñar un importante papel en los posibles beneficios atribuidos al entrenamiento musical (Corrigall y Schellenberg, 2015; Guhn et al., 2020; Linnavalli et al., 2021).

Otra limitación a tener en cuenta es el posible problema asociado a las comparaciones múltiples, que puede llevar a un aumento del riesgo de cometer errores del tipo I, obteniendo así falsos positivos (Molina-Arias, 2014). Por ello, tal y como recomienda este autor, se ha calculado la probabilidad del suceso complementario con las tres agrupaciones realizadas ( $1-.95^3$ ) asumiendo así un 14% de probabilidad de haber obtenido falsos positivos.

Dada la dificultad de poder realizar estudios experimentales prolongados, algunos autores proponen llevar a cabo estudios no experimentales longitudinales (Dumont et al., 2017; Linnavalli et al., 2021; Meyer et al., 2018). Los estudios comparativos no permiten establecer las causas directas implicadas en las relaciones

observadas (Sachs et al., 2017), pero la medición de las mismas variables a lo largo del tiempo mediante estudios longitudinales resulta una adecuada alternativa para estudiar la causalidad, ofreciendo, además, ventajas añadidas (Hayes, 2018). Así pues, y a fin de estudiar un fenómeno lo más cercano posible a la realidad, distintos autores abogan por seguir estudiando mediante estudios longitudinales en los que se controlen distintas variables iniciales, así como la evolución de estas (Corrigall y Schellenberg, 2015; Swaminathan y Schellenberg, 2019). Por ello, para futuros estudios sería valioso poder realizar estudios longitudinales con muestras en su contexto natural y controlando distintos aspectos personales (cociente intelectual, aptitud musical, rasgos de la personalidad, motivación, rendimiento escolar previo o bilingüismo) y ambientales (nivel socioeconómico, nivel educativo de los padres o entrenamiento musical de los padres) en los niños que van a comenzar el entrenamiento musical y en los que no van a recibir ningún entrenamiento musical extraescolar. A partir de ello, sería interesante hacer un seguimiento de la evolución de estos aspectos de control, así como de distintas habilidades cognitivas y académicas, junto con el análisis de los distintos factores que pueden estar mediando y moderando las relaciones observadas en cada etapa evolutiva y escolar.

En cuanto a la edad de inicio del entrenamiento musical, la mayoría de los estudios establecen el periodo sensible en el inicio antes de los siete años, pero algunos autores señalan que los beneficios se darían a lo largo de toda la vida destacando el inicio antes de la adolescencia (Ortega-Orozco et al., 2020), otros proponen como periodo sensible el inicio antes de los ocho años (Smayda et al., 2018) y otros antes de los 10 años (Ruggles et al., 2013). Esto refleja la necesidad de continuar investigando a fin de elucidar el beneficio diferencial de la edad de inicio del entrenamiento musical sobre distintas habilidades cognitivas y académicas.

Por otro lado, en estudios previos, se ha observado una vaga definición de las horas dedicadas al entrenamiento musical, por lo que, para futuros estudios, se estima conveniente concretar mejor a qué hacen referencia estas horas (clases privadas, clases grupales, tipo de clases, práctica individual en el hogar sin supervisión, etc.).

Algunos estudios también destacan la importancia de estudiar la influencia de la duración del entrenamiento musical (años de entrenamiento musical) para que se produzcan los efectos de transferencia (Álvaro-Mora y Serrano-Rosa, 2019; Corrigall et al., 2013; Forgeard et al., 2008; Ireland et al., 2019; Jentsch et al., 2014; Medina y



Barraza, 2019; Swaminathan y Schellenberg, 2019; White-Schwoch et al., 2013), pero en este estudio no ha sido posible abordar este aspecto debido a la variabilidad en la edad de la muestra. Por ello, para futuros estudios sería adecuado analizar las diferencias en función de la duración (años o meses de entrenamiento musical) con sujetos de edades más homogéneas.

La presente investigación ha puesto de relieve el importante papel que el entrenamiento musical instrumental puede desempeñar en el desarrollo cognitivo y académico de los niños. Por ello, es necesario continuar investigando en esta línea para aportar más evidencias que contribuyan a la construcción de conclusiones consistentes respecto a los beneficios del entrenamiento musical sobre el cerebro en desarrollo y sobre la interacción de las ventajas cognitivas y académicas en la trayectoria y éxito escolar de los estudiantes. En general, la sociedad valora la música por su poder hedónico y catártico, motivo principal por el que está presente en muchos ámbitos de nuestra vida cotidiana. Sin embargo, todavía no se valora el poder que puede llegar tener en el neurodesarrollo infantil, así como en etapas de deterioro cognitivo propias del envejecimiento. Esto refleja la necesidad de continuar investigando para lograr una mayor evidencia concluyente, así como intentar que los conocimientos científicos lleguen a distintos contextos de la sociedad. En el caso de la educación, es necesario lograr la transferencia de los conocimientos científicos asociados al entrenamiento musical y a la música en todas sus modalidades, de manera que la comunidad educativa comprenda y reconozca el valor del entrenamiento musical y lo integre en el sistema educativo con el objetivo de contribuir a la creación de entornos neuroeducativos que potencien y enriquezcan el desarrollo integral de todos los estudiantes de manera indiscriminada.

En este sentido, los resultados obtenidos propician el planteamiento de recomendar la inclusión del entrenamiento musical dentro del ámbito escolar, destacando la relevancia de incorporarlo desde la etapa de Educación Infantil (antes de los siete años). Aunque los resultados han mostrado una mayor variabilidad en cuanto a la intensidad del entrenamiento musical, se recomendaría un entrenamiento de intensidad moderada (1-3 horas semanales). Tal y como ha mostrado el presente estudio, así como estudios previos, los procesos cognitivos (destacando las funciones ejecutivas) resultan clave para el desarrollo de habilidades académicas nucleares (Peng y Kievit, 2020) y para los hábitos y técnicas de estudio (Quílez-Robres et al.,

2021), aspectos que desempeñan un importante papel en el rendimiento escolar. Por tanto, y partiendo de que el presente estudio ha mostrado que una intensidad moderada del entrenamiento musical sería más relevante para el desarrollo cognitivo, se estima más conveniente proponer un entrenamiento musical de intensidad moderada integrado en los centros educativos.

En el contexto escolar, la música no es abordada como una enseñanza específica de la música (aprendizaje teórico e instrumental), sino que se contempla como un medio de comunicación, exploración y de expresión artística (Decreto 236/2015, de 22 de diciembre, por el que se establece el currículo de Educación Básica y se implanta en la Comunidad Autónoma del País Vasco). Sin embargo, a partir de los resultados, se podría extraer que incluir un aprendizaje musical instrumental progresivo y sistematizado dentro de las enseñanzas de régimen general podría resultar beneficioso para el desarrollo cognitivo y académico de los estudiantes. Este planteamiento vendría a resaltar el valor de los Centros Integrados de Música, los que imparten las enseñanzas específicas de la música y las enseñanzas de régimen general, integrando las dos modalidades dentro del horario escolar y aportando los títulos oficiales de ambas enseñanzas (Sánchez-Escribano y Gértrudix, 2022). De tal forma, los estudiantes de estos centros terminan la etapa de Primaria obteniendo también la titulación de las enseñanzas Elementales de música y, junto con el título de Bachillerato, obtienen también el título de las enseñanzas Profesionales de música. En comparación con otros países europeos, pocos centros españoles han implementado esta compaginación curricular, concretamente, 11 centros (Sánchez-Escribano y Gértrudix, 2022), por lo que otra posible línea de investigación podría ser analizar el impacto diferencial derivado de integrar el entrenamiento musical instrumental dentro del currículo general. Para ello, se podría implementar un estudio comparativo que analice las diferencias en habilidades cognitivas y académicas entre los estudiantes con entrenamiento musical extraescolar y aquellos que lo realizan dentro del horario escolar en los Centros Integrados de Música. Este tipo de estudio podría contribuir a elucidar si integrar el entrenamiento musical en el ámbito escolar aportaría un valor añadido en comparación con realizarlo de manera extraescolar. De todas formas, desde la presente investigación, no se prioriza el logro de una titulación en las enseñanzas específicas de la música (como sucede en los Centros Integrados de Música), sino que la aspiración final sería lograr

incorporar el entrenamiento musical en el currículo escolar para ofrecer a todos los estudiantes la oportunidad de enriquecerse a nivel cognitivo y académico.

Por otro lado, y a partir de los resultados obtenidos en la creatividad, resultaría recomendable realizar algunas modificaciones en la pedagogía musical de las escuelas de música y de los conservatorios, incorporando y reforzando la presencia de actividades creativas como la improvisación o la composición musical, de modo que favorezcan el desarrollo creativo de los estudiantes de música.



## CAPÍTULO 16. Conclusiones generales

Como conclusión, la presente investigación destaca que el entrenamiento musical instrumental parece potenciar el desarrollo de diversas habilidades cognitivas y académicas en niños de la etapa de Primaria, presentando, además, variabilidad en función de la edad de inicio y de la intensidad del entrenamiento musical:

1. El entrenamiento musical ha mostrado ser una relevante actividad para potenciar habilidades cognitivas y académicas, ya que los niños con entrenamiento musical, frente a los niños sin entrenamiento musical, han mostrado mejores resultados en distintas pruebas de rendimiento de las funciones ejecutivas (fluidez fonológica, fluidez semántica y memoria de trabajo), medidas conductuales del funcionamiento ejecutivo (índice global, flexibilidad y regulación emocional), inteligencia emocional (índice global, habilidades interpersonales y adaptabilidad), inteligencia general, habilidades verbales (semánticas), habilidades matemáticas (resolución de problemas), rendimiento escolar generalizado y en los hábitos y técnicas de estudio (índice global, actitud hacia el estudio, estado físico y lugar de estudio).
2. Iniciar el entrenamiento musical antes de los siete años se ha postulado como un factor relevante, ya que el grupo con entrenamiento musical iniciado en dicho periodo sensible ha mostrado mejores resultados en un mayor número de habilidades cognitivas y académicas. Aun así, la importancia de la edad de inicio del entrenamiento musical parece variar en función del periodo madurativo de cada habilidad, donde los beneficios dependerían de que el entrenamiento musical sea concomitante con el estadio de desarrollo acelerado de cada proceso cognitivo.

2.1. El inicio del entrenamiento musical antes de los siete años (periodo sensible) parece potenciar el rendimiento en diversos dominios ejecutivos (fluidez fonológica, inhibición y tarea aritmética de memoria de trabajo), una medida conductual del funcionamiento ejecutivo (regulación emocional), la inteligencia emocional (índice global, habilidades intrapersonales, interpersonales y adaptabilidad), habilidades verbales (semánticas), habilidades matemáticas (resolución de problemas) y los hábitos y técnicas de estudio (índice global, actitud

hacia el estudio, estado físico, lugar de estudio, realización de exámenes y ejercicios y elaboración de trabajos).

2.2. Iniciar el entrenamiento musical a partir de los siete años, por su parte, solo potenciaría el desarrollo de habilidades cognitivas como la fluidez semántica y la inteligencia general, lo que indicaría que el entrenamiento musical introducido durante la segunda infancia resultaría relevante para potenciar el desarrollo de dichos procesos cognitivos de maduración más tardía.

2.3. Iniciar el entrenamiento musical antes y a partir de los siete años parece promover un mejor rendimiento escolar de manera generalizada indicando que los beneficios se darían tanto con el inicio en la primera infancia como con el inicio en la segunda infancia.

3. La intensidad del entrenamiento musical (número de horas semanales) ha mostrado variabilidad en función de cada habilidad, donde una intensidad moderada sería más relevante para el desarrollo de las habilidades cognitivas (funciones ejecutivas, inteligencia general e inteligencia emocional), mientras que una intensidad elevada resultaría más importante para potenciar las habilidades académicas (habilidades verbales, habilidades matemáticas, rendimiento escolar y hábitos y técnicas de estudio). Además, entre el entrenamiento musical y las habilidades académicas, han mediado diversas variables cognitivas, desarrollo de las cuales se ha visto más reforzado con un entrenamiento musical de intensidad moderada.

3.1. El entrenamiento musical de intensidad moderada (1-3 horas semanales) parece ser más beneficioso para el desarrollo de diversas habilidades cognitivas (fluidez fonológica, fluidez semántica, inteligencia general, tarea de aritmética de la memoria de trabajo, conducta ejecutiva del control emocional, índice global de la inteligencia emocional y habilidades interpersonales), pero también para algunas habilidades académicas (habilidades semánticas, rendimiento escolar y condiciones ambientales del lugar de estudio). A pesar de ello, algunos de estos aspectos (tarea aritmética de la memoria de trabajo, índice global de la inteligencia emocional, habilidades interpersonales, habilidades

semánticas, rendimiento escolar y lugar de estudio) también se verían reforzados con un entrenamiento musical de intensidad elevada.

- 3.2. El entrenamiento musical de intensidad elevada (más de tres horas semanales) sería más beneficioso para potenciar habilidades académicas (resolución de problemas matemáticos, habilidades semánticas, rendimiento escolar, índice global de los hábitos y técnicas de estudio, actitud hacia el estudio, condiciones personales del estado físico y condiciones ambientales del lugar de estudio), aunque también parece estimular algunas habilidades cognitivas (tarea aritmética de la memoria de trabajo, índice global de la inteligencia emocional, habilidades intrapersonales, habilidades interpersonales y adaptabilidad). Sin embargo, y como se ha mencionado previamente, algunos de estos procesos (tarea aritmética de la memoria de trabajo, índice global de la inteligencia emocional, habilidades interpersonales, habilidades semánticas, rendimiento escolar y lugar de estudio) también se verían reforzados con un entrenamiento musical de intensidad moderada.
4. Los análisis de mediación han mostrado que parte de los beneficios del entrenamiento musical sobre las habilidades académicas estarían mediados por la mejora de distintas habilidades cognitivas subyacentes, destacando las funciones ejecutivas y la inteligencia emocional. Los resultados han variado en función del tipo de prueba y habilidad, donde en las habilidades verbales y matemáticas ha destacado la mediación de los procesos cognitivos evaluados con pruebas de rendimiento (funciones ejecutivas e inteligencia general), mientras que en el rendimiento escolar y en los hábitos y técnicas de estudio se ha visto un efecto de mediación a través de las habilidades cognitivas evaluadas mediante cuestionario (medida conductual del funcionamiento ejecutivo e inteligencia emocional). Los cuestionarios son instrumentos con mayor validez ecológica, ya que no se centran en el rendimiento evaluado en un momento concreto, por lo que esta diferencia de resultados en función del tipo de prueba, refleja la naturaleza diferencial de las habilidades académicas evaluadas, así como la complejidad de los hábitos y técnicas de estudio, pero,

sobre todo, del rendimiento escolar, donde intervienen múltiples factores personales y ambientales que rodean al niño.

- 4.1. El entrenamiento musical se ha relacionado con un mejor rendimiento en las habilidades académicas nucleares (verbales y matemáticas) a través de la mediación de variables cognitivas evaluadas con pruebas de rendimiento (fluidez fonológica, memoria de trabajo e inteligencia general), aunque en las habilidades verbales también han mediado las habilidades interpersonales (evaluadas mediante cuestionario). La edad de inicio ha mostrado un efecto variable en función de cada habilidad cognitiva, mientras que una intensidad moderada del entrenamiento musical sería más relevante para potenciar diversos procesos cognitivos evaluados con pruebas de rendimiento que, a su vez, repercuten de manera positiva sobre el desarrollo de habilidades verbales y matemáticas.
- 4.2. En la relación entre el entrenamiento musical y un mejor rendimiento escolar y unos mejores hábitos y técnicas de estudio, han mediado variables cognitivas evaluadas con instrumentos de mayor validez ecológica como los cuestionarios (medida conductual de la flexibilidad, inteligencia emocional, habilidades interpersonales y adaptabilidad). La edad de inicio del entrenamiento musical no ha mostrado un patrón claro, ya que ha arrojado variabilidad en su efecto. En cambio, una intensidad elevada del entrenamiento musical parece reforzar diversas habilidades cognitivas evaluadas con cuestionarios (medida conductual del funcionamiento ejecutivo e inteligencia emocional) que, en consecuencia, potenciarían el rendimiento escolar y los hábitos y técnicas de estudio.
5. El conjunto de estos resultados presenta un gran valor para el ámbito educativo, ya que el entrenamiento musical introducido en distintas etapas de la infancia (antes de los 12 años) y con distinta intensidad podría tener una repercusión diferencial en el desarrollo de cada habilidad cognitiva y académica, lo que plantea la posibilidad de utilizar el entrenamiento musical como intervención personalizada orientada a la estimulación de las necesidades específicas de cada estudiante.



6. Además, el entrenamiento musical parece beneficiar el rendimiento escolar de los estudiantes tanto si se inicia antes o a partir de los siete años (aunque iniciarlo antes de los siete años comporta algunos beneficios adicionales) como si se realiza con una intensidad moderada o elevada (aunque una intensidad moderada sería más beneficioso a nivel cognitivo). Todo ello constituye una información muy valiosa para la comunidad educativa, pudiendo proponer el entrenamiento musical como un enriquecedor recurso que potencie el desarrollo escolar de todos los estudiantes. De hecho, el entrenamiento musical parece reforzar el desarrollo de diversas habilidades cognitivas subyacentes al desarrollo académico para, en consecuencia, favorecer que los niños logren mejores resultados en las habilidades verbales, las habilidades matemáticas, el rendimiento escolar y en los hábitos y técnicas de estudio.
7. No se han encontrado diferencias significativas ni efectos de mediación significativos con la creatividad en ninguna de las agrupaciones, lo que sugiere que el entrenamiento musical no potenciaría el desarrollo creativo de los niños, debido, en parte, a la pedagogía rígida y carente de actividades musicales creativas que predomina en la enseñanza específica de la música realizada en las escuelas de música y en los conservatorios.

Con todo ello, y considerando que las limitaciones expuestas requieren de cautela en la interpretación, la presente investigación resalta el valor del entrenamiento musical instrumental para el ámbito de la neuroeducación, pudiendo potenciar el desarrollo de las funciones ejecutivas, la inteligencia emocional, la inteligencia general, habilidades académicas nucleares (verbales y matemáticas), el rendimiento escolar y de los hábitos y técnicas de estudio, lo que, en consecuencia, podría promover un neurodesarrollo integral más equilibrado, mayor bienestar personal y social y una mejor preparación para los futuros retos académicos y de la propia vida.



# REFERENCIAS



- Abdul-Kareem, I.A., Stancak, A., Parkes, L. M., Al-Ameen, M., AlGhamdi, J., Aldhafeeri, F. M., Embleton, K., Morris, D. y Sluming, V. (2011). Plasticity of the superior and middle cerebellar peduncles in musicians revealed by quantitative analysis of volume and number of streamlines based on diffusion tensor tractography. *Cerebellum*, 10(3), 611–623. <https://doi.org/10.1007/s12311-011-0274-1>
- Abraham, A. (2013). The promises and perils of the neuroscience of creativity. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7(246), 1–9. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00246>
- Abraham, A., Beudt, S., Ott, D. V. M. y Yves Von Cramon, D. (2012). Creative cognition and the brain: Dissociations between frontal, parietal-temporal and basal ganglia groups. *Brain Research*, 1482, 55–70. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2012.09.007>
- Abraham, A. y Bubic, A. (2015). Semantic memory as the root of imagination. *Frontiers in Psychology*, 6(325), 1–5. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00325>
- Abraham, A., Rutter, B., Bantin, T. y Hermann, C. (2018). Creative conceptual expansion: A combined fMRI replication and extension study to examine individual differences in creativity. *Neuropsychologia*, 118, 29–39. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2018.05.004>
- Abrahan, V. y Justel, N. (2019). Creativity. A descriptive review of our invention and innovation capacity. *Revista CES Psicología*, 12(3), 35–49. <https://doi.org/10.21615/CESP.12.3.3>
- Abrahan, V., Sarli, L., Shifres, F. y Justel, N. (2021). Music expertise and gender differences in verbal and visual divergent thinking. A behavioral study. *Creativity Research Journal*, 33(3), 235–245. <https://doi.org/10.1080/10400419.2021.1938472>
- Abrahan, V., Shifres, F. y Justel, N. (2020). Music improvisation modulates emotional memory. *Psychology of Music*, 48(4), 465–479. <https://doi.org/10.1177/0305735618810793>
- Akessa, G.M. y Dhufera, A.G. (2015). Factors that influences students academic performance: A case of Rift Valley University, Jimma, Ethiopia. *Journal of Education and Practice*, 6(22), 55–64.

- Albouy, P., Benjamin, L., Morillon, B. y Zatorre, R.J. (2020). Distinct sensitivity to spectrotemporal modulation supports brain asymmetry for speech and melody. *Science*, 367(6481), 1043–1047. <https://doi.org/10.1126/science.aaz3468>
- Alcántara-Traper, M.D. (2011). Importancia del proceso de adquisición y desarrollo del lenguaje oral en la Educación Primaria. *Innovación y Experiencias Educativas*, 40, 1–8.
- Alegre, A. (2011). Parenting styles and children's emotional intelligence: What do we know? *The Family Journal*, 19(1), 56–62. <https://doi.org/10.1177/1066480710387486>
- Alemán, X., Duryea, S., Guerra, N.G., McEwan, P.J., Muñoz, R., Stampini, M. y Williamson, A.A. (2017). The effects of musical training on child development: A randomized trial of El Sistema in Venezuela. *Prevention Science*, 18(7), 865–878. <https://doi.org/10.1007/s11121-016-0727-3>
- Allee-Herndon, K. y Roberts, S.K. (2018). Neuroeducation and early elementary teaching: Retrospective innovation for promoting growth with students living in poverty. *International Journal of the Whole Child*, 3(2), 134–136.
- Allen, A.P. y Thomas, K.E. (2011). A dual process account of creative thinking. *Creativity Research Journal*, 23(2), 109–118. <https://doi.org/10.1080/10400419.2011.571183>
- Allodola, V.F., Buccolo, M. y Mongili, S. (2020). Representations and emotions on Covid-19 in Italy: An exploratory research. *International Journal of Psychoanalysis and Education*, 12(1), 15–30.
- Alluri, V., Toiviainen, P., Burunat, I., Kliuchko, M., Vuust, P. y Brattico, E. (2017). Connectivity patterns during music listening: Evidence for action-based processing in musicians. *Human Brain Mapping*, 38(6), 2955–2970. <https://doi.org/10.1002/hbm.23565>
- Alluri, V., Toiviainen, P., Jääskeläinen, I.P., Glerean, E., Sams, M. y Brattico, E. (2012). Large-scale brain networks emerge from dynamic processing of musical timbre, key and rhythm. *NeuroImage*, 59(4), 3677–3689. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.11.019>
- Alossa, N. y Castelli, L. (2009). Amusia and musical functioning. *European Neurology*, 61(5), 269–277. <https://doi.org/10.1159/000206851>

- Altenmüller, E. y Furuya, S. (2017a). Apollos gift and curse: Making music as a model for adaptive and maladaptive plasticity. *E-Neuroforum*, 23(2), 57–75. <https://doi.org/10.1515/nf-2016-A054>
- Altenmüller, E. y Furuya, S. (2017b). Brain plasticity and the concept of metaplasticity in skilled musicians. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 957, 197–208. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-47313-0\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-319-47313-0_11)
- Aluja, A. y Blanch, A. (2004). Socialized personality, scholastic aptitudes, study habits, and academic achievement: Exploring the link. *European Journal of Psychological Assessment*, 20(3), 157–165. <https://doi.org/10.1027/1015-5759.20.3.157>
- Álvarez, M. y Fernández, R. (2015). *Cuestionario de Hábitos y Técnicas de Estudio*. TEA Ediciones.
- Álvaro-Mora, C. y Serrano-Rosa, M.Á. (2019). Influence of musical training on academic performance: A bibliographical review. *Anuario de Psicología*, 49(1), 18–31. <https://doi.org/10.1344/ANPSIC2019.49.3>
- Alves, A.F., Gomes, C.M.A., Martins, A. y Almeida, L. da S. (2017). Cognitive performance and academic achievement: How do family and school converge? *European Journal of Education and Psychology*, 10(2), 49–56. <https://doi.org/10.1016/j.ejeps.2017.07.001>
- Amer, T., Kalender, B., Hasher, L., Trehub, S.E. y Wong, Y. (2013). Do older professional musicians have cognitive advantages? *PLoS One*, 8(8), 1–8. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0071630>
- American Psychiatric Association. (2013). *Manual diagnóstico y estadístico de trastornos mentales (DSM-5)*. (5ª ed.). Editorial Médica Panamericana.
- Ames, C. y Archer, J. (1988). Achievement goals in the classroom: Students' learning strategies and motivation processes. *Journal of Educational Psychology*, 80(3), 260–267. <https://doi.org/10.1037//0022-0663.80.3.260>
- Amran, M.S., Rahman, S., Surat, S. y Bakar, A.Y.A. (2019). Connecting neuroscience and education: Insight from neuroscience findings for better instructional learning. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 7(2), 341–352. <https://doi.org/10.17478/JEGYS.59933>

- Amstrong, V.L., Brunet, P.M., He, C., Nishimura, M., Poole, H.L. y Spector, F.J. (2006). What is so critical?: A commentary on the reexamination of critical periods. *Journal of the International Society for Developmental Psychobiology*, 48(4), 326–331. <https://doi.org/10.1002/dev.20135>
- Amunts, K., Schlaug, G., Jäncke, L., Steinmetz, H., Schleicher, A., Dabringhaus, A. y Zilles, K. (1997). Motor cortex and hand motor skills: Structural compliance in the human brain. *Human Brain Mapping*, 5(3), 206–215. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0193\(1997\)5:3<206::AID-HBM5>3.0.CO;2-7](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0193(1997)5:3<206::AID-HBM5>3.0.CO;2-7)
- An, D. y Youn, N. (2018). The inspirational power of arts on creativity. *Journal of Business Research*, 18(3), 251–270. <https://doi.org/10.1177/1073858411403316>
- An, S., Capraro, M.M. y Tillman, D.A. (2013). Elementary Teachers Integrate Music Activities into Regular Mathematics Lessons: Effects on Students' Mathematical Abilities. *Journal for Learning through the Arts: A Research Journal on Arts Integration in Schools and Communities*, 9(1). <https://doi.org/10.21977/d99112867>
- Anderson, M. (2014). *After phrenology: Neural reuse and the interactive brain*. MIT Press.
- Anderson, P. (2002). Assessment and development of executive function (EF) during childhood. *Child Neuropsychology*, 8(2), 71–82. <https://doi.org/10.1076/chin.8.2.71.8724>
- Anderson, S., White-Schwoch, T., Parbery-Clark, A. y Kraus, N. (2013). A dynamic auditory-cognitive system supports speech-in-noise perception in older adults. *Hearing Research*, 300, 18–32. <https://doi.org/10.1016/j.heares.2013.03.006>
- Anderson, V.A., Anderson, P., Northam, E., Jacobs, R. y Catroppa, C. (2001). Development of executive functions through late childhood and adolescence in an Australian sample. *Developmental Neuropsychology*, 20(1), 385–406. [https://doi.org/10.1207/S15326942DN2001\\_5](https://doi.org/10.1207/S15326942DN2001_5)
- Anderson, V., Anderson, P.J., Jacobs, R. y Smith, M.S. (2008). Development and assessment of executive function: From preschool to adolescence. En Anderson, V., Jacobs, R. y Anderson, P.J. (Eds.). *Executive Functions and the Frontal Lobes* (pp. 157–188). Psychology Press.



- Andrade-Valles, I., Facio-Arciniega, S., Quiroz-Guerra, A., Alemán-de la Torre, L., Flores-Ramírez, M. y Rosales-González, M. (2018). Actitud, hábitos de estudio y rendimiento académico: Abordaje desde la teoría de la acción razonada. *Enfermería Universitaria*, 15(4), 342–351. <https://doi.org/10.22201/eneo.23958421e.2018.4.533>
- Appelgren, A., Osika, W., Theorell, T., Madison, G. y Bojner Horwitz, E. (2019). Tuning in on motivation: Differences between non-musicians, amateurs, and professional musicians. *Psychology of Music*, 47(6), 864–873. <https://doi.org/10.1177/0305735619861435>
- Aranguren, M. y Irrazabal, N. (2012). Diseño de una escala para la evaluación del comportamiento creativo en diferentes dominios. *Ciencias Psicológicas*, 6(1), 29–41.
- Ardila, A. (2008). On the evolutionary origins of executive functions. *Brain and Cognition*, 68(1), 92–99. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2008.03.003>
- Ardila, A. (2012). Ventajas y desventajas del bilingüismo. *Forma y Función*, 25(2), 99–114.
- Ardila, A. (2013). *Función Ejecutiva [fundamentos y evaluación]*. Florida International University. <https://aalfredoardila.files.wordpress.com/2013/07/2013-ardila-funcic3b3n-ejecutiva-fundamentos-y-evaluacic3b3n.pdf>
- Ardila, A. y Rosselli, M. (2002). Acalculia and dyscalculia. *Neuropsychology Review*, 12(4), 179–231. <https://doi.org/10.1023/A:1021343508573>
- Arias, M. (2014). Música y cerebro: Neuromusicología. *Neurosciences and History*, 2(4), 149–155.
- Arnedo, M., Bembibre, J., Montes, A. y Triviño, M. (2015). *Neuropsicología Infantil. A través de casos clínicos*. Editorial Médica Panamericana.
- Aróstegui, J. L. (2014). Por un currículo contrahegemónico: De la educación musical a la música educativa. *Revista Da ABEM*, 19(25), 19–29.
- Arsalidou, M., Pawliw-Levac, M., Sadeghi, M. y Pascual-Leone, J. (2018). Brain areas associated with numbers and calculations in children: Meta-analyses of fMRI studies. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 30, 239–250. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2017.08.002>
- Arsalidou, M. y Taylor, M.J. (2011). Is 2+2=4? Meta-analyses of brain areas needed for numbers and calculations. *NeuroImage*, 54(3), 2382–2393. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.10.009>

- Asano, R. y Boeckx, C. (2015). Syntax in language and music: What is the right level of comparison? *Frontiers in Psychology*, 6(942), 1–16. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00942>
- Asegurado-Garrido, A. y Marrodán-Gironés, J. (2021). *La LOMLOE y su análisis. Una mirada técnica*. Asociación Nacional de Editores de Libros y material de Enseñanza.
- Ashbourne, D. y Andres, L. (2015). Athletics, music, languages, and leadership: How parents influence the extracurricular activities of their children. *Canadian Journal of Education*, 38(2), 1–34. <https://doi.org/10.2307/canajeducrevucan.38.2.09>
- Ashkenazi, S., Black, J. M., Abrams, D.A., Hoeft, F. y Menon, V. (2013). Neurobiological underpinnings of math and reading learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 46(6), 549–569. <https://doi.org/doi:10.1177/0022219413483174>
- Asociación para la Investigación de Medios de Comunicación. (2015). *Nuevo sistema de clasificación socioeconómica en el EGM*. <https://www.aimc.es/>
- Ayodele, C. y Adebisi, D. (2013). Study habits as influence of academic performance of university undergraduates in Nigeria. *Research Journal in Organizational Psychology & Educational Studies*, 2(3), 72–75.
- Azaryahu, L., Courey, S.J., Elkoshi, R. y Adi-Japha, E. (2020). ‘MusiMath’ and ‘Academic Music’ – Two music-based intervention programs for fractions learning in fourth grade students. *Developmental Science*, 23(4), 1–17. <https://doi.org/10.1111/desc.12882>
- Azevedo, S., Rato, J. y Caldas, A.C. (2020). Contribution of musical training in the academic and cognitive performance of children and adolescents: A systematic review. *Revista Portuguesa de Educacao*, 33(2), 116–135. <https://doi.org/10.21814/RPE.18506>
- Aziz-Zadeh, L., Liew, S.L. y Dandekar, F. (2013). Exploring the neural correlates of visual creativity. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 8(4), 475–480. <https://doi.org/10.1093/scan/nss021>
- Baars, B. J. y Gage, N. M. (2010). *Cognition, brain, and consciousness: Introduction to cognitive neuroscience*. Academic Press.

- Babo, G.D. (2004). The relationship between instrumental music participation and standardized assessment achievement of middle school students. *Research Studies in Music Education*, 22(1), 14–27. <https://doi.org/10.1177/1321103X04022001>
- Baddeley, A.D. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417–423. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01538-2](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01538-2)
- Baddeley, A.D. (1983). Working memory. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Biological Sciences*, 302(1110), 311–324. <https://doi.org/10.1098/rstb.1983.0057>
- Baddeley, A.D. (1992). Working Memory. *Science*, 255(5044), 556–559. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-121050-2.50010-7>
- Baddeley, A.D. (2003). Working memory: Looking back and looking forward. *Nature Reviews Neuroscience*, 4(10), 829–839. <https://doi.org/10.1038/nrn1201>
- Badre, D. y D'Esposito, M. (2007). Functional magnetic resonance imaging evidence for a hierarchical organization of the prefrontal cortex. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 19(12), 2082–2099. <https://doi.org/10.1162/jocn.2007.19.12.2082>
- Baer, J. (1998). The case for domain specificity of creativity. *Creativity Research Journal*, 11(2), 173–177. [https://doi.org/10.1207/s15326934crj1102\\_7](https://doi.org/10.1207/s15326934crj1102_7)
- Baer, J. y Kaufman, J.C. (2005). Bridging generality and specificity: The amusement park theoretical (APT) model of creativity. *Reoper Review*, 27(3), 1940–865. <https://doi.org/10.1080/02783190509554310>
- Baer, L.H., Park, M.T. M., Bailey, J.A., Chakravarty, M.M., Li, K.Z.H. y Penhune, V.B. (2015). Regional cerebellar volumes are related to early musical training and finger tapping performance. *NeuroImage*, 109, 130–139. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2014.12.076>
- Bagci, H. y Can, U.K. (2016). Effects of study habits of music students on the success of musical instrument training. *Journal of Education and Sociology*, 7(1), 21–28. <https://doi.org/10.7813/jes.2016/7-1/4>
- Bailey, J.A. y Penhune, V.B. (2010). Rhythm synchronization performance and auditory working memory in early- and late-trained musicians. *Experimental Brain Research*, 204(1), 91–101. <https://doi.org/10.1007/s00221-010-2299>

- Bailey, J.A. y Penhune, V.B. (2013). The relationship between the age of onset of musical training and rhythm synchronization performance: Validation of sensitive period effects. *Frontiers in Neuroscience*, 7(227), 1–9. <https://doi.org/10.3389/fnins.2013.00227>
- Bailey, J.A., Zatorre, R.J. y Penhune, V.B. (2014). Early musical training is linked to gray matter structure in the ventral premotor cortex and auditory–motor rhythm synchronization performance. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 26(4), 755–767. [https://doi.org/10.11162/jocn\\_a\\_00527](https://doi.org/10.11162/jocn_a_00527)
- Bakar, W.N.W. y Shahidan, N.S. (2021). A systematic literature review on neuroscience of conceptual learning in mathematics. *Jurnal Penyelidikan Sains Sosial*, 4(10), 91–102.
- Baldo, J.V. y Dronkers, N.F. (2007). Neural correlates of arithmetic and language comprehension: A common substrate? *Neuropsychologia*, 45(2), 229–235. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.07.014>
- Banai, K. y Ahissar, M. (2013). Musical experience, auditory perception and reading-related skills in children. *PLoS One*, 8(9), 1–11. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0075876>
- Bangert, M., Peschel, T., Schlaug, G., Rotte, M., Drescher, D., Hinrichs, H., Heinze, H. y Altenmüller, E. (2006). Shared networks for auditory and motor processing in professional pianists: Evidence from fMRI conjunction. *NeuroImage*, 30(3), 917–926. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2005.10.044>
- Bar-on, R. (2010). Emotional intelligence: An integral part of positive psychology. *South African Journal of Psychology*, 40(1), 54–62. <https://doi.org/10.1177/008124631004000106>
- Bar-on, R. y Parker, J.D.A. (2018). *Inventario de Inteligencia Emocional de BarOn: Versión para jóvenes (7-18 años)*. TEA Ediciones.
- Bar-on, R., Tranel, D., Denburg, N.L. y Bechara, A. (2013). Exploring the neurological substrate of emotional and social intelligence. *Social Neuroscience: Key Readings*, 126(8), 223–238. <https://doi.org/10.4324/9780203496190>
- Barbaroux, M., Dittinger, E. y Besson, M. (2019). Music training with Démos program positively influences cognitive functions in children from low socio-economic backgrounds. *PLoS One*, 14(5), 1–21. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0216874>

- Barbey, A.K., Colom, R. y Grafman, J. (2014). Distributed neural system for emotional intelligence revealed by lesion mapping. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 9(3), 265–272. <https://doi.org/10.1093/scan/nss124>
- Barca-Lozano, A., Almeida, L.S., Porto-Rioboo, A.M., Peralbo-Uzquiano, M. y Brenlla-Blanco, J.C. (2012). Motivación escolar y rendimiento: Impacto de metas académicas, de estrategias de aprendizaje y autoeficacia. *Anales de Psicología*, 28(3), 848–859. <https://doi.org/10.6018/analesps.28.3.156221>
- Barrett, K.C., Ashley, R., Strait, D.L. y Kraus, N. (2013). Art and science: How musical training shapes the brain. *Frontiers in Psychology*, 4(713), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00713>
- Barrett, L.F., Mesquita, B. y Gendron, M. (2011). Context in emotion perception. *Current Directions in Psychological Science*, 20(5), 286–290. <https://doi.org/10.1177/0963721411422522>
- Barrett, M.S. y Welch, G.F. (2021). Music early learning programs: Enduring outcomes for children and their families. *Psychology of Music*, 49(5), 1226–1241. <https://doi.org/10.1177/0305735620944232>
- Bashwiler, D.M., Wertz, C.J., Flores, R.A. y Jung, R.E. (2016). Musical creativity revealed in brain structure: Interplay between motor, default mode, and limbic networks. *Scientific Reports*, 6(20482), 1–8. <https://doi.org/10.1038/srep20482>
- Batey, M., Chamorro-Premuzic, T. y Furnham, A. (2009). Intelligence and personality as predictors of divergent thinking: The role of general, fluid and crystallized intelligence. *Thinking Skills and Creativity*, 4, 60–69. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.lindif.2010.04.008>
- Batey, M., Furnham, A. y Sa, X. (2010). Intelligence, general knowledge and personality as predictors of creativity. *Learning and Individual Differences*, 20, 532–535. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2010.04.008>
- Baumann, S., Meyer, M. y Jäncke, L. (2008). Enhancement of auditory-evoked potentials in musicians reflects an influence of expertise but not selective attention. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 20(12), 2238–2249. <https://doi.org/10.1162/jocn.2008.20157>
- Baumgartner, T., Esslen, M. y Jäncke, L. (2006). From emotion perception to emotion experience: Emotions evoked by pictures and classical music. *International Journal of Psychophysiology*, 60(1), 34–43. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2005.04.007>

- Bayanova, L., Chichinina, E., Veraksa, A., Almazova, O. y Dolgikh, A. (2022). Difference in executive functions development level between two groups: Preschool children who took extra music classes in art schools and children who took only general music and dance classes offered by preschools. *Education Sciences*, 12(2). <https://doi.org/10.3390/educsci12020119>
- Beaty, R.E., Benedek, M., Barry Kaufman, S. y Silvia, P.J. (2015). Default and executive network coupling supports creative idea production. *Scientific Reports*, 5(10964), 1–14. <https://doi.org/10.1038/srep10964>
- Beaty, R.E., Benedek, M., Silvia, P. y Schacter, D.L. (2016). Creative cognition and brain network dynamics. *Trends in Cognitive Sciences*, 20(2), 87–95. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2015.10.004>
- Beaty, R.E., Benedek, M., Wilkins, R.W., Jauk, E., Fink, A., Silvia, P.J., Koschutnig, K., Hodges, D.A. y Neubauer, A.C. (2014). Creativity and the default network: A functional connectivity analysis of the creative brain at rest. *Neuropsychologia*, 64, 92–98. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2014.09.019>
- Beaty, R.E., Kenett, Y.N., Hass, R.W. y Hass, R.W. (2019a). *Fanning creative thought: Semantic richness impacts divergent thinking* [Comunicación]. Proceedings of the 41st Annual Meeting of the Cognitive Science Society, Montreal, Canadá. [https://www.academia.edu/download/60042188/Beaty\\_\\_Kenett\\_\\_\\_\\_Hass\\_\\_201920190717-108070-xcbsk6.pdf](https://www.academia.edu/download/60042188/Beaty__Kenett____Hass__201920190717-108070-xcbsk6.pdf)
- Beaty, R.E., Seli, P. y Schacter, D.L. (2019b). Network neuroscience of creative cognition: Mapping cognitive mechanisms and individual differences in the creative brain. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 27, 22–30. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2018.08.013>
- Bechara, A., Damasio, H. y Damasio, A. R. (2000). Emotion, decision making and the orbitofrontal cortex. *Cerebral Cortex*, 10(3), 295–307. <https://doi.org/10.1093/cercor/10.3.295>
- Beidel, D.C., Turner, S.M. y Taylor-Ferreira, J.C. (1999). Teaching study skills and test-taking strategies to elementary school students: The Testbusters program. *Behavior Modification*, 23(4), 630–646. <https://doi.org/10.1177/0145445599234007>

- Belletich, O., R. Wilhelmi, M. y Angel-Alvarado, R. (2016). La educación musical en la formación básica en España. El problema de la dispersión curricular. *Perspectiva Educativa*, 55(2), 158–170. <https://doi.org/10.4151/07189729-vol.55-iss.2-art.454>
- Belmonte, C. (2007). Emociones y cerebro. *Revista de La Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 101(1), 58–68.
- Beltrán-Llera, J. (2003a). Estrategias de aprendizaje. *Revista de Educación*, 332, 55–73.
- Beltrán-Llera, J. (2003b). *Procesos, estrategias y técnicas de aprendizaje*. Editorial Síntesis.
- Benedek, M., Borovnjak, B., Neubauer, A.C. y Kruse-Weber, S. (2014). Creativity and personality in classical, jazz and folk musicians. *Personality and Individual Differences*, 63, 117–121. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2014.01.064>
- Benedek, M. y Fink, A. (2019). Toward a neurocognitive framework of creative cognition: The role of memory, attention, and cognitive control. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 27, 116–122. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2018.11.002>
- Benedek, M., Jauk, E., Sommer, M., Arendasy, M. y Neubauer, A.C. (2014). Intelligence, creativity, and cognitive control: The common and differential involvement of executive functions in intelligence and creativity. *Intelligence*, 46, 73–83. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2014.05.007>
- Benedek, M., Schües, T., Beaty, R.E., Jauk, E., Koschutnig, K., Fink, A. y Neubauer, A.C. (2017). To create or to recall original ideas: Brain processes associated with the imagination of novel object uses. *Cortex*, 99, 93–102. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2017.10.024>
- Bengtsson, S.L., Nagy, Z., Skare, S., Forsman, L., Forssberg, H. y Ullén, F. (2005). Extensive piano practicing has regionally specific effects on white matter development. *Nature Neuroscience*, 8(9), 10–13. <https://doi.org/10.1038/nn1516>
- Bengtsson, Sara L., Ullén, F., Henrik Ehrsson, H., Hashimoto, T., Kito, T., Naito, E., Forssberg, H. y Sadato, N. (2009). Listening to rhythms activates motor and premotor cortices. *Cortex*, 45(1), 62–71. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2008.07.002>
- Benítez, M., Abrahan, V. y Justel, N. (2021). Brain plasticity and musical training in infants. A systematic review. *Electronic Journal of Music in Education*, 47, 39–60. <https://doi.org/10.7203/LEEME.47.20376>

- Benítez, M., Abrahan, V. y Nadia, J. (2016). *Efecto del entrenamiento musical en la memoria emocional de niños en edad preescolar* [Comunicación]. XII Congreso Argentino de Neuropsicología, Sociedad Argentina de Neuropsicología, Buenos Aires, Argentina. <https://www.aacademica.org/veronika.diaz.abrahan/28>
- Benson, N.F., Kranzler, J.H. y Floyd, R.G. (2016). Examining the integrity of measurement of cognitive abilities in the prediction of achievement: Comparisons and contrasts across variables from higher-order and bifactor models. *Journal of School Psychology, 58*, 1–19. <https://doi.org/10.1016/j.jsp.2016.06.001>
- Benton, C. (2014). *Thinking about thinking: Metacognition for music learning*. Rowman & Littlefield Education.
- Benz, S., Sellaro, R., Hommel, B. y Colzato, L.S. (2016). Music makes the world go round: The impact of musical training on non-musical cognitive functions-a review. *Frontiers in Psychology, 6*, 1–5. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.02023>
- Bergman, S., Darki, F. y Klingberg, T. (2014). Music practice is associated with development of working memory during childhood and adolescence. *Frontiers in Human Neuroscience, 7*(926), 1–9. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00926>
- Bermudez, P., Lerch, J.P., Evans, A. C. y Zatorre, R.J. (2009). Neuroanatomical correlates of musicianship as revealed by cortical thickness and voxel-based morphometry. *Cerebral Cortex, 19*(7), 1583–1596. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhn196>
- Berthelsen, D., Hayes, N., White, S.L.J. y Williams, K.E. (2017). Executive function in adolescence: Associations with child and family risk factors and self-regulation in early childhood. *Frontiers in Psychology, 8*(903), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00903>
- Besançon, M. y Lubart, T. (2008). Differences in the development of creative competencies in children schooled in diverse learning environments. *Learning and Individual Differences, 18*(4), 381–389. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2007.11.009>
- Besson, M., Chobert, J. y Marie, C. (2011). Transfer of training between music and speech: Common processing, attention, and memory. *Frontiers in Psychology, 2*(94), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2011.00094>
- Best, J.R. y Miller, P.H. (2010). A developmental perspective on executive function. *Child Development, 81*(6), 1641–1660. <https://doi.org/doi:10.1111/j.1467-8624.2010.01499.x>



- Best, J.R., Miller, P.H. y Jones, L. (2009). Executive functions after age 5. *Developmental Review*, 29(3), 180–200. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2009.05.002>
- Betancur, M., Molina, D. y Cañizales, L. (2016). Entrenamiento cognitivo de las funciones ejecutivas en la edad escolar. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 14(1), 359–368. <https://doi.org/10.11600/1692715x.14124160615>
- Betts, J., Mckay, J., Maruff, P. y Anderson, V. (2006). The development of sustained attention in children: The effect of age and task load. *Child Neuropsychology*, 12(3), 205–221. <https://doi.org/10.1080/09297040500488522>
- Bialystok, E., Craik, F.I.M., Green, D.W. y Gollan, T.H. (2009). Bilingual minds. *Psychological Science in the Public Interest, Supplement*, 10(3), 89–129. <https://doi.org/10.1177/1529100610387084>
- Bialystok, E. y DePape, A.M. (2009). Musical expertise, bilingualism, and executive functioning. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 35(2), 565–574. <https://doi.org/10.1037/a0012735>
- Bianchi, F., Hjortkjær, J., Siebner, H.R. y Dau, T. (2017). Subcortical and cortical correlates of pitch discrimination: Evidence for two levels of neuroplasticity in musicians. *NeuroImage*, 163, 398–412. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2017.07.057>
- Bickerdike, A., O’Deasmhunaigh, C., O’Flynn, S. y O’Tuathaigh, C. (2016). Learning strategies, study habits and social networking activity of undergraduate medical students. *International Journal of Medical Education*, 7, 230–236. <https://doi.org/10.5116/ijme.576f.d074>
- Bidelman, G.M. y Krishnan, A. (2010). Effects of reverberation on brainstem representation of speech in musicians and non-musicians. *Brain Research*, 1355, 112–125. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2010.07.100>
- Bigand, E., Delbé, C., Poulin-Charronnat, B., Leman, M. y Tillmann, B. (2014). Empirical evidence for musical syntax processing? Computer simulations reveal the contribution of auditory short-term memory. *Frontiers in Systems Neuroscience*, 8(94), 1–27. <https://doi.org/10.3389/fnsys.2014.00094>
- Bigand, E. y Tillmann, B. (2022). Near and far transfer: Is music special? *Memory and Cognition*, 50, 339–347. <https://doi.org/10.3758/s13421-021-01226-6>
- Bisquerra, R., Pérez-González, J. y García, E. (2015). *Inteligencia emocional en educación*. Editorial Síntesis.

- Blair, C., Raver, C.C. y Berry, D.J. (2014). Two approaches to estimating the effect of parenting on the development of executive function in early childhood. *Developmental Psychology*, 50(2), 554–565. <https://doi.org/10.1037/a0033647>
- Blair, C. y Razza, R.P. (2007). Relating effortful control, executive function, and false belief understanding to emerging math and literacy ability in kindergarten. *Child Development*, 78(2), 647–663. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2007.01019.x>
- Blázquez-Garcés, J., Fernández-Andrés, M., Sanz-Cervera, P., Tijeras-Iborra, A., Vélez-Calvo, X. y Pastor-Cerezuela, G. (2015). Comprensión lectora y oral: Relaciones con CI, género y rendimiento académico de estudiantes de Educación Primaria. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 1(1), 307–313. <https://doi.org/10.17060/ijodaep.2015.n1.v1.39>
- Blecher, T., Tal, I. y Ben-Shachar, M. (2016). White matter microstructural properties correlate with sensorimotor synchronization abilities. *NeuroImage*, 138, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2016.05.022>
- Blondal, K.S. y Adalbjarnardottir, S. (2009). Parenting practices and school dropout: A longitudinal study. *Adolescence*, 44(176), 729–749.
- Blood, A.J.J. y Zatorre, R.J. (2001). Intensely pleasurable responses to music correlate with activity in brain regions implicated in reward and emotion. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98(20), 11818–11823. <https://doi.org/10.1073/pnas.191355898>
- Blum, K., Simpatico, T., Febo, M., Rodríguez, C., Dushaj, K., Li, M., Braverman, E.R., Demetrovics, Z., Oscar-Berman, M. y Badgaiyan, R.D. (2017). Hypothesizing music intervention enhances brain functional connectivity involving dopaminergic recruitment: Common neuro-correlates to abusable drugs. *Molecular Neurobiology*, 54(5), 3753–3758. <https://doi.org/10.1007/s12035-016-9934-y>
- Boccia, M., Piccardi, L., Palermo, L., Nori, R. y Palmiero, M. (2015). Where do bright ideas occur in our brain? Meta-analytic evidence from neuroimaging studies of domain-specific creativity. *Frontiers in Psychology*, 6(1195), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01195>
- Boebinger, D., Norman-Haignere, S.V., McDermott, J.H. y Kanwisher, N. (2021). Music-selective neural populations arise without musical training. *Journal of Neurophysiology*, 125(6), 2237–2263. <https://doi.org/10.1152/jn.00588.2020>

- Bombín-González, I., Cifuentes-Rodríguez, A., Climent-Martínez, G., Luna-Lario, P., Cardas-Ibáñez, J., Tirapu-Ustárriz, J. y Díaz-Orueta, U. (2014). Validez ecológica y entornos multitarea en la evaluación de las funciones ejecutivas. *Revista de Neurología*, 59(2), 77–87. <https://doi.org/10.33588/rn.5902.2013578>
- Bonneville-Roussy, A. y Vallerand, R.J. (2018). Passion at the heart of musicians' well-being. *Psychology of Music*, 48(2), 266–282. <https://doi.org/10.1177/0305735618797180>
- Boone, W. y Piccinini, G. (2016). The cognitive neuroscience revolution. *Synthese*, 193(5), 1509–1534. <https://doi.org/10.1007/s11229-015-0783-4>
- Bose, M., Muñoz-Llancao, P., Roychowdhury, S., Nichols, J.A., Jakkamsetti, V., Porter, B., Byrapureddy, R., Salgado, H., Kilgard, M., Aboitiz, F., Dagnino-Subiabre, A. y Atzori, M. (2010). Effect of the environment on the dendritic morphology of the rat auditory cortex. *Synapse*, 64(2), 97–110. <https://doi.org/10.1002/syn.20710>.
- Bostan, A.C., Dum, R.P. y Strick, P.L. (2013). Cerebellar networks with the cerebral cortex and basal ganglia. *Trends in Cognitive Sciences*, 17(5), 241–254. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2013.03.003>
- Botella, A.M. y Isusi-Fagoaga, R. (2018). Hacia una historia de la educación musical en España: Consideraciones en torno al caso valenciano. *Revista de Comunicación de La SEECI*, 46, 13–27. <https://doi.org/10.15198/seeci.2018.46.13-27>
- Bowmer, A., Mason, K., Knight, J. y Welch, G. (2018). Investigating the impact of a musical intervention on preschool children's executive function. *Frontiers in Psychology*, 9(2389), 1–16. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02389>
- Brackett, M.A., Rivers, S.E., Reyes, M.R. y Salovey, P. (2012). Enhancing academic performance and social and emotional competence with the RULER feeling words curriculum. *Learning and Individual Differences*, 22(2), 218–224. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2010.10.002>
- Brackett, M.A., Rivers, S.E., Shiffman, S., Lerner, N. y Salovey, P. (2006). Relating emotional abilities to social functioning: A comparison of self-report and performance measures of emotional intelligence. *Journal of Personality and Social Psychology*, 91(4), 780–795. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.91.4.780>
- Brandt, A., Gebrian, M. y Slevc, L.R. (2012). Music and early language acquisition. *Frontiers in Psychology*, 3(327), 1–17. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00327>

- Brattico, E., Alluri, V., Bogert, B., Jacobsen, T., Vartiainen, N., Nieminen, S. y Tervaniemi, M. (2011). A functional MRI study of happy and sad emotions in music with and without lyrics. *Frontiers in Psychology*, 2(308), 1–16. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2011.00308>
- Brattico, E., Bogert, B., Alluri, V., Tervaniemi, M., Eerola, T. y Jacobsen, T. (2016). It's sad but i like it: The neural dissociation between musical emotions and liking in experts and laypersons. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9(676), 1–21. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2015.00676>
- Brattico, E., Bogert, B. y Jacobsen, T. (2013). Toward a neural chronometry for the aesthetic experience of music. *Frontiers in Psychology*, 4(206), 1–21. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00206>
- Brock, L.L. y Curby, T.W. (2016). The role of children's adaptability in classrooms characterized by low or high teacher emotional support consistency. *School Psychology Review*, 45(2), 209–225. <https://doi.org/10.17105/SPR45-2.209-225>
- Brown, E.D. y Sax, K.L. (2013). Arts enrichment and preschool emotions for low-income children at risk. *Early Childhood Research Quarterly*, 28(2), 337–346. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2012.08.002>
- Brown, R.M., Chen, J.L., Hollinger, A., Penhune, V.B., Palmer, C. y Zatorre, R.J. (2013). Repetition suppression in auditory-motor regions to pitch and temporal structure in music. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 25(2), 313–328. [https://doi.org/10.1162/jocn\\_a\\_00322](https://doi.org/10.1162/jocn_a_00322)
- Brown, S. y Jordania, J. (2013). Universals in the world's musics. *Psychology of Music*, 41(2), 229–248. <https://doi.org/10.1177/0305735611425896>
- Brufal-Arráez, J. D. (2013). Los principales métodos activos de educación musical en primaria: Diferentes enfoques, particularidades y directrices básicas para el trabajo en el aula. *Artseduca*, 5, 6–21.
- Brydges, C.R., Reid, C.L., Fox, A.M. y Anderson, M. (2012). A unitary executive function predicts intelligence in children. *Intelligence*, 40(5), 458–469. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2012.05.006>
- Bueno, D. (2019). Genetics and learning: How the genes influence educational attainment. *Frontiers in Psychology*, 10(1622), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01622>

- Bugden, S. y Ansari, D. (2014). How can cognitive developmental neuroscience constrain our understanding of developmental dyscalculia. En Chinn, S. (Ed.). *The Routledge International Handbook of Dyscalculia and Mathematical Learning Difficulties* (pp.18–43). Routledge.
- Bugos, J.A. (2010). The benefits of music instruction on processing speed , verbal fluency, and cognitive control in aging. *Music Education Research International*, 4(1), 1–8.
- Bugos, J.A. (2019). The effects of bimanual coordination in music interventions on executive functions in aging adults. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, 13(68), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fnint.2019.00068>
- Bugos, J.A. y Demarie, D. (2017). The effects of a short-term music program on preschool children’s executive functions. *Psychology of Music*, 45(6), 855–867. <https://doi.org/10.1177/0305735617692666>
- Bugos, J.A. y Jacobs, E. (2012). Composition instruction and cognitive performance: Results of a pilot study. *Research and Issues in Music Education*, 10(1), 1–15.
- Bugos, J.A. y Mazuc, J. (2013). Semantic clustering and processing speed in Suzuki violinists. *Bulletin of the Council for Research in Music Education*, 198, 7–22. <https://doi.org/10.5406/bulcouresmusedu.198.0007>
- Bugos, J.A., Perlstein, W.M., McCrae, C.S., Brophy, T.S. y Bedenbaugh, P.H. (2007). Individualized piano instruction enhances executive functioning and working memory in older adults. *Aging and Mental Health*, 11(4), 464–471. <https://doi.org/10.1080/13607860601086504>
- Bull, R., Espy, K.A., Wiebe, S.A., Sheffield, T.D. y Nelson, J.M. (2011). Using confirmatory factor analysis to understand executive control in preschool children: sources of variation in emergent mathematic achievement. *Developmental Science*, 14(4), 679–692. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2010.01012.x>.Using
- Bulut, S. (2013). Intelligence development of socio-economically disadvantaged preschool children. *Anales de Psicología*, 29(3), 855–864. <https://doi.org/10.6018/analesps.29.3.168101>
- Burunat, I., Brattico, E., Puoliväli, T., Ristaniemi, T., Sams, M. y Toiviainen, P. (2015). Action in perception: Prominent visuo-motor functional symmetry in musicians during music listening. *PloS One*, 10(9), e0138238. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0138238>

- Burunat, I., Tsatsishvili, V., Brattico, E. y Toiviainen, P. (2017). Coupling of action-perception brain networks during musical pulse processing: Evidence from region-of-interest-based independent component analysis. *Frontiers in Human Neuroscience*, 11(230), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00230>
- Butera, I.M. (2015). From notes to vowels: Neural correlations between musical training and speech processing. *The Journal of Neuroscience*, 35(22), 8379–8381. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.1102-15.2015>
- Butkovic, A., Ullén, F. y Mosing, M.A. (2015). Personality related traits as predictors of music practice: Underlying environmental and genetic influences. *Personality and Individual Differences*, 74, 133–138. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2014.10.006>
- Caballero, C., Abello, R. y Palacio, J. (2007). Relación de burnout y rendimiento académico con la satisfacción frente a los estudios en estudiantes universitarios. *Avances en Psicología Latinoamericana*, 25(2), 98–111.
- Cabanac, A., Perlovsky, L., Bonniot-Cabanac, M.C. y Cabanac, M. (2013). Music and academic performance. *Behavioural Brain Research*, 256, 257–260. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2013.08.023>
- Cabrales, A. (2016). Neuropsicología y la localización de las funciones cerebrales superiores en estudios de resonancia magnética funcional con tareas. *Acta Neurológica Colombiana*, 31(1), 92–100. <https://doi.org/10.22379/2422402214>
- Cahan, S. y Cohen, N. (1989). Age versus schooling effects on intelligence development. *Child Development*, 60(5), 1239–1249. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.1989.tb03554.x>
- Çalışkan, M. y Sünbül, A. M. (2011). The effects of learning strategies instruction on metacognitive knowledge, using metacognitive skills and academic achievement. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 11(1), 148–153.
- Calvin, C.M., Batty, G.D., Der, G., Brett, C.E., Taylor, A., Pattie, A., Cukic, I. y Deary, I.J. (2017). Childhood intelligence in relation to major causes of death in 68 year follow-up: Prospective population study. *BMJ*, 357, 1–14. <https://doi.org/10.1136/bmj.j2708>
- Camarero, F.J., Martín del Buey, F. y Herrero, F.J. (2000). Estilos y estrategias de aprendizaje en estudiantes universitarios. *Psicothema*, 12(4), 615–622.

- Campo, L.A., Donado, L.C., Sánchez, L.M. y Vergara, C.R. (2010). Importancia de la estimulación de las aptitudes básicas del aprendizaje desde la perspectiva del desarrollo infantil. *Psicogente*, 13(24), 397–411. <https://doi.org/10.17081/psico.13.24.1801>
- Campos, M.H., Delgado, M.M., Smith-Castro, V. y Villagra, O.R. (2021). Efecto del entrenamiento musical en las funciones ejecutivas: Un meta-análisis. *Revista Internacional de Educación Musical*, 9(1), 3–11. <https://doi.org/10.1177/23074841211046709>
- Cañellas, A. J. C. (2005). Continuidad y complementariedad entre la educación formal y no formal. *Revista de Educación*, 338, 9–22.
- Canet-Juric, L., Galli, J.I., Zaidán, C. y Vásquez-Echeverría, A. (2019). Autocontrol y desempeño escolar en lengua y matemática. *Investigaciones en Psicología*, 24(1), 35–42. <https://doi.org/10.32824/investigpsicol.a24n1a12>
- Cantlon, J.F., Brannon, E.M., Carter, E.J. y Pelphrey, K.A. (2006). Functional imaging of numerical processing in adults and 4-y-old children. *PLoS Biology*, 4(5), 844–854. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0040125>
- Cantlon, J.F., Libertus, M.E., Pineda, P., Dehaene, S., Brannon, E.M. y Pelphrey, K.A. (2009). The neural development of an abstract concept of number. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 21(11), 2217–2229. <https://doi.org/doi:10.1162/jocn.2008.21159>
- Capdevila Seder, A. y Bellmunt Villalonga, H. (2016). Importancia de los hábitos de estudio en el rendimiento académico del adolescente: Diferencias por género. *Educatio Siglo XXI*, 34(1), 157–172. <https://doi.org/10.6018/j/253261>
- Capdevila Seder, A., Bellmunt Villalonga, H. y Hernando Domingo, C. (2015). Estilo de vida y rendimiento académico en adolescentes: Comparación entre deportistas. *RETOS. Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 27, 28–33.
- Caracci, C., Martel, K. y Le Normand, M.T. (2022). The positive learning transfer from a musical play early-learning system® to young children’s linguistic and spatial skills. *Music Education Research*, 1–18. <https://doi.org/10.1080/14613808.2022.2076820>

- Cárdenas, M. y Arancibia, H. (2014). Potencia estadística y cálculo del tamaño del efecto en G\*Power: Complementos a las pruebas de significación estadística y su aplicación en psicología. *Salud y Sociedad*, 5(2), 210–224. <https://doi.org/10.22199/S07187475.2014.0002.00006>
- Carioti, D., Danelli, L., Guasti, M.T., Gallucci, M., Perugini, M., Steca, P., Stucchi, N. A., Maffezzoli, A., Majno, M., Berlinger, M. y 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(2704), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02704>
- Carlson, E., Saarikallio, S., Toiviainen, P., Bogert, B., Kliuchko, M. y Brattico, E. (2015). Maladaptive and adaptive emotion regulation through music: A behavioral and neuroimaging study of males and females. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9(466), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2015.00466>
- Carlsson, I., Wendt, P.E. y Risberg, J. (2000). On the neurobiology of creativity. Differences in frontal activity between high and low creative subjects. *Neuropsychologia*, 38(6), 873–885. [https://doi.org/10.1016/S0028-3932\(99\)00128-1](https://doi.org/10.1016/S0028-3932(99)00128-1)
- Carmona, C., Sánchez, P. y Bakieva, M. (2011). Actividades extraescolares y rendimiento académico: Diferencias en autoconcepto y género. *Revista de Investigación Educativa*, 29(2), 447–465.
- Carpenter, P.A., Just, M. A. y Shell, P. (1990). What one intelligence test measures: A theoretical account of the processing in the Raven Progressive Matrices Test. *Psychological Review*, 97(3), 404–431. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.97.3.404>
- Carpentier, S.M., Moreno, S. y 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. [https://doi.org/10.1162/jocn\\_a\\_00988](https://doi.org/10.1162/jocn_a_00988)
- Carrasco, J.B. (2004). *Estrategias de aprendizaje*. Ediciones Rialp, S.A.
- Carson, S.H., Peterson, J.B. y Higgins, D.M. (2005). Reliability, validity, and factor structure of the creative achievement questionnaire. *Creativity Research Journal*, 17(1), 37–50. [https://doi.org/10.1207/s15326934crj1701\\_4](https://doi.org/10.1207/s15326934crj1701_4)



- Carvajal, J.B., Loachamin-Valencia, M., Pérez-Hernández, E. y Carmen-Juan, M. (2015). *Los beneficios del entrenamiento musical sobre el desarrollo infantil* [Comunicación]. Congreso Internacional de Psicología y Educación, Ibagué, Colombia. [https://www.researchgate.net/profile/Jimena-Bonilla/publication/327777516\\_Los\\_beneficios\\_del\\_entrenamiento\\_musical\\_sobre\\_el\\_desarrollo\\_infantil/links/5ba3c735a6fdccd3cb661ce3/Los-beneficios-del-entrenamiento-musical-sobre-el-desarrollo-infantil.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Jimena-Bonilla/publication/327777516_Los_beneficios_del_entrenamiento_musical_sobre_el_desarrollo_infantil/links/5ba3c735a6fdccd3cb661ce3/Los-beneficios-del-entrenamiento-musical-sobre-el-desarrollo-infantil.pdf)
- Castejón, J.L., Gilar, R. y Pérez, A.M. (2007). El papel de las habilidades intelectuales generales en la adquisición del conocimiento conceptual y procedimental en una situación de aprendizaje complejo. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 60(1–2), 149–166.
- Castillo-Vergara, M., Galleguillos, N., Cuello, G., Álvarez-Marin, L. y Acuña-Opazo, C. (2018). Does socioeconomic status influence student creativity? *Thinking Skills and Creativity*, 29, 142–152. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.07.005>
- Chabra, S., Bansal, T. y Misra, M. (2012). Does learning music affect study habits of learners? *Scholarly Research Journal for Interdisciplinary Studies*, 1(2), 276–283.
- Chalas, N., Karagiorgis, A., Bamidis, P. y Paraskevopoulos, E. (2022). The impact of musical training in symbolic and non-symbolic audiovisual judgements of magnitude. *PLoS One*, 17(5), 1–18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0266165>
- Chamorro-Premuzic, T. y Furnham, A. (2003). Personality predicts academic performance: Evidence from two longitudinal university samples. *Journal of Research in Personality*, 37(4), 319–338. [https://doi.org/10.1016/S0092-6566\(02\)00578-0](https://doi.org/10.1016/S0092-6566(02)00578-0)
- Chan, J.Y.C. y Scalise, N. R. (2022). Numeracy skills mediate the relation between executive function and mathematics achievement in early childhood. *Cognitive Development*, 62(101154), 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2022.101154>
- Chen, J.L., Penhune, V.B. y Zatorre, R.J. (2008). Listening to musical rhythms recruits motor regions of the brain. *Cerebral Cortex*, 18(12), 2844–2854. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhn042>
- Chen, J., Scheller, M., Wu, C., Hu, B., Peng, R., Liu, C., Liu, S., Zhu, L. y Chen, J. (2022). The relationship between early musical training and executive functions: Validation of effects of the sensitive period. *Psychology of Music*, 50(1), 86–99. <https://doi.org/10.1177/0305735620978690>

- Chermahini, S.A. y Hommel, B. (2012). Creative mood swings: Divergent and convergent thinking affect mood in opposite ways. *Psychological Research*, 76(5), 634–640. <https://doi.org/10.1007/s00426-011-0358-z>
- Cherniss, C. (2010). Emotional Intelligence: Toward clarification of a concept. *Industrial and Organizational Psychology*, 3(02), 110–126. <https://doi.org/10.1111/j.1754-9434.2010.01231.x>
- Cherniss, C., Goleman, D. y Weissberg, R.P. (2006). Emotional Intelligence: What Does the Research Really Indicate? *Educational Psychologist*, 41(4), 239–245. [https://doi.org/https://doi.org/10.1207/s15326985ep4104\\_4](https://doi.org/https://doi.org/10.1207/s15326985ep4104_4)
- Chetty, R., Friedman, J.N., Hilger, N., Saez, E., Schanzenbach, D.W. y Yagan, D. (2011). How does your kindergarten classroom affect your earnings? Evidence from project star. *The Quarterly Journal of Economics*, 126(4), 1593–1660. <https://doi.org/10.1093/qje/qjr041>
- Cheung, V. K. M., Meyer, L., Friederici, A. D. y Koelsch, S. (2018). The right inferior frontal gyrus processes nested non-local dependencies in music. *Scientific Reports*, 8(1), 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-22144-9>
- Chiang, J. N., Rosenberg, M. H., Bufford, C. A., Stephens, D., Lysy, A. y Monti, M. M. (2017). The language of music: Common neural codes for structured sequences in music and natural language. *Brain and Language*, 185, 30–37. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2018.07.003>
- Chin, T. y Rickard, N. S. (2014). Emotion regulation strategy mediates both positive and negative relationships between music uses and well-being. *Psychology of Music*, 42(5), 692–713. <https://doi.org/10.1177/0305735613489916>
- Chronopoulou, E. y Riga, V. (2012). The contribution of music and movement activities to creative thinking in pre-school children. *Creative Education*, 03(02), 196–204. <https://doi.org/10.4236/ce.2012.32031>
- Cicchetti, D., Ganiban, J. y Barnett, D. (1991). Contributions from the study of high-risk populations to understanding the development of emotion regulation. En Garber, J. y Dodge, K.A. (Eds.). *The development of emotion regulation and dysregulation* (pp. 15–48). Cambridge University Press.
- Cid-Sillero, S., Santiago-Ramajo, S. y Martín-Lobo, M. P. (2018). Relation between executive functions and empathy and their influence on academic performance in students of basic vocational training. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 16(46), 517–536.

- Cifredo-Marín, J. (2021). *Música y pedagogía musical: De la Grecia Clásica a la España actual* [Tesis doctoral]. Universidad de Granada.
- Clark, C.N., Downey, L.E. y Warren, J.D. (2015). Brain disorders and the biological role of music. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 10(3), 444–452. <https://doi.org/10.1093/scan/nsu079>
- Clayton, K.K., Swaminathan, J., Yazdanbakhsh, A., Zuk, J., Patel, A.D. y Kidd, G. (2016). Executive function, visual attention and the cocktail party problem in musicians and non-musicians. *PLoS One*, 11(7), 1–17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0157638>
- Cohen, J.D. y Servan-Schreiber, D. (1992). Context, cortex, and dopamine: A connectionist approach to behavior and biology in schizophrenia. *Psychological Review*, 99(1), 45–77. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.99.1.45>
- Collins, A. (2011). *Neuroscience and music research: What's out there and what's useful to music educators?* [Comunicación]. XVIII National Conference Making sound waves: Diversity, unity, equity, Gold Coast, Australia. [https://www.academia.edu/download/40416075/ASME\\_XVIII\\_Proceedings\\_2011.pdf#page=56](https://www.academia.edu/download/40416075/ASME_XVIII_Proceedings_2011.pdf#page=56)
- Collins, A. (2013). Neuroscience meets music education: Exploring the implications of neural processing models on music education practice. *International Journal of Music Education*, 31(2), 217–231. <https://doi.org/10.1177/0255761413483081>
- Collins, A. y Koechlin, E. (2012). Reasoning, learning, and creativity: Frontal lobe function and human decision-making. *PLoS Biology*, 10(3), e1001293. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001293>
- Colom, R., Abad, F.J., García, L.F. y Juan-Espinosa, M. (2002). Education, Wechsler's full scale IQ, and g. *Intelligence*, 30(5), 449–462. [https://doi.org/10.1016/S0160-2896\(02\)00122-8](https://doi.org/10.1016/S0160-2896(02)00122-8)
- Colom, R., Escorial, S., Shih, P.C. y Privado, J. (2007). Fluid intelligence, memory span, and temperament difficulties predict academic performance of young adolescents. *Personality and Individual Differences*, 42(8), 1503–1514. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2006.10.023>
- Compton, D.L., Fuchs, L.S., Fuchs, D., Lambert, W. y Hamlett, C. (2012). The cognitive and academic profiles of reading and mathematics. *Journal of Learning Disabilities*, 45(1), 79–95. <https://doi.org/10.1177/0022219410393012>.The

- Concina, E. (2019). The role of metacognitive skills in music learning and performing: Theoretical features and educational implications. *Frontiers in Psychology*, 10(1583), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01583>
- Cooper, P.K. (2020). It's all in your head: A meta-analysis on the effects of music training on cognitive measures in schoolchildren. *International Journal of Music Education*, 38(3), 321–336. <https://doi.org/10.1177/0255761419881495>
- Corakli, E. y Batibay, D. (2012). The efficacy of a music education programme focused on creative thinking. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 46, 3571–3576. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.107>
- Corbalán-Berná, J. y Limiñana, R.M. (2010). El genio en una botella. El test CREA, las preguntas y la creatividad: Introducción al monográfico “El test CREA, inteligencia creativa.” *Anales de Psicología*, 26(2), 197–205. <https://doi.org/10.6018/analesps>
- Corbalán-Berná, J., Martínez-Zaragoza, F., Donolo, D.S., Alonso- Monreal, C., Tejerina-Arreal, M. y Limiñana, R.M. (2015). *CREA. Inteligencia Creativa*. TEA Ediciones.
- Corral, S., Arribas, D., Santamaría, P., Sueiro, J.M. y Pereña, J. (2005). *Escala de Inteligencia de Weschler para niños (WISC-IV)*. Pearson Clinical.
- Corrigall, K.A. y Schellenberg, E.G. (2015). Predicting who takes music lessons: Parent and child characteristics. *Frontiers in Psychology*, 6(282), 1–8. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00282>
- Corrigall, K.A., Schellenberg, E.G. y Misura, N.M. (2013). Music training, cognition, and personality. *Frontiers in Psychology*, 4(222), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00222>
- Corrigall, K.A. y Trainor, L.J. (2011). Associations Between Length of Music Training and Reading Skills in Children. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, 29(2), 147–155. <https://doi.org/10.1525/mp.2011.29.2.147>
- Corrigall, K.A. y Trainor, L.J. (2014). Enculturation to musical pitch structure in young children: Evidence from behavioral and electrophysiological methods. *Developmental Science*, 17(1), 142–158. <https://doi.org/10.1111/desc.12100>
- Costa-Giomi, E. (2014). The long-term effects of childhood music instruction on intelligence and general cognitive abilities. *Update: Applications of Research in Music Education*, 33(2), 20–26. <https://doi.org/10.1177/8755123314540661>

- Coubart, A., Izard, V., Spelke, E.S., Marie, J. y Streri, A. (2014). Dissociation between small and large numerosities in newborn infants. *Developmental Science*, 17(1), 11–22. <https://doi.org/10.1111/desc.12108>
- Courey, S.J., Balogh, E., Siker, J.R. y Paik, J. (2012). Academic music: Music instruction to engage third-grade students in learning basic fraction concepts. *Educational Studies in Mathematics*, 81(2), 251–278. <https://doi.org/10.1007/s10649-012-9395-9>
- Craig, A.D. (2009). How do you feel — now? The anterior insula and human awareness. *Nature Reviews Neuroscience*, 10(1), 59–70. <https://doi.org/10.1038/nrn2555>
- Credé, M. y Kuncel, N.R. (2008). Study habits, skills, and attitudes: The third pillar supporting collegiate academic performance. *Perspectives on Psychological Science*, 3(6), 425–453. <https://doi.org/10.1111/j.1745-6924.2008.00089.x>
- Cremades, R. y Herrera, L. (2010). Importancia de la educación formal e informal en la adquisición de conocimientos sobre estilos musicales en estudiantes de conservatorio. *Arte y Ciencia: Creación y Responsabilidad*, 1(19), 363–381. <https://doi.org/10.5211/9788492751723>
- Criscuolo, A., Bonetti, L., Särkämö, T., Kliuchko, M. y Brattico, E. (2019). On the association between musical training, intelligence and executive functions in adulthood. *Frontiers in Psychology*, 10(1704), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01704>
- Criscuolo, A., Pando-naude, V., Bonetti, L., Vuust, P. y Brattico, E. (2021). Rediscovering the musician's brain: A systematic review and meta-analysis. *BioRxiv*, 12, 1–56. <https://doi.org/10.1101/2021.03.12.434473>
- Cristofori, I., Cohen-Zimmerman, S. y Grafman, J. (2019). Executive functions. En D'Esposito, M. y Grafman, J.H. (Eds.). *Handbook of Clinical Neurology* (pp. 197–219). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804281-6.00011-2>
- Critchley, H.D. (2005). Neural mechanisms of autonomic, affective, and cognitive integration. *Journal of Comparative Neurology*, 493(1), 154–166. <https://doi.org/10.1002/cne.20749>
- Crone, E.A. y Dahl, R.E. (2012). Understanding adolescence as a period of social-affective engagement and goal flexibility. *Nature Reviews Neuroscience*, 13(9), 636–650. <https://doi.org/10.1038/nrn3313>

- Cropley, A. (2006). In praise of convergent thinking. *Creativity Research Journal*, 18(3), 391–404. [https://doi.org/10.1207/s15326934crj1803\\_13](https://doi.org/10.1207/s15326934crj1803_13)
- Cropley, A. y Cropley, D. (2008). Resolving the paradoxes of creativity: An extended phase model. *Cambridge Journal of Education*, 38, 355–373.
- Cross, I. y Morley, I. (2008). The evolution of music: Theories, definitions and the nature of the evidence. *Communicative Musicality*, 266, 61–82.
- Cruz, F. y Quiñones, A. (2011). Study habits and academic performance in nursing, Poza Rica, Veracruz Mexico. *Actividades Investigativas en Educación*, 11(3), 1–17. <https://doi.org/10.15517/aie.v11i3.10219>
- Cruz, O.L., Grapain, S.S. y García-García, F. (2013). El cerebro y la música. *Revista Médica de La Universidad Veracruzana*, 13(1), 17–22.
- Cuevas Romero, S. (2015). La trascendencia de la educación musical de principios del siglo XX en la enseñanza actual. *Magister*, 27(1), 37–43. <https://doi.org/10.1016/j.magis.2015.05.002>
- Cummings, J.L. (1993). Frontal-subcortical circuits and human behavior. *Archives of Neurology*, 50, 873–880. <https://doi.org/10.1001/archneur.1993.00540080076020>
- Cunningham, W.A. y Zelazo, P.D. (2007). Attitudes and evaluations: A social cognitive neuroscience perspective. *Trends in Cognitive Sciences*, 11(3), 97–104. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2006.12.005>
- Custodio, N. y Cano-Campo, M. (2017). Efectos de la música sobre las funciones cognitivas. *Revista de Neuro-Psiquiatría*, 8(1), 60–69. <https://doi.org/10.20453/rnp.v80i1.3060>
- D'Souza, A.A., Moradzadeh, L. y Wiseheart, M. (2018). Musical training, bilingualism, and executive function: Working memory and inhibitory control. *Cognitive Research: Principles and Implications*, 3(1), 2–18. <https://doi.org/10.1186/s41235-018-0095-6>
- D'Souza, A.A. y Wiseheart, M. (2018). Cognitive effects of music and dance training in children. *Archives of Scientific Psychology*, 6(1), 178–192. <https://doi.org/10.1037/arc0000048>
- D'Souza, D. y D'Souza, H. (2019). Emergent and constrained: Understanding brain and cognitive development. *Journal of Neurolinguistics*, 3, 60–77. <https://doi.org/10.1016/j.jneuroling.2018.04.011>

- Da Silva, E.R., Dos Santos Baldin, M. y Dos Santos, F.H. (2017). Cognitive effects of numeracy musical training in brazilian preschool children: A prospective pilot study. *Psychology and Neuroscience*, 10(3), 281–296. <https://doi.org/10.1037/pne0000098>
- Dahlhaus, C. y Eggebrecht, H.H. (2012). *¿Qué es la música?*. Acantilado.
- Dai, D.Y. y Schader, R. (2001). Parents' reasons and motivations for supporting their child's music training. *Roeper Review*, 24(1), 23–26. <https://doi.org/10.1080/02783190109554121>
- Damasio, A.R. (1996). The somatic marker hypothesis and the possible functions of the prefrontal cortex. *Philosophical Transactions: Biological Sciences*, 351(1346), 1413–1420. <https://doi.org/10.1038/nj7446-537a>
- Daneri, M.P., Blair, C., Kuhn, L.J., Vernon-Feagans, L., Greenberg, M., Cox, M., Burchinal, P., Willoughby, M., Garrett-Peters, P. y Mills-Koonce, R. (2019). Maternal language and child vocabulary mediate relations between socioeconomic status and executive function during early childhood. *Child Development*, 90(6), 2001–2018. <https://doi.org/10.1111/cdev.13065>
- Davidson, M.C., Amso, D., Anderson, L.C. y Diamond, A. (2006). Development of cognitive control and executive functions from 4 to 13 years: Evidence from manipulations of memory, inhibition, and task switching. *Neuropsychologia*, 44(11), 2037–2078. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.02.006>
- de Alba, B. (2015). *Las escuelas de música del país vasco. Análisis de una realidad educativa* [Tesis doctoral]. Universidad del País Vasco. <https://addi.ehu.es/handle/10810/17750>
- de Alba, B. y Díaz, M. (2018). Music Education for All: The raison d'être of Music Schools. *Education Sciences*, 8(2), 66. <https://doi.org/10.3390/educsci8020066>
- de Almeida, J.S., Lordier, L., Zollinger, B., Kunz, N., Bastiani, M., Gui, L., Adam-Darque, A., Borradori-Tolsa, C., Lazeyras, F. y Hüppi, P.S. (2020). Music enhances structural maturation of emotional processing neural pathways in very preterm infants. *NeuroImage*, 207(116391), 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2019.116391>
- de Andrés, V. P. (2008). Sociología de la educación musical en España. *Sonograma Magazine*, 1.

- de Dreu, C.K.W., Nijstad, B.A., Baas, M., Wolsink, I. y Roskes, M. (2012). Working memory benefits creative insight, musical improvisation, and original ideation through maintained task-focused attention. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 38(5), 656–669. <https://doi.org/10.1177/0146167211435795>
- de Dreu, C.K.W. De, Baas, M., Roskes, M., Sligte, D.J., Ebstein, R.P., Chew, S.H., Tong, T., Jiang, Y., Mayseless, N. y Shamay-tsoory, S.G. (2014). Oxytonergic circuitry sustains and enables creative cognition in humans. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 9(8), 1159–1165. <https://doi.org/10.1093/scan/nst094>
- de la Mora Velasco, E. y Hirumi, A. (2020). The effects of background music on learning: A systematic review of literature to guide future research and practice. *Educational Technology Research and Development*, 68(6), 2817–2837. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09783-4>
- De la Peña, C. y Pradas-Montilla, S. (2015). Dificultades del lenguaje y la detección de los procesos neuropsicológicos relacionados. En Martín-Lobo, P. y Vergara-Moragues, E. (Eds.). *Procesos e instrumentos de evaluación neuropsicológica educativa* (pp. 164–174). Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- De Smedt, B. y Boets, B. (2010). Phonological processing and arithmetic fact retrieval: Evidence from developmental dyslexia. *Neuropsychologia*, 48(14), 3973–3981. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2010.10.018>
- de Souza, L.C., Volle, E., Bertoux, M., Czernecki, V., Funkiewiez, A., Allali, G., Leroy, B., Sarazin, M., Habert, M. O., Dubois, B., Kas, A. y Levy, R. (2010). Poor creativity in frontotemporal dementia: A window into the neural bases of the creative mind. *Neuropsychologia*, 48(13), 3733–3742. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2010.09.010>
- Decreto 2618/1966, de 10 de septiembre, sobre Reglamentación general de los Conservatorios de Música. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 254, de 24 de octubre de 1966, 13381-13387. <https://www.boe.es/boe/dias/1966/10/24/pdfs/A13381-13387.pdf>
- Decreto 138/1983, de 11 de julio, por el que se regula el uso de las lenguas oficiales en la enseñanza no universitaria en el País Vasco. *Boletín Oficial del País Vasco*, núm. 108, de 19 de julio de 1983, 2471-2475. <https://www.legegunea.euskadi.eus/eli/es-pv/d/1983/07/11/138/dof/spa/html/webleg00-contfich/es/>



- Decreto 289/1992, de 27 de octubre, por el que se regulan las normas básicas por las que se regirán la creación y funcionamiento de los centros de enseñanza musical específica, no reglada, Escuelas de Música, en la Comunidad Autónoma de Euskadi. *Boletín Oficial del País Vasco*, núm. 1, de 4 de enero de 1993, 1-24. <https://www.legegunea.euskadi.eus/eli/es-pv/d/1992/10/27/289/dof/spa/html/webleg00-contfich/es/>
- Decreto 250/2005, de 20 de septiembre, por el que se establece el currículo del Grado Elemental y del Grado Medio de las enseñanzas de música y el acceso a dichos Grados. *Boletín Oficial del País Vasco*, núm. 245, de 27 de diciembre de 2005, 22681-22813. <https://www.legegunea.euskadi.eus/eli/es-pv/d/2005/09/20/250/dof/spa/html/webleg00-contfich/es/>
- Decreto 236/2015, de 22 de diciembre, por el que se establece el currículo de Educación Básica y se implanta en la Comunidad Autónoma del País Vasco. *Boletín Oficial del País Vasco*, núm. 9, de 15 de enero de enero de 2016, 1-279. <https://www.legegunea.euskadi.eus/eli/es-pv/d/2015/12/22/236/dof/spa/html/webleg00-contfich/es/>
- Degé, F. (2021). Music lessons and cognitive abilities in children: How far transfer could be possible. *Frontiers in Psychology*, 11(557807), 1–5. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.557807>
- Degé, F., Kubicek, C. y Schwarzer, G. (2011). Music lessons and intelligence: A relation mediated by executive functions. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, 29(2), 195–201. <https://doi.org/10.1525/mp.2011.29.2.195>
- Degé, F. y Schwarzer, G. (2011). The effect of a music program on phonological awareness in preschoolers. *Frontiers in Psychology*, 2(124), 1–7. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2011.00124>
- Degé, F. y Schwarzer, G. (2017). The influence of an extended music curriculum at school on academic self-concept in 9- to 11-year-old children. *Musicae Scientiae*, 22(3), 305–321. <https://doi.org/10.1177/1029864916688508>
- Degé, F., Wehrum, S., Stark, R. y Schwarzer, G. (2011). The influence of two years of school music training in secondary school on visual and auditory memory. *European Journal of Developmental Psychology*, 8(5), 608–623. <https://doi.org/10.1080/17405629.2011.590668>

- Degé, F., Wehrum, S., Stark, R. y Schwarzer, G. (2014). Music lessons and academic self-concept in 12-to 14-year-old children. *Musicae Scientiae*, 18(2), 203–215. <https://doi.org/10.1177/1029864914523283>
- Dehaene-Lambertz, G., Hertz-Pannier, L., Dubois, J. y Dehaene, S. (2008). How does early brain organization promote language acquisition in humans? *European Review*, 16(4), 399–411. <https://doi.org/10.1017/S1062798708000513>
- Dehaene-Lambertz, G., Montavont, A., Jobert, A., Alliol, L., Dubois, J., Hertz-Pannier, L. y Dehaene, S. (2010). Language or music, mother or Mozart? Structural and environmental influences on infants' language networks. *Brain and Language*, 114(2), 53–65. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2009.09.003>
- Dehaene-Lambertz, G. y Spelke, E.S. (2015). The infancy of the human brain. *Neuron*, 88(1), 93–109. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2015.09.026>
- Dehaene, S. (2003). The neural basis of the Weber-Fechner law: A logarithmic mental number line. *Trends in Cognitive Sciences*, 7(4), 145–147. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(03\)00055-X](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(03)00055-X)
- Dehaene, S. (2018). *El cerebro lector*. Siglo veintiuno editores.
- Dehaene, S. y Cohen, L. (1995). Towards an anatomical and functional model for number processing. *Mathematical Cognition*, 1, 83–120.
- Dehaene, S., Dehaene-Lambertz, G. y Cohen, L. (1998). Abstract representation of numbers in the animal and human brain. *Nature Neuroscience*, 21(8), 355–361. [https://doi.org/10.1016/S0166-2236\(98\)01263-6](https://doi.org/10.1016/S0166-2236(98)01263-6)
- Dehaene, S., Piazza, M., Pinel, P. y Cohen, L. (2003). Three parietal circuits for number processing. *Cognitive Neuropsychology*, 20(3–6), 487–506. <https://doi.org/10.1080/02643290244000239>
- Delgado-Mejía, I. y Etchepareborda, M. C. (2013). Trastornos de las funciones ejecutivas. Diagnóstico y tratamiento. *Revista de Neurología*, 57(Supl 1), S95–S103.
- Della Sala, S., Gray, C., Spinnler, H. y Trivelli, C. (1998). Frontal lobe functioning in man: The riddle revisited. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 13(8), 663–682. [https://doi.org/10.1016/S0887-6177\(97\)00093-0](https://doi.org/10.1016/S0887-6177(97)00093-0)
- Demarin, V., Bedeković, M.R., Puretić, M.B. y Pašić, M.B. (2016). Arts, brain and cognition. *Psychiatria Danubina*, 28(4), 343–348.

- Demetriou, A. (2000). Organization and development of self-understanding and self-regulation: Toward a general theory. En Bockacrts, M., Pintrich, P.R. y Zeidner, M. (Eds.). *Handbook of self-regulation* (pp. 209–251). Academic Press.
- Denham, S.A. (1998). *Emotional development in young children*. Guilford.
- Denham, S.A., Bassett, H.H. y Zinsser, K. (2012). Early childhood teachers as socializers of young children's emotional competence. *Early Childhood Education Journal*, 40(3), 137–143. <https://doi.org/10.1007/s10643-012-0504-2>
- Deniz, F., Nunez-Elizalde, A.O., Huth, A.G. y Gallant, J.L. (2019). The representation of semantic information across human cerebral cortex during listening versus reading is invariant to stimulus modality. *Journal of Neuroscience*, 39(39), 7722–7726. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0675-19.2019>
- Dev, M. (2016). Factors Affecting the Academic Achievement: A Study of Elementary School Students of NCR Delhi, India. *Journal of Education and Practice*, 7(4), 70–74.
- Di Mauro, M., Toffalini, E., Grassi, M. y Petrini, K. (2018). Effect of long-term music training on emotion perception from drumming improvisation. *Frontiers in Psychology*, 9(2168), 1–16. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02168>
- Diamond, A. (2001). Looking closely at infants' performance and experimental procedures in the A-not-B task. *Behavioral and Brain Sciences*, 24(1), 38–41. <https://doi.org/10.1017/S0140525X01253916>
- Diamond, A. (2013). Executive Functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135–168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- Diamond, A. (2014). Activities and programs that improve children's executive functions. *Current Directions in Psychological Science*, 21(5), 335–341. <https://doi.org/10.1177/0963721412453722>
- Diamond, A. y Ling, D.S. (2016). Conclusions about interventions, programs, and approaches for improving executive functions that appear justified and those that, despite much hype, do not. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 18, 34–48. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2015.11.005>
- Díaz, M. y Giráldez, A. (2007). *Aportaciones teóricas y metodológicas a la educación musical. Una selección de autores relevantes*. Editorial Graó.
- Díaz, M. (2004). La música en la educación primaria y en las escuelas de música: La necesaria coordinación. *Revista Electrónica Complutense de Investigación Musical*, 1, 1–14.

- Díaz, M. (2005). La Educación Musical en la escuela y el espacio europeo de Educación Superior. *Revista Interuniversitaria de Formación Del Profesorado*, 19(1), 23–38.
- Dietrich, A. y Kanso, R. (2010). A review of EEG, ERP, and neuroimaging studies of creativity and insight. *Psychological Bulletin*, 136(5), 822–848. <https://doi.org/10.1037/a0019749>
- Dietrichson, J., Filges, T., Seerup, J.K., Klokke, R.H., Viinholt, B.C.A., Bøg, M. y Eiberg, M. (2021). Targeted school-based interventions for improving reading and mathematics for students with or at risk of academic difficulties in Grades K-6: A systematic review. *Campbell Systematic Reviews*, 17(2), e1152. <https://doi.org/10.1002/cl2.1152>
- Dilworth-Bart, J.E. (2012). Does executive function mediate SES and home quality associations with academic readiness? *Early Childhood Research Quarterly*, 27(3), 416–425. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2012.02.002>
- Dissanayake, E. (2011). If music is the food of love, what about survival and reproductive success? *Musicae Scientiae*, 12(suppl.), 169–195. <https://doi.org/10.1177/1029864908012001081>
- Dittinger, E., Chobert, J., Ziegler, J.C. y Besson, M. (2017). Fast brain plasticity during word learning in musically-trained children. *Frontiers in Human Neuroscience*, 11(233), 1–16. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00233>
- Dittinger, E., Valizadeh, S.A., Jäncke, L., Besson, M. y Elmer, S. (2018). Increased functional connectivity in the ventral and dorsal streams during retrieval of novel words in professional musicians. *Human Brain Mapping*, 39(2), 722–734. <https://doi.org/10.1002/hbm.23877>
- Doebel, S. (2020). Rethinking executive function and its development. *Perspectives on Psychological Science*, 15(4), 942–956. <https://doi.org/10.1177/1745691620904771>
- Dondena, C., Riva, V., Molteni, M., Musacchia, G. y Cantiani, C. (2021). Impact of early rhythmic training on language acquisition and electrophysiological functioning underlying auditory processing: Feasibility and preliminary findings in typically developing infants. *Brain Sciences*, 11(1546), 1–17. <https://doi.org/10.3390/BRAINSCI11111546>

- Dos Santos-Luiz, C. (2007). The learning of music as a means to improve mathematical skills. *International Symposium of Performance Science*, 135–140. <https://doi.org/10.13140/2.1.1293.1849>
- Dos Santos-Luiz, C. (2013). *A Aprendizagem musical como elemento de aperfeiçoamento de competências matemáticas* [Tesis doctoral]. Universidade de Aveiro, Portugal. <https://www.proquest.com/openview/a6f43ca44a38630d2a85305303ec3ea4/1?p-q-origsite=gscholar&cbl=2026366&diss=y>
- Dos Santos-Luiz, C., Mónico, L.S.M., Almeida, L.S. y Coimbra, D. (2016). Exploring the long-term associations between adolescents' music training and academic achievement. *Musicae Scientiae*, 20(4), 512–527. <https://doi.org/10.1177/1029864915623613>
- Du, Y. y Zatorre, R.J. (2017). Musical training sharpens and bonds ears and tongue to hear speech better. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 114(51), 13579–13584. <https://doi.org/10.1073/pnas.1712223114>
- Dumont, E., Syurina, E.V., Feron, F.J.M. y van Hooren, S. (2017). Music interventions and child development: A critical review and further directions. *Frontiers in Psychology*, 8(1694), 1–20. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01694>
- Duncan, G.J., Dowsett, C.J., Claessens, A., Magnuson, K., Huston, A.C., Klebanov, P., Pagani, L., Feinstein, L., Engel, M., Brooks-Gunn, J., Duckworth, K. y Japel, C. (2007). School Readiness and Later Achievement. *Developmental Psychology*, 43(6), 1428–1446. <https://doi.org/https://doi.org/10.1037/0012-1649.43.6.1428>
- Durand, M., Hulme, C., Larkin, R. y Snowling, M. (2005). The cognitive foundations of reading and arithmetic skills in 7- to 10-year-olds. *Journal of Experimental Child Psychology*, 91, 113–136. <https://doi.org/doi:10.1016/j.jecp.2005.01.003>
- Dys, S.P., Schellenberg, E.G. y McLean, K.C. (2017). Musical identities, music preferences, and individual differences. En Macdonald, R., Hargreaves, D.J. y Miell, D. (Eds.). *Handbook of Musical Identities* (pp. 247-266). Oxford University Press.
- Ebele, U.F. y Olofu, P.A. (2017). Study habit and its impact on secondary school students academic performance in biology in the Federal Capital Territory, Abuja. *Educational Research and Reviews*, 12(10), 583–588. <https://doi.org/10.5897/err2016.3117>

- Edel-Navarro, R. (2003). El rendimiento académico: Concepto, investigación y desarrollo. *Revista Electrónica Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 1(2), 1–15.
- Eickhoff, S.B., Jbabdi, S., Caspers, S., Laird, A.R., Fox, P. T., Zilles, K. y Behrens, T. E. J. (2010). Anatomical and functional connectivity of cytoarchitectonic areas within the human parietal operculum. *Journal of Neuroscience*, 30(18), 6409–6421. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.5664-09.2010>
- Eisenberg, N., Fabes, R.A. y Losoya, S. (1997). Emotional responding: Regulation, social correlates, and socialization. En Salovey, P. y Sluyter, D.J. (Eds.). *Emotional development and emotional intelligence: Educational implications* (pp. 129-167). Basic Books.
- Elbert, T., Pantev, C., Wienbruch, C., Rockstroh, B. y Taub, E. (1995). Increased cortical representation of the fingers of the left hand in string players. *Science*, 270(5234), 305–307. <https://doi.org/10.1126/science.270.5234.305>
- Eldar, E., Ganor, O., Admon, R., Bleich, A. y Hendler, T. (2007). Feeling the real world: Limbic response to music depends on related content. *Cerebral Cortex*, 17(12), 2828–2840. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhm011>
- Ellamil, M., Dobson, C., Beeman, M. y Christoff, K. (2012). Evaluative and generative modes of thought during the creative process. *NeuroImage*, 59(2), 1783–1794. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.08.008>
- Ellis, R.J., Brujin, B., Norton, A.C., Winner, E. y Schlaug, G. (2013). Training-mediated leftward asymmetries during music processing: A cross-sectional and longitudinal fMRI analysis. *NeuroImage*, 75, 97–107. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.02.045>
- Ellis, Robert J., Norton, A.C., Overy, K., Winner, E., Alsop, D.C. y Schlaug, G. (2012). Differentiating maturational and training influences on fMRI activation during music processing. *NeuroImage*, 60(3), 1902–1912. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2012.01.138>
- Elmaghraby, E.T.M. (2022). Prediction of perceived parental styles in childhood to emotional intelligence as ability in late adolescence. *Psychology*, 13(1), 41–59. <https://doi.org/10.4236/psych.2022.131003>
- Elmer, S., Meyer, M. y Jäncke, L. (2012). Neurofunctional and behavioral correlates of phonetic and temporal categorization in musically trained and untrained subjects. *Cerebral Cortex*, 22(3), 650–658. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhr142>

- Elpus, K. (2013). Is it the music or is it selection bias? a nationwide analysis of music and non-music students' SAT scores. *Journal of Research in Music Education*, 61(2), 175–194. <https://doi.org/10.1177/0022429413485601>
- Engle, R.W., Laughlin, J.E., Tuholski, S.W. y Conway, A.R.A. (1999). Working memory, short-term memory, and general fluid intelligence: A latent-variable approach. *Journal of Experimental Psychology: General*, 128(3), 309–331. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.128.3.309>
- Enríquez-Villota, M.F., Fajardo-Escobar, M. y Garzón-Velásquez, F. (2015). Una revisión general a los hábitos y técnicas de estudio en el ámbito universitario. *Psicogente*, 18(33), 166–187. <https://doi.org/10.17081/psico.18.33.64>
- Erazo-Santander, O. (2011). El rendimiento académico, un fenómeno de múltiples relaciones y complejidades. *Revista Vanguardia Psicológica Clínica Teórica y Práctica*, 2(2), 144–173.
- Ercegovac, I.R., Dobrota, S. y Kušević, D. (2015). Relationship between music and visual art preferences and some personality traits. *Empirical Studies of the Arts*, 33(2), 207–227. <https://doi.org/10.1177/0276237415597390>
- Erikson, E. H. y Erikson, J.M. (1998). *The life cycle completed*. Norton & Company.
- Escalda, J., Lemos, S.M.A. y França, C.C. (2011). Auditory processing and phonological awareness skills of five-year-old children with and without musical experience. *Jornal da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia*, 23(3), 258–263. <https://doi.org/10.1590/S2179-64912011000300012>
- Escobar, A. y Gómez, B. (2006). Creatividad y función cerebral. *Revista Mexicana de Neurociencia*, 7(75), 391–391.
- Escobedo, S. y Cuervo, V. (2011). Una aproximación a la relación entre el rendimiento académico y la dinámica y estructura familiar en estudiantes de primaria. *Revista Intercontinental de Psicología y Educación*, 13(2), 177–196.
- Eskine, K.E., Anderson, A.E., Sullivan, M. y Golob, E.J. (2020). Effects of music listening on creative cognition and semantic memory retrieval. *Psychology of Music*, 48(4), 513–528. <https://doi.org/10.1177/0305735618810792>
- Espinar, J.L. (2011). Una aproximación a la música griega antigua. *Revista de Didáctica de Cultura Clásica, Griego y Latín*, 2, 141–157.

- Espino-Díaz, L., Fernández-Caminero, G., Hernández-Lloret, C.M., González-González, H. y Álvarez-Castillo, J.L. (2020). Analyzing the Impact of COVID-19 on Education Professionals. Toward a Paradigm Shift: ICT and Neuroeducation as a Binomial of Action. *Sustainability*, 12(5646), 1–10. <https://doi.org/doi:10.3390/su12145646>
- Espinoza-Ortiz, C. (2015). Estrategias de aprendizaje implementadas por estudiantes de sexto grado de primaria a partir del uso de computadoras e Internet en un modelo 2:1, como apoyo a los procesos de aprendizaje curricular en Ciencias y Estudios Sociales. *Revista Educación*, 39(2), 1–25. <https://doi.org/10.15517/revedu.v39i2.19895>
- Estévez-Pérez, N., Castro-Cañizares, I.D. y Reigosa-Crespo, V. (2008). Bases biológicas de la discalculia del desarrollo biological basis of growth dyscalculia. *Revista Cubana de Genética Comunitaria*, 2(3), 14–19.
- Estrada, L.A. (2014). Una concepción de la educación musical basada en la experiencia didáctica, la práctica musical y la investigación de música. *Revista Da ABEM*, 15(18), 45–51.
- Evans, A.S. y Julius, M. (2015). Study of the relationship between study habits and academic achievement of students: A case of Spicer Higher Secondary School, India. *International Journal of Educational Administration and Policy Studies*, 7(7), 134–141. <https://doi.org/10.5897/ijeaps2015.0404>
- Fancourt, D. y Perkins, R. (2018). The effects of mother–infant singing on emotional closeness, affect, anxiety, and stress hormones. *Music and Science*, 1, 1–10. <https://doi.org/10.1177/2059204317745746>
- Farmer, E., Jicol, C. y Petrini, K. (2020). Musicianship enhances perception but not feeling of emotion from others' social interaction through speech prosody. *Music Perception*, 37(4), 323–338. <https://doi.org/10.1525/mp.2020.37.4.323>
- Farrand, P., Hussain, F. y Hennessy, E. (2002). The efficacy of the “mind map” study technique. *Medical Education*, 36(5), 426–431. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2923.2002.01205.x>
- Fasano, M.C., Semeraro, C., Cassibba, R., Kringelbach, M.L., Monacis, L., de Palo, V., Vuust, P. y Brattico, E. (2019). Short-term orchestral music training modulates hyperactivity and inhibitory control in school-age children: A longitudinal behavioural study. *Frontiers in Psychology*, 10(750), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00750>



- Fauvel, B., Groussard, M., Chételat, G., Fouquet, M., Landeau, B., Eustache, F., Desgranges, B. y Platel, H. (2014a). Morphological brain plasticity induced by musical expertise is accompanied by modulation of functional connectivity at rest. *NeuroImage*, *90*, 179–188. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.12.065>
- Fauvel, B., Groussard, M., Mutlu, J., Arenaza-Urquijo, E.M., Eustache, F., Desgranges, B. y Platel, H. (2014b). Musical practice and cognitive aging: Two cross-sectional studies point to phonemic fluency as a potential candidate for a use-dependent adaptation. *Frontiers in Aging Neuroscience*, *6*(227), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2014.00227>
- Fauvel, J., Flood, R. y Wilson, R. (2006). *Music and Mathematics: From Pythagoras to Fractals*. Oxford University Press.
- Fazal, S., Hussain, S., Majoka, M.I. y Masood, S. (2012). The role of study skills in academic achievement of students: A closer focus on gender. *Pakistan Journal of Psychological Research*, *27*(1), 37.
- Feigenson, L., Dehaene, S. y Spelke, E. (2004). Core systems of number. *Trends in Cognitive Sciences*, *8*(7), 307–314. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2004.05.002>
- Fernández-Berrocal, P. y Ruiz, D. (2008). La inteligencia emocional en la educación. *Revista Electrónica de Investigación Psicoeducativa*, *6*(2), 421–436. <https://doi.org/10.25115/ejrep.v6i15.1289>
- Fernández-Herranz, N., Ferreras-Mencia, S., Arribas-Marín, J.M. y Corraliza, J.A. (2022). Choral singing and personal well-being: A Choral Activity Perceived Benefits Scale (CAPBES). *Psychology of Music*, *50*(3), 895–910. <https://doi.org/10.1177/03057356211026377>
- Fernández, B. y García, J. (2015). De la psicología de la música a la cognición musical: Historia de una disciplina ausente en los conservatorios. *Artseduca*, *10*, 38–61.
- Ferrando, M., Prieto, M.D., Almeida, L. S., Ferrándiz, C., Bermejo, R., López-Pina, J. A., Hernández, D., Sáinz, M. y Fernández, M.C. (2011). Trait emotional intelligence and academic performance: Controlling for the effects of IQ, personality, and self-concept. *Journal of Psychoeducational Assessment*, *29*(2), 150–159. <https://doi.org/10.1177/0734282910374707>
- Ferreri, L., Mas-Herrero, E., Cardona, G., Zatorre, R.J., Antonijoan, R.M., Valle, M., Riba, J., Ripollés, P. y Rodríguez-Fornells, A. (2020). Dopaminergic signalling modulates reward-driven music memory consolidation. *BioRxiv*, *3*, 1–33. <https://doi.org/xiv.org/content/10.1101/2>

- Ferreri, L., Mas-Herrero, E., Zatorre, R.J., Ripollés, P., Gomez-Andres, A., Alicart, H., Olivé, G., Marco-Pallarés, J., Antonijoan, R.M., Valle, M., Riba, J. y Rodriguez-Fornells, A. (2019). Dopamine modulates the reward experiences elicited by music. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(9), 1–6. <https://doi.org/10.1073/pnas.1811878116>
- Fias, W., Lammertyn, J., Caessens, B. y Orban, G.A. (2007). Processing of abstract ordinal knowledge in the horizontal segment of the intraparietal sulcus. *Journal of Neuroscience*, 27(33), 8952–8956. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.2076-07.2007>
- Fias, Wim, Lammertyn, J., Reynvoet, B., Dupont, P. y Orban, G.A. (2003). Parietal representation of symbolic and nonsymbolic magnitude. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 15(1), 47–56. <https://doi.org/10.1162/089892903321107819>
- Filippetti, V.A. (2011). Funciones ejecutivas en niños escolarizados: Efectos de la edad y el estrato socioeconómico. *Avances en Psicología Latinoamericana*, 29(1), 98–113.
- Filippetti, V.A. y López, M. B. (2013). Las funciones ejecutivas en la clínica neuropsicológica infantil. *Psicología desde El Caribe*, 30(2), 380–415.
- Fink, A., Koschutnig, K., Hutterer, L., Steiner, E., Benedek, M., Weber, B., Reishofer, G., Papousek, I. y Weiss, E M. (2014). Gray matter density in relation to different facets of verbal creativity. *Brain Structure and Function*, 219(4), 1263–1269. <https://doi.org/10.1007/s00429-013-0564-0>
- Fitzpatrick, K.R. (2006). The effect of instrumental music participation and socioeconomic status on Ohio fourth-, sixth-, and ninth-grade proficiency test performance. *Journal of Research in Music Education*, 54(1), 73–84. <https://doi.org/10.1177/002242940605400106>
- Fjell, A.M., Chen, C.H., Sederevicius, D., Sneve, M.H., Grydeland, H., Krogsrud, S.K., Amlien, I., Ferschmann, L., Ness, H., Folvik, L., Beck, D., Mowinckel, A.M., Tamnes, C.K., Westerhausen, R., Håberg, A.K., Dale, A.M. y Walhovd, K.B. (2019). Continuity and discontinuity in human cortical development and change from embryonic stages to old age. *Cerebral Cortex*, 29(9), 3879–3890. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhy266>

- Flaugnacco, E., Lopez, L., Terribili, C., Montico, M., Zoia, S. y Schön, D. (2015). Music training increases phonological awareness and reading skills in developmental dyslexia: A randomized control trial. *PLoS One*, 10(9), 1–17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0138715>
- Flaugnacco, E., Lopez, L., Terribili, C., Zoia, S., Buda, S., Tilli, S., Monasta, L., Montico, M., Sila, A., Ronfani, L. y Schön, D. (2014). Rhythm perception and production predict reading abilities in developmental dyslexia. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8(392), 1–16. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00392>
- Florez, J., Castillo, R. y Jimenez, N. (2014). Desarrollo de funciones ejecutivas de la niñez a la juventud. *Anales de Psicología*, 30(2), 463–473. <https://doi.org/10.6018/analesps.30.2.155471>
- Folland, N.A., Butler, B.E., Smith, N.A. y Trainor, L.J. (2012). Processing simultaneous auditory objects: Infants' ability to detect mistuning in harmonic complexes. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 131(1), 993–997. <https://doi.org/10.1121/1.3651254>
- Fonseca-Mora, M.C., Jara-Jiménez, P. y Gómez-Domínguez, M. (2015). Musical plus phonological input for young foreign language readers. *Frontiers in Psychology*, 6(286), 1–18. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00286>
- Forgeard, M., Winner, E., Norton, A. y Schlaug, G. (2008). Practicing a musical instrument in childhood is associated with enhanced verbal ability and nonverbal reasoning. *PLoS One*, 3(10), 1–8. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0003566>
- Foster, E.V. y Zatorre, R.J. (2010). Cortical structure predicts success in performing musical transformation judgments. *NeuroImage*, 53(1), 26–36. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.06.042>
- Fouché, J.P. (2017). The reported study habits and time-management trends of post-graduate students in accountancy. *South African Journal of Higher Education*, 31(6), 197–217. <https://doi.org/10.20853/31-6-1356>
- François, C., Chobert, J., Besson, M. y Schön, D. (2013). Music training for the development of speech segmentation. *Cerebral Cortex*, 23(9), 2038–2043. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhs180>
- François, C., Jaillet, F., Takerkart, S. y Schön, D. (2014). Faster sound stream segmentation in musicians than in nonmusicians. *PLoS One*, 9(7), 26–29. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0101340>

- François, C., Teixidó, M., Takerkart, S., Agut, T., Bosch, L. y Rodriguez-Fornells, A. (2017). Enhanced neonatal brain responses to sung streams predict vocabulary outcomes by age 18 months. *Scientific Reports*, 7(12451), 1–5. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-12798-2>
- Friberg, A., Bresin, R. y Sundberg, J. (2006). Overview of the KTH rule system for musical performance. *Advances in Cognitive Psychology*, 2(2–3), 145–161.
- Friedman, N. y Miyake, A. (2017). Unity and diversity of executive functions. *Cortex*, 86, 186–204. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2016.04.023>.Unity
- Friedman, N. y Robbins, T.W. (2022). The role of prefrontal cortex in cognitive control and executive function. *Neuropsychopharmacology*, 47(1), 72–89. <https://doi.org/10.1038/s41386-021-01132-0>
- Friis-Olivarius, M., Hulme, O.J., Skov, M., Ramsøy, T.Z. y Siebner, H.R. (2017). Imaging the creative unconscious: Reflexive neural responses to objects in the visual and parahippocampal region predicts state and trait creativity. *Scientific Reports*, 7(1), 1–8. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-14729-7>
- Frischen, U., Schwarzer, G. y 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(41), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fnint.2019.00041>
- Frith, E., Elbich, D.B., Christensen, A.P., Rosenberg, M.D., Chen, Q., Kane, M.J., Silvia, P. J., Seli, P. y Beaty, R.E. (2021). Intelligence and creativity share a common cognitive and neural basis. *Journal of Experimental Psychology: General*, 150(4), 609–632. <https://doi.org/10.1037/xge0000958>
- Frost, J.L., Wortham, S.C. y Reifel, R.S. (2007). *Play and child development*. Pearson/Merrill Prentice Hall.
- Fubini, E. (2007). *La estética musical desde la Antigüedad hasta el siglo XX*. Alianza editorial.
- Fuchs, L.S., Gilbert, J.K., Fuchs, D., Seethaler, P.M. y Martin, N. (2018). Text comprehension and oral language as predictors of word- problem solving: Insights into word-problem solving as a form of text comprehension. *Scientific Studies of Reading*, 22(2), 152–166. <https://doi.org/10.1080/10888438.2017.1398259>.Text

- Fuchs, L.S., Fuchs, D., Compton, D.L., Powell, S.R., Seethaler, P.M., Capizzi, A.M., Schatschneider, C. y Fletcher, J. M. (2006). The cognitive correlates of third-grade skill in arithmetic, algorithmic computation, and arithmetic word problems. *Journal of Educational Psychology*, 98(1), 29–43. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.98.1.29>
- Fuchs, L.S., Fuchs, D., Stuebing, K., Fletcher, J.M., Hamlett, C.L. y Lambert, W. (2008). Problem solving and computational skill: Are they shared or distinct aspects of mathematical cognition? *Journal of Educational Psychology*, 100(1), 30–47. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.100.1.30>
- Fuchs, L.S., Geary, D.C., Fuchs, D., Compton, D.L. y Hamlett, C.L. (2016). Pathways to third-grade calculation versus word-reading competence: Are they more alike or different? *Child Development*, 87(2), 558–567. <https://doi.org/doi:10.1111/cdev.12474>
- Fuhs, M.W., Hornburg, C.B. y McNeil, N.M. (2016). Specific early number skills mediate the association between executive functioning skills and mathematics achievement. *Developmental Psychology*, 52(8), 1217–1235. <https://doi.org/10.1037/dev0000145>
- Fuhs, M.W., Nesbitt, K.T., Farran, D.C. y Dong, N. (2014). Longitudinal associations between executive functioning and academic skills across content areas. *Developmental Psychology*, 50(6), 1698–1709. <https://doi.org/10.1037/a0036633>
- Funahashi, S. (2001). Neuronal mechanisms of executive control by the prefrontal cortex. *Neuroscience Research*, 39(2), 147–165. [https://doi.org/10.1016/S0168-0102\(00\)00224-8](https://doi.org/10.1016/S0168-0102(00)00224-8)
- Furnó, S. (2003). La formación de conceptos musicales. *Cuadernos Interamericanos de Investigación en Educación Musical*, 3(6), 81–108.
- Gade, M. y Schlemmer, K. (2021). Music modulates cognitive flexibility? An investigation of the benefits of musical training on markers of cognitive flexibility. *Brain Sciences*, 11(451), 1–15. <https://doi.org/10.3390/brainsci11040451>
- Gagnepain, P., Fauvel, B., Desgranges, B., Gaubert, M., Viader, F., Eustache, F., Groussard, M. y Platel, H. (2017). Musical expertise increases top-down modulation over hippocampal activation during familiarity decisions. *Frontiers in Human Neuroscience*, 11(472), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00472>

- Gagnon, R. y Nicoladis, E. (2021). Musicians show greater cross-modal integration, intermodal integration, and specialization in working memory than non-musicians. *Psychology of Music*, 49(4), 718–734. <https://doi.org/10.1177/0305735619896088>
- Gainza, V. (2003). *La educación musical entre dos siglos: Del modelo a los nuevos paradigmas* [Comunicación]. Seminario Permanente de Investigación, Victoria, Argentina. [https://www.academia.edu/download/58327219/DocGo.Net-Gainza\\_\\_V.\\_2003.\\_La\\_EducaciAn\\_Musical\\_entre\\_Dos\\_Siglos..pdf](https://www.academia.edu/download/58327219/DocGo.Net-Gainza__V._2003._La_EducaciAn_Musical_entre_Dos_Siglos..pdf)
- Gainza, V. (2010). Temas y problemáticas de la educación musical en la actualidad. *Aula: Revista de Pedagogía de La Universidad de Salamanca*, 16, 33–48.
- Gainza, V. (2011). Educación musical siglo XXI: Problemáticas contemporáneas. *Revista Da ABEM*, 19(25), 11–18.
- Gajda, A., Karwowski, M. y Beghetto, R. A. (2017). Creativity and academic achievement: A meta-analysis. *Journal of Educational Psychology*, 109(2), 269–299. <https://doi.org/https://doi.org/10.1037/edu0000133>
- Gansler, D.A., Moore, D.W., Susmaras, T.M., Jerram, M.W., Sousa, J. y Heilman, K.M. (2011). Cortical morphology of visual creativity. *Neuropsychologia*, 49(9), 2527–2532. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2011.05.001>
- García-Casares, N., Berthier Torres, M.L., Froudish Walsh, S. y González-Santos, P. (2013). Modelo de cognición musical y amusia. *Neurología*, 28(3), 179–186. <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2011.04.010>
- García-Fernández, D.A., Chávez-Valenzuela, M.E., Cruz-Chávez, C., Guedea-Delgado, J.C., Velázquez-Saucedo, G. y Zubiaur-González, M. (2018). Impacto de un programa de actividad motriz con funciones ejecutivas fortaleciendo el desarrollo integral del niño. *Sportis. Scientific Journal of School Sport, Physical Education and Psychomotricity*, 4(1), 37. <https://doi.org/10.17979/sportis.2018.4.1.2060>
- García-Fernández, M. y Giménez-Mas, S.I. (2010). La inteligencia emocional y sus principales modelos: Propuesta de un modelo integrador. *Espiral. Cuadernos del Profesorado*, 3(6), 43. <https://doi.org/10.25115/ecp.v3i6.909>
- García-García, E. (2017). Neurociencia y ética: La neuroética. *Pesquisas*, 1(3), 10–29.

- García-García, J.A., Reding-bernal, A. y López-alvarenga, J.C. (2013). Cálculo del tamaño de la muestra en investigación en educación médica. *Investigación en Educación Médica*, 2(8), 217–224. [https://doi.org/10.1016/S2007-5057\(13\)72715-7](https://doi.org/10.1016/S2007-5057(13)72715-7)
- García-Molina, A., Enseñat-Cantalops, A., Tirapu-Ustárroz, J. y Roig-Rovira, T. (2009). Maduración de la corteza prefrontal y desarrollo de las funciones ejecutivas. *Revista de Neurología*, 48(8), 435–440. <https://doi.org/10.17060/ijodaep.2017.n1.v3.994>
- García-Molina, A., Tirapu-Ustárroz, J., Luna-Lario, P., Ibáñez, J. y Duque, P. (2010). ¿Son lo mismo inteligencia y funciones ejecutivas? *Revista de Neurología*, 50(12), 738–746.
- García, Z. (2019). Hábitos de estudio y rendimiento académico. *Revista Redipe*, 8(10), 75–88.
- Gardiner, M.F., Fox, A., Knowles, F. y Jeffrey, D. (1996). Learning improved by arts training. *Nature*, 381(6580), 281–284.
- Gardner, K.J., Qualter, P. y Whiteley, H. (2011). Developmental correlates of emotional intelligence: Temperament, family environment and childhood trauma. *Australian Journal of Psychology*, 63(2), 75–82. <https://doi.org/10.1111/j.1742-9536.2011.00010.x>
- Garon, N., Bryson, S.E. y Smith, I.M. (2008). Executive function in preschoolers: A review using an integrative framework. *Psychological Bulletin*, 134(1), 31–60. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.134.1.31>
- Gärtner, H., Minnerop, M., Pieperhoff, P., Schleicher, A., Zilles, K., Altenmüller, E. y Amunts, K. (2013). Brain morphometry shows effects of long-term musical practice in middle-aged keyboard players. *Frontiers in Psychology*, 4(636), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00636>
- Gaser, C. y Schlaug, G. (2003). Brain structures differ between musicians and non-musicians. *Journal of Neuroscience*, 23(27), 9240–9245. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.23-27-09240.2003>
- Gastañaduy, C.C., Avila, N.C., Minchola, S.A., Mendoza, C., Salazar, T.M., Palacios, L.V. y Rivas, D.V. (2021). A method based on neuroscience for teaching mathematics in a primary school. *Psychology and Education*, 58(5), 1646–1652.

- Gathercole, S.E., Dunning, D.L., Holmes, J. y Norris, D. (2019). Working memory training involves learning new skills. *Journal of Memory and Language*, 105, 19–42. <https://doi.org/016/j.jml.2018.10.003>
- Gathercole, S.E., Pickering, S.J., Ambridge, B. y Wearing, H. (2004). The structure of working memory from 4 to 15 years of age. *Developmental Psychology*, 40(2), 177–190. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.40.2.177>
- Geary, D.C. (2011). Consequences, characteristics, and causes of mathematical learning disabilities and persistent low achievement in mathematics. *Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics*, 32(3), 250–263. <https://doi.org/10.1097/DBP.0b013e318209edef>
- Geers, A.E. y Hayes, H. (2011). Reading, writing, and phonological processing skills of adolescents with 10 or more years of cochlear implant experience. *Ear and Hearing*, 32(1), 1–22. <https://doi.org/doi:10.1097/AUD.0b013e3181fa41fa>
- Geher, G., Betancourt, K. y Jewell, O. (2017). The link between emotional intelligence and creativity. *Imagination, Cognition and Personality*, 37(1), 5–22. <https://doi.org/10.1177/0276236617710029>
- Geoghegan, N. y Mitchelmore, M. (1996). Possible effects of early childhood music on mathematical achievement. *Journal for Australian Research in Early Childhood Education*, 1, 57–64.
- Gerry, D., Unrau, A. y Trainor, L.J. (2012). Active music classes in infancy enhance musical, communicative and social development. *Developmental Science*, 15(3), 398–407. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2012.01142.x>
- Gervain, J. y Mehler, J. (2010). Speech perception and language acquisition in the first year of life. *Annual Review of Psychology*, 61, 191–218. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.093008.100408>
- Gettinger, M. y Seibert, J.K. (2002). Contributions of study skills to academic competence. *School Psychology Review*, 31(3), 350–365. <https://doi.org/10.1080/02796015.2002.12086160>
- Gibson, C., Folley, B.S. y Park, S. (2009). Enhanced divergent thinking and creativity in musicians: A behavioral and near-infrared spectroscopy study. *Brain and Cognition*, 69, 162–169. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2008.07.009>



- Giedd, J.N., Blumenthal, J., Jeffries, N.O., Castellanos, F.X., Liu, H., Zijdenbos, A., Paus, T., Evans, A.C. y Rapoport, J.L. (2002). Brain development during childhood and adolescence: A longitudinal MRI study. *Nature Neuroscience*, 2(10), 861–863. <https://doi.org/10.1038/13158>
- Gilbert, S.J. y Burgees, P.W. (2016). Executive function. *Current Biology*, 18(3), 142–150. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2007.12.014>
- Gillanders, C. y Candisano, J. (2011). Métodos y modelos en educación musical. *Música y Educación*, 87(3), 62–72.
- Gingras, B., Honing, H., Peretz, I., Trainor, L.J. y Fisher, S.E. (2015). Defining the biological bases of individual differences in musicality. *Philosophical Transactions of the Royal Society: Biological Sciences*, 370(20140092), 1–3. <https://doi.org/10.1098/rstb.2014.0092>
- Giráldez, A. (2007). La composición musical en el aula (8-12). En Díaz-Gómez, M. y Riaño, M.E. (Eds.). *Creatividad en Educación Musical* (pp. 97–111). Editorial de la Universidad de Cantabria.
- Gleason, J.B. y Ratner, N.B. (2010). *El desarrollo del lenguaje*. Pearson Educación.
- Gobierno Vasco. (2013). *Información sobre las enseñanzas artísticas de música y danza*. Departamento de Educación, Política lingüística y Cultura.
- Gold, B.P., Mas-Herrero, E., Zeighami, Y., Benovoy, M., Dagher, A. y Zatorre, R.J. (2019). Musical reward prediction errors engage the nucleus accumbens and motivate learning. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(8), 3310–3315. <https://doi.org/10.1073/pnas.1809855116>
- Goleman, D. (1996). *Inteligencia emocional*. Kairós.
- Gómez, N.B. y Gómez, M.D. (2014). Educación formal y no formal. Un punto de encuentro en educación musical. *Aula Abierta*, 42(1), 47–52. [https://doi.org/10.1016/S0210-2773\(14\)70008-3](https://doi.org/10.1016/S0210-2773(14)70008-3)
- Gonen-Yaacovi, G., de Souza, L.C., Levy, R., Urbanski, M., Josse, G. y Volle, E. (2013). Rostral and caudal prefrontal contribution to creativity: A meta-analysis of functional imaging data. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7(465), 1–22. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00465>
- Gooch, D., Thompson, P., Nash, H.M., Snowling, M.J. y Hulme, C. (2016). The development of executive function and language skills in the early school years. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, 57(2), 180–187. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12458>

- Good, A. y Russo, F.A. (2021). Changes in mood, oxytocin, and cortisol following group and individual singing: A pilot study. *Psychology of Music*, 50(4), 1–8. <https://doi.org/10.1177/03057356211042668>
- Gooding, L. y Standley, J. M. (2011). Musical development and learning characteristics of students: A compilation of key points from the research literature organized by age. *Applications of Research in Music Education*, 30(1), 32–45. <https://doi.org/10.1177/8755123311418481>
- Gordon, R.L., Fehd, H.M. y McCandliss, B.D. (2015). Does music training enhance literacy skills? A meta-analysis. *Frontiers in Psychology*, 6(1777), 1–29. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01777>
- Goswami, U., Huss, M., Fosker, T. y Verney, J.P. (2013). Perception of patterns of musical beat distribution in phonological development dyslexia: Significant longitudinal relations with word reading and reading comprehension. *Cortex*, 49(5), 1363–1376. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2012.05.005>
- Goswami, U., Wang, H.L., Cruz, A., Fosker, T., Mead, N. y Huss, M. (2011). Language-universal sensory deficits in developmental dyslexia: English, Spanish, and Chinese. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 23(2), 325–337. <https://doi.org/doi:10.1162/jocn.2010.21453>
- Gouzouasis, P., Guhn, M. y Kishor, N. (2007). The predictive relationship between achievement and participation in music and achievement in core Grade 12 academic subjects. *Music Education Research*, 9(1), 81–92. <https://doi.org/10.1080/14613800601127569>
- Graham, L., Bellert, A., Thomas, J. y Pegg, J. (2007). A basic academic skills intervention for middle school students with learning difficulties. *Journal of Learning Disabilities*, 40(5), 410–419. <https://doi.org/10.1177/00222194070400050401>
- Grant, V.V, Candidate, B.A., Bagnell, A.L., Chambers, C.T. y Stewart, S.H. (2009). Early temperament prospectively predicts anxiety in later childhood. *The Canadian Journal of Psychiatry*, 54(5), 320–330. <https://doi.org/10.1177/070674370905400506>
- Grassi, M., Meneghetti, C., Toffalini, E. y Borella, E. (2018). Auditory and cognitive performance in elderly musicians and nonmusicians. *PLoS One*, 13(2), 1–17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0192918>

- Gray, C. (2021). *Theory of mind and emotional intelligence in children with attention-deficit / Hyperactivity disorder* [Tesis doctoral], University of Calgary, Alberta, Canadá. <https://prism.ucalgary.ca/handle/1880/113629>
- Graziano, P.A. y Hart, K. (2016). Beyond behavior modification: Benefits of social-emotional/self-regulation training for preschoolers with behavior problems. *Journal of School Psychology, 58*, 91–111. <https://doi.org/10.1016/j.jsp.2016.07.004>
- Green, A.E., Cohen, M.S., Raab, H.A., Yedibalian, C.G. y Gray, J.R. (2015). Frontopolar activity and connectivity support dynamic conscious augmentation of creative state. *Human Brain Mapping, 36*(3), 923–934. <https://doi.org/10.1002/hbm.22676>
- Grimault, S., Robitaille, N., Grova, C., Lina, J.M., Dubarry, A.S. y Jolicoeur, P. (2009). Oscillatory activity in parietal and dorsolateral prefrontal cortex during retention in visual short-term memory: Additive effects of spatial attention and memory load. *Human Brain Mapping, 30*(10), 3378–3392. <https://doi.org/10.1002/hbm.20759>
- Grissom, N.M. y Reyes, T.M. (2019). Let's call the whole thing off: Evaluating gender and sex differences in executive function. *Neuropsychopharmacology, 44*(1), 86–96. <https://doi.org/10.1038/s41386-018-0179-5>
- Gromko, J.E. (2004). Predictors of music sight-reading ability in high school wind players. *Journal of Research in Music Education, 52*(1), 6–15. <https://doi.org/https://doi.org/10.2307/3345521>
- Gromko, J.E. (2005). The effects of music instruction on the development of phonemic awareness in beginning readers. *Journal of Research in Music, 53*(3), 199–209. <https://doi.org/10.1177/002242940505300302>
- Groussard, M., Viader, F., Landeau, B., La Joie, R., Desgranges, B., Platel, H., Chételat, G., Rauchs, G. y Eustache, F. (2010). When music and long-term memory interact: Effects of musical expertise on functional and structural plasticity in the hippocampus. *PLoS One, 5*(10), e13225. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0013225>
- Gruber, O., Indefrey, P., Steinmetz, H. y Kleinschmidt, A. (2001). Dissociating neural correlates of cognitive components in mental calculation. *Cerebral Cortex, 11*(4), 350–359. <https://doi.org/10.1093/cercor/11.4.350>

- Grundy, J.G. y Timmer, K. (2017). Bilingualism and working memory capacity: A comprehensive meta-analysis. *Second Language Research*, 33(3), 325–340. <https://doi.org/10.1177/0267658316678286>
- Guarneros, E. y Vega, L. (2014). Habilidades lingüísticas, orales y escritas para la lectura y escritura en niños preescolares. *Avances en Psicología Latinoamericana*, 32(1), 21–35. <https://doi.org/10.12804/apl32.1.2014.02>
- Guasch, R.F., Gavaldà, J.M.S. y Vallès, M.P. (2014). Executive function assessment in children with ASD through ENFEN: Guidance for teachers. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 114, 730–734. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.12.776>
- Gudaganavar, N.V. y Halayannavar, R.B. (2014). Influence of Study Habits on Academic Performance of Higher Primary School Students. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 3(2), 277–280.
- Guevara-Benítez, Y., García-Vargas, G., López-Hernández, A., Delgado-Sánchez, U. y Hermsillo-García, Á. (2007). Habilidades lingüísticas en niños de estrato sociocultural bajo, al iniciar la primaria. *Acta Colombiana de Psicología*, 10(2), 9–17.
- Guhn, M., Emerson, S.D. y Gouzouasis, P. (2020). A population-level analysis of associations between school music participation and academic achievement. *Journal of Educational Psychology*, 112(2), 308–328. <https://doi.org/10.1037/edu0000376>
- Gujing, L., Hui, H., Xin, L., Lirong, Z., Yutong, Y., Guofeng, Y., Jing, L., Shulin, Z., Lei, Y., Cheng, L. y Dezhong, Y. (2019). Increased insular connectivity and enhanced empathic ability associated with dance / Music training. *Neural Plasticity*, 9693109, 1–3. <https://doi.org/10.1155/2019/9693109>
- Gullick, M.M., Sprute, L.A. y Temple, E. (2011). Individual differences in working memory, nonverbal IQ, and mathematics achievement and brain mechanisms associated with symbolic and nonsymbolic number processing. *Learning and Individual Differences*, 21(6), 644–654. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2010.10.003>
- Gutiérrez-Alvarado, A.E., Lynch-López, J.A. y Mora-Parrales, L.M. (2019). Métodos y técnicas de aprendizaje. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 2(1), 5–9.

- Gutiérrez-García, A.G. (2020). Academic procrastination in study habits and its relationship with self-reported executive functions in high school students. *Journal of Psychology and Neuroscience*, 2(1), 1–9. <https://doi.org/10.47485/2693-2490.1004>
- Haapala, E.A., Poikkeus, A.M., Kukkonen-Harjula, K., Tompuri, T., Lintu, N., Väistö, J., Leppänen, P.H.T., Laaksonen, D.E., Lindi, V. y Lakka, T.A. (2014). Associations of physical activity and sedentary behavior with academic skills - A follow-up study among primary school children. *PLoS One*, 9(9), e107031. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0107031>
- Haarmann, H.J., George, T., Smaliy, A. y Dien, J. (2013). Remote associates test and alpha brain waves. *The Journal of Problem Solving*, 4(2), 66–93. <https://doi.org/10.7771/1932-6246.1126>
- Habib, M., Lardy, C., Desiles, T., Commeiras, C., Chobert, J. y Besson, M. (2016). Music and dyslexia: A new musical training method to improve reading and related disorders. *Frontiers in Psychology*, 7(JAN). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00026>
- Habibi, A., Cahn, B.R., Damasio, A. y Damasio, H. (2016). Neural correlates of accelerated auditory processing in children engaged in music training. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 21, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2016.04.003>
- Habibi, A., Damasio, A., Ilari, B., Sachs, M.E. y Damasio, H. (2018a). Music training and child development: A review of recent findings from a longitudinal study. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1423(1), 73–81. <https://doi.org/10.1111/nyas.13606>
- Habibi, A., Damasio, A., Ilari, B., Veiga, R., Joshi, A.A., Leahy, R.M., Haldar, J.P., Varadarajan, D., Bhushan, C. y Damasio, H. (2018b). Childhood music training induces change in micro and macroscopic brain structure: Results from a longitudinal study. *Cerebral Cortex*, 28(12), 4336–4347. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhx286>
- Habibi, A., Ilari, B., Heine, K. y Damasio, H. (2020). Changes in auditory cortical thickness following music training in children: Converging longitudinal and cross-sectional results. *Brain Structure and Function*, 225(8), 2463–2474. <https://doi.org/10.1007/s00429-020-02135-1>

- Hackman, D.A. y Farah, M.J. (2009). Socioeconomic status and the developing brain. *Trends in Cognitive Sciences*, 13(2), 65–73. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2008.11.003>
- Háden, G., Honing, H., Török, M. y Winkler, I. (2015). Detecting the temporal structure of sound sequences in newborn infants. *International Journal of Psychophysiology*, 96(1), 23–28. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2015.02.024>
- Hagelskamp, C., Brackett, M.A., Rivers, S.E. y Salovey, P. (2013). Improving classroom quality with the RULER approach to social and emotional learning: Proximal and distal outcomes. *American Journal of Community Psychology*, 51(3–4), 530–543. <https://doi.org/10.1007/s10464-013-9570-x>
- 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. <https://doi.org/10.1177/0255761410370658>
- Hallam, S. (2017). The impact of making music on aural perception and language skills: A research synthesis. *London Review of Education*, 15(3), 388–406. <https://doi.org/10.18546/LRE.15.3.05>
- Hallam, S. y Rogers, K. (2016). The impact of instrumental music learning on attainment at age 16: A pilot study. *British Journal of Music Education*, 33(3), 247–261. <https://doi.org/10.1017/S0265051716000371>
- Handel, M.J. (2016). What do people do at work?. *Journal for Labour Market Research*, 49(2), 177–197. <https://doi.org/10.1007/s12651-016-0213-1>
- Hanna-Pladdy, B. y Mackay, A. (2011). The relation between instrumental musical activity and cognitive aging. *Neuropsychology*, 25(3), 378–386. <https://doi.org/10.1037/a0021895>
- Hanna-Pladdy, B. y Gajewski, B. (2012). Recent and past musical activity predicts cognitive aging variability: Direct comparison with general lifestyle activities. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6(198), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2012.00198>
- Hannon, E.E. y Trainor, L.J. (2007). Music acquisition: Effects of enculturation and formal training on development. *Trends in Cognitive Sciences*, 11(11), 466–472. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2007.08.008>
- Hannon, E.E. y Trehub, S.E. (2005a). Metrical categories in infancy and adulthood. *Psychological Science*, 16(1), 48–55. <https://doi.org/10.1111/j.0956-7976.2005.00779.x>

- Hannon, E.E. y Trehub, S.E. (2005b). Tuning in to musical rhythms: Infants learn more readily than adults. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102(35), 12639–12643. <https://doi.org/10.1073/pnas.0504254102>
- Hansen, M., Wallentin, M. y Vuust, P. (2012). Working memory and musical competence of musicians and non-musicians. *Psychology of Music*, 41(6), 779–793. <https://doi.org/10.1177/0305735612452186>
- Hansenne, M. y Legrand, J. (2012). Creativity, emotional intelligence, and school performance in children. *International Journal of Educational Research*, 53, 264–268. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2012.03.015>
- Hansenne, M., Nélis, D., Feyers, D., Salmon, E. y Majerus, S. (2014). Better neuronal efficiency after emotional competences training: An fMRI study. *Psychologica Belgica*, 54(4), 328–349. <https://doi.org/10.5334/pb.av>
- Hao, N., Yuan, H., Cheng, R., Wang, Q. y Runco, M.A. (2015). Interaction effect of response medium and working memory capacity on creative idea generation. *Frontiers in Psychology*, 6(1582), 1–8. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01582>
- Happaney, K., Zelazo, P.D. y Stuss, D.T. (2004). Development of orbitofrontal function: Current themes and future directions. *Brain and Cognition*, 55(1), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2004.01.001>
- Harris, R. y De Jong, B. M. (2015). Differential parietal and temporal contributions to music perception in improvising and score-dependent musicians, an fMRI study. *Brain Research*, 1624, 253–264. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2015.06.050>
- Hassanbeigi, A., Askari, J., Nakhjavani, M., Shirkhoda, S., Barzegar, K., Mozayyan, M.R. y Fallahzadeh, H. (2011). The relationship between study skills and academic performance of university students. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 30, 1416–1424. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.10.276>
- Hausen, M., Torppa, R., Salmela, V.R., Vainio, M. y Särkämö, T. (2013). Music and speech prosody: A common rhythm. *Frontiers in Psychology*, 4(566), 1–16. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00566>
- Hawes, Z., Sokolowski, H.M., Ononye, C. B. y Ansari, D. (2019). Neural underpinnings of numerical and spatial cognition: An fMRI meta-analysis of brain regions associated with symbolic number, arithmetic, and mental rotation. *Neuroscience and Biobehavioral Review*, 103, 316–336. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2019.05.007>

- Hayes, A.F. (2018). *Introduction to mediation, moderation, and conditional process analysis: A regression-based approach*. The Guilford Press.
- He, W.J., Wong, W.C. y Hui, A.N.N. (2017). Emotional reactions mediate the effect of music listening on creative thinking: Perspective of the arousal-and-mood hypothesis. *Frontiers in Psychology*, 8(1680), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01680>
- Hegde, S. (2014). Music-based cognitive remediation therapy for patients with traumatic brain injury. *Frontiers in Neurology*, 5(34), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fneur.2014.00034>
- Helmrich, B.H. (2010). Window of opportunity? Adolescence, music, and Algebra. *Journal of Adolescent Research*, 25(4), 557–577. <https://doi.org/10.1177/0743558410366594>
- Hemmati, T., Mills, J.F. y Kroner, D.G. (2004). The validity of the Bar-On emotional intelligence quotient in an offender population. *Personality and Individual Differences*, 37(4), 695–706. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2003.10.003>
- Hensch, T.K. y Quinlan, E.M. (2018). Critical periods in amblyopia. *Visual Neuroscience*, 35(E014), 1–51. <https://doi.org/10.1017/S0952523817000219>
- Herdener, M., Esposito, F., di Salle, F., Boller, C., Hilti, C.C., Habermeyer, B., Scheffler, K., Wetzel, S., Seifritz, E. y Cattapan-Ludewig, K. (2010). Musical Training Induces Functional Plasticity in Human Hippocampus. *Journal of Neuroscience*, 30(4), 1377–1384. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.4513-09.2010>
- Herholz, S.C. y Zatorre, R.J. (2012). Musical training as a framework for brain plasticity: Behavior, function, and structure. *Neuron*, 76(3), 486–502. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2012.10.011>
- Herrera, L., Al-Lal, M. y Mohamed, L. (2020). Academic achievement, self-concept, personality and emotional intelligence in primary education. Analysis by gender and cultural group. *Frontiers in Psychology*, 10(3075), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.03075>
- Herrera, L., Hernández-Candelas, M., Lorenzo, O. y 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. <https://doi.org/10.1387/RevPsicodidact.9761>



- Herrera, L., Lorenzo, O., Defior, S., Fernandez-Smith, G. y Costa-Giomi, E. (2011). Effects of phonological and musical training on the reading readiness of native- and foreign-Spanish-speaking children. *Psychology of Music*, 39(1), 68–81. <https://doi.org/10.1177/0305735610361995>
- Herrero, L. y Carriedo, N. (2017). Differences in updating processes between musicians and non-musicians from late childhood to adolescence. *Learning and Individual Differences*, 61, 188–195. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2017.12.006>
- Hille, A. y Schupp, J. (2015). How learning a musical instrument affects the development of skills. *Economics of Education Review*, 44, 56–82. <https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2014.10.007> This
- Hille, K., Gust, K., Bitz, U. y Kammer, T. (2011). Associations between music education, intelligence, and spelling ability in elementary school. *Advances in Cognitive Psychology*, 7(2011), 1–6. <https://doi.org/10.2478/v10053-008-0082-4>
- Hodges, D.A. y O'Connell, D.S. (2005). The impact of music education on academic achievement. En Luehrsen, M. (Ed.). *Sounds of Learning: The impact of Music Education* (pp. 21-33). International Foundation for Music Research.
- Hoffmann, J. y Russ, S. (2012). Pretend play, creativity, and emotion regulation in children. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 6(2), 175–184. <https://doi.org/10.1037/a0026299>
- Hoffmann, M. (2013). The human frontal lobes and frontal network systems: An evolutionary, clinical, and treatment perspective. *ISRN Neurology*, 34, 1–34. <https://doi.org/10.1155/2013/892459>
- Hogan, J., Cordes, S., Holochwost, S., Ryu, E., Diamond, A. y Winner, E. (2018). Is more time in general music class associated with stronger extra-musical outcomes in kindergarten? *Early Childhood Research Quarterly*, 45, 238–248. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2017.12.004>
- Holmes, J., Gathercole, S.E. y Dunning, D.L. (2009). Adaptive training leads to sustained enhancement of poor working memory in children. *Developmental Science*, 12(4), 1–7. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2009.00848.x>
- Holmes, S. y Hallam, S. (2017). The impact of participation in music on learning mathematics. *London Review of Education*, 15(3), 425–438. <https://doi.org/10.18546/lre.15.3.07>

- Holochwost, S.J., Propper, C.B., Wolf, D.P., Willoughby, M.T., Fisher, K.R., Kolacz, J., Volpe, V.V. y Jaffee, S.R. (2017). Music education, academic achievement, and executive functions. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 11(2), 147. <https://doi.org/10.1037/aca0000112>
- Hongwanishkul, D., Happaney, K.R., Lee, W.S.C. y Zelazo, P.D. (2005). Assessment of hot and cool executive function in young children: Age-related changes and individual differences. *Developmental Neuropsychology*, 28(2), 617–644. [https://doi.org/10.1207/s15326942dn2802\\_4](https://doi.org/10.1207/s15326942dn2802_4)
- Honing, H. y Ploeger, A. (2012). Cognition and the evolution of music: Pitfalls and prospects. *Topics in Cognitive Science*, 4, 513–524. <https://doi.org/10.1111/j.1756-8765.2012.01210.x>
- Honing, H., ten Cate, C., Peretz, I. y Trehub, S.E. (2015). Without it no music: Cognition, biology and evolution of musicality. *Philosophical Transactions of the Royal Society: Biological Sciences*, 370(1664), 1–11. <https://doi.org/10.1098/rstb.2014.0088>
- Horn, J.L. y Cattell, R.B. (1966). Refinement and test of the theory of fluid and crystallized general intelligences. *Journal of Educational Psychology*, 57(5), 253–270. <https://doi.org/10.1037/h0023816>
- Horvath, J.C. y Donoghue, G.M. (2016). A bridge too far - revisited: Reframing Bruer's neuroeducation argument for modern science of learning practitioners. *Frontiers in Psychology*, 7(377), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00377>
- Hou, J., Chen, C. y Dong, Q. (2015). Resting-state functional connectivity and pitch identification ability in non-musicians. *Frontiers in Neuroscience*, 9(7), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fnins.2015.00007>
- Howard, S.J. y Vasseleu, E. (2020). Self-regulation and executive function longitudinally predict advanced learning in preschool. *Frontiers in Psychology*, 11(49), 1–9. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00049>
- Huotilainen, M. y Tervaniemi, M. (2018). Planning music-based amelioration and training in infancy and childhood based on neural evidence. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1423, 146–154. <https://doi.org/10.1111/nyas.13655>
- Hussain, A. (2006). Effect of guidance services on study attitudes, study habits and academic achievement of secondary school students. *Bulletin of Education & Research*, 28(1), 35–45.

- Hutchins, S. (2018). Early childhood music training and associated improvements in music and language abilities. *Music Perception*, 35(5), 579–593. <https://doi.org/10.1525/MP.2018.35.5.579>
- Hutchinson, S., Lee, L.H.L., Gaab, N. y Schlaug, G. (2003). Cerebellar volume of musicians. *Cerebral Cortex*, 13(9), 943–949. <https://doi.org/10.1093/cercor/13.9.943>
- Hyde, K.L., Lerch, J., Norton, A., Forgeard, M., Winner, E., Evans, A.C. y Schlaug, G. (2009). Musical training shapes structural brain development. *Journal of Neuroscience*, 29(10), 3019–3025. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.5118-08.2009>
- IBM Corp. (2017). *IBM SPSS Statistics for Windows*. (Version 25.0) [software de ordenador].
- Iglesias-Sarmiento, V., Carriedo-López, N. y Rodríguez-Rodríguez, J.L. (2015). Updating executive function and performance in reading comprehension and problem solving. *Anales de Psicología*, 31(1), 298–309. <https://doi.org/10.6018/analesps.31.1.158111>
- Igoa, J.M. (2010). Sobre las relaciones entre la música y el lenguaje. *Epistemus. Revista de Estudios en Música, Cognición y Cultura*, 1, 97–125. <https://doi.org/10.21932/epistemus.1.2703.0>
- Ilari, B. (2018). Musical parenting and music education: Integrating research and practice. *Applications of Research in Music Education*, 36(2), 45–52. <https://doi.org/10.1177/8755123317717053>
- Ilari, B., Helfter, S., Huynh, T., Bowmer, A., Mason, K., Knight, J. y Welch, G. (2021). Musical activities , prosocial behaviors , and executive function skills of kindergarten children. *Music & Science*, 4, 1–16. <https://doi.org/10.1177/20592043211054829>
- Ilari, B., Perez, P., Wood, A. y Habibi, A. (2019). The role of community-based music and sports programmes in parental views of children’s social skills and personality. *International Journal of Community Music*, 12(1), 35–56. [https://doi.org/10.1386/ijcm.12.1.35\\_1](https://doi.org/10.1386/ijcm.12.1.35_1)
- Instituto Vasco de Estadística. (2016). *Información estadística clasificada*. Administración de la CAPV. <https://www.eustat.eus/indice.html>

- Ireland, K., Iyer, T.A. y Penhune, V.B. (2019). Contributions of age of start, cognitive abilities and practice to musical task performance in childhood. *PLoS One*, 14(4), 1–14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0216119>
- Ireland, K., Parker, A., Foster, N. y Penhune, V.B. (2018). Rhythm and melody tasks for school-aged children with and without musical training: Age-equivalent scores and reliability. *Frontiers in Psychology*, 9(426), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00426>
- Izard, V.R., Sann, C., Spelke, E.S. y Streri, A. (2009). Newborn infants perceive abstract numbers. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106(25), 10382–10385. <https://doi.org/10.1073/pnas.0812142106>
- Izquierdo, M.A., Oliver, D.L. y Malmierca, M.S. (2009). Mecanismos de plasticidad (funcional y dependiente de actividad) en el cerebro auditivo adulto y en desarrollo. *Revista de Neurología*, 48(8), 421–429.
- Jaarsveld, S. y Lachmann, T. (2017). Intelligence and creativity in problem solving: The importance of test features in cognition research. *Frontiers in Psychology*, 8(134), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00134>
- Jackendoff, R. (2009). Parallels and nonparallels between language and music. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, 26(3), 195–204. <https://doi.org/10.1525/MP.2009.26.3.195>
- Jacob, R. y Parkinson, J. (2015). The potential for school-based interventions that target eacademic achievement. *Review of Educational Research*, 85(4), 512–552. <https://doi.org/10.3102/0034654314561338>
- Jakkamsetti, V., Chang, K.Q. y Kilgard, M.P. (2011). Reorganization in processing of spectral and temporal input in the rat posterior auditory field induced by environmental enrichment. *Journal of Neurophysiology*, 107(5), 1457–1475. <https://doi.org/10.1152/jn.01057.2010>
- James, C.E., Oechslin, M.S., Michel, C.M. y Pretto, M.De. (2017). Electrical neuroimaging of music processing reveals mid-latency changes with level of musical expertise. *Frontiers in Neuroscience*, 11(613), 1–19. <https://doi.org/10.3389/fnins.2017.00613>

- James, C.E., Oechslin, M.S., Van De Ville, D., Hauert, C.A., Descloux, C. y Lazeyras, F. (2013). Musical training intensity yields opposite effects on grey matter density in cognitive versus sensorimotor networks. *Brain Structure and Function*, 219(1), 353–366. <https://doi.org/10.1007/s00429-013-0504-z>
- James, C.E., Zuber, S., Dupuis-Lozeron, E., Abdili, L., Gervaise, D. y Kliegel, M. (2020). Formal string instrument training in a class setting enhances cognitive and sensorimotor development of primary school children. *Frontiers in Neuroscience*, 14(567), 1–16. <https://doi.org/10.3389/fnins.2020.00567>
- Janata, P. (2009). The neural architecture of music-evoked autobiographical memories. *Cerebral Cortex*, 19(11), 2579–2594. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhp008>
- Jäncke, L. (2008). Music, memory and emotion. *Journal of Biology*, 7(6), 1-8. <https://doi.org/10.1186/jbiol82>
- Janzen, T.B., Thompson, W.F. y Ranvaud, R. (2014). A developmental study of the effect of music training on timed movements. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8(801), 1–7. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00801>
- Jaschke, A.C., Eggermont, L.H.P., Honing, H. y Scherder, E.J.A. (2013). Music education and its effect on intellectual abilities in children: A systematic review. *Reviews in the Neurosciences*, 24(6), 665–675. <https://doi.org/10.1515/revneuro-2013-0023>
- Jaschke, A.C., Honing, H. y Scherder, E.J.A. (2018a). Exposure to a musically-enriched environment; Its relationship with executive functions, short-term memory and verbal IQ in primary school children. *PloS One*, 13(11), e0207265. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0207265>
- Jaschke, A.C., Honing, H. y Scherder, E.J.A. (2018b). Longitudinal Analysis of Music Education on Executive Functions in Primary School Children. *Frontiers in Neuroscience*, 12(103), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fnins.2018.00103>
- Jauk, E., Benedek, M. y Neubauer, A.C. (2014). The road to creative achievement: A latent variable model of ability and personality predictors. *European Journal of Personality*, 28(1), 95–105. <https://doi.org/10.1002/per.1941>
- Jauset-Berrocal, J. A. y Soria-Urios, G. (2018). Neurorehabilitación cognitiva: Fundamentos y aplicaciones de la musicoterapia neurológica. *Revista de Neurología*, 67(8), 303–313.

- Jentschke, S., Friederici, A.D. y Koelsch, S. (2014). Neural correlates of music-syntactic processing in two-year old children. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 9, 200–208. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2014.04.005>
- Jentschke, S. y Koelsch, S. (2009). Musical training modulates the development of syntax processing in children. *NeuroImage*, 47(2), 735–744. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2009.04.090>
- Jentzsch, I., Mkrtchian, A. y Kansal, N. (2014). Improved effectiveness of performance monitoring in amateur instrumental musicians. *Neuropsychologia*, 52(1), 117–124. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2013.09.025>
- Jerde, T.A., Childs, S.K., Handy, S.T., Nagode, J.C. y Pardo, J.V. (2011). Dissociable systems of working memory for rhythm and melody. *NeuroImage*, 57(4), 1572–1579. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.05.061>
- Jiménez, I. y López-Zafra, E. (2009). Inteligencia emocional y rendimiento escolar: Estado actual de la cuestión. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 41(1), 69–79.
- Jiménez, M. (2000). Competencia social: Intervención preventiva en la escuela. *Infancia y Sociedad.*, 24, 21–48.
- Joensen, J.S. y Nielsen, H.S. (2009). Is there a causal effect of high school math on labor market outcomes? *Journal of Human Resources*, 44(1), 171–198. <https://doi.org/10.3368/jhr.44.1.171>
- Johansson, B.B. (2008). Language and music: What do they have in common and how do they differ? A neuroscientific approach. *European Review*, 16(4), 413–427. <https://doi.org/10.1017/s1062798708000379>
- Johnson, C.M. y Memmot, J.E. (2006). Examination of relationships between participation in school music programs of differing quality and standardized test results. *Journal of Research in Music Education*, 54(4), 293–307. <https://doi.org/10.1177/002242940605400403>
- Johnson, M.H. (2001). Functional brain development in humans. *Nature Reviews Neuroscience*, 2(7), 475. <https://doi.org/10.1038/35081509>
- Johnson, M.H. (2011). Interactive specialization: A domain-general framework for human functional brain development? *Developmental Cognitive Neuroscience*, 1, 7–21. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2010.07.003>

- Jolles, D., Ashkenazi, S., Kochalka, J., Evans, T., Richardson, J., Rosenberg-Lee, M., Chen, T. y Menon, V. (2016). Parietal hyper-connectivity, aberrant brain organization, and circuit-based biomarkers in children with mathematical disabilities. *Developmental Science*, 19(4), 613–631. <https://doi.org/10.1111/desc.12399>
- Jordan, N.C., Kaplan, D., Ramineni, C. y Locuniak, M.N. (2009). Early math matters: Kindergarten number competence and later. *Developmental Psychology*, 45(3), 850–867. <https://doi.org/10.1037/a0014939>.Early
- Joret, M.E., Germeys, F. y Gidron, Y. (2017). Cognitive inhibitory control in children following early childhood music education. *Musicae Scientiae*, 21(3), 303–315. <https://doi.org/10.1177/1029864916655477>
- Jorquera-Jaramillo, M. (2010). Modelos didácticos en la enseñanza musical: El caso de la escuela española. *Revista Musical Chilena*, 214, 52–74.
- Jorquera-Jaramillo, M. (2014). Métodos históricos o activos en educación musical. *Revista Electrónica de LEEME*, 14, 1–55. <https://doi.org/10.7203/LEEME.14.9751>
- Jung, R.E., Mead, B., Carrasco, J. y Flores, R.A. (2013). The structure of creative cognition in the human brain. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7(330), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00330>
- Jung, R.E., Segall, J.M., Bockholt, H.J., Flores, R.A., Shirley, M., Chavez, R.S. y Haier, R.J. (2010). Neuroanatomy of creativity. *Human Brain Mapping*, 31(3), 398–409. <https://doi.org/10.1002/hbm.20874>.Neuroanatomy
- Juslin, P.N. y Västfjäll, D. (2008). Emotional responses to music: The need to consider underlying mechanisms. *Behavioral and Brain Sciences*, 31(5), 559–575.
- Justel, N. y Abrahan, V. (2012). Plasticidad cerebral: Participación del entrenamiento musical. *Suma Psicológica*, 19(2), 97–108.
- Kafetsios, K. (2004). Attachment and emotional intelligence abilities across the life course. *Personality and Individual Differences*, 37(1), 129–145. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2003.08.006>
- Kagan, J., Reznick, S.J. y Snidman, N. (1987). The physiology and psychology of behavioral inhibition in children. *Child Development*, 58, 1459–1473.

- Kaganovich, N., Kim, J., Herring, C., Schumaker, J., MacPherson, M. y Weber-Fox, C. (2013). Musicians show general enhancement of complex sound encoding and better inhibition of irrelevant auditory change in music: An ERP study. *European Journal of Neuroscience*, 37(8), 1295–1307. <https://doi.org/10.1111/ejn.12110>
- Kalmar, M. (1982). The effects of music education based on Kodaly's directives in nursery school children: From a psychologist's point of view. *Psychology of Music, Spec. Iss.*, 63–68.
- Kanesan, P. y Fauzan, N. (2019). Models of emotional intelligence. *E-Bangi*, 16, 1–9.
- Kao, C. (2016). Analogy's straddling of analytical and creative thinking and relationships to the big-five factors of personality. *Thinking Skills and Creativity*, 19, 26–37. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tsc.2015.08.001>
- Kaplan, D.M. (2011). Explanation and description in computational neuroscience. *Synthese*, 183(3), 339–373. <https://doi.org/10.1007/s11229-011-9970-0>
- Karpati, F.J., Giacosa, C., Foster, N.E.V., Penhune, V.B. y Hyde, K.L. (2017). Dance and music share gray matter structural correlates. *Brain Research*, 1657, 62–73. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2016.11.029>
- Karwowski, M. y Beguetto, R.A. (2019). Creative behavior as agentic action. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 13(4), 402–415. <https://doi.org/10.1037/aca0000190>
- Karwowski, M., Czerwonka, M., Wiśniewska, E. y Forthmann, B. (2021). How is intelligence test performance associated with creative achievement? A meta-analysis. *Journal of Intelligence*, 9(2). <https://doi.org/10.3390/jintelligence9020028>
- Kaufman, A.S. y Kaufman, N.L. (2011). *Test Breve de Inteligencia de Kaufman (K-BIT)*. Pearson Educación.
- Kaufman, J.C. y Baer, J. (2004). Sure, I'm creative—but not in mathematics!: Self-reported creativity in diverse domains. *Empirical Studies of the Arts*, 22(2), 143–155. <https://doi.org/10.2190/26hq-vhe8-gtln-bjjm>
- Kaufman, J.C., Cole, J.C. y Baer, J. (2009). The construct of creativity: Structural model for self-reported creativity ratings. *Journal of Creative Behavior*, 43(2), 119–134. <https://doi.org/10.1002/j.2162-6057.2009.tb01310.x>



- Kaufman, S.B., DeYoung, C.G., Gray, J.R., Brown, J. y Mackintosh, N. (2009). Associative learning predicts intelligence above and beyond working memory and processing speed. *Intelligence*, 37(4), 374–382. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2009.03.004>
- Kaufmann, L., Wood, G., Rubinsten, O. y Henik, A. (2011). Meta-analyses of developmental fMRI studies investigating typical and atypical trajectories of number processing and calculation. *Developmental Neuropsychology*, 36(6), 763–787. <https://doi.org/10.1080/87565641.2010.549884>
- Kausar, R. y Rana, S.A. (2011). Comparison of study habits and academic performance of pakistani british and white british students. *Pakistan Journal of Social and Clinical Psychology*, 2(9), 1–10.
- Kaviani, H., Mirbaha, H., Pournaseh, M. y Sagan, O. (2014). Can music lessons increase the performance of preschool children in IQ tests? *Cognitive Processing*, 15(1), 77–84. <https://doi.org/10.1007/s10339-013-0574-0>
- Keith, T.Z. y Reynolds, M.R. (2010). Cattell-Horn-Carroll abilities and cognitive tests: What we've learned from 20 years of research. *Psychology in the Schools*, 47(7), 635–650. <https://doi.org/10.1002/pits.20496>
- Keller, P.E. (2012). Mental imagery in music performance: Underlying mechanisms and potential benefits. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1252, 206–213. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2011.06439.x>
- Kelly, R.M. y Strick, P. L. (2003). Cerebellar loops with motor cortex and prefrontal cortex of a nonhuman primate. *Journal of Neuroscience*, 23(23), 8432–8444. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.23-23-08432.2003>
- Kempert, S., Götz, R., Blatter, K., Tibken, C., Artelt, C., Schneider, W. y Stanat, P. (2016). Training early literacy related skills: To which degree does a musical training contribute to phonological awareness development? *Frontiers in Psychology*, 7(1803), 1–20. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01803>
- Kenett, Y.N., Anaki, D. y Faust, M. (2015). Processing of unconventional stimuli requires the recruitment of the non-specialized hemisphere. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9(32), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2015.00032>
- Kerns, J.G., Cohen, J.D., MacDonald, A.W., Cho, R.Y., Stenger, V.A. y Carter, C.S. (2004). Anterior cingulate conflict monitoring and adjustments in control. *Science*, 303(5660), 1023–1026. <https://doi.org/10.1126/science.1089910>

- Kershaw, T.C., Clifford, R.D., Khatib, F. y El-Nasan, A. (2022). An initial examination of computer programs as creative works. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts, Advance on*. <https://doi.org/10.1037/aca0000457>
- Khalil, A.K., Mincec, V., McLoughlin, G. y Chiba, A. (2013). Group rhythmic synchrony and attention in children. *Frontiers in Psychology, 4*(564), 1–7. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00564>
- Khan, Z.N. (2016). Factors effecting on study habits. *World Journal of Educational Research, 3*(1), 145. <https://doi.org/10.22158/wjer.v3n1p145>
- Killgore, W.D.S. y Yurgelun-Todd, D.A. (2007). Neural correlates of emotional intelligence in adolescent children. *Cognitive, Affective and Behavioral Neuroscience, 7*(2), 140–151. <https://doi.org/10.3758/CABN.7.2.140>
- Killin, A. (2018). The origins of music: Evidence, theory, and prospects. *Music and Science, 1*, 1–23. <https://doi.org/10.1177/2059204317751971>
- Kim, J., Urbano, J., Liem, C.C.S. y Hanjalic, A. (2020). One deep music representation to rule them all? A comparative analysis of different representation learning strategies. *Neural Computing and Applications, 32*(4), 1067–1093. <https://doi.org/10.1007/s00521-019-04076-1>
- Kinney, D.W. (2008). Selected demographic variables, school music participation, and achievement test scores of urban middle school students. *Journal of Research in Music Education, 56*(2), 145–161. <https://doi.org/10.1177/0022429408322530>
- Kirschner, S. y Tomasello, M. (2010). Joint music making promotes prosocial behavior in 4-year-old children. *Evolution and Human Behavior, 31*(5), 354–364. <https://doi.org/10.1016/j.evolhumbehav.2010.04.004>
- Kleber, B., Zeitouni, A.G., Friberg, A. y Zatorre, R.J. (2013). Experience-dependent modulation of feedback integration during singing: Role of the right anterior insula. *Journal of Neuroscience, 33*(14), 6070–6080. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.4418-12.2013>
- Kleibeuker, S.W., Crone, E.A., Jolles, D.D., Koolschijn, P.C.M.P. y de Dreu, C.K. W. (2013). The neural coding of creative idea generation across adolescence and early adulthood. *Frontiers in Human Neuroscience, 7*(905), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00905>

- Kleinmintz, O.M., Goldstein, P., Mayseless, N., Abecasis, D. y Shamay, S.G. (2014). Expertise in musical improvisation and creativity: The mediation of idea evaluation. *PLoS Biology*, 9(7), 1–8. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0101568>
- Klimenko, O. (2017). Bases neuroanatómicas de la creatividad. *Katharsis*, 24, 207–238.
- Knoblauch, A. (1890). On disorders of the musical capacity from cerebral disease. *Brain*, 13(3), 317–340.
- Knudsen, E.I. (2004). Sensitive periods in the development of the brain and behavior. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16(8), 1412–1425. <https://doi.org/10.1162/0898929042304796>
- Koechlin, E. y Summerfield, C. (2007). An information theoretical approach to prefrontal executive function. *Trends in Cognitive Sciences*, 11(6), 229–235. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2007.04.005>
- Koelsch, S. (2006). Investigating emotion with music: An fMRI study. *Human Brain Mapping*, 27(3), 239–250. <https://doi.org/10.1002/hbm.20180>
- Koelsch, S. (2009). Neural substrates of processing syntax and semantics in music. *Music That Works*, 15, 143–153. [https://doi.org/10.1007/978-3-211-75121-3\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-211-75121-3_9)
- Koelsch, S. (2010). Towards a neural basis of music-evoked emotions. *Trends in Cognitive Sciences*, 14(3), 131–137. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2010.01.002>
- Koelsch, S. (2011). Toward a neural basis of music perception - a review and updated model. *Frontiers in Psychology*, 2(110), 1–20. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2011.00110>
- Koelsch, S. (2012). *Brain and music*. John Wiley & Sons.
- Koelsch, S., Fritz, T., Schulze, K., Alsop, D. y Schlaug, G. (2005). Adults and children processing music: An fMRI study. *NeuroImage*, 25(4), 1068–1076. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2004.12.050>
- Koelsch, S., Rohrmeier, M., Torrecuso, R. y Jentschke, S. (2013). Processing of hierarchical syntactic structure in music. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(38), 15443–15448. <https://doi.org/10.1073/pnas.1300272110>
- Koelsch, S. y Siebel, W. A. (2005). Towards a neural basis of music perception. *Trends in Cognitive Sciences*, 9(12), 578–584. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2005.10.001>

- Kopp, C.B. (1989). Regulation of distress and negative emotions: A developmental view. *Developmental Psychology*, 25(3), 343–354. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.25.3.343>
- Koren, R., Kofman, O. y Berger, A. (2005). Analysis of word clustering in verbal fluency of school-aged children. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 20(8), 1087–1104. <https://doi.org/10.1016/j.acn.2005.06.012>
- Kornysheva, K., Von Cramon, D.Y., Jacobsen, T. y Schubotz, R.I. (2010). Tuning-in to the beat: Aesthetic appreciation of musical rhythms correlates with a premotor activity boost. *Human Brain Mapping*, 31(1), 48–64. <https://doi.org/10.1002/hbm.20844>
- Korzeniowski, C.G. (2011). Desarrollo evolutivo del funcionamiento ejecutivo y su relación con el aprendizaje escolar. *Revista de Psicología*, 7(13), 7–26.
- Koutsoupidou, T. y Hargreaves, D.J. (2009). An experimental study of the effects of improvisation on the development of children's creative thinking in music. *Psychology of Music*, 37(3), 251–278. <https://doi.org/10.1177/0305735608097246>
- Kovas, Y., Harlaar, N., Petrill, S.A. y Plomin, R. (2005). “Generalist genes” and mathematics in 7-year-old twins. *Intelligence*, 33(5), 473–489. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2005.05.002>
- Kratus, J. (2017). Music listening is creative. *Music Educators Journal*, 103(3), 46–51. <https://doi.org/10.1177/0027432116686843>
- Kraus, N. y Chandrasekaran, B. (2010). Music training for the development of auditory skills. *Nature Reviews Neuroscience*, 11(8), 599–605. <https://doi.org/10.1038/nrn2882>
- Kraus, N., Hornickel, J., Strait, D.L., Slater, J. y Thompson, E. (2014). Engagement in community music classes sparks neuroplasticity and language development in children from disadvantaged backgrounds. *Frontiers in Psychology*, 5(1403), 1–9. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.01403>
- Kraus, N. y White-Schwoch, T. (2017). Neurobiology of everyday communication: What have we learned from music? *Neuroscientist*, 23(3), 287–298. <https://doi.org/10.1177/1073858416653593>

- Kreifelts, B., Ethofer, T., Huberle, E., Grodd, W., Wildgruber, D. y Widgruber, D. (2009). Association of trait emotional intelligence and individual fMRI-activation patterns during the perception of social signals from voice and face. *Human Brain Mapping, 31*(7), 979–991. <https://doi.org/10.1002/hbm.20913>
- Kriegbaum, K., Jansen, M. y Spinath, B. (2014). Motivation: A predictor of PISA's mathematical competence beyond intelligence and prior test achievement. *Learning and Individual Differences, 43*, 140–148. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2015.08.026>
- Krumm, G., Arán Filippetti, V. y Bustos, D. (2014). Inteligencia y creatividad: Correlatos entre los constructos a través de dos estudios empíricos\*. *Universitas Psychologica, 13*(4), 1531–1543. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.UPSY13-4.iccc>
- Kuhl, P.K. (2010). Brain mechanisms in early language acquisition. *Neuron, 67*(5), 713–727. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2010.08.038>
- Kulkarni, S.D., Pathak, N.R., Sharma, C.S., Hospital, N.C. y Hospital, N.C. (2010). Academic performance of school children with their intelligence quotient. *National Journal of Integrated Research in Medicine, 1*(3), 12–15.
- Kumar, S. (2015). Study habits of undergraduate students. *International Journal of Education and Information Studies., 5*(1), 17–24.
- Kuncel, N.R. y Hezlett, S.A. (2010). Fact and fiction in cognitive ability testing for admissions and hiring decisions. *Current Directions in Psychological Science, 19*(6), 339–345. <https://doi.org/10.1177/0963721410389459>
- Kunert, R., Willems, R.M. y Hagoort, P. (2016). Language influences music harmony perception: Effects of shared syntactic integration resources beyond attention. *Royal Society Open Science, 3*(2). <https://doi.org/10.1098/rsos.150685>
- Laffere, A., Dick, F. y Tierny, A. (2019). Attentional modulation of neural phase is enhanced by short-term training and linked to musical experience. *BioRxiv, 35*(35), 3414–3419. <https://doi.org/10.1101/519181>
- Lahiri, D., Dubey, S. y Ardila, A. (2020). Impact of COVID-19 related lockdown on cognition and emotion: A pilot study. *MedRxiv, 1–11*. <https://doi.org/10.1101/2020.06.30.20138446>
- Lamas, H.A. (2015). Sobre el rendimiento escolar. Propósitos y representaciones. *Revista de Psicología Educativa, 3*(1), 313–350. <https://doi.org/10.20511/pyr2015.v3n1.74>

- Lassen, S.R., Steele, M.M. y Sailor, W. (2006). The relationship of school-wide positive behavior support to academic achievement in an urban middle school. *Psychology in the Schools*, 43(6), 701–712. <https://doi.org/10.1002/pits.20177>
- Lastre, K.S. y De La Rosa, L.G. (2016). Relación entre las estrategias de aprendizaje y el rendimiento académico en estudiantes de educación básica primaria. *Encuentros*, 14(1), 87–101. <https://doi.org/10.15665/re.v14i1.671>
- Laureys, F., De Waelle, S., Barendse, M.T., Lenoir, M. y Deconinck, F.J.A. (2022). The factor structure of executive function in childhood and adolescence. *Intelligence*, 90(101600), 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2021.101600>
- Lawson, G.M., Hook, C.J. y Farah, M.J. (2018). A meta-analysis of the relationship between socioeconomic status and executive function performance among children. *Developmental Science*, 21(2), 1–40. <https://doi.org/doi:10.1111/desc.12529>.
- Lázaro, J.C.F. y Ostrosky-Solís, F. (2012). *Desarrollo neuropsicológico de lóbulos frontales y funciones ejecutivas*. El Manual Moderno.
- Lee, H.L. y Noppeney, U. (2011). Long-term music training tunes how the brain temporally binds signals from multiple senses. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(51), E1441–E1450. <https://doi.org/10.1073/pnas.1115267108>
- Lee, Y.S., Janata, P., Frost, C., Hanke, M. y Granger, R. (2011). Investigation of melodic contour processing in the brain using multivariate pattern-based fMRI. *NeuroImage*, 57(1), 293–300. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.02.006>
- Lee, Y.S., Lu, M. y Ko, H. (2007). Effects of skill training on working memory capacity. *Learning and Instruction*, 17(3), 336–344. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2007.02.010>
- LeFevre, J.A., Skwarchuk, S.L., Smith-Chant, B.L., Bisanz, J., Kamawar, D. y Penner-Wilger, M. (2010). Pathways to mathematics: Longitudinal predictors of performance. *Child Development*, 81(6), 1753–1767. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2010.01508.x>
- Lensing, N. y Elsner, B. (2018). Development of hot and cool executive functions in middle childhood: Three-year growth curves of decision making and working memory updating. *Journal of Experimental Child Psychology*, 173, 187–204. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2018.04.002>

- Lerner, Y., Papo, D., Zhdanov, A., Belozersky, L. y Hendler, T. (2009). Eyes wide shut: Amygdala mediates eyes-closed effect on emotional experience with music. *PLoS One*, 4(7), e6230. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0006230>
- Leung, M.C. y Cheung, R.Y.M. (2020). Music engagement and well-being in Chinese adolescents: Emotional awareness, positive emotions, and negative emotions as mediating processes. *Psychology of Music*, 48(1), 105–119. <https://doi.org/10.1177/0305735618786421>
- Levav, M. (2005). Neuropsicología de la emoción. Particularidades en la infancia. *Revista Argentina de Neuropsicología*, 24, 15–24.
- Levitin, D.J. (2012). What does it mean to be musical? *Neuron*, 73(4), 633–637. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2012.01.017>
- Levitin, D.J. (2014). *Tu cerebro y la música*. RBA Libros.
- Levitin, D.J. y Tirovolas, A.K. (2009). Current advances in the cognitive neuroscience of music. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1156, 211–231. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.04417.x>
- Ley 14/1970, de 4 de agosto, General de Educación y Financiamiento de la Reforma Educativa. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 187, de 6 de agosto de 1970, 12525-12546. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1970-852>
- Ley Orgánica 3/1979, de 18 de diciembre, de Estatuto de Autonomía para el País Vasco. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 305, de 11 de enero de 1980, 1-19. <https://www.boe.es/eli/es/lo/1979/12/18/3/con>.
- Ley Orgánica 1/1990, de 3 de octubre, de Ordenación General del Sistema Educativo. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 238, de 4 de octubre de 1990, 28927-28942. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1990-24172>
- Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 106, de 4 de mayo de 2006, 15158-18207. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2006-7899>
- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 295, de 10 de diciembre de 2013, 1-64. <https://www.boe.es/buscar/pdf/2013/BOE-A-2013-12886-consolidado.pdf>
- Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 340, de 30 de diciembre de 2020, 122868-122953. [https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2020-17264](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2020-17264)

- Lezak, M. (1982). The problem of assessing executive functions. *International Journal of Psychology*, 17, 281–297. <https://doi.org/10.1080/00207598208247445>
- Lhommée, E., Batir, A., Quesada, J.L., Ardouin, C., Fraix, V., Seigneuret, E., Chabardès, S., Benabid, A.L., Pollak, P. y Krack, P. (2014). Dopamine and the biology of creativity: Lessons from Parkinson's disease. *Frontiers in Neurology*, 5(55), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fneur.2014.00055>
- Li, J., Luo, C., Peng, Y., Xie, Q., Gong, J., Dong, L., Lai, Y. Li, H. (2014). Probabilistic diffusion tractography reveals improvement of structural network in musicians. *PLoS One*, 9(8), e105508. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0105508>
- Li, Q., Wang, X., Wang, S., Xie, Y., Li, X., Xie, Y. y Li, S. (2018). Musical training induces functional and structural auditory-motor network plasticity in young adults. *Human Brain Mapping*, 39(5), 2098–2110. <https://doi.org/10.1002/hbm.23989>
- Li, W., Li, X., Huang, L., Kong, X., Yang, W., Wei, D., Li, J., Cheng, H., Zhang, Q., Qiu, J. y Liu, J. (2015). Brain structure links trait creativity to openness to experience. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 10(2), 191–198. <https://doi.org/10.1093/scan/nsu041>
- Li, W., Yang, J., Zhang, Q., Li, G. y Qiu, J. (2016). The association between resting functional connectivity and visual creativity. *Scientific Reports*, 6(1), 1–10. <https://doi.org/10.1038/srep25395>
- Limb, C.J. y Braun, A.R. (2008). Neural substrates of spontaneous musical performance: An fMRI study of jazz improvisation. *PLoS One*, 3(2), 1–9. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0001679>
- Lindell, A.K. (2011). Lateral thinkers are not so laterally minded: Hemispheric asymmetry, interaction, and creativity. *Laterality*, 16(4), 479–498. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/1357650X.2010.497813>
- Linnavalli, T., Adriana, S.G. y Tervaniemi, M. (2021). Perspectives on the potential benefits of children's group-based music education. *Music and Science*, 4, 1–14. <https://doi.org/10.1177/20592043211033578>
- Linnavalli, T., Putkinen, V., Lipsanen, J., Huotilainen, M. y Tervaniemi, M. (2018). Music playschool enhances children's linguistic skills. *Scientific Reports*, 8(1), 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-27126-5>
- Liu, J., Zhang, H., Chen, C., Chen, H., Cui, J. y Zhou, X. (2017). The neural circuits for arithmetic principles. *NeuroImage*, 147, 432–446. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2016.12.035>



- Longuet-Higgins, H. C. (1976). Perception of melodies. *Nature*, 263(5579), 646–653. <https://doi.org/doi:10.1038/263646a0>
- López-Fernández, V. (2015). Importancia de la valoración de la creatividad desde las bases neuropsicológicas. En Martín-Lobo, P. y Vergara-Moragues, E. (Eds.). *Procesos e instrumentos de evaluación neuropsicológica educativa* (pp. 140–161). Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- López-Fernández, V. y Llamas-Salguero, F. (2018). Neuropsicología del proceso creativo. Un enfoque educativo. *Revista Complutense de Educación*, 29(1), 113–127. <https://doi.org/10.5209/RCED.52103>
- López-Martínez, O. y Navarro-Lozano, J. (2018). Influencia de una metodología creativa en el aula de primaria. *European Journal of Education and Psychology*, 3(1), 89. <https://doi.org/10.30552/ejep.v3i1.47>
- López-Mejías, M., Jústiz-Guerra, M. y Cuenca-Díaz, M. (2013). Métodos, procedimientos y estrategias para memorizar: Reflexiones necesarias para la actividad de estudio eficiente. *Revista de Humanidades Médicas*, 13(3), 805–824.
- López-Fernández, M.L., Barrio-Castellanos, R., Portellano, J.A. y Martínez-Arias, R. (2013). Estudio de las funciones ejecutivas en diabetes tipo 1 mediante el test de evaluación neuropsicológica de las funciones ejecutivas en niños (ENFEN). *Anales de Pediatría*, 78(2), 88–93. <https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2012.05.005>
- Lordier, L., Loukas, S., Grouiller, F., Vollenweider, A., Vasung, L., Meskaldij, D.E., Lejeune, F., Pittet, M.P., Borradori-Tolsa, C., Lazeyras, F., Grandjean, D., Van De Ville, D. y Hüppi, P.S. (2019a). Music processing in preterm and full-term newborns: A psychophysiological interaction (PPI) approach in neonatal fMRI. *NeuroImage*, 185, 857–864. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2018.03.078>
- Lordier, L., Meskaldji, D.E., Grouiller, F., Pittet, M.P., Vollenweider, A., Vasung, L., Borradori-Tolsa, C., Lazeyras, F., Grandjean, D., De Ville, D.V. y Hüppi, P.S. (2019b). Music in premature infants enhances high-level cognitive brain networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 116(24), 12103–12108. <https://doi.org/10.1073/pnas.1817536116>
- Loui, P., Raine, L.B., Chaddock-Heyman, L., Kramer, A.F. y Hillman, C.H. (2019). Musical instrument practice predicts white matter microstructure and cognitive abilities in childhood. *Frontiers in Psychology*, 10(1198), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01198>

- Loui, P., Zamm, A. y Schlaug, G. (2012). Enhanced functional networks in absolute pitch. *Neuroimage*, 63(2), 632–640. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2012.07.030>. Enhanced
- Lozano, A. y Ostrosky-Shejet, F. (2011). Desarrollo de las funciones ejecutivas y de la corteza prefrontal. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 11(1), 159–172.
- Lozano, O., Santos, S. y García-García, F. (2013). El cerebro y la música. *Revista Médica de La Universidad Veracruzana*, 13(1), 17–22.
- Lu, J., Yang, H., He, H., Jeon, S., Hou, C., Evans, A.C. y Yao, D. (2017). The multiple-demand system in the novelty of musical improvisation: Evidence from an MRI study on composers. *Frontiers in Neuroscience*, 11(695), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fnins.2017.00695>
- Lunke, K. y Meier, B. (2016). Disentangling the impact of artistic creativity on creative thinking, working memory, attention, and intelligence: Evidence for domain-specific relationships with a new self-report questionnaire. *Frontiers in Psychology*, 7(1089), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01089>
- Luo, C., Tu, S., Peng, Y., Gao, S., Li, J., Dong, L., Li, G., Lai, Y., Li, H. y Yao, D. (2014). Long-term effects of musical training and functional plasticity in salience system. *Neural Plasticity*, 180138, 1–13. <https://doi.org/10.1155/2014/180138>
- Luria, A.R. (1973). *The working brain: An introduction to neuropsychology*. Basic Books.
- Luria, A.R., Karpov, B.A. y Yarbuss, A.L. (1966). Disturbances of active visual perception with lesions of the frontal lobes. *Cortex*, 2(2), 202–212. [https://doi.org/10.1016/s0010-9452\(66\)80003-5](https://doi.org/10.1016/s0010-9452(66)80003-5)
- MacCann, C., Jiang, Y., Brown, L.E.R., Double, K.S., Bucich, M. y Minbashian, A. (2019). Emotional intelligence predicts academic performance: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 146(2), 150. <https://doi.org/10.1037/bul0000219>
- Maldonado, M.J., Fournier del Castillo, M.C., Martínez-Arias, R., González-Marqués, J., Espejo-Saavedra, J.M. y Santamaría, P. (2017). *Evaluación Conductual de la Función Ejecutiva-2 (BRIEF-2)*. Tea Ediciones.
- Malloch, S. y Trevarthen, C. (2018). The human nature of music. *Frontiers in Psychology*, 9(1680), 1–21. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01680>

- Mamani, I. y Valle, C.M. (2018). *Inteligencia emocional, hábitos de estudio y Rendimiento académico en estudiantes del quinto año de secundaria del distrito de arequipa* [Tesis doctoral]. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/5856>
- Mampe, B., Friederici, A.D., Christophe, A. y Wermke, K. (2009). Newborns' cry melody is shaped by their native language. *Current Biology*, 19(23), 1994–1997. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2009.09.064>
- Mandikal-Vasuki, P.R., Sharma, M., Ibrahim, R. y Arciuli, J. (2017). Statistical learning and auditory processing in children with music training: An ERP study. *Clinical Neurophysiology*, 128(7), 1270–1281. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2017.04.010>
- Manzano, Ö. y Ullén, F. (2018). Same genes, different brains: Neuroanatomical differences between monozygotic twins discordant for musical training. *Cerebral Cortex*, 28(1), 387–394. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhx299>
- Marino, D. y Julián, C. (2015). Actualización en tests neuropsicológicos de funciones ejecutivas. *Revista Argentina de Ciencias del Comportamiento*, 2(1), 34–45. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2016.332.2169>
- Marino, J., Luna, F.G., Jaldo, R., Foa-Torres, G., Centurión, D. y Acosta-Mesas, A. (2015). Mediación del fascículo uncinado en el volumen de la amígdala y la corteza orbitofrontal. *Neuropsicología Latinoamericana*, 7(2), 34–41. <https://doi.org/10.5579/rnl.2015.0242>
- Marion-St-Onge, C., Weiss, M.W., Sharda, M. y Peretz, I. (2020). What makes musical prodigies? *Frontiers in Psychology*, 11(566373), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.566373>
- Markovic, A., Kühnis, J. y Jäncke, L. (2017). Task context influences brain activation during music listening. *Frontiers in Human Neuroscience*, 11(342), 1–16. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00342>
- Martín-López, E. (2006). *Aptitudes musicales y atención en niños entre diez y doce años* [Tesis doctoral]. Universidad de Extremadura. <https://dehesa.unex.es/handle/10662/501>
- Martin-Requejo, K. (2018). *Relación entre la práctica musical, la memoria verbal, la cognición creativa y el rendimiento académico* [Trabajo Fin de Máster, UNIR]. Re-Unir. <https://reunir.unir.net/handle/123456789/6916>

- Martin-Requejo, K. y Santiago-Ramajo, S. (2021). Predicting academic skills in 9-year-olds: Intelligence quotient, executive functions, and emotional intelligence. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 19(55), 533–582. <https://doi.org/10.25115/EJREP.V19I55.4546>
- Martin-Requejo, K. y Santiago-Ramajo, S. (2022). Últimos avances científicos de los efectos neuropsicológicos de la educación musical. *Artseduca*, 31, 276–286. <https://doi.org/10.6035/artseduca.5976>
- Martin-Requejo, K. y Santiago-Ramajo, S. (2021). Reduced emotional intelligence in children aged 9–10 caused by the COVID-19 pandemic lockdown. *Mind, Brain, and Education*, 15(4), 269–272. <https://doi.org/10.1111/mbe.12297>
- Martin, R.P. y Holbrook, J. (1985). Relationship of temperament characteristics to the academic achievement of first-grade children. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 3(2), 131–140. <https://doi.org/10.1177/073428298500300204>
- Martínez-Cantero, I. (2014). La escuela y otros ámbitos de la educación musical. *Calidad e Innovación en Educación Primaria*, 109–120.
- Martínez-Lozano, L. y Lozano-Rodríguez, A. (2007). *La influencia de la música en el aprendizaje: Un estudio cuasiexperimental* [Comunicación]. IX Congreso Nacional de Investigación Educativa, Mérida, México. <https://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v09/ponencias/at01/PRE1178728861.pdf>
- Martins, A., Ramalho, N. y Morin, E. (2010). A comprehensive meta-analysis of the relationship between emotional intelligence and health. *Personality and Individual Differences*, 49(6), 554–564. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2010.05.029>
- Martins, M.D., Gingras, B., Puig-Waldmueller, E. y Fitch, W.T. (2017). Cognitive representation of “musical fractals”: Processing hierarchy and recursion in the auditory domain. *Cognition*, 161, 31–45. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2017.01.001>
- Martins, M., Pinheiro, A.P. y Lima, C.F. (2021). Does music training improve emotion recognition abilities? A critical review. *Emotion Review*, 13(3), 199–210. <https://doi.org/10.1177/17540739211022035>
- Martos-Sánchez, E. (2013). La normativa legal sobre la educación musical en la España contemporánea. *Espiral Cuadernos del Profesorado*, 6(12), 43–50.
- Masao, R., Martínez, A. R. y Vanegas, M. A. (2016). Música y neurociencias. *Archivos de Neurociencias*, 15(3), 160–167.

- Mateer, C.A. (1999). The rehabilitation of executive disorders. En Stuss, D.T., Winocur, G. y Robertson, I.H. (Eds.). *Cognitive neurorehabilitation* (pp. 314–332). Cambridge University Press.
- Mathieu, R., Epinat-Duclos, J., Léone, J., Fayol, M., Thevenot, C. y Prado, J. (2018). Hippocampal spatial mechanisms relate to the development of arithmetic symbol processing in children. *Developmental Cognitive Neuroscience*, *30*, 324–332. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2017.06.001>
- Matsunobu, K. (2011). Spirituality as a universal experience of music: A case study of north americans' approaches to japanese music. *Journal of Research in Music Education*, *59*(3), 273–289. <https://doi.org/10.1177/0022429411414911>
- Maul, A. (2012). The validity of the Mayer-Salovey-Caruso emotional intelligence test (MSCEIT) as a measure of emotional intelligence. *Emotion Review*, *4*(4), 394–402. <https://doi.org/10.1177/1754073912445811>
- Maureira, F. (2010). La neurociencia cognitiva ¿Una ciencia base para la psicología? *Psiquiatría Universitaria*, *6*(4), 449–453.
- Mauricio, C., Stelzer, F., Mazzoni, C. y Álvarez, M.A. (2012). Desarrollo de las funciones ejecutivas en niños preescolares. Una revisión de su vínculo con el temperamento y el modo de crianza. *Revista Nacional de La Facultad de Psicología de La Universidad Cooperativa de Colombia*, *8*(15), 128–139.
- Mavroveli, S., Patrides, K.V., Sangareau, Y. y Furnham, A. (2009). Exploring the relationships between trait emotional intelligence and objective socio-emotional outcomes in childhood. *British Journal of Educational Psychology*, *79*(2), 259–272. <https://doi.org/10.1348/000709908X368848>
- Mayer, J.D., Caruso, D.R. y Salovey, P. (2000). Selecting a measure of emotional intelligence: The case for ability scales. En Bar-On, R. y Parker, J.D.A. (Eds.). *The handbook of emotional intelligence* (pp. 320–342). Jossey-Bass.
- Mayer, J.D., DiPaolo, M. y Salovey, P. (1990). Perceiving affective content in ambiguous visual stimuli: A component of emotional intelligence. *Journal of Personality Assessment*, *54*(3), 772–781. <https://doi.org/10.1080/00223891.1990.9674037>
- Mayer, J.D., Roberts, R.D. y Barsade, S.G. (2008). Human abilities: Emotional intelligence. *Annual Review of Psychology*, *59*(1), 507–536. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.59.103006.093646>

- Mayer, J.D., Salovey, P. y Caruso, D.R. (2008). Emotional intelligence: New ability or eclectic traits? *American Psychologist*, 63(6), 503–517. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.63.6.503>
- McClelland, M.M., Cameron, C.E., Connor, C.M.D., Farris, C.L., Jewkes, A.M. y Morrison, F.J. (2007). Links between behavioral regulation and preschoolers' literacy, vocabulary, and math skills. *Developmental Psychology*, 43(4), 947–959. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.43.4.947>
- McClelland, S., Korosi, A., Cope, J., Ivy, A. y Baram, T.Z. (2011). Emerging roles of epigenetic mechanisms in the enduring effects of neonatal stress and experience on learning and memory. *Neurobiology of Learning and Memory*, 96(1), 79–88. <https://doi.org/10.1016/j.nlm.2011.02.008>
- McGarry, L.M. y Carter, A.G. (2017). Prefrontal cortex drives distinct pbasolateral amygdala. *Cell Reports*, 21(6), 1426–1433. <https://doi.org/10.1016/j.celrep.2017.10.046>
- McPherson, G.E. y O'Neill, S.A. (2010). Students' motivation to study music as compared to other school subjects: A comparison of eight countries. *Research Studies in Music Education*, 32(2), 101–137. <https://doi.org/10.1177/1321103X10384202>
- McPherson, G.E., Osborne, M.S., Evans, P. y Miksza, P. (2019). Applying self-regulated learning microanalysis to study musicians' practice. *Psychology of Music*, 47(1), 18–32. <https://doi.org/10.1177/0305735617731614>
- Medina, D. y Barraza, P. (2019). Efficiency of attentional networks in musicians and non-musicians. *Heliyon*, 5(3), e01315. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01315>
- Megias, M., Esteban, L., Roldán, D., Estévez, Á., Sánchez, M. y Ramos, J. (2015). Evaluación neuropsicológica de procesos cognitivos en niños de siete años de edad nacidos pretérmino. *Anales de Psicología*, 31(3), 1052–1061. <https://doi.org/10.6018/analesps.31.3.151881>
- Mejía Quintero, E. y Escobar Melo, H. (2012). Caracterización de procesos cognitivos de memoria, lenguaje y pensamiento, en estudiantes con bajo y alto rendimiento académico. *Diversitas*, 8(1), 123. <https://doi.org/10.15332/s1794-9998.2012.0001.08>

- Mendieta Toledo, L.B., Mendieta Toledo, L.R. y Chamba Zambrano, J.M. (2015). Efecto de la aplicación de técnicas de estudio en el rendimiento escolar. *In Crescendo*, 6(1), 187–206. <https://doi.org/10.21895/increc.2015.v6n1.16>
- Menon, V. (2016). Memory and cognitive control circuits in mathematical cognition and learning. *Progress in Brain Research*, 227, 159–186. <https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2016.04.026>
- Menon, V., Rivera, S.M., White, C.D., Glover, G.H. y Reiss, A.L. (2000). Dissociating prefrontal and parietal cortex activation during arithmetic processing. *NeuroImage*, 12(4), 357–365. <https://doi.org/10.1006/nimg.2000.0613>
- Metcalfe, A.W.S., Ashkenazi, S., Rosenberg-Lee, M. y Menon, V. (2013). Fractionating the neural correlates of individual working memory components underlying arithmetic problem solving skills in children. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 6, 162–175. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2013.10.001>
- Meyer, J., Oguz, P.G. y Moore, K.S. (2018). Superior fluid cognition in trained musicians. *Psychology of Music*, 48(3), 1–14. <https://doi.org/10.1177/0305735618808089>
- Meyer, M., Elmer, S., Ringli, M., Oechslin, M.S., Baumann, S. y Jancke, L. (2011). Long-term exposure to music enhances the sensitivity of the auditory system in children. *European Journal of Neuroscience*, 34(5), 755–765. <https://doi.org/10.1111/j.1460-9568.2011.07795.x>
- Miendlarzewska, E.A. y Trost, W.J. (2014). How musical training affects cognitive development: Rhythm, reward and other modulating variables. *Frontiers in Neuroscience*, 7(279), 1–24. <https://doi.org/10.3389/fnins.2013.00279>
- Mihov, K.M., Denzler, M. y Förster, J. (2010). Hemispheric specialization and creative thinking: A meta-analytic review of lateralization of creativity. *Brain and Cognition*, 72(3), 442–448. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2009.12.007>
- Mikolajczak, M., Bodarwé, K., Laloyaux, O., Hansenne, M. y Nelis, D. (2010). Association between frontal EEG asymmetries and emotional intelligence among adults. *Personality and Individual Differences*, 48(2), 177–181. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2009.10.001>
- Mikolajczak, M., Luminet, O. y Menil, C. (2006). Predicting resistance to stress: Incremental validity of trait emotional intelligence over alexithymia and optimism. *Psicothema*, 18, 79–88.

- Miles, S.A., Miranda, R.A. y Ullman, M.T. (2016). Sex differences in music: A female advantage at recognizing familiar melodies. *Frontiers in Psychology*, 7(278), 1–15. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00278>
- Miñano-Pérez, P., Cantero-Vicente, M.P. y Castejón-Costa, J.L. (2008). Predicción del rendimiento escolar de los alumnos a partir de las aptitudes, el autoconcepto académico y las atribuciones causales. *Horizontes Educativos*, 13(2), 11–23.
- Miñano-Pérez, P. y Castejón-Costa, J.L. (2011). Variables cognitivas y motivacionales en el rendimiento académico en lengua y matemáticas: Un modelo estructural. *Revista de Psicodidáctica*, 16(2), 203–230.
- Miranda, L.C. y Almeida, L.S. (2011). Motivação e rendimento académico: Validação do inventário de metas académicas. *Psicologia, Educação e Cultura*, 15(2), 272–286.
- Mitchell, R.L. y Phillips, L.H. (2007). The psychological, neurochemical and functional neuroanatomical mediators of the effects of positive and negative mood on executive functions. *Neuropsychologia*, 45(4), 617–629.
- Miyake, A. y Friedman, N.P. (2013). Executive functions: Four general conclusions. *Current Directions in Psychological Science*, 21(1), 8–14. <https://doi.org/10.1177/0963721411429458>.The
- Miyake, A., Friedman, N.P., Emerson, M.J., Witzki, A.H., Howerter, A. y Wager, T.D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41(1), 49–100. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>
- Mok, O.N.A. (2011). Non-formal learning: Clarification of the concept and its application in music learning. *Australian Journal of Music Education*, 1, 11–15.
- Molina-Arias, M. (2014). El problema de las comparaciones múltiples. *Pediatría Atención Primaria*, 16(64), 367–370. <https://doi.org/10.4321/S1139-76322014000500019>
- Monereo, C. (2000). *Estrategias de aprendizaje*. Visor Libros S.L.
- Monereo, C., Castelló, M., Clariana, M., Palma, M. y Pérez, M. L. (1999). *Estrategias de enseñanza y aprendizaje*. Editorial Graó.
- Montalvo, J.P. y Moreira-Vera, D.V. (2016). El cerebro y la música. *Revista Ecuatoriana de Neurología*, 25(1), 50–55.



- Moog, H. (1976). The development of musical experience in children of pre-school age. *Psychology of Music*, 4(2), 38–45. <https://doi.org/10.1177/030573567642005>
- Mora, F. (2017). *Neuroeducación: Solo se puede aprender aquello que se ama*. Alianza editorial.
- Moradzadeh, L., Blumenthal, G. y Wiseheart, M. (2015). Musical training, bilingualism, and executive function: A closer look at task switching and dual-task performance. *Cognitive Science*, 39(5), 992–1020. <https://doi.org/10.1111/cogs.12183>
- Morales, D.G. y Alfonso, Y.M.D. (2006). La importancia de promover en el aula estrategias de aprendizaje para elevar el nivel académico en los estudiantes de Psicología. *Revista Iberoamericana de Educación*, 40(1), 8.
- Morandi, F., Tiezzi, E.B.P. y Pulselli, R.M. (2010). Mathematics and music: The architecture of nature. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 138, 3–10. <https://doi.org/10.2495/DN100011>
- Moreno, J.M., García-Baamonde, M. E. y Blázquez, M. (2010). Desarrollo lingüístico y adaptación escolar en niños en acogimiento residencial. *Anales de Psicología*, 26(1), 189–196.
- Moreno, S. (2009). Can music influence language and cognition? *Contemporary Music Review*, 28(3), 329–345. <https://doi.org/10.1080/07494460903404410>
- Moreno, S. y Besson, M. (2006). Musical training and language-related brain electrical activity in children. *Psychophysiology*, 43(3), 287–291. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2006.00401.x>
- Moreno, S., Bialystok, E., Barac, R., Schellenberg, E.G., Cepeda, N.J. y Chau, T. (2011). Short-term music training enhances verbal intelligence and executive function. *Psychological Science*, 22(11), 1425–1433. <https://doi.org/10.1177/0956797611416999>
- Moreno, S. y Bidelman, G.M. (2014). Examining neural plasticity and cognitive benefit through the unique lens of musical training. *Hearing Research*, 308, 84–97. <https://doi.org/10.1016/j.heares.2013.09.012>
- Moreno, S. y Farzan, F. (2015). Music training and inhibitory control: A multidimensional model. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1337(1), 147–152. <https://doi.org/10.1111/nyas.12674>

- Moreno, S., Friesen, D. y Bialystok, E. (2011). Effect of music training on promoting preliteracy skills: Preliminary causal evidence. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, 29(2), 165–172. <https://doi.org/10.1525/mp.2011.29.2.165>
- Moreno, S., Marques, C., Santos, A., Santos, M., Castro, S.L. y Besson, M. (2009). Musical training influences linguistic abilities in 8-year-old children: More evidence for brain plasticity. *Cerebral Cortex*, 19(3), 712–723. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhn120>
- Morgan, G., Killough, C.M. y Thompson, L.A. (2013). Does visual information influence infants' movement to music? *Psychology of Music*, 41(2), 249-264. <https://doi.org/10.1177/0305735611425897>
- Morgan, P.L., Farkas, G., Hillemeier, M.M., Pun, W.H. y Maczuga, S. (2019). Kindergarten Children's Executive Functions Predict Their Second-Grade Academic Achievement and Behavior. *Child Development*, 90(5), 1802–1816. <https://doi.org/10.1111/cdev.13095>
- Moritz, C., Yampolsky, S., Papadelis, G., Thomson, J. y Wolf, M. (2013). Links between early rhythm skills, musical training, and phonological awareness. *Reading and Writing*, 26(5), 739–769. <https://doi.org/10.1007/s11145-012-9389-0>
- Mosing, M.A., Madison, G., Pedersen, N.L., Kuja-Halkola, R. y Ullén, F. (2014). Practice does not make perfect: No causal effect of music practice on music ability. *Psychological Science*, 25(9), 1795–1803. <https://doi.org/10.1177/0956797614541990>
- Mosing, M.A., Madison, G., Pedersen, N.L. y Ullén, F. (2016). Investigating cognitive transfer within the framework of music practice: Genetic pleiotropy rather than causality. *Developmental Science*, 19(3), 504-512. <https://doi.org/10.1111/desc.12306>
- Moudgil, R. (2016). Emotional intelligence in relation to intelligence and personality. *International Journal of Education and Management Studies*, 6(4), 481–484.
- Moyeda, I.X.G. y Escobedo, L.Z. (2014). La presencia de las actividades musicales en los programas educativos y su influencia en la conciencia fonológica. *Perfiles Educativos*, 144, 157–172. [https://doi.org/10.1016/S0185-2698\(14\)70629-4](https://doi.org/10.1016/S0185-2698(14)70629-4)

- Müllensiefen, D., Gingras, B., Musil, J. y Stewart, L. (2014). The musicality of non-musicians: An index for assessing musical sophistication in the general population. *PLoS One*, 9(2), e89642. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0089642>
- Müller, N.G. y Knight, R.T. (2006). The functional neuroanatomy of working memory: Contributions of human brain lesion studies. *Neuroscience*, 139(1), 51–58. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2005.09.018>
- Murillo, F.J. y Hernández-Castilla, R. (2020). Does parental involvement matter in children's performance? A Latin American primary school study. *Revista de Psicodidáctica*, 25(1), 13–22. <https://doi.org/10.1016/j.psicod.2019.10.002>
- Musacchia, G., Sams, M., Skoe, E. y Kraus, N. (2007). Musicians have enhanced subcortical auditory and audiovisual processing of speech and music. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104(40), 15894–15898. <https://doi.org/10.1073/pnas.0701498104>
- Musacchia, G., Strait, D. y Kraus, N. (2008). Relationships between behavior, brainstem and cortical encoding of seen and heard speech in musicians and non-musicians. *Hearing Research*, 241(1–2), 34–42. <https://doi.org/10.1016/j.heares.2008.04.013>.
- Muter, V., Hulme, C., Snowling, M.J. y Stevenson, J. (2004). Phonemes, rimes, vocabulary, and grammatical skills as foundations of early reading development: Evidence from a longitudinal study. *Developmental Psychology*, 40(5), 665–681. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.40.5.665>
- Nami, Y., Marsooli, H. y Ashouri, M. (2014). The Relationship between Creativity and Academic Achievement. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 114, 36–39. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.12.652>
- Nan, Y., Liu, L., Geiser, E., Shu, H., Gong, C.C., Dong, Q., Gabrieli, J.D.E. y Desimone, R. (2018). Piano training enhances the neural processing of pitch and improves speech perception in Mandarin-speaking children. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(28), E6630–E6639. <https://doi.org/10.1073/pnas.1808412115>
- Nasir, M. y Masrur, R. (2010). An exploration of emotional intelligence of the students of IUI in relation to gender, age and academic achievement. *Bulletin of Education and Research*, 32(1), 37–51.

- Navas, L., Sampascual, G. y Santed, M.A. (2003). Predicción de las calificaciones de los estudiantes: La capacidad explicativa de la inteligencia general y de la motivación. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 56(2), 225–237.
- Neisser, U., Boodoo, G., Bouchard, T., Boykin, A.W., Brody, N., Ceci, S., Halpern, D., Loechlin, J., Perloff, R., Stenberg, R. y Urbina, S. (1996). Intelligence: Knowns and unknowns. *American Psychologist*, 51, 77–101.
- Nicolás, G.V. y Kirihaara, A. (2012). Educación musical en Japón y en España: Análisis del currículum para Educación Primaria. *Profesorado Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 16(1), 379–390.
- Nie, P., Wang, C., Rong, G., Du, B., Lu, J., Li, S., Putkinen, V., Tao, S. y Tervaniemi, M. (2022). Effects of music training on the auditory working memory of Chinese-speaking school-aged children: A longitudinal intervention study. *Frontiers in Psychology*, 12(770425), 1–9. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.770425>
- Nieuwenhuys, R., Voogd, J. y Van Huijzen, C. (2007). *The human central nervous system: A synopsis and atlas*. Springer Science & Business Media.
- Niland, A. (2009). The power of musical play: The value of play-based, child-centered curriculum in early childhood music education. *General Music Today*, 23(1), 17–21. <https://doi.org/10.1177/1048371309335625>
- Nonis, S.A. y Hudson, G.I. (2010). Performance of college students: Impact of study time and study habits. *Journal of Education for Business*, 85(4), 229–238. <https://doi.org/10.1080/08832320903449550>
- Norgaard, M., Stambaugh, L.A. y McCranie, H. (2019). The effect of jazz improvisation instruction on measures of executive function in middle school band students. *Journal of Research in Music Education*, 67(3), 339–354. <https://doi.org/10.1177/0022429419863038>
- Nusbaum, B.E.C. y Silvia, P.J. (2011). Are intelligence and creativity really so different? Fluid intelligence, executive processes, and strategy use in divergent thinking. *Intelligence*, 39(1), 36–45. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2010.11.002>
- O'Connor, P.J., Hill, A., Kaya, M. y Martin, B. (2019). The measurement of emotional intelligence: A critical review of the literature and recommendations for researchers and practitioners. *Frontiers in Psychology*, 10(1116), 1–19. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01116>

- Oechslin, M.S., Gschwind, M. y James, C.E. (2017). Tracking training-related plasticity by combining fMRI and DTI: The right hemisphere ventral stream mediates musical syntax processing. *Cerebral Cortex*, 28(4), 1209–1218. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhx033>
- Okada, B.M. y Slevc, L.R. (2018). Individual differences in musical training and executive functions: A latent variable approach. *Memory and Cognition*, 46(7), 1076–1092. <https://doi.org/10.3758/s13421-018-0822-8>
- Oladejo, M.A. y Oladejo, M.A. (2017). Correlation of extra-curricular activities with students' study habits in university of Lagos. *Sokoto Educational Review*, 17(1), 211–221. <https://doi.org/10.35386/ser.v17i2.36>
- Omar, R., Hailstone, J.C., Warren, J.E., Crutch, S.J. y Warren, J.D. (2010). The cognitive organization of music knowledge: A clinical analysis. *Brain*, 133, 1200–1213. <https://doi.org/10.1093/brain/awp345>
- Onatsu-Arvilommi, T., Nurmi, J.E. y Aunola, K. (2002). The development of achievement strategies and academic skills during the first year of primary school. *Learning and Instruction*, 12(5), 509–527. [https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(01\)00029-9](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(01)00029-9)
- Orden de 17 de enero de 1981, por la que se regulan las enseñanzas de Educación Preescolar y del Ciclo Inicial de la Educación General Básica. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 18, de 21 de enero de 1981, 1384-1389. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1981-1355>
- Oren, M. y Jones, I. (2009). The Relationships between Child Temperament, Teacher-Child Relationships, and Teacher-Child Interactions. *International Education Studies*, 2(4), 122–133.
- Oriol De Alarcón, N. (2005). La música en las enseñanzas de régimen general en España y su evolución en el siglo XX y comienzos del XXI. *Revista Electrónica de LEEME*, 16(37), 49–68.
- Ortega-Llorente, Z. (2015). Instrumentos neuropsicológicos para la evaluación de la inteligencia emocional. En Martín-Lobo, P. y Vergara-Moragues, E. (Eds.). *Procesos e instrumentos de evaluación neuropsicológica educativa*. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- Ortega-Navas, M.C. (2010). La educación emocional y sus implicaciones en la salud. *Revista Española de Orientación Psicopedagógica*, 21(2), 462–470. <https://doi.org/10.4067/S0718-09342002005100014>

- Ortega-Orozco, A., Orozco-Calderón, G., Ramírez-Flores, M.J. y Lozano- Gutiérrez, A. (2020). Age of onset in musical practice on cognitive functioning. *Journal of Basic and Applied Psychology Research*, 1(2), 1–6. <https://doi.org/10.29057/jbapr.v1i2.5363>
- Ortiz, L., Salmerón, H. y Rodríguez, S. (2007). La enseñanza de estrategias de aprendizaje en educación infantil. *Profesorado. Revista Currículum y Formación del Profesorado*, 11(2), 1–22.
- Orzechowski, J. (2017). Working memory and flexibility in creative thinking. *International Conference on Law, Business, Education and Corporate Social Responsibility*, 33–36.
- Osborne, M.S., McPherson, G.E., Faulkner, R., Davidson, J.W. y Barrett, M.S. (2016). Exploring the academic and psychosocial impact of El Sistema-inspired music programs within two low socio-economic schools. *Music Education Research*, 18(2), 156–175. <https://doi.org/10.1080/14613808.2015.1056130>
- Otte, R.A., Winkler, I., Braeken, M.A.K.A., Stekelenburg, J.J., Van der Stelt, O. y Van der Bergh, B.R.H. (2013). Detecting violations of temporal regularities in waking and sleeping two month-old infants. *Biological Psychology*, 92(2), 315–322. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2012.09.009>
- Ozernov-Palchik, O., Wolf, M. y Patel, A.D. (2018). Relationships between early literacy and nonlinguistic rhythmic processes in kindergarteners. *Journal of Experimental Child Psychology*, 167, 354–368. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2017.11.009>
- Ozsoy, G., Memis, A. y Temur, T. (2009). Metacognition, study habits and attitudes. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 2(1), 154–166.
- Öztürk, E. y Can A.A. (2020). The effect of music education on the social values of preschool children. *Cypriot Journal of Education*, 15(5), 1053–1064. <https://doi.org/10.18844/cjes.v15i5.5150>
- Pagani, L. S., Fitzpatrick, C., Archambault, I. y Janosz, M. (2010). School readiness and later achievement: A French Canadian replication and extension. *Developmental Psychology*, 46(5), 984–994. <https://doi.org/10.1037/a0018881>
- Pallesen, K.J., Brattico, E., Bailey, C.J., Korvenoja, A., Koivisto, J., Gjedde, A. y Carlson, S. (2010). Cognitive control in auditory working memory is enhanced in musicians. *PLoS One*, 5(6), e11120. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0011120>

- Palmiero, M., Nakatani, C., Raver, D., Belardinelli, M.O. y van Leeuwen, C. (2010). Abilities within and across visual and verbal domains: How specific is their influence on creativity? *Creativity Research Journal*, 22(4), 369–377. <https://doi.org/10.1080/10400419.2010.523396>
- Palomar-García, M.Á., Zatorre, R.J., Ventura-Campos, N., Bueichekú, E. y Ávila, C. (2017). Modulation of functional connectivity in auditory–motor networks in musicians compared with nonmusicians. *Cerebral Cortex*, 27(5), 2768–2778. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhw120>
- Pando-Naude, V., Patyczek, A., Bonetti, L. y Vuust, P. (2021). An ALE meta-analytic review of top-down and bottom-up processing of music in the brain. *Scientific Reports*, 11(1), 1–15. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-00139-3>
- Pantev, C., Engelien, A., Candia, V. y Elbert, T. (2001). Representational cortex in musicians: Plastic alterations in response to musical practice. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 930(1), 300–314. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2001.tb05740.x>
- Pantev, C., Oostenveld, R., Engelien, A., Ross, B., Roberts, L. y Hoke, M. (1998). Increased auditory cortical representation in musicians. *Nature*, 392(6678), 811–814. <https://doi.org/10.1186/s13568-017-0488-9>
- Paolini, C.I., Oiberman, A. y Mansilla, M. (2017). Cognitive development in early childhood: Influence of biological and environmental risk factors. *Subjetividad y Procesos Cognitivos*, 21(2), 162–183.
- Paraskevopoulos, E., Chalas, N. y Bamidis, P. (2017). Functional connectivity of the cortical network supporting statistical learning in musicians and non-musicians: An MEG study. *Scientific Reports*, 7(1), 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-16592-y>
- Parbery-Clark, A., Strait, D.L., Anderson, S., Hittner, E. y Kraus, N. (2011). Musical experience and the aging auditory system: Implications for cognitive abilities and hearing speech in noise. *PLoS One*, 6(5), e18082. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0018082>
- Park, J. (2018). A neural basis for the visual sense of number and its development: A steady-state visual evoked potential study in children and adults. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 30, 333–343. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2017.02.011>

- Parke, M.R., Seo, M. y Sherf, E.N. (2015). Regulating and facilitating: The role of emotional intelligence in maintaining and using positive affect for creativity. *Journal of Applied Psychology*, 100(3), 917–934. <https://doi.org/10.1037/a0038452>
- Passanisi, A., Di Nuovo, S., Urgese, L. y Pirrone, C. (2015). The influence of musical expression on creativity and interpersonal relationships in children. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 191, 2476–2480. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.04.308>
- Patel, A.D. (2008). *Music, Language, and the Brain*. Oxford University Press.
- Patel, A.D. (2011). Why would musical training benefit the neural encoding of speech? The OPERA hypothesis. *Frontiers in Psychology*, 2(142), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2011.00142>
- Patel, A.D. y Daniele, J.R. (2003). An empirical comparison of rhythm in language and music. *Cognition*, 87(1), B35–B45. [https://doi.org/10.1016/S0010-0277\(02\)00187-7](https://doi.org/10.1016/S0010-0277(02)00187-7)
- Patel, A.D. y Iversen, J.R. (2007). The linguistic benefits of musical abilities. *Trends in Cognitive Sciences*, 11(9), 369–372. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2007.08.003>
- Patston, L.L.M., Kirk, I.J., Rolfe, M.H.S., Corballis, M.C. y Tippett, L.J. (2007). The unusual symmetry of musicians: Musicians have equilateral interhemispheric transfer for visual information. *Neuropsychologia*, 45(9), 2059–2065. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2007.02.001>
- Pearce, M. y Rohrmeier, M. (2012). Music cognition and the cognitive sciences. *Topics in Cognitive Science*, 4(4), 468–484. <https://doi.org/10.1111/j.1756-8765.2012.01226.x>
- Peña-Casanova, J. (2007). Bases neurobiológicas de las funciones cognitivas: Hacia una integración de niveles. En Peña-Casanova, J. (Ed.). *Neurología de la conducta y Neuropsicología* (pp. 1–74). Editorial Médica Panamericana.
- Pena, M. y Repetto, E. (2006). Estado de la investigación en España sobre inteligencia emocional en el ámbito educativo. *Education and Psychology*, 15(6), 400–420.
- Peñalba, A. (2018). Claves para una educación musical temprana, creativa e inclusiva. *Tabanque: Revista Pedagógica*, 31, 29. <https://doi.org/10.24197/trp.31.2018.29-41>



- Peñalba, A. (2017). La defensa de la educación musical desde las neurociencias. *Revista Electrónica Complutense de Investigación en Educación Musical*, 14, 109–127. <https://doi.org/10.5209/RECIEM.54814>
- Peng, P. y Kievit, R.A. (2020). The development of academic achievement and cognitive abilities: A bidirectional perspective. *Child Development Perspectives*, 14(1), 15–20. <https://doi.org/10.1111/cdep.12352>
- Peng, P., Lin, X., Ünal, Z. E., Lee, K., Namkung, J., Chow, J. y Sales, A. (2020). Examining the mutual relations between language and mathematics: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 146(7), 595–634. <https://doi.org/10.1037/bul0000231>
- Peng, P., Namkung, J., Barnes, M. y Sun, C. (2016). A meta-analysis of mathematics and working memory: Moderating effects of working memory domain, type of mathematics skill, and sample characteristics. *Journal of Educational Psychology*, 108(4), 455–473. <https://doi.org/10.1037/edu0000079>
- Penhune, V.B. (2011). Sensitive periods in human development: Evidence from musical training. *Cortex*, 47(9), 1126–1137. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2011.05.010>
- Penhune, V.B. (2021). Understanding sensitive period effects in musical training. En Andersen, S.L. (Ed.). *Sensitive Periods of Brain Development and Preventive Interventions. Current Topics in Behavioral Neurosciences* (pp. 289–320), vol. 53. Springer, Cham.
- Perani, D., Saccuman, M.C., Scifo, P., Spada, D., Andreolli, G., Rovelli, R., Baldoli, C. y Koelsch, S. (2010). Functional specializations for music processing in the human newborn brain. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(10), 4758–4763. <https://doi.org/10.1073/pnas.0909074107>
- Pereira, C.S., Teixeira, J., Figueiredo, P., Xavier, J., Castro, S.L. y Brattico, E. (2011). Music and emotions in the brain: Familiarity matters. *PLoS One*, 6(11), e27241. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0027241>
- Peretz, I. (2013). The biological foundations of music: Insights from congenital amusia. En Deutsch, D. (Ed.). *The Psychology of Music* (pp. 551–564). Elsevier Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-381460-9.00013-4>
- Peretz, I. y Coltheart, M. (2003). Modularity of music processing. *Nature Neuroscience*, 6(7), 688–691. <https://doi.org/10.1038/nn1083>

- Peretz, I., Vuvar, D., Lagrois, M.É. y Armony, J.L. (2015). Neural overlap in processing music and speech. *Philosophical Transactions of the Royal Society: Biological Sciences*, 370(1664), 1–13. <https://doi.org/10.1098/rstb.2014.0090>
- Pérez Ruíz, V.C. y La Cruz Zambrano, A.R. (2014). Estrategias de enseñanza y aprendizaje de la lectura y escritura en la educación primaria. *Revista del Instituto de Estudios en Educación Universidad del Norte*, 21, 1–16.
- Perruchet, P. y Poulin-Charronnat, B. (2013). Challenging prior evidence for a shared syntactic processor for language and music. *Psychonomic Bulletin and Review*, 20(2), 310–317. <https://doi.org/10.3758/s13423-012-0344-5>
- Peters, L. y Smedt, B. (2018). Arithmetic in the developing brain: A review of brain imaging studies. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 30, 265–279. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2017.05.002>
- Petrides, K.V., Niven, L. y Mouskounti, T. (2006). The trait emotional intelligence of ballet dancers and musicians. *Psicothema*, 18, 101–107.
- Petrides, K.V., Mikolajczak, M., Mavroveli, S., Sanchez-Ruiz, M.J., Furnham, A. y Pérez-González, J.C. (2016). Developments in trait emotional intelligence research. *Emotion Review*, 8(4), 335–341. <https://doi.org/10.1177/1754073916650493>
- Petrides, K.V. y Furnham, A. (2001). Trait emotional intelligence: Psychometric investigation with reference to established trait taxonomies. *European Journal of Personality*, 15, 425–448. <https://doi.org/10.1002/per.416>
- Phelps, E.A. (2006). Emotion and cognition: Insights from studies of the human amygdala. *Annual Review of Psychology*, 57(1), 27–53. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.56.091103.070234>
- Phillipson, S. (2010). Parental role in relation to students' cognitive ability towards academic achievement in Hong kong. *Asia-Pacific Education Researcher*, 19(2), 229–250. <https://doi.org/10.3860/taper.v19i2.1594>
- Pineda, D.A. (2000). La función ejecutiva y sus trastornos. *Revista de Neurología*, 30(8), 764–768.
- Pinho, A.L., de Manzano, O., Fransson, P., Eriksson, H. y Ullen, F. (2014). Connecting to create: Expertise in musical improvisation is associated with increased functional connectivity between premotor and prefrontal areas. *Journal of Neuroscience*, 34(18), 6156–6163. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.4769-13.2014>

- Pinho, A.L., Ullén, F., Castelo-Branco, M., Fransson, P. y De Manzano, Ö. (2016). Addressing a paradox: Dual strategies for creative performance in introspective and extrospective networks. *Cerebral Cortex*, 26(7), 3052–3063. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhv130>
- Piro, J.M. y Ortiz, C. (2009). The effect of piano lessons on the vocabulary and verbal sequencing skills of primary grade students. *Psychology of Music*, 37(3), 325–347. <https://doi.org/10.1177/0305735608097248>
- Pisner, D.A., Smith, R., Alkozei, A., Klimova, A. y Killgore, W.D.S. (2017). Highways of the emotional intellect: White matter microstructural correlates of an ability-based measure of emotional intelligence. *Social Neuroscience*, 12(3), 253–267. <https://doi.org/10.1080/17470919.2016.1176600>
- Pixabay-GmbH. (s.f.). *Pixabay: Banco de imágenes libres*. <https://pixabay.com/es/>
- Plaza, J.L.A. (2012). El desarrollo creativo en Educación Musical: Del genio artístico al trabajo colaborativo. *Educação*, 37(1), 31-44. <https://doi.org/10.5902/198464443792>
- Plucker, J.A. (1998). Beware of simple conclusions: The case for content generality of creativity. *Creativity Research Journal*, 11(2), 179–182. [https://doi.org/10.1207/s15326934crj1102\\_8](https://doi.org/10.1207/s15326934crj1102_8)
- Plucker, J.A., Beghetto, R.A. y Dow, G.T. (2004). Why isn't creativity more important to educational psychologists? Potentials, pitfalls, and future directions in creativity research. *Educational Psychologist*, 39(2), 83–96. [https://doi.org/10.1207/s15326985ep3902\\_1](https://doi.org/10.1207/s15326985ep3902_1)
- Plutchik, R. (1984). *Emotion: A Psychoevolutionary Theory*. Harper y Row.
- Pollack, C. y Ashby, N.C. (2018). Where arithmetic and phonology meet: The meta-analytic convergence of arithmetic and phonological processing in the brain. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 30, 251–264. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2017.05.003>
- Porflitt, F. (2021). Música y transferencia de habilidades: Revisión bibliográfica descriptiva para el siglo XXI. *Revista Musical Chilena*, 75(235), 177–200. <https://doi.org/10.4067/S0716-27902021000100177>
- Portellano, J.A. (2008). *Neuropsicología infantil*. Editoria Síntesis S.A.
- Portellano, J.A. (2010). *Introducción a la neuropsicología*. McGraw Hil.
- Portellano, J.A. y García, J. (2014). *Neuropsicología de la atención, las funciones ejecutivas y la memoria*. Editorial Síntesis.

- Portellano, J.A., Martínez-Arias, R. y Zumárraga, L. (2011). *ENFEN. Evaluación Neuropsicológica de las Funciones Ejecutivas en Niños*. TEA Ediciones.
- Portowitz, A., Pepler, K.A. y Downton, M. (2014). In Harmony: A technology-based music education model to enhance musical understanding and general learning skills. *International Journal of Music Education*, 32(2), 242–260. <https://doi.org/10.1177/0255761413517056>
- Posner, B.M.I., Ph, D. y Patoine, B. (2009). How arts training improves attention and cognition. *Journal of Neuroscience*, 23206, 1–7.
- Prencipe, A., Kesek, A., Cohen, J., Lamm, C., Lewis, M.D. y Zelazo, P.D. (2011). Development of hot and cool executive function during the transition to adolescence. *Journal of Experimental Child Psychology*, 108(1), 621–637. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2010.09.008>
- Price-Mohr, R. y Price, C. (2021). Learning to play the piano whilst reading music: Short-term school-based piano instruction improves memory and word recognition in children. *International Journal of Early Childhood*, 53(3), 333–344. <https://doi.org/10.1007/s13158-021-00297-5>
- Primi, R., Couto, G., Almeida, L.S., Adelina, M. y Miguel, F.K. (2012). Intelligence, age and schooling: Data from the Battery of Reasoning Tests (BRT-5). *Psicología: Reflexao e Critica*, 25(1), 79–88. <https://doi.org/10.1590/S0102-79722012000100010>
- Primi, R., Ferrão, M.E. y Almeida, L.S. (2010). Fluid intelligence as a predictor of learning: A longitudinal multilevel approach applied to math. *Learning and Individual Differences*, 20(5), 446–451. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2010.05.001>
- Puentes, P., Acosta, J., Cervantes, M., Jiménez, G., Sánchez, M., Pineda, W. y Téllez, S. (2015). *Neuropsicología de las funciones ejecutivas*. Ediciones Universidad Simón Bolívar.
- Putkinen, V., Tervaniemi, M., Saarikivi, K. y Huotilainen, M. (2015). Promises of formal and informal musical activities in advancing neurocognitive development throughout childhood. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1337(1), 153–162. <https://doi.org/10.1111/nyas.12656>

- Qian, M., Plucker, J.A. y Yang, X. (2019). Is creativity domain specific or domain general? Evidence from multilevel explanatory item response theory models. *Thinking Skills and Creativity*, 33, 100571. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2019.100571>
- Qin, S., Cho, S., Chen, T., Rosenberg-lee, M., Geary, D.C. y Menon, V. (2014). Hippocampal-neocortical functional reorganization underlies children's cognitive development. *Nature Neuroscience*, 17(9), 1263–1269. <https://doi.org/10.1038/nn.3788>
- Quiles, O. L. (2003). Educación musical reglada en la enseñanza general española: 1939-2002. *Tavira, Revista de Ciencias de la Educación*, 19, 13–33.
- Quílez-Robres, A., González-Andrade, A., Ortega, Z. y Santiago-Ramajo, S. (2021). Intelligence quotient, short-term memory and study habits as academic achievement predictors of elementary school: A follow-up study. *Studies in Educational Evaluation*, 70(101020), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2021.101020>
- Quílez-Robres, A., Moyano, N. y Cortés-Pascual, A. (2021). Motivational, emotional, and social factors explain academic achievement in children aged 6–12 years: A meta-analysis. *Education Sciences*, 11(513), 1–22. <https://doi.org/10.3390/educsci11090513>
- Rabia, M., Mubarak, N., Tallat, H. y Nasir, W. (2017). A study on study habits and academic performance of students. *International Journal of Asian Social Science*, 7(10), 891–897. <https://doi.org/10.18488/journal.1.2017.710.891.897>
- Rabiner, D., Coie, J.D. y Group, T.C. (2000). Early attention problems and children's reading achievement: A longitudinal investigation. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 39(7), 859–867. <https://doi.org/10.1097/00004583-200007000-00014>
- Rabinowitch, T.C., Cross, I. y Burnard, P. (2013). Long-term musical group interaction has a positive influence on empathy in children. *Psychology of Music*, 41(4), 484–498. <https://doi.org/10.1177/0305735612440609>
- Ramírez-Benítez, Y. (2014). Preditores neuropsicológicos de las habilidades académicas. *Cuadernos de Neuropsicología*, 8(2), 155–170. <https://doi.org/10.7714/cnps/8.2.202>

- Ramírez-Benítez, Y., Bernal-Ruiz, F., Acea-Vanega, S., Jiménez-Morales, R.M. y Barmúdez-Monteagudo, B. (2022). Capacidades numéricas básicas y habilidades aritméticas. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(4), 612–622.
- Ramírez-Benítez, Y., Torres-Díaz, R. y Amor-Díaz, V. (2016). Contribución única de la inteligencia fluida y cristalizada en el rendimiento académico. *Revista Chilena De Neuropsicología*, 11(2), 1–5. <https://doi.org/10.5839/rcnp.2016.11.02.01>
- Ramírez, V., Llamas-Salguero, F. y López-Fernández, V. (2017). Relación entre el desarrollo neuropsicológico y la creatividad en edades tempranas. *International Journal of Humanities and Social Science Invention*, 6(1), 34–40.
- Rauscher, F.H. y Hinton, S.C. (2011). Music instruction and its diverse extra-musical benefits. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, 29(2), 215–226. <https://doi.org/10.1525/mp.2011.29.2.215>
- Rauscher, F.H. y Zupan, M. (2000). Classroom keyboard instruction improves kindergarten children's spatial-temporal performance: A field experiment. *Early Childhood Research Quarterly*, 15(2), 215–228.
- Rautenberg, I. (2013). The effects of musical training on the decoding skills of German-speaking primary school children. *Journal of Research in Reading*, 38(1), 1–17. <https://doi.org/10.1111/jrir.12010>
- Raver, C.C., Jones, S.M., Li-Grining, C., Zhai, F., Bub, K. y Pressler, E. (2011). CSRP's impact on low-income preschoolers' preacademic skills: Self-regulation as a mediating mechanism. *Child Development*, 82(1), 362–378. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2010.01561.x>
- Real Academia Española. (2020). Informe de la Real Academia Española sobre el lenguaje inclusivo y cuestiones conexas. *Boletín de Información Lingüística de La Real Academia Española*, 14, 5–207.
- Real Decreto 1542/1994, de 8 de julio, por el que se establecen las equivalencias entre los títulos de Música anteriores a la Ley Orgánica 1/1990, de 3 de octubre, de Ordenación General del Sistema Educativo, y los establecidos en dicha Ley. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 189, de 9 de agosto de 1994, 25538-25539. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1994-18620>
- Redolar-Ripoll, D. (2007). *Neuroanatomía funcional y neuropsicología cognitiva*. ISEP.
- Redolar-Ripoll, D. (2015). *Neurociencia cognitiva*. Editorial Médica Panamericana.
- Rendón-Urbe, M.A. (2009). Creativity and brain: Neurological bases of creativity. *AULA*, 15, 117–135.

- Requena, S., Carnicer, J. y Calafell, M. (2021). La educación musical: Fundamentos y aportaciones a la neuroeducación. *Journal of Neuroeducation*, 2(3), 22–29.
- Resnicow, J.E., Salovey, P. y Repp, B.H. (2004). Is recognition of emotion in music performance an aspect of emotional intelligence? *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, 22(1), 145–158. <https://doi.org/10.1525/mp.2004.22.1.145>
- Reviriego-Díez, E. y Bausela-Herreras, E. (2018). Funciones ejecutivas y la competencia para resolver problemas matemáticos en Educación Primaria. *Cuadernos de Neuropsicología*, 12(1), 42–57. <https://doi.org/10.7714/CNPS/12.1.207>
- Reybrouck, M. y Brattico, E. (2015). Neuroplasticity beyond sounds: Neural adaptations following long-term musical aesthetic experiences. *Brain Sciences*, 5(1), 69–91. <https://doi.org/10.3390/brainsci5010069>
- Reyes-Cerillo, S., Barreyro, J.P. y 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. <https://doi.org/10.5579/rnl.2015.0229>
- Reyes, S., Barreyro, J.P. y Injoque-Ricle, I. (2014). Evaluación de componentes implicados en la Función Ejecutiva en niños de 9 años. *Cuadernos de Neuropsicología / Panamerican Journal of Neuropsychology*, 8(1), 44–53.
- Reyna, V.F., Nelson, W.L., Han, P.K. y Dieckmann, N.F. (2009). How numeracy influences risk comprehension and medical decision making. *Psychological Bulletin*, 135(6), 943–973. <https://doi.org/10.1037/a0017327>
- Ribeiro, F.S. y Santos, F.H. (2017). Enhancement of numeric cognition in children with low achievement in mathematic after a non-instrumental musical training. *Research in Developmental Disabilities*, 62, 26–39. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2016.11.008>
- Ribner, A.D., Willoughby, M.T., Blair, C.B. y Investigators, T.F.L.P.K. (2017). Executive function buffers the association between early math and later academic skills. *Frontiers in Psychology*, 8(869), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00869>
- Ricardo, J.E., Cherrez-Cano, I.M., Intriago-Alcivar, G.C. y Torres-Vargas, R.J. (2016). Neurociencia cognitiva e inteligencia emocional. La gestión pedagógica en el contexto de la formación profesional. *Revista Didasc@lia: Dídáctica y Educación*, 7(4), 207–214.

- Richards, M. (2017). *The Suzuki method: Influences of Shinichi Suzuki on Japanese music education* [Tesis doctoral]. Liberty University, Virginia, Estados Unidos. <https://digitalcommons.liberty.edu/honors/655/>
- Rickard, N.S., Bambrick, C.J. y Gill, A. (2012). Absence of widespread psychosocial and cognitive effects of school-based music instruction in 10-13-year-old students. *International Journal of Music Education*, 30(1), 57–78. <https://doi.org/10.1177/0255761411431399>
- Rickard, N.S., Vasquez, J.T., Murphy, F., Gill, A. y Toukhsati, S.R. (2010). Benefits of a classroom based instrumental music program on verbal memory of primary school children: A longitudinal study. *Australian Journal of Music Education*, 1, 36–47.
- Rico-Picó, J., Hoyo, Á., Guerra, S., Conejero, Á. y Rueda, M.R. (2021). Behavioral and brain dynamics of executive control in relation to children's fluid intelligence. *Intelligence*, 84, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2020.101513>
- Ritblatt, S., Longstreth, S., Hokoda, A., Cannon, B.N. y Weston, J. (2011). Can music enhance school-readiness socioemotional skills? *Journal of Research in Childhood Education*, 27(3), 257–266. <https://doi.org/10.1080/02568543.2013.796333>
- Ritchie, S.J. y Bates, T.C. (2013). Enduring links from childhood mathematics and reading achievement to adult socioeconomic status. *Psychological Science*, 24(7), 1301–1308. <https://doi.org/10.1177/0956797612466268>
- Ritter, S.M. y Ferguson, S. (2017). Happy creativity: Listening to happy music facilitates divergent thinking. *PLoS One*, 12(9), e0182210. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0182210>
- Robbins, S.B., Le, H., Davis, D., Lauver, K., Langley, R. y Carlstrom, A. (2004). Do psychosocial and study skill factors predict college outcomes? A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 130(2), 261–288. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.130.2.261>
- Robbins, T.W. y Arnsten, A.F.T. (2009). The neuropsychopharmacology of fronto-executive function: Monoaminergic modulation. *Annual Review of Neuroscience*, 32, 267–287. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.051508.135535>
- Rodd, J.M., Davis, M.H. y Johnsrude, I.S. (2005). The neural mechanisms of speech comprehension: fMRI studies of semantic ambiguity. *Cerebral Cortex*, 15(8), 1261–1269. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhi009>



- Rode, J., Mooney, C.H., Arthaud-day, M.L., Near, J.P., Baldwin, T.T., Rubin, R.S. y Bommer, W.H. (2007). Emotional intelligence and individual performance: Evidence of direct and moderated effects. *Journal of Organizational Behavior*, 28, 399–421. <https://doi.org/10.1002/job.429>
- Roden, I., Grube, D., Bongard, S. y Kreutz, G. (2014). Does music training enhance working memory performance? Findings from a quasi-experimental longitudinal study. *Psychology of Music*, 42(2), 284–298. <https://doi.org/10.1177/0305735612471239>
- Roden, I., Kreutz, G. y 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(572), 1–9. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00572>
- Roden, I., Zepf, F.D., Kreutz, G., Grube, D. y Bongard, S. (2016). Effects of music and natural science training on aggressive behavior. *Learning and Instruction*, 45, 85–92. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2016.07.002>
- Rodrigues, A.C., Loureiro, M.A. y Caramelli, P. (2013). Long-term musical training may improve different forms of visual attention ability. *Brain and Cognition*, 82(3), 229–235. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2013.04.009>
- Rodrigues, A.C., Loureiro, M.A. y Caramelli, P. (2014). Visual memory in musicians and non-musicians. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8(424), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00424>
- Rodríguez, C., Jiménez, J.E., de León, S.C. y Marco, I. (2021). Multimedia battery for assessment of cognitive and basic skills in mathematics (BM-PROMA). *Journal of Visualized Experiments*, 2021(174), 0–29. <https://doi.org/10.3791/62288>
- Rohde, T.E. y Thompson, L.A. (2007). Predicting academic achievement with cognitive ability. *Intelligence*, 35(1), 83–92. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2006.05.004>
- Roitman, J.D., Brannon, E.M. y Platt, M.L. (2012). Representation of numerosity in posterior parietal cortex. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, 6(25), 1–9. <https://doi.org/10.3389/fnint.2012.00025>
- Rojas, J.M.O. (2014). Efecto ansiolítico de la musicoterapia: Aspectos neurobiológicos y cognoscitivos del procesamiento musical. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 40(4), 748–159. [https://doi.org/10.1016/s0034-7450\(14\)60162-1](https://doi.org/10.1016/s0034-7450(14)60162-1)

- Román-Caballero, R., Martín-Arévalo, E. y Lupiáñez, J. (2021). Attentional networks functioning and vigilance in expert musicians and non-musicians. *Psychological Research*, 85(3), 1121–1135. <https://doi.org/10.1007/s00426-020-01323-2>
- Román-Caballero, R., Vadillo, M.A., Trainor, L.J. y Lupiáñez, J. (2022). Please don't stop the music: A meta-analysis of the cognitive and academic benefits of instrumental musical training in childhood and adolescence. *Educational Research Review*, 35(100436), 1–22. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2022.100436>
- Romero-Bermúdez, E. y Lozano-Mendoza, A.I. (2010). Adquisición de las habilidades lingüísticas y cognitivas, relevancia para el aprendizaje del lenguaje escrito. *Umbral Científico*, 16, 8–12.
- Romine, C.B. y Reynolds, C.R. (2005). A model of the development of frontal lobe functioning: Findings from a meta-analysis. *Applied Neuropsychology*, 12(4), 190–201. [https://doi.org/10.1207/s15324826an1204\\_2](https://doi.org/10.1207/s15324826an1204_2)
- Roncaglia-Denissen, M.P., Bouwer, F.L. y Honing, H. (2018). Decision making strategy and the simultaneous processing of syntactic dependencies in language and music. *Frontiers in Psychology*, 9(38), 1–18. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00038>
- Ros, M.S. (2000). Perspectiva histórica de la educación musical. *Revista de La Facultad de Educación de Albacete*, 15, 117–132.
- Rose, D., Bartolli, A.J. Y Heaton, P. (2019). Measuring the impact of musical learning on cognitive, behavioural and socio-emotional wellbeing development in children. *Psychology of Music*, 47(2), 284–303. <https://doi.org/10.1177/0305735617744887>
- Rosenberg-Lee, M., Iuculano, T., Bae, S.R., Richardson, J., Qin, S., Jolles, D. y Menon, V. (2018). Short-term cognitive training recapitulates hippocampal functional changes associated with one year of longitudinal skill development. *Trends in Neuroscience and Education*, 10, 19–29. <https://doi.org/10.1016/j.tine.2017.12.001>
- Rosenberg-Lee, Miriam, Barth, M. y Menon, V. (2011). What difference does a year of schooling make? *NeuroImage*, 57(3), 796–808. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.05.013>

- Rosenberg-Lee, Miriam, Chan, T.T., Young, C.B., Wu, S. y Menon, V. (2011). Functional dissociations between four basic arithmetic operations in the human posterior parietal cortex: A cytoarchitectonic mapping study. *Biophysical Chemistry*, 49(9), 2592–2608. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2011.04.035>
- Rosenbloom, M.H., Schmahmann, J. D. y Price, B. H. (2012). The functional neuroanatomy of decision-making. *The Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*, 24(3), 266–277. <https://doi.org/10.1176/appi.neuropsych.11060139>
- Rosenkranz, K., Williamon, A. y Rothwell, J.C. (2007). Motorcortical excitability and synaptic plasticity is enhanced in professional musicians. *Journal of Neuroscience*, 27(19), 5200–5206. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0836-07.2007>
- Rosselli, M., Jurado, M. B. y Matute, E. (2008a). Frontal lobe and cognitive development. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 8(1), 23–46.
- Rosselli, M., Jurado, M.B. y Matute, E. (2008b). Las funciones ejecutivas a través de la vida. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 8(1), 23–46.
- Rosselli, M. y Matute, E. (2011). La neuropsicología del desarrollo típico y atípico de las habilidades numéricas. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 11(1), 123–140.
- Rothbart, M.K., Ahadi, S.A., Hershey, K.L. y Fisher, P. (1987). Temperament and development. En Kohnstamm, G.A., Bates, J.E. y Rothbart, M.K. (Eds.). *Temperament in childhood* (pp. 187–247). John Wiley.
- Rüber, T., Lindenberg, R. y Schlaug, G. (2015). Differential adaptation of descending motor tracts in musicians. *Cerebral Cortex*, 25(6), 1490–1498. <https://doi.org/10.1093/cercor/bht331>
- Rudasill, K.M., Gallagher, K.C. y White, J.M. (2010). Temperamental attention and activity, classroom emotional support, and academic achievement in third grade. *Journal of School Psychology*, 48(2), 113–134. <https://doi.org/10.1016/j.jsp.2009.11.002>

- Ruggles, D., Riddell, A., Freyman, R.L. y Oxenham, A.J. (2013). Intelligibility of voiced and whispered speech in noise in listeners with and without musical training. *Proceedings of Meetings on Acoustics*, 19(050064), 1–6. <https://doi.org/10.1121/1.4800188>
- Ruiz, C. (2015). Reflexiones sobre políticas educativas de reforma y educación musical. *Revista Internacional de Educación Musical*, 3, 69–73. <https://doi.org/10.12967/riem-2015-3-p069-073>
- Runco, M.A. y Acar, S. (2012). Divergent thinking as an indicator of creative potential. *Creativity Research Journal*, 24(1), 66–75. <https://doi.org/10.1080/10400419.2012.652929>
- Runco, M.A. y Jaeger, G.J. (2012). The standard definition of creativity. *Creativity Research Journal*, 24(1), 92–96. <https://doi.org/10.1080/10400419.2012.650092>
- Ruokonen, I., Tervaniemi, M. y Reunamo, J. (2021). The significance of music in early childhood education and care of toddlers in Finland: An extensive observational study. *Music Education Research*, 23(5), 634–646. <https://doi.org/10.1080/14613808.2021.1965564>
- Rutter, B., Kröger, S., Stark, R., Schweckendiek, J., Windmann, S., Hermann, C. y Abraham, A. (2011). Can clouds dance? Neural correlates of passive conceptual expansion using a metaphor processing task: Implications for creative cognition. *Brain and Cognition*, 78(2), 114–122. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2011.11.002>
- Saari, P., Burunat, I., Brattico, E. y Toiviainen, P. (2018). Decoding musical training from dynamic processing of musical features in the brain. *Scientific Reports*, 8(1), 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-19177-5>
- Saarikivi, K.A., Huotilainen, M., Tervaniemi, M. y Putkinen, V. (2019). Selectively enhanced development of working memory in musically trained children and adolescents. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, 13(62), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fnint.2019.00062>
- Saarikivi, K.A., Putkinen, V., Tervaniemi, M. y Huotilainen, M. (2016). Cognitive flexibility modulates maturation and music-training-related changes in neural sound discrimination. *European Journal of Neuroscience*, 44(2), 1815–1825. <https://doi.org/10.1111/ejn.13176>
- Saarni, C. (2000). Emotional competence: A developmental perspective. En Bar-On, R. y Parker, J.D.A. (Eds.). *Handbook of emotional intelligence* (pp. 244–262). Jossey-Bass.

- Sachs, M., Kaplan, J., Der Sarkissian, A. y Habibi, A. (2017). Increased engagement of the cognitive control network associated with music training in children during an fMRI Stroop task. *PLoS One*, 12(10), e0187254. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0187254>
- Şahin, F. (2016). General intelligence, emotional intelligence and academic knowledge as predictors of creativity domains: A study of gifted students. *Cogent Education*, 3(1), 1–17. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2016.1218315>
- Said, P.M. y Abramides, D.V.M. (2020). Effect of music education on the promotion of school performance in children. *Codas*, 32(1), 1–7. <https://doi.org/10.1590/2317-1782/20192018144>
- Sainz, J.S. y Sainz, L.V. (2020). *Introducción a la ciencia cognitiva*. McGraw Hill.
- Sainz, M., Valverde, J., Ferrando, M., Soto, G. y Prieto, L. (2015). Estudio piloto sobre una tarea para medir la creatividad musical. *Revista Electrónica Complutense de Investigación en Educación Musical*, 11, 17–33. [https://doi.org/10.5209/rev\\_reciem.2014.v11.43399](https://doi.org/10.5209/rev_reciem.2014.v11.43399)
- Saklofske, D.H., Austin, E.J., Mastoras, S.M., Beaton, L. y Osborne, S.E. (2012). Relationships of personality, affect, emotional intelligence and coping with student stress and academic success: Different patterns of association for stress and success. *Learning and Individual Differences*, 22(2), 251–257. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2011.02.010>
- Sala, G. y Gobet, F. (2017). When the music's over. Does music skill transfer to children's and young adolescents' cognitive and academic skills? A meta-analysis. *Educational Research Review*, 20, 55–67. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.005>
- Sala, G. y Gobet, F. (2019). Cognitive training does not enhance general cognition. *Trends in Cognitive Sciences*, 23(1), 9–20. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2018.10.004>
- Sala, G. y Gobet, F. (2020). Cognitive and academic benefits of music training with children: A multilevel meta-analysis. *Memory and Cognition*, 48(8), 1429–1441. <https://doi.org/10.3758/s13421-020-01060-2>
- Salguero-Alcañiz, M.P. y Alameda-Bailén, J.R. (2013). Independence of basic arithmetic operations: Evidence from cognitive neuropsychology. *Anales de Psicología*, 29(3), 1006–1012. <https://doi.org/10.6018/analesps.29.3.175721>

- Salimpoor, V.N., Benovoy, M., Larcher, K., Dagher, A. y Zatorre, R.J. (2011). Anatomically distinct dopamine release during anticipation and experience of peak emotion to music. *Nature Neuroscience*, 14(2), 257–262. <https://doi.org/10.1038/nn.2726>
- Salimpoor, V.N., Benovoy, M., Longo, G., Cooperstock, J.R. y Zatorre, R.J. (2009). The rewarding aspects of music listening are related to degree of emotional arousal. *PLoS One*, 4(10), e7487. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0007487>
- Salimpoor, V.N., Van Den Bosch, I., Kovacevic, N., McIntosh, A.R., Dagher, A. y Zatorre, R.J. (2013). Interactions between the nucleus accumbens and auditory cortices predict music reward value. *Science*, 340(6129), 216–219. <https://doi.org/10.1126/science.1231059>
- Salimpoor, V. N., Zald, D., Zatorre, R. J., Dagher, A. y McIntosh, A. R. (2015). Predictions and the brain: How musical sounds become rewarding. *Frontiers in Human Neuroscience*, 19(2), 86–91. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00168>
- Salovey, P. y Grewal, D. (2005). The science of emotional intelligence. *Current Directions in Psychological Science*, 14(6), 281–285. <https://doi.org/10.1111/j.0963-7214.2005.00381.x>
- Salovey, P. y Mayer, J.D. (1990). Emotional intelligent. *Imagination, Cognition and Personality*, 9(3), 185–291.
- Salovey, P. y Mayer, J.D. (2004). Emotional intelligence. En Salovey, P., Brackett, M.A. y Mayer, J.D. (Eds.). *Emotional intelligence: Key readings on the Mayer and Salovey model* (pp. 1–27). Dude Publishing.
- Salovey, P. y Sluyter, D.J. (1997). *Emotional development and emotional intelligence*. Basic Books.
- Salthouse, T.A., Atkinson, T.M. y Berish, D.E. (2003). Executive functioning as a potential mediator of age-related cognitive decline in normal adults. *Journal of Experimental Psychology: General*, 132(4), 566–594. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.132.4.566>
- Samavi, S.A., Ebrahimi, K. y Javdan, M. (2016). Relationship between academic engagements, self-efficacy and academic motivation with academic achievement among high school students in Bandar Abbas. *Biquarterly Journal of Cognitive Strategies in Learning*, 4(7), 71–92. <https://doi.org/10.22084/J.PSYCHOLOGY.2017.1654>

- Samper Arbeláez, A. (2011). Educación musical a nivel superior e interculturalidad en el siglo XXI: Nuevas epistemologías, nuevas aproximaciones didácticas. *El Artista*, 8, 297–316. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Sanchez-Alonso, S. y Aslin, R.N. (2022). Towards a model of language neurobiology in early development. *Brain and Language*, 224(105047), 1–21. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2021.105047>
- Sánchez-Carpintero, R. y Narbona, J. (2004). El sistema ejecutivo y las lesiones frontales en el niño. *Revista de Neurología*, 39(2), 188–191.
- Sánchez-Escribano, E. y Gértrudix, F. (2022). Estado de la enseñanza integrada de música en España: Concepto, clasificación y trayectoria de los centros integrados de música como alternativa educativa. En Sola-Martínez, T., García-Carmona, M., Fuentes-Cabrera, A., Rodríguez-García, A.M. y López-Belmonte, J. (Eds.). *Innovación Educativa en la sociedad digital*. (pp. 2106–2119). Dykinson, S.L. <https://doi.org/10.2307/j.ctv2s0jfdb.179>
- Sánchez-Ruiz, M.J., Hernández-Torrano, D., Pérez-González, J.C., Batey, M. y Petrides, K.V. (2011). The relationship between trait emotional intelligence and creativity across subject domains. *Motivation and Emotion*, 35(4), 461–473. <https://doi.org/10.1007/s11031-011-9227-8>
- Sánchez-Ruiz, M.J., Pérez-González, J.C. y Petrides, K.V. (2010). Trait emotional intelligence profiles of students from different university faculties. *Australian Journal of Psychology*, 62, 51–57. <https://doi.org/10.1080/00049530903312907>
- Sanju, H.K. y Kumar, P. (2016). Enhanced auditory evoked potentials in musicians: A review of recent findings. *Journal of Otology*, 11(2), 63–72. <https://doi.org/10.1016/j.joto.2016.04.002>
- Sanson, A., Hemphill, S A. y Smart, D. (2004). Connections between temperament and social development: A review. *Social Development*, 13, 142–170. <https://doi.org/10.1046/j.1467-9507.2004.00261.x>
- Sasser, T.R., Bierman, K.L. y Heinrichs, B. (2015). Executive functioning and school adjustment: The mediational role of pre-kindergarten learning-related behaviors. *Early Childhood Research Quarterly*, 30, 70–79. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2014.09.001>
- Sastre-Riba, S. y Pascual-Sufrate, M.T. (2013). Alta capacidad intelectual, resolución de problemas y creatividad. *Revista de Neurología*, 56(Supl 1), S67–S76.

- Sauce, B. y Matzel, L.D. (2018). The paradox of intelligence: Heritability and malleability coexist in hidden gene-environment interplay. *Psychological Bulletin*, 144(1), 26–47. <https://doi.org/10.1037/bul0000131>.
- Savasci, H.S. y Tomul, E. (2013). The relationship between educational resources of school and academic achievement. *International Education Studies*, 6(4), 114–123. <https://doi.org/10.5539/ies.v6n4p114>
- Schachner, A., Brady, T. F., Pepperberg, I. M. y Hauser, M. D. (2009). Spontaneous motor entrainment to music in multiple vocal mimicking species. *Current Biology*, 19(10), 831–836. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2009.03.061>
- Schellenberg, E.G. (2004). Music Lessons Enhance IQ. *Psychological Science*, 15(8), 511–514. <https://doi.org/10.1111/j.0956-7976.2004.00711.x>
- Schellenberg, E.G. (2006). Long-term positive associations between music lessons and IQ. *Journal of Educational Psychology*, 98(2), 457–468. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.98.2.457>
- Schellenberg, E.G. (2011a). Examining the association between music lessons and intelligence. *British Journal of Psychology*, 102, 283–302. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.2010.02000.x>
- Schellenberg, E.G. (2011b). Music lessons, emotional intelligence, and IQ. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, 29(2), 185–195. <https://doi.org/10.1525/mp.2011.29.2.185>
- Schellenberg, E.G. (2020). Correlation = causation? Music training, psychology, and neuroscience. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 14(4), 475–480. <https://doi.org/10.1037/aca0000263>
- Schellenberg, E.G., Corrigan, K.A., Dys, S.P. y Malti, T. (2015). Group music training and children's prosocial skills. *PLoS One*, 10(10), e0141449. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0141449>
- Schellenberg, E.G. y Mankarious, M. (2012). Music training and emotion comprehension in childhood. *Emotion*, 12(5), 887–891. <https://doi.org/10.1037/a0027971>
- Schellenberg, E.G. y Peretz, I. (2008). Music, language and cognition: Unresolved issues. *Trends in Cognitive Sciences*, 12(2), 45–46. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2007.11.005>



- Schellenberg, E.G. y Weiss, M.W. (2013). Music and cognitive abilities. En Deutsch, D. (Ed.). *The Psychology of Music* (pp. 499–550). Elsevier Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-381460-9.00012-2>
- Schlaug, G. (2015). Musicians and music making as a model for the study of brain plasticity. *Progress in Brain Research*, 217, 37–55. <https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2014.11.020.Musicians>
- Schlaug, G., Forgeard, M., Zhu, L., Norton, A., Norton, A. y Winner, E. (2014). Training-induced neuroplasticity in young children. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1169, 205–208. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.04842.x>.
- Schlaug, G., Jancke, L., Huang, Y., Staiger, J.F. y Steinmetz, H. (1995). Increased corpus callosum size in musicians. *Neuropsychology*, 33(8), 1047–1055. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(95\)00045-5](https://doi.org/10.1016/0028-3932(95)00045-5)
- Schlaug, G., Norton, A., Overy, K. y Winner, E. (2005). Effects of music training on the child's brain and cognitive development. *Annals of the New York Academy of Sciences*. <https://doi.org/10.1196/annals.1360.015>
- Schmitt, S.A., Geldhof, G.J., Purpura, D.J., Duncan, R. y McClelland, M.M. (2017). Examining the relations between executive function, math, and literacy during the transition to kindergarten: A multi-analytic approach. *Journal of Educational Psychology*, 109(8), 1120–1140. <https://doi.org/10.1037/edu0000193>
- Schneider, P., Scherg, M., Dosch, H.G., Specht, H.J., Gutschalk, A. y Rupp, A. (2002). Morphology of Heschl's gyrus reflects enhanced activation in the auditory cortex of musicians. *Nature Neuroscience*, 5(7), 688–694. <https://doi.org/10.1038/nn871>
- Schön, D. y François, C. (2011). Musical expertise and statistical learning of musical and linguistic structures. *Frontiers in Psychology*, 2(167), 1–9. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2011.00167>
- Schön, D., Gordon, R., Campagne, A., Magne, C., Astésano, C., Anton, J.-L. y Besson, M. (2010). Similar cerebral networks in language, music and song perception. *NeuroImage*, 51, 450–461. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.02.023>
- Schroeder, S.R., Marian, V., Shook, A. y Bartolotti, J. (2016). Bilingualism and musicianship enhance cognitive control. *Neural Plasticity*, 11, 1–8. <https://doi.org/10.1155/2016/4058620>

- Schutte, N. ., Malouff, J. y Thorsteinsson, E. . (2013). Increasing emotional intelligence through training: Current status and future directions. *The International Journal of Emotional Education*, 5(1), 56–72.
- Schweizer, T.S. (2006). The psychology of novelty-seeking, creativity and innovation: Neurocognitive aspects within a work-psychological perspective. *Creativity and Innovation Management*, 15(2), 164–172. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8691.2006.00383.x>
- Schweizer, T.S., Schmalenberger, K.M., Eisenlohr-Moul, T.A., Mojzisch, A., Kaiser, S. y Funke, J. (2016). Cognitive and affective aspects of creative option generation in everyday life situations. *Frontiers in Psychology*, 07(1132), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01132>
- Schwenzer, M. y Mathiak, K. (2011). Numeric aspects in pitch identification: An fMRI study. *BMC Neuroscience*, 12(26), 1–15. <https://doi.org/10.1186/1471-2202-12-26>
- Segado, M., Hollinger, A., Thibodeau, J. y Penhune, V.B. (2021). Partially overlapping brain networks for singing and cello playing. *Frontiers in Neuroscience*, 12(351), 1–21. <https://doi.org/10.3389/fnins.2018.00351>
- Seither-Preisler, A., Parncutt, R. y Schneider, P. (2014). Size and synchronization of auditory cortex promotes musical, literacy, and Attentional skills in children. *Journal of Neuroscience*, 34(33), 10937–10949. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.5315-13.2014>
- Sel, A. y Calvo-Merino, B. (2016). Neuroarquitectura de la emoción musical. *Revista de Neurología*, 56(5), 289–297. <https://doi.org/10.1177/1476127016655998>
- Seppänen, M., Hämäläinen, J., Pesonen, A.K. y Tervaniemi, M. (2012). Music training enhances rapid neural plasticity of N1 and P2 source activation for unattended sounds. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6(43), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2012.00043>
- Sepulcre, J. (2015). An OP4 functional stream in the language-related neuroarchitecture. *Cerebral Cortex*, 25(3), 658–666. <https://doi.org/10.1093/cercor/bht256>
- Sepulcre, J., Sabuncu, M.R., Yeo, T.B., Liu, H. y Johnson, K.A. (2012). Stepwise connectivity of the modal cortex reveals the multimodal organization of the human brain. *Journal of Neuroscience*, 32(31), 10649–10661. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.0759-12.2012>

- Serra-Grabulosa, J.M., Adan, A., Pérez-Pàmies, M., Lachica, J. y Membrives, S. (2010). Bases neurales del procesamiento numérico y del cálculo. *Revista de Neurología*, 50(1), 39–46.
- Serrallach, L. (1953). *Historia de la enseñanza musical*. Ricordi Americana.
- Shallice, T. (1988). *From neuropsychology to mental structure*. Cambridge University Press.
- Shen, Y., Lin, Y., Liu, S., Fang, L., Liu, G. y Usai, M.C. (2019). Sustained effect of music training on the enhancement of executive function in preschool children. *Frontiers in Psychology*, 10(1910), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01910>
- Shenker, J.J., Steele, C.J., Chakravarty, M.M., Zatorre, R.J. y Penhune, V.B. (2022). Early musical training shapes cortico-cerebellar structural covariation. *Brain Structure and Function*, 227(1), 407–419. <https://doi.org/10.1007/s00429-021-02409-2>
- Sherafat, R. y Murthy, C.V. (2016). A study of study habits and academic achievement among secondary and senior secondary school students of mysore city. *International Journal of Indian Psychology*, 3(2), 161–170. <https://doi.org/10.25215/0302.055>
- Shi, L., Beaty, R.E., Chen, Q., Sun, J., Wei, D., Yang, W. y Qiu, J. (2020). Brain entropy is associated with divergent thinking. *Cerebral Cortex*, 30(2), 708–717. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhz120>
- Shing, Y.L., Lindenberger, U., Diamond, A., Li, S.C. y Davidson, M.C. (2010). Memory maintenance and inhibitory control differentiate from early childhood to adolescence. *Developmental Neuropsychology*, 35(6), 679–697. <https://doi.org/doi:10.1080/87565641.2010.508546>
- Shinya, Y., Kawai, M., Niwa, F., Kanakogi, Y., Imafuku, M. y Myowa, M. (2022). Cognitive flexibility in 12-month-old preterm and term infants is associated with neurobehavioural development in 18-month-olds. *Scientific Reports*, 12(1), 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-04194-8>
- Si Si, Z.S. y Jinghuan, Z. (2018). The interaction of DRD2 and parenting style in predicting creativity. *Thinking Skills and Creativity*, 27, 64–77. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2017.11.001>

- Sichivitsa, V.O. (2007). The influences of parents, teachers, peers and other factors on students' motivation in music. *Research Studies in Music Education*, 29(1), 55–68. <https://doi.org/10.1177/1321103X07087568>
- Sierra, M.D.V, del Rosal, M.Á.B., Romero, N.R., Villegas, K. y Lorenzo, M. (2013). Emotional intelligence and its relationship with gender, academic performance and intellectual abilities of undergraduates. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 11(2), 395–412. <https://doi.org/10.14204/ejrep.30.12204>
- Silberstein, R., Camfield, D.A., Nield, G. y Stough, C. (2019). Gender differences in parieto-frontal brain functional connectivity correlates of creativity. *Brain and Behavior*, 9(2), 1–10. <https://doi.org/10.1002/brb3.1196>
- Simanowski, S. y Krajewski, K. (2019). Specific preschool executive functions predict unique aspects of mathematics development: A 3-year longitudinal study. *Child Development*, 90(2), 544–561. <https://doi.org/10.1111/cdev.12909>
- Simmons, F. y Singleton, C. (2008). Do weak phonological representations impact on arithmetic development? A review of research into arithmetic and dyslexia. *Dyslexia*, 14, 77–94. <https://doi.org/10.1002/dys.341>
- Simpson-Kent, I.L., Fuhrmann, D., Bathelt, J., Achterberg, J., Borgeest, G.S. y Kievit, R.A. (2020). Neurocognitive reorganization between crystallized intelligence, fluid intelligence and white matter microstructure in two age-heterogeneous developmental cohorts. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 42(100743), 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2020.100769>
- Siu, T.S.C. y Cheung, H. (2016). Emotional experience in music fosters 18-month-olds' emotion–action understanding: A training study. *Developmental Science*, 19(6), 933–946. <https://doi.org/10.1111/desc.12348>
- Skoe, E. y Kraus, N. (2013). Musical training heightens auditory brainstem function during sensitive periods in development. *Frontiers in Psychology*, 4(622), 1–15. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00622>
- Slater, J., Azem, A., Nicol, T., Swedenborg, B. y Kraus, N. (2017). Variations on the theme of musical expertise: Cognitive and sensory processing in percussionists, vocalists and non-musicians. *European Journal of Neuroscience*, 45, 952–963. <https://doi.org/10.1111/ejn.13535>
- Slater, J. y Kraus, N. (2016). The role of rhythm in perceiving speech in noise: A comparison of percussionists, vocalists and non-musicians. *Cognitive Processing*, 17, 79–87. <https://doi.org/10.1007/s10339-015-0740-7>

- Slater, J., Skoe, E., Strait, D. L., O'Connell, S., Thompson, E. y Kraus, N. (2015). Music training improves speech-in-noise perception: Longitudinal evidence from a community-based music program. *Behavioural Brain Research*, 291, 244–252. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2015.05.026>
- Slevc, L., Davey, N.S., Buschkuehl, M. y Jaeggi, S.M. (2016). Tuning the mind: Exploring the connections between musical ability and executive functions. *Cognition*, 152, 199–211. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2016.03.017>
- Slevc, L.R., Reitman, J.G. y Okada, B.M. (2013). Syntax in music and language: The role of cognitive control. *Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, 35(35), 3414–3419.
- Sluming, V., Brooks, J., Howard, M., Downes, J.J. y Roberts, N. (2007). Broca's area supports enhanced visuospatial cognition in orchestral musicians. *Journal of Neuroscience*, 27(14), 3799–3806. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0147-07.2007>
- Small, C. (2003). *Música, sociedad, educación*. Alianza editorial.
- Smayda, K.E., Worthy, D.A. y Chandrasekaran, B. (2018). Better late than never (or early): Music training in late childhood is associated with enhanced decision-making. *Psychology of Music*, 46(5), 734–748. <https://doi.org/10.1177/0305735617723721>
- Smith, R., Killgore, W.D.S., Alkozei, A. y Lane, R.D. (2018). A neuro-cognitive process model of emotional intelligence. *Biological Psychology*, 139, 131–151. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2018.10.012>
- Sohn, M.H., Goode, A., Koedinger, K.R., Stenger, V.A., Fissell, K., Carter, C.S. y Anderson, J.R. (2004). Behavioral equivalence, but not neural equivalence - Neural evidence of alternative strategies in mathematical thinking. *Nature Neuroscience*, 7(11), 1193–1194. <https://doi.org/10.1038/nn1337>
- Sokolov, A.A., Miall, R.C. y Ivry, R.B. (2017). The Cerebellum: Adaptive Prediction for Movement and Cognition. *Trends in Cognitive Sciences*, 21(5), 313–332. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2017.02.005>
- Soley, G. y Hannon, E.E. (2010). Infants prefer the musical meter of their own culture: A cross-cultural comparison. *Developmental Psychology*, 46(1), 286–292. <https://doi.org/10.1037/a0017555>

- Solís, J.L.N. (2017). Pautas para la aplicación de métodos de enseñanza musical desde un enfoque constructivista. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 19(3), 143–157. <https://doi.org/10.24320/redie.2017.19.3.675>
- Sommerauer, G., Graß, K.H., Grabner, R.H. y Vogel, S.E. (2020). The semantic control network mediates the relationship between symbolic numerical order processing and arithmetic performance in children. *Neuropsychologia*, 141(107405), 1–32. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2020.107405>
- Soria-Urios, G., Duque, P. y García-Moreno, J. M. (2011). Música y cerebro: Fundamentos neurocientíficos y trastornos musicales. *Revista de Neurología*, 52(1), 45–55.
- Sotelo-Martín, J.A., Barrientos-Fernández, A. y Arigita-García, A. (2019). Fundamentos neuropsicológicos de la inteligencia emocional: El sistema límbico como motor biológico de las emociones. *Creatividad y Sociedad*, 29, 251–275.
- Southam-Gerow, M.A. y Kendall, P.C. (2002). Emotion regulation and understanding. *Clinical Psychology Review*, 22(2), 189–222. [https://doi.org/10.1016/S0272-7358\(01\)00087-3](https://doi.org/10.1016/S0272-7358(01)00087-3)
- Southgate, D.E. y Roscigno, V.J. (2009). The impact of music on childhood and adolescent achievement. *Social Science Quarterly*, 90(1), 1–21. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6237.2009.00598.x>
- Sovansky, E.E., Wieth, M.B., Francis, A.P. y McIlhagga, S.D. (2014). Not all musicians are creative: Creativity requires more than simply playing music. *Psychology of Music*, 44(1), 25–36. <https://doi.org/10.1177/0305735614551088>
- Spearman, C. (1961). “General Intelligence” Objectively determined and measured. En Jenkins, J.J. y Paterson, D.G. (Eds.). *Studies in individual differences: The search for intelligence* (pp. 59–73). Appleton-Century-Crofts.
- Spencer, M., Fuchs, L.S., Geary, D.C. y Fuchs, D. (2022). Connections between mathematics and reading development: Numerical cognition mediates relations between foundational competencies and later academic outcomes. *Journal of Educational Psychology*, 114(2), 273–288. <https://doi.org/10.1037/edu0000670>
- Sperry, R.W. (1975). Left-brain, right-brain. *Saturday Review*, 2(23), 30–32.
- Steele, C.J., Bailey, J.A., Zatorre, R.J. y Penhune, V.B. (2013). Early musical training and white-matter plasticity in the corpus callosum: Evidence for a sensitive period. *Journal of Neuroscience*, 33(3), 1282–1290. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3578-12.2013>

- Steinmayr, R., Meibner, A., Weidinger, A. y Wirthwein, L. (2015). *Academic Achievement*. Oxford Bibliographies.
- Stelzer, F. y Cervigni, M. (2011). Desempeño académico y funciones ejecutivas en infancia y adolescencia. Una revisión de la literatura. *Revista de Investigación en Educación*, 1(9), 148–156.
- Sternberg, R.J. y Lubart, T.I. (1999). The concept of creativity: Prospects and paradigms. En Sternberg, R.J. (Ed.). *Handbook of Creativity* (Cambridge). Cambridge University Press.
- Stevenson, CE., Kleibeuker, S.W., de Dreu, C.K.W. y Crone, E.A. (2014). Training creative cognition: Adolescence as a flexible period for improving creativity. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8(827), 1–16. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00827>
- Strait, D.L., Connell, S.O., Parbery-clark, A. y Kraus, N. (2014). Musicians' enhanced neural differentiation of speech sounds arises early in life: Developmental evidence from ages 3 to 30. *Cerebral Cortex*, 24(9), 2512–2521. <https://doi.org/10.1093/cercor/bht103>
- Strait, D.L., Kraus, N., Parbery-clark, A. y Ashley, R. (2010). Musical experience shapes top-down auditory mechanisms: Evidence from masking and auditory attention performance. *Hearing Research*, 261(1–2), 22–29. <https://doi.org/10.1016/j.heares.2009.12.021>
- Strait, D.L., Kraus, N., Skoe, E. y Ashley, R. (2009). Musical experience and neural efficiency - Effects of training on subcortical processing of vocal expressions of emotion. *European Journal of Neuroscience*, 29(3), 661–668. <https://doi.org/10.1111/j.1460-9568.2009.06617.x>
- Strait, D.L., Parbery-Clark, A., O'Connell, S. y Kraus, N. (2013). Biological impact of preschool music classes on processing speech in noise. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 6, 51–60. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2013.06.003>
- Strijkers, K., Costa, A. y Thierry, G. (2010). Tracking lexical access in speech production: Electrophysiological correlates of word frequency and cognate effects. *Cerebral Cortex*, 20(4), 912–928. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhp153>
- Strong, J.V. y Midden, A. (2020). Cognitive differences between older adult instrumental musicians: Benefits of continuing to play. *Psychology of Music*, 48(1), 67–83. <https://doi.org/10.1177/0305735618785020>

- Stuss, D.T. (1991). Self, awareness, and the frontal lobes: A neuropsychological perspective. En Strauss, J. y Goethals, G.R. (Eds.). *The Self: Interdisciplinary Approaches* (pp. 255–278). Springer.
- Stuss, D.T. y Alexander, M.P. (2000). Executive functions and the frontal lobes: A conceptual view. *Psychological Research*, 63(3–4), 289–298. <https://doi.org/10.1007/s004269900007>
- Stuss, D.T. y Alexander, M.P. (2007). Is there a dysexecutive syndrome? *Philosophical Transactions of the Royal Society: Biological Sciences*, 362(1481), 901–915. <https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2096>
- Stuss, D.T. y Benson, D.F. (1984). Neuropsychological studies of the frontal lobes. *Psychological Bulletin*, 95(1), 3–28. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.95.1.3>
- Stuss, D.T. y Benson, D.F. (1986). *The frontal lobes*. Raven Press.
- Stuss, D.T. y Levine, B. (2002). Adult clinical neuropsychology: Lessons from studies of the frontal lobes. *Annual Review of Psychology*, 53(1), 401–433. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.53.100901.135220>
- Sunavsky, A. y Poppenk, J. (2020). Neuroimaging predictors of creativity in healthy adults. *Neuroimage*, 206, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2019.116292>
- Supekar, K., Swigart, A.G., Tenison, C., Jolles, D.D., Rosenberg-Lee, M., Fuchs, L. y Menon, V. (2013). Neural predictors of individual differences in response to math tutoring in primary-grade school children. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110(20), 8230–8235. <https://doi.org/10.1073/pnas.1222154110>
- Swaminathan, S. (2018). *Nonmusical correlates of musical ability*. [Tesis doctoral]. University of Toronto, Canadá. <https://www.proquest.com/openview/18d820161a6724278cc9e46fd7f00ce6/1?q-origsite=gscholar&cbl=18750>
- Swaminathan, S. y Gopinath, J.K. (2013). Music training and second-language English comprehension and vocabulary skills in Indian children. *Psychological Studies*, 58(2), 164–170. <https://doi.org/10.1007/s12646-013-0180-3>
- Swaminathan, S. y Schellenberg, E.G. (2018). Musical competence is predicted by music training, cognitive abilities, and personality. *Scientific Reports*, 6(43), 1–7. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-27571-2>



- Swaminathan, S. y Schellenberg, E.G. (2019). Music training and cognitive abilities: Associations, causes, and consequences. En Thaut, M.H. y Hodges, D.A. (Eds.). *The Oxford Handbook of Music and the Brain* (pp. 644–670). Oxford Handbooks Online.
- Swaminathan, S. y Schellenberg, E.G. (2020). Musical ability, music training, and language ability in childhood. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *46*(12), 2340–2348. <https://doi.org/10.1037/xlm0000798>.supp
- Swaminathan, S., Schellenberg, E.G. y Khalil, S. (2017). Revisiting the association between music lessons and intelligence: Training effects or music aptitude? *Intelligence*, *62*, 119–124. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2017.03.005>
- Swaminathan, S., Schellenberg, E.G. y Venkatesan, K. (2018). Explaining the association between music training and reading in adults. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *44*(6), 992–999. <https://doi.org/10.1037/xlm0000493>.supp
- Swanson, H.L., Lussier, C.M. y Orosco, M.J. (2015). Cognitive strategies, working memory, and growth in word problem solving in children with math difficulties. *Journal of Learning Disabilities*, *48*(4), 339–358. <https://doi.org/10.1177/0022219413498771>
- Szucs, D., Devine, A., Soltesz, F., Nobes, A. y Gabriel, F. (2014). Cognitive components of a mathematical processing network in 9-year-old children. *Developmental Science*, *17*(4), 506–524. <https://doi.org/10.1111/desc.12144>
- Takeuchi, H., Taki, Y., Sassa, Y., Hashizume, H., Sekiguchi, A., Fukushima, A. y Kawashima, R. (2010). White matter structures associated with creativity: Evidence from diffusion tensor imaging. *NeuroImage*, *51*(1), 11–18. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.02.035>
- Takeuchi, H., Taki, Y., Sassa, Y., Hashizume, H., Sekiguchi, A., Fukushima, A. y Kawashima, R. (2011). Regional gray matter density associated with emotional intelligence: Evidence from voxel-based morphometry. *Human Brain Mapping*, *32*(9), 1497–1510. <https://doi.org/10.1002/hbm.21122>
- Takeuchi, H., Taki, Y., Sassa, Y., Hashizume, H., Sekiguchi, A., Nagase, T., Nouchi, R., Fukushima, A. y Kawashima, R. (2013). White matter structures associated with emotional intelligence: Evidence from diffusion tensor imaging. *Human Brain Mapping*, *34*(5), 1025–1034. <https://doi.org/10.1002/hbm.21492>

- Talamini, F., Altoè, G., Carretti, B. y Grassi, M. (2017). Musicians have better memory than nonmusicians: A meta-analysis. *PLoS One*, *12*(10), e0186773. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0186773>
- Tan, Y., Zhang, Q., Li, W., Wei, D., Qiao, L., Qiu, J., Hitchman, G. y Liu, Y. (2014). The correlation between emotional intelligence and gray matter volume in university students. *Brain and Cognition*, *91*, 100–107. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2014.08.007>
- Tanaka, S. y Kirino, E. (2017). Reorganization of the thalamocortical network in musicians. *Brain Research*, *1664*, 48–54. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2017.03.027>
- Tanaka, S. y Kirino, E. (2018). The parietal opercular auditory-sensorimotor network in musicians: A resting-state fMRI study. *Brain and Cognition*, *120*, 43–47. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2017.11.001>
- ten Braak, D., Lenes, R., Purpura, D.J., Schmitt, S.A. y Størksen, I. (2022). Why do early mathematics skills predict later mathematics and reading achievement? The role of executive function. *Journal of Experimental Child Psychology*, *214*, 1–27. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2021.105306>
- Tervaniemi, M., Rytkönen, M., Schröger, E., Ilmoniemi, R.J. y Näätänen, R. (2001). Superior formation of cortical memory traces for melodic patterns in musicians. *Learning and Memory*, *8*(5), 295–300. <https://doi.org/10.1101/lm.39501>
- Tierney, A.T., Krizman, J. y Kraus, N. (2015). Music training alters the course of adolescent auditory development. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *112*(32), 10062–10067. <https://doi.org/10.1073/pnas.1505114112>
- Tirapu-Ustárrroz, J. y Cordero-andrés, P. (2018). Funciones ejecutivas en población infantil: Propuesta de una clarificación conceptual e integradora basada en resultado de análisis factoriales. *Cuadernos de Neuropsicología/Panamerican Journal of Neuropsychology*, *12*(3), 1–34. <https://doi.org/10.7714/CNPS/12.3.203>
- Tirapu-Ustárrroz, J., Cordero-Andrés, P., Luna-Lario, P. y Hernández-Goñi, P. (2017). Propuesta de un modelo de funciones ejecutivas basado en análisis factoriales. *Revista de Neurología*, *64*(2), 75–84.

- Tirapu-Ustárrroz, J., García-Molina, A., Luna-Lario, P., Verdejo, A. y Ríos-Lago, M. (2012). Corteza prefrontal, funciones ejecutivas y regulación de la conducta. En Tirapu-Ustárrroz, J., García-Molina, A., Ríos-Lago, M. y Ardila, A. (Eds.). *Neuropsicología de la corteza prefrontal y las funciones ejecutivas* (pp. 87–120). Viguera.
- Tirapu-Ustárrroz, J., García-molina, A., Luna-Lario, P., Roig, T. y Pelegrín, C. (2008). Modelos de funciones y control ejecutivo (I). *Revista de Neurología*, 46(11), 684–692. <https://doi.org/rn2008252> [pii]
- Tirapu-Ustárrroz, J. y Luna-Lario, P. (2008). Neuropsicología de las funciones ejecutivas. En Tirapu-Ustárrroz, J., Ríos-Lago, M. y Maestú, F. (Eds.). *Manual de Neuropsicología* (pp. 221–259). Viguera.
- Tirapu-Ustárrroz, J. y Muñoz-Céspedes, J.M. (2005). Memoria y funciones ejecutivas. *Revista de Neurología*, 41(8), 475–484.
- Tirapu-Ustárrroz, J., Pérez-Sayes, G., Erekatxo-Bilbao, M. y Pelegrín-Valero, C. (2007). ¿Qué es la teoría de la mente? *Revista de Neurología*, 44(8), 479–489.
- Toro, J. y Cervera, M. (2014). *TALE. Test de Análisis de Lectoescritura*. Machado Libros.
- Torppa, M., Lyytinen, P., Erskine, J., Eklund, K. y Lyytinen, H. (2010). Language development, literacy skills and predictive connections to reading in Finnish children with and without familial risk for dyslexia. *Journal of Learning Disabilities*, 43(4), 308–321. <https://doi.org/10.1088/0067-0049/215/2/27>
- Touriñan, J.M. y Longueira, S. (2010). La música como ámbito de educación. Educación «por» la música y educación «para» la música. *Teoría de la Educación*, 22(2), 151–181.
- Träff, U., Olsson, L., Östergren, R. y Skagerlund, K. (2020). Development of early domain-specific and domain-general cognitive precursors of high and low math achievers in grade 6. *Child Neuropsychology*, 26(8), 1065–1090. <https://doi.org/10.1080/09297049.2020.1739259>
- Trainor, L. J., Marie, C., Gerry, D., Whiskin, E. y Unrau, A. (2012). Becoming musically enculturated: Effects of music classes for infants on brain and behavior. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1252(1), 129–138. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2012.06462.x>

- Trainor, L.J., Shahin, A.J. y Roberts, L.E. (2009). Understanding the benefits of musical training: Effects on oscillatory brain activity. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1169, 133–142. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.04589.x>
- Travis, F., Harung, H.S. y Lagrosen, Y. (2011). Moral development, executive functioning, peak experiences and brain patterns in professional and amateur classical musicians: Interpreted in light of a Unified Theory of Performance. *Consciousness and Cognition*, 20(4), 1256–1264. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2011.03.020>
- Treger, S. (2018). Who is playing that wonderful music? Exploring predictors of playing a musical instrument. *Psychology of Music*, 48(5), 1–15. <https://doi.org/10.1177/0305735618816178>
- Trehub, S.E. (2001). Musical predispositions in infancy. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 930(1), 1–16. <https://doi.org/10.1093/acprof>
- Trehub, S.E., Becker, J. y Morley, I. (2015). Cross-cultural perspectives on music and musicality. *Philosophical Transactions of the Royal Society: Biological Sciences*, 370(1664), 1–13. <https://doi.org/10.1098/rstb.2014.0096>
- Trehub, S.E. y Hannon, E.E. (2009). Conventional rhythms enhance infants' and adults' perception of musical patterns. *Cortex*, 45(1), 110–118. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2008.05.012>
- Trilla, J. (1986). *La educación informal*. Promociones Publicaciones Universitarias.
- Trost, W., Ethofer, T., Zentner, M. y Vuilleumier, P. (2012). Mapping aesthetic musical emotions in the brain. *Cerebral Cortex*, 22(12), 2769–2783. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhr353>
- Trujillo, N. y Pineda, D.A. (2008). Función ejecutiva en la investigación de los trastornos del comportamiento del niño y del adolescente. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 8(1), 77–94.
- Tsang, C.D. y Conrad, N.J. (2011). Music training and reading readiness. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, 29(2), 157–163. <https://doi.org/10.1525/mp.2011.29.2.157>
- Tuckman, B.W. (2003). The effect of learning and motivation strategies training on collage students achievement. *Journal of College Student Development*, 44(3), 430–437. <https://doi.org/10.1353/csd.2003.0034>

- Turculeț, A. y Tulbure, C. (2014). The relation between the emotional intelligence of parents and children. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 142, 592–596. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.07.671>
- Ullén, F., Hambrick, D.Z. y Mosing, M.A. (2016). Rethinking expertise: A multifactorial gene–environment interaction model of expert performance. *Psychological Bulletin*, 142(4), 427–446. <https://doi.org/10.1037/bul0000033>
- Valcan, D.S., Davis, H. y Pino-Pasternak, D. (2018). Parental behaviours predicting early childhood executive functions: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 30(3), 607–649. <https://doi.org/10.1007/s10648-017-9411-9>
- Valenzuela-Santoyo, A.C. y Portillo-Peñuelas, S.A. (2018). La inteligencia emocional en educación primaria y su relación con el rendimiento académico. *Revista Electrónica Educare*, 22(3), 228–242. <https://doi.org/10.15359/ree.22-3.11>
- van't Hooft, J.J., Pijnenburg, Y.A.L., Sikkes, S.A.M., Scheltens, P., Spikman, J.M., Jaschke, A.C., Warren, J.D. y Tijms, B.M. (2021). Frontotemporal dementia, music perception and social cognition share neurobiological circuits: A meta-analysis. *Brain and Cognition*, 148(105660). <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2020.105660>
- Van Kekerix, T., Elder, W., Neuhauser, C. y Nestic-Taylor, O. (2021). The effects of group keyboard music making on the mood states of college students. *Psychology of Music*, 50(4), 1–12. <https://doi.org/10.1177/03057356211032716>
- van Vugt, F.T. Van, Hartmann, K., Altenmüller, E., Mohammadi, B. y Margulies, D.S. (2021). The impact of early musical training on striatal functional connectivity. *Neuroimage*, 238(118251), 1–20. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2021.118251>
- Vanuk, J.R., Alkozei, A., Raikes, A.C., Allen, J.J.B. y Killgore, W.D.S. (2019). Ability-based emotional intelligence is associated with greater cardiac vagal control and reactivity. *Frontiers in Human Neuroscience*, 13(181), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00181>
- Vaquero, L., Hartmann, K., Ripollés, P., Rojo, N., Sierpowska, J., François, C., Càmarà, E., Tijmen, F., Vugt, V., Mohammadi, B., Samii, A., Münte, T.F., Rodríguez-fornells, A. y Altenmüller, E. (2016). Structural neuroplasticity in expert pianists depends on the age of musical training onset. *Neuroimage*, 126, 106–119. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2015.11.008>

- Vaquero, L., Ramos-escobar, N., François, C., Penhune, V.B. y Rodríguez-Fornells, A. (2018). White-matter structural connectivity predicts short-term melody and rhythm learning in non-musicians. *Neuroimage*, 181, 252–262. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2018.06.054>
- Vaquero, L., Rousseau, P.N., Vozian, D., Klein, D. y Penhune, V.B. (2020). What you learn & when you learn it: Impact of early bilingual & music experience on the structural characteristics of auditory-motor pathways. *Neuroimage*, 213(116689), 1–25. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2020.116689>
- Vargas, M.E.R. (2015). Music as a resource to develop cognition. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 174, 2989–2994. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.1039>
- Vaughn, K. (2000). Music and mathematics: Modest support for the oft-claimed relationship. *Journal of Aesthetic Education*, 34(3–4), 149–166.
- Vega-Pérez, L.O. (2010). Actividades que promueven la familiarización con el lenguaje escrito en salones preescolares: Reporte de las maestras. *Revista Mexicana de Psicología Educativa*, 1(1), 87–98.
- Venet, R. y Carbo, I. (2017). Las técnicas de estudio. Reflexiones e instrucciones metodológicas para su aprendizaje y uso pertinentes en el contexto universitario. *Revista Maestro y Sociedad*, 14(3), 14.
- Vidal, M.M., Lousada, M. y Vigário, M. (2020). Music effects on phonological awareness development in 3-year-old children. *Applied Psycholinguistics*, 41(2), 299–318. <https://doi.org/10.1017/S0142716419000535>
- Villarreal, M.F., Cerquetti, D., Caruso, S., Schwarcz López Aranguren, V., Gerschovich, E.R., Frega, A.L. y Leiguarda, R.C. (2013). Neural correlates of musical creativity: Differences between high and low creative subjects. *PLoS One*, 8(9), e75427. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0075427>
- Virkkula, E. y Nissilä, S.P. (2017). Towards professionalism in music: Self-assessed learning strategies of conservatory music students. *Center for Educational Policy Studies Journal*, 7(3), 113–135. <https://doi.org/10.26529/cepsj.290>
- Virtala, P. y Partanen, E. (2018). Can very early music interventions promote at-risk infants' development? *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1423(1), 92–101. <https://doi.org/10.1111/nyas.13646>

- Vogel, S.E., Goffin, C. y Ansari, D. (2015). Developmental specialization of the left parietal cortex for the semantic representation of Arabic numerals: An fMR-adaptation study. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 12(1), 61–73. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2014.12.001>
- Vollmann, H., Ragert, P., Conde, V., Villringer, A., Classen, J., Witte, O.W. y Steele, C.J. (2014). Instrument specific use-dependent plasticity shapes the anatomical properties of the corpus callosum: A comparison between musicians and non-musicians. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 8(245), 1–8. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2014.00245>
- von Aster, M. y Shalev, R.S. (2007). Number development and developmental dyscalculia. *Human Behavior, Learning, and the Developing Brain: Atypical Development.*, 49(11), 868–873. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- von Bastian, C.C. y Oberauer, K. (2014). Effects and mechanisms of working memory training: A review. *Psychological Research*, 78(6), 803–820. <https://doi.org/10.1007/s00426-013-0524-6>
- Voss, P., Thomas, M.E., Cisneros-franco, J.M. y Alain, C. (2017). Dynamic brains and the changing rules of neuroplasticity: Implications for learning and recovery. *Frontiers in Psychology*, 8(1657), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01657>
- Wakita, M. (2014). Broca's area processes the hierarchical organization of observed action. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7(937), 1–7. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00937>
- Wakita, M. (2016). Interaction between perceived action and music sequences in the left prefrontal area. *Frontiers in Human Neuroscience*, 10(656), 1–17. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2016.00656>
- Walker, S.A., Double, K.S., Kunst, H., Zhang, M. y MacCann, C. (2022). Emotional intelligence and attachment in adulthood: A meta-analysis. *Personality and Individual Differences*, 184. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2021.111174>
- Wallbrown, F.H., Blaha, J., Wallbrown, J. D. y Engin, W. (1975). The hierarchical factor structure of the Wechsler Intelligence Scale for Children: Revised. *The Journal of Psychology: Interdisciplinary and Applied*, 89(2), 223–235. <https://doi.org/10.1080/00223980.1975.9915755>

- Wan, C.Y., Demaine, K., Zipse, L., Norton, A. y Schlaug, G. (2010). From music making to speaking: Engaging the mirror neuron system in autism. *Brain Research Bulletin*, 82(3–4), 101–108. <https://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2010.04.010>.From
- Wan, C.Y. y Schlaug, G. (2010). Music making as a tool for promoting brain plasticity across the life span. *The Neuroscientist*, 16(5), 566–577. <https://doi.org/10.1177/1073858410377805>
- Wang, S., Allen, R.J., Lee, J.R. y Hsieh, C.E. (2015). Evaluating the developmental trajectory of the episodic buffer component of working memory and its relation to word recognition in children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 133, 16–28. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2015.01.002>
- Watanabe, D., Savion-Lemieux, T. y Penhune, V.B. (2007). The effect of early musical training on adult motor performance: Evidence for a sensitive period in motor learning. *Experimental Brain Research*, 176(2), 332–340. <https://doi.org/10.1007/s00221-006-0619-z>
- Waters, M. y Waters, A. (1992). Study skills and study competence: Getting the priorities right. *ELT Journal*, 46(3), 264–273. <https://doi.org/10.1093/elt/46.3.264>
- Watkins, M.W., Lei, P.W. y Canivez, G.L. (2007). Psychometric intelligence and achievement: A cross-lagged panel analysis. *Intelligence*, 35(1), 59–68. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2006.04.005>
- Wesseldijk, L.W., Mosing, M.A. y Ullén, F. (2019). Gene–environment interaction in expertise: The importance of childhood environment for musical achievement. *Developmental Psychology*, 55, 1473–1479. <https://doi.org/10.1037/dev0000726>
- Wesseldijk, L.W., Mosing, M.A. y Ullén, F. (2021). Why is an early start of training related to musical skills in adulthood? A genetically informative study. *Psychological Science*, 32(1), 3–13. <https://doi.org/10.1177/0956797620959014>
- Westerlund, M. y Lagerberg, D. (2008). Expressive vocabulary in 18-month-old children in relation to demographic factors, mother and child characteristics, communication style and shared reading. *Child: Care, Health and Development*, 34(2), 257–266. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2214.2007.00801.x>
- Wetter, O.E., Koerner, F. y Schwaninger, A. (2009). Does musical training improve school performance? *Instructional Science*, 37(4), 365–374. <https://doi.org/10.1007/s11251-008-9052-y>



- White-Schwoch, T., Carr, K.W., Anderson, S., Strait, D.L. y Kraus, N. (2013). Older adults benefit from music training early in life: Biological evidence for long-term training-driven plasticity. *Journal of Neuroscience*, 33(45), 17667–17674. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.2560-13.2013>
- White, E.J., Hutka, S.A., Williams, L.J. y Moreno, S. (2013). Learning, neural plasticity and sensitive periods: Implications for language acquisition, music training and transfer across the lifespan. *Frontiers in Systems Neuroscience*, 7(90), 1–18. <https://doi.org/10.3389/fnsys.2013.00090>
- Whiteside, D.M., Kealey, T., Semla, M., Luu, H., Rice, L., Basso, M.R. y Roper, B. (2016). Verbal fluency: Language or executive function measure? *Applied Neuropsychology: Adult*, 23(1), 29–34. <https://doi.org/10.1080/23279095.2015.1004574>
- Wiehler, A., Branzoli, F., Adanyeguh, I., Mochel, F. y Pessiglione, M. (2022). A neuro-metabolic account of why daylong cognitive work alters the control of economic decisions. *Current Biology*, 32(16), 3564–3575. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2022.07.010>
- Wilbiks, J.M.P. y Hutchins, S. (2020). Musical training improves memory for instrumental music, but not vocal music or words. *Psychology of Music*, 48(1), 150–159. <https://doi.org/10.1177/0305735618785452>
- Williams, K.E. y Berthelsen, D. (2019). Implementation of a rhythm and movement intervention to support self-regulation skills of preschool-aged children in disadvantaged communities. *Psychology of Music*, 47(6), 800–820. <https://doi.org/10.1177/0305735619861433>
- Willoughby, M.T., Blair, C.B. y Greenberg, M. (2012). The measurement of executive function at age 5: Psychometric properties and relationship to academic achievement. *Psychological Assessment*, 24(1), 226–239. <https://doi.org/10.1037/a0025361>
- Wilson, S.J., Lusher, D., Wan, C.Y., Dudgeon, P. y Reutens, D.C. (2009). The neurocognitive components of pitch processing: Insights from absolute pitch. *Cerebral Cortex*, 19(3), 724–732. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhn121>
- Wingate, U. (2006). Doing away with “study skills.” *Teaching in Higher Education*, 11(4), 457–469. <https://doi.org/10.1080/13562510600874268>
- Winner, E., Goldstein, T.G. y Vincent-Lancrin, S. (2013). *Arts for arts’s sake? The impact of arts education*. OECD Publishing.

- Wollman, I., Penhune, V. B., Segado, M., Carpentier, T. y Zatorre, R. J. (2018). Neural network retuning and neural predictors of learning success associated with cello training. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 115(26), E6056–E6064. <https://doi.org/10.1073/pnas.1721414115>
- Wong, P.C., Skoe, E., Russo, N.M., Dees, T. y Kraus, N. (2007). Musical experience shapes human brainstem encoding of linguistic pitch patterns. *Nature Neuroscience*, 10(4), 420–422. <https://doi.org/10.1038/nn1872>
- Wong, S.S.H. y Lim, S.W.H. (2017). Mental imagery boosts music compositional creativity. *PLoS One*, 12(3), e0174009. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174009>
- Woodward, J. y Sikes, P.L. (2015). The creative thinking ability of musicians and nonmusicians. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 9(1), 75. <https://doi.org/10.1037/a0038177>
- Wrulich, M., Brunner, M., Stadler, G., Schalke, D., Keller, U. y Martin, R. (2014). Forty years on: Childhood intelligence predicts health in middle adulthood. *Health Psychology*, 33(3), 292–296. <https://doi.org/10.1037/a0030727>
- Wu, K.K., Chan, S.K., Leung, P.W.L., Liu, W.S., Leung, F.L.T. y Ng, R. (2011). Components and developmental differences of executive functioning for school-aged children. *Developmental Neuropsychology*, 36(3), 319–337. <https://doi.org/10.1080/87565641.2010.549979>
- Xie, H., Beaty, R.E., Jahanikia, S., Geniesse, C., Sonalkar, N.S. y Saggarr, M. (2021). Spontaneous and deliberate modes of creativity: Multitask eigen-connectivity analysis captures latent cognitive modes during creative thinking. *Neuroimage*, 243, 1–23. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2021.118531>
- Xin, W., Wenjung, Y., Dandan, T., Juangzhou, S., Qunlin, C., Dongtao, W., Zhang, Q., Meng, Z. y Jiang, Q. (2015). A meta-analysis of neuroimaging studies on divergent thinking using activation likelihood estimation. *Human Brain Mapping*, 36(7), 2703–2718. <https://doi.org/10.1002/hbm.22801>
- Yáñez, G.G., de Gregori, M.E., Mardonés, O., Escobar, J.M. y Saldaña, G. (2012). Habilidades lingüísticas y rendimiento académico en escolares talentosos. *Revista CES Psicología*, 5(2), 40–55.
- Yang, H., Ma, W., Gong, D., Hu, J. y Yao, D. (2014). A longitudinal study on children's music training experience and academic development. *Scientific Reports*, 4(1), 1–7. <https://doi.org/10.1038/srep05854>

- Yang, P. (2015). The impact of music on educational attainment. *Journal of Cultural Economics*, 39, 369–396. <https://doi.org/10.1007/s10824-015-9240>
- Yang, Q., Tian, L., Huebner, E.S. y Zhu, X. (2018). Relations among academic achievement, self-esteem, and subjective well-being in school among elementary school students: A longitudinal mediation model. *School Psychology Quarterly*, 34(3), 1–15. <https://doi.org/10.1037/spq0000292>
- Young, L.N., Cordes, S. y Winner, E. (2014). Arts involvement predicts academic achievement only when the child has a musical instrument. *Educational Psychology*, 34(7), 849–861. <https://doi.org/10.1080/01443410.2013.785477>
- Yu, M., Xu, M., Li, X., Chen, Z., Song, Y. y Liu, J. (2017). The shared neural basis of music and language. *Neuroscience*, 357, 208–219. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2017.06.003>
- Yuste, C. y Yuste, D. (2011). *BADyG. Batería de Actividades Mentales Diferenciales y Generales, Nivel E2, renovado*. Editorial CEPE.
- Yuste, C., Yuste, D., Martínez, R. y Galve, J.L. (2019). *BADyG. Batería de Actividades Mentales Diferenciales y Generales, Nivel E3, renovado*. Editorial CEPE.
- Zabelina, D.L. y Ganis, G. (2018). Creativity and cognitive control: Behavioral and ERP evidence that divergent thinking, but not real-life creative achievement, relates to better cognitive control. *Neuropsychologia*, 118, 20–28. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2018.02.014>
- Zago, L., Petit, L., Turbelin, M. R., Andersson, F., Vigneau, M. y Tzourio-Mazoyer, N. (2008). How verbal and spatial manipulation networks contribute to calculation: An fMRI study. *Neuropsychologia*, 46(9), 2403–2414. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2008.03.001>
- Zamorano, A.M., Cifre, I., Montoya, P., Riquelme, I. y Kleber, B. (2017). Insula-based networks in professional musicians: Evidence for increased functional connectivity during resting state fMRI. *Human Brain Mapping*, 38(10), 4834–4849. <https://doi.org/10.1002/hbm.23682>
- Zárate-Depraect, N.E., Soto-Decuir, M.G., Martínez-Aguirre, E.G., Castro-Castro, M.L., García-Jau, R A. y López-Leyva, N.M. (2018). Hábitos de estudio y estrés en estudiantes del área de la salud. *Revista de La Fundación Educación Médica*, 21(3), 153. <https://doi.org/10.33588/fem.213.948>
- Zatorre, R.J. (2005). Music, the food of neuroscience? *Nature*, 434(7031), 312–315. <https://doi.org/10.1038/434312a>

- Zatorre, R.J. (2013). Predispositions and plasticity in music and speech learning: Neural correlates and implications. *Science*, 342(6158), 585–589. <https://doi.org/10.1126/science.1238414>
- Zatorre, R.J. y Baum, S.R. (2012). Musical melody and speech intonation: Singing a different tune. *PLoS Biology*, 10(7), e1001372. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001372>
- Zatorre, R.J., Chen, J.L. y Penhune, V.B. (2007). When the brain plays music: Auditory-motor interactions in music perception and production. *Nature Reviews Neuroscience*, 8(7), 547–558. <https://doi.org/10.1038/nrn2152>
- Zatorre, R.J. y Gandour, J.T. (2008). Neural specializations for speech and pitch: Moving beyond the dichotomies. *Philosophical Transactions of the Royal Society: Biological Sciences*, 363(1493), 1087–1104. <https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2161>
- Zatorre, R.J. y Salimpoor, V.N. (2013). De la percepción al placer: La música y sus sustratos neuronales. *Ludus Vitalis*, 21(40), 293–317.
- Zatorre, R.J. y Zarate, J.M. (2012). Cortical processing of music. En Poepper, D. (Ed.). *The Human Auditory Cortex* (pp. 261–294). Springer Handbook. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-2314-0>
- Zeidner, M., Matthews, G., Roberts, R.D. y MacCann, C. (2003). Development of emotional intelligence: Towards a multi-level investment model. *Human Development*, 46(2–3), 69–96. <https://doi.org/10.1159/000068580>
- Zelazo, P.D. y Carlson, S.M. (2012). Hot and cool executive function in childhood and adolescence: Development and plasticity. *Child Development Perspectives*, 6(4), 354–360. <https://doi.org/10.1111/j.1750-8606.2012.00246.x>
- Zelazo, P.D., Muller, U., Frye, D. y Marcovitch, S. (2003). The development of executive function in early childhood. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 68(3), 1–151. <https://doi.org/10.1111/j.0037-976X.2003.00261.x>
- Zentner, M. y Eerola, T. (2010). Rhythmic engagement with music in infancy. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(13), 5768–5773. <https://doi.org/10.1073/pnas.1000121107>
- Zeromskaite, I. (2014). The potential role of music in second language learning: A review article. *Journal of European Psychology Students*, 5(3), 78–88. <https://doi.org/10.5334/jeps.ci>

- Zhao, T.C. y Kuhl, P.K. (2016). Musical intervention enhances infants' neural processing of temporal structure in music and speech. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(19), 5212–5217. <https://doi.org/10.1073/pnas.1603984113>
- Zhu, F., Zhang, Q. y Qiu, J. (2013). Relating inter-individual differences in verbal creative thinking to cerebral structures: An optimal voxel-based morphometry study. *PLoS One*, 8(11), e79272. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0079272>
- Zuk, J., Benjamin, C., Kenyon, A. y Gaab, N. (2014). Behavioral and neural correlates of executive functioning in musicians and non-musicians. *PLoS One*, 9(6), e99868. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0099868>
- Zuk, J. y Gaab, N. (2018). Evaluating predisposition and training in shaping the musician's brain: The need for a developmental perspective. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1423(1), 40–50. <https://doi.org/10.1111/nyas.13737>



## Publicaciones derivadas de la elaboración de la tesis doctoral

1. Martin-Requejo, K. y Santiago-Ramajo, S. (2021). Reduced emotional intelligence in children aged 9–10 caused by the COVID-19 pandemic lockdown. *Mind, Brain, and Education*, 15(4), 269–272. <https://doi.org/10.1111/mbe.12297>
2. Martin-Requejo, K. y Santiago-Ramajo, S. (2021). Predicting academic skills in 9-year-olds: Intelligence quotient, executive functions, and emotional intelligence. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 19(55), 533–582. <https://doi.org/10.25115/EJREP.V19I55.4546>
3. Martin-Requejo, K. y Santiago-Ramajo, S. (2022). Últimos avances científicos de los efectos neuropsicológicos de la educación musical. *Artseduca*, 31, 276–286. <https://doi.org/10.6035/artseduca.5976>
4. Martin-Requejo, K., González-Andrade, A., Álvarez-Bardón, A. y Santiago-Ramajo, S. (2022). Involvement of executive functions, emotional intelligence, and study habits in mathematical problem-solving and calculation in elementary school. *Educational Psychology*. En revisión.





# **ANEXOS**



## ANEXO 1: Invitación para las familias

Estimadas familias:

Mediante este mensaje queremos invitaros a participar en una investigación que forma parte de una tesis doctoral:

<b>Título</b>	<i>Importancia del entrenamiento musical temprano en el desarrollo de las funciones ejecutivas, inteligencia emocional, creatividad, hábitos de estudio y habilidades académicas en niños de 8-12 años</i>
<b>Objetivo</b>	Estudiar las diferencias en distintas habilidades cognitivas (funciones ejecutivas, inteligencia emocional, creatividad e inteligencia general) y académicas (habilidades verbales, habilidades matemáticas, rendimiento escolar y hábitos y técnicas de estudio) en niños de 8-12 años en función del entrenamiento musical comparando la presencia o no del entrenamiento musical, según la edad de inicio y según la intensidad del entrenamiento musical.
<b>Dirigido a</b>	Niños de 8-12 y su familia
<b>Investigador responsable</b>	Katya Martin Requejo (653724319) / katya.martin@unir.net
<b>Institución</b>	Universidad Internacional de La Rioja

El estudio se lleva a cabo en dos fases:

1. **Sesiones presenciales:** 2 sesiones de una hora de duración con cada alumno y realizadas en un aula de la escuela.
2. **Cuestionarios online:** cuestionarios para rellenar de manera online.

A través del siguiente enlace, se puede obtener información ampliada de la investigación, así como descargar el consentimiento informado y autorizar la participación de vuestro hijo en el estudio:

<https://unirmusica.wordpress.com/>

Muchas gracias por vuestra colaboración,

## ANEXO 2: Invitación para las familias (participación exclusivamente online)

*¿Existen diferencias cognitivas y emocionales entre niños que tienen formación musical y los que no la tienen?*

**Ayúdanos a avanzar en el conocimiento científico y ¡ánimate a participar en la investigación!**

**Katya Martín Requejo**  
Profesora en el Máster de Neuropsicología y Educación  
Miembro del grupo de investigación Neuroedu  
Beca de excelencia para la formación de personal investigador  
[katya.martin@unir.net](mailto:katya.martin@unir.net)



### Características de la investigación:

- 1 Totalmente on-line**  
Los cuestionarios y pruebas se pueden realizar en el lugar y momento más adecuado para cada participante
- 2 Necesario internet**  
Las pruebas se pueden realizar mediante móvil, ordenador o tablet
- 3 Niños de 8-12 años**
  - Con formación musical (extraescolar)
  - Sin formación musical (extraescolar)
- 4 Procesos cognitivos y emocionales**  
Queremos medir las funciones ejecutivas, inteligencia emocional, creatividad, hábitos de estudio y habilidades académicas

[katya.martin@unir.net](mailto:katya.martin@unir.net)



**PÁGINA WEB**

<https://unirmusicaon.wordpress.com>



### En la web:

- 01 Información detallada de la investigación**  
Cuándo, cómo, pruebas, cuestionarios, etc.
- 02 Apuntarse en la investigación**  
Para apuntarse hay que rellenar un formulario on-line.
- 03 Descargar el Consentimiento informado**  
Documento que recoge información detallada y legal del estudio (Aprobado por el Comité Ético de la Investigación)

**¡Ayúdanos a sacar adelante el estudio!**

[katya.martin@unir.net](mailto:katya.martin@unir.net)

### ANEXO 3: Análisis de mediación no significativos

#### Análisis de mediación entre el entrenamiento musical y las habilidades verbales

Mediador <sup>a</sup>	ab		c´	c	a	b	
	β	IC Bootstrap (95%)	β	β	β	β	
ENFEN	FS	2.25 [-.22, 5.40]	2.66	4.90	.84*	2.69	
	AS	-.05 [-2.22, 2.95]	4.95	4.90	.02	2.28	
	FL	.41 [-1.17, 2.58]	4.49	4.90	.30	1.37	
	PL	1.57 [-.37, 6.12]	3.33	4.90	.58	2.71	
	IN	4.50 [-1.43, 7.90]	1.46	4.90	.80	4.30**	
WISC-IV	DI	-.77 [-3.89, 1.31]	5.67	4.90	.60	1.28	
	LN	1.88 [-.53, 5.92]	3.02	4.90	1.01	1.87	
BRIEF-2 <sup>b</sup>	FE	.14 [-1.52, 2.47]	23.83**	23.97**	-2.99*	-.05	
	RC	-.46 [-1.99, .96]	24.44**	23.97**	-2.12	.22	
	RE	.82 [-.80, 3.31]	23.14**	23.97**	-3.10	-.27	
	RG	-.01 [-1.43, 1.82]	23.97**	23.97**	-2.56	-.01	
	CIN	-.36 [-1.61, 1.14]	24.32**	23.97**	-1.40	.25	
	SSM	-.03 [-2.21, 1.74]	24.00**	23.97**	-2.88	-.01	
	FLEX	1.82 [-.36, 4.86]	22.15**	23.97**	-4.46*	-.41	
	CE	.08 [-1.21, 1.73]	23.87**	23.97**	-1.84	-.04	
	IC	.61 [-.95, 2.53]	23.35**	23.97**	-1.68	-.37	
	MTC	-.01 [-1.50, 1.89]	23.97**	23.97**	-2.45	-.01	
	PLAC	.02 [-1.02, 1.53]	23.95**	23.97**	-1.71	-.01	
	SST	-.01 [-1.38, 1.54]	23.98**	23.97**	-2.11	-.01	
	OR	-.84 [-2.68, .80]	24.80**	23.97**	-2.27	-.37	
	BarOn	IE	1.03 [-1.02, 3.56]	22.94**	23.97**	5.21*	.20
		ITR	-.18 [-2.27, 1.31]	24.14**	23.97**	3.85	-.05
ADAP		1.47 [-.51, 4.48]	22.49**	23.97**	5.13*	.28	
ME		.07 [-1.09, 1.27]	23.89**	23.97**	-.93	-.08	
EA		.63 [-1.34, 3.29]	23.34**	23.97**	5.74*	.11	
CREA	1.26 [-.73, 3.96]	22.70**	23.97	-5.38	-.23*		

Nota. ENFEN = Evaluación Neuropsicológica de las Funciones Ejecutivas en Niños; WISC-IV = Subtest de Memoria de trabajo; BRIEF-2 = Evaluación Conductual de la Función Ejecutiva; BarOn = Inventario de Inteligencia Emocional; CREA = Inteligencia Creativa; FS = fluidez semántica; AS = atención sostenida; FL = flexibilidad; PL = planificación; IN = inhibición; DI = dígitos; LN = letras y números; FE = funciones ejecutivas; RC = regulación conductual; REM = regulación emocional; RG = regulación cognitiva; CIN = conducta inhibitoria; SSM = supervisión de sí mismo; FLEX = flexibilidad; CE= control emocional; IC = iniciativa; MTC = medida conductual de la memoria de trabajo; PLAC = medida conductual de la planificación; SST = supervisión de la tarea; OR = organización de materiales; IE = inteligencia emocional; ITR = intrapersonal; ADAP = adaptabilidad; ME = manejo estrés; EA = estado anímico; ab = efecto indirecto; c´ = efecto directo; c = efecto total; a = relación XM; b = relación MY.

<sup>a</sup> Antecedente (X) = sin entrenamiento musical (0) y con entrenamiento musical (1); Consecuente (Y) = habilidades verbales; Variables control = nivel socioeconómico y edad (en meses).

<sup>b</sup> En el instrumento BRIEF-2, menor puntuación implica un mejor funcionamiento ejecutivo.

\* $p < .05$ . \*\* $p < .01$

*Análisis de mediación entre la edad de inicio del entrenamiento musical y las habilidades verbales*

Mediador <sup>a</sup>	Indicador	ab		c'	c	a	b	
		$\beta$	IC Bootstrap (95%)	$\beta$	$\beta$	$\beta$	$\beta$	
ENFEN	FF	X <sub>1</sub>	3.03	[-.48, 9.55]	-.10	2.92	.99	3.05*
		X <sub>2</sub>	3.02	[-.06, 9.40]	2.97	6.00	.99*	
	FS	X <sub>1</sub>	3.50	[-.10, 9.10]	-.58	2.92	1.25*	2.80
		X <sub>2</sub>	1.70	[-1.22, 5.25]	4.30	6.00	.61	
	AS	X <sub>1</sub>	-.46	[-3.65, 3.45]	3.38	2.92	-.20	2.26
		X <sub>2</sub>	.18	[-2.28, 3.49]	5.82	6.00	.08	
	FL	X <sub>1</sub>	.46	[-1.70, 2.78]	2.46	2.92	.34	1.37
		X <sub>2</sub>	.39	[-1.26, 2.80]	5.61	6.00	.28	
	PL	X <sub>1</sub>	1.77	[-.41, 6.78]	1.75	2.92	.44	2.67
		X <sub>2</sub>	1.17	[-85, 5.67]	4.23	6.00	.66	
	IN	X <sub>1</sub>	1.61	[-4.90, 7.42]	1.32	2.92	.37	4.30**
		X <sub>2</sub>	4.45	[-.59, 9.83]	1.54	6.00	1.04	
WISC-IV	DI	X <sub>1</sub>	.20	[-2.72, 4.48]	2.72	2.92	.15	1.37
		X <sub>2</sub>	-1.38	[-5.61, 1.10]	7.38	6.00	-1.01	
	LN	X <sub>1</sub>	1.01	[-1.69, 4.86]	1.92	2.92	.54	1.85
		X <sub>2</sub>	2.34	[-.35, 6.84]	3.66	6.00	1.26	
	AR	X <sub>1</sub>	3.25	[-.66, 8.32]	-.33	2.92	.97	3.37**
		X <sub>2</sub>	3.54	[-.24, 8.99]	2.45	6.00	1.05	
BRIEF-2 <sup>b</sup>	FE	X <sub>1</sub>	.15	[-1.69, 2.40]	18.74*	18.89	-3.07	-.05
		X <sub>2</sub>	.14	[-1.41, 2.42]	25.84**	25.98	-2.95	
	RC	X <sub>1</sub>	-.54	[-2.46, 1.14]	19.43*	18.89	-2.58	.21
		X <sub>2</sub>	-.41	[-2.07, 1.06]	26.38**	25.98	-1.93	
	RE	X <sub>1</sub>	.80	[-.85, 3.38]	18.09*	18.89	-3.02	-.27
		X <sub>2</sub>	.83	[-.86, 3.40]	25.15**	25.98	-3.13	
	RG	X <sub>1</sub>	.01	[-1.73, 1.85]	18.90*	18.89	-2.52	-.01
		X <sub>2</sub>	.01	[-1.48, 1.93]	25.99**	25.98	-2.58	
	CIN	X <sub>1</sub>	-.41	[-1.93, 1.42]	19.29*	18.89	-1.62	.25
		X <sub>2</sub>	-.33	[-1.67, 1.26]	26.31**	25.98	-1.31	
	SSM	X <sub>1</sub>	.03	[-2.98, 2.10]	18.86*	18.89	-4.18	-.01
		X <sub>2</sub>	.01	[-1.93, 1.75]	25.96**	25.98	-2.36	
	FLEX	X <sub>1</sub>	1.80	[-.46, 4.89]	17.09*	18.89	-4.43	-.41
		X <sub>2</sub>	1.82	[-.35, 5.03]	24.16**	25.98	-4.47*	
	CE	X <sub>1</sub>	.07	[-1.41, 1.70]	18.81*	18.89	-1.76	-.04
		X <sub>2</sub>	.08	[-1.30, 1.76]	25.90**	25.98	-1.87	
	IC	X <sub>1</sub>	.49	[-2.29, 2.62]	18.39*	18.89	-1.35	.37
		X <sub>2</sub>	.66	[-.69, 2.83]	25.32**	25.98	-1.81	
	MTC	X <sub>1</sub>	.01	[-1.93, 2.03]	18.88*	18.89	-2.62	-.01
		X <sub>2</sub>	.01	[-1.56, 1.87]	25.97**	25.98	-2.38	
	PLAC	X <sub>1</sub>	.02	[-1.31, 1.90]	18.87*	18.89	-1.83	-.01
		X <sub>2</sub>	.02	[-1.13, 1.61]	25.96**	25.98	-1.66	
	SST	X <sub>1</sub>	-.01	[-1.75, 1.87]	18.89*	18.89	-2.44	-.01

Mediador <sup>a</sup>	Indicador	<i>ab</i>		<i>c'</i>	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>b</i>		
		$\beta$	IC Bootstrap (95%)	$\beta$	$\beta$	$\beta$	$\beta$		
OR	X <sub>2</sub>	-.01	[-1.29, 1.60]	25.98**	25.98	-1.98	.38		
	X <sub>1</sub>	-.67	[-2.85, 1.10]	19.56*	18.89	-1.77			
	X <sub>2</sub>	-.93	[-2.79, .79]	26.91**	25.98	-2.47			
	X <sub>1</sub>	.80	[-1.03, 3.75]	18.09*	18.89	4.20		18.89	
	X <sub>2</sub>	1.07	[-1.22, 3.84]	24.91**	25.98	5.60*			
	ITR	X <sub>1</sub>	-.17	[-2.33, 1.66]	19.05*	18.89		3.42	-.05
X <sub>2</sub>		-.19	[-2.57, 1.37]	26.17**	25.98	4.01			
BarOn	ADAP	X <sub>1</sub>	2.04	[-.62, 5.60]	16.85*	18.89	6.80*	.30	
		X <sub>2</sub>	1.34	[-.42, 4.30]	24.64**	25.98	4.46		
	ME	X <sub>1</sub>	.37	[-1.72, 2.65]	18.51*	18.89	-3.83		-.10
		X <sub>2</sub>	-.02	[-1.40, .99]	26.00**	25.98	.22		
	EA	X <sub>1</sub>	.52	[-1.25, 3.44]	18.37*	18.89	4.96		.11
		X <sub>2</sub>	.64	[-1.38, 3.58]	25.34**	25.98	6.05*		
CREA	X <sub>1</sub>	1.60	[-.76, 4.96]	17.29*	18.89	-6.74	-.24*		
	X <sub>2</sub>	1.15	[-1.01, 4.15]	24.83**	25.98	-4.85			

*Nota.* ENFEN = Evaluación Neuropsicológica de las Funciones Ejecutivas en Niños; WISC-IV = Subtest de Memoria de trabajo; BRIEF-2 = Evaluación Conductual de la Función Ejecutiva; BarOn = Inventario de Inteligencia Emocional; CREA = Inteligencia Creativa; FF = fluidez fonológica; FS = fluidez semántica; AS = atención sostenida; FL = flexibilidad; PL = planificación; IN = inhibición; DI = dígitos; LN = letras y números; AR = aritmética; FE = funciones ejecutivas; RC = regulación conductual; REM = regulación emocional; RG = regulación cognitiva; CIN = conducta inhibitoria; SSM = supervisión de sí mismo; FLEX = flexibilidad; CE = control emocional; IC = iniciativa; MTC = medida conductual de la memoria de trabajo; PLAC = medida conductual de la planificación; SST = supervisión de la tarea; OR = organización de materiales; IE = inteligencia emocional; ITR = intrapersonal; ADAP = adaptabilidad; ME = manejo estrés; EA = estado anímico; *ab* = efecto indirecto; *c'* = efecto directo; *c* = efecto total; *a* = relación XM; *b* = relación MY.

<sup>a</sup> Antecedente (X) = sin entrenamiento musical (0), con entrenamiento musical iniciado a partir de los siete años (1) y con entrenamiento musical iniciado antes de los siete años (2); Indicador de la variable antecedente = X<sub>1</sub> (comparación entre grupo 1 y grupo 0) y X<sub>2</sub> (comparación entre grupo 2 y grupo 0); Consecuente (Y) = habilidades verbales; Variables control = nivel socioeconómico y edad (en meses).

<sup>b</sup> En el instrumento BRIEF-2, menor puntuación implica un mejor funcionamiento ejecutivo.

\**p* < .05. \*\**p* < .01

*Análisis de mediación entre la intensidad del entrenamiento musical y las habilidades verbales*

Mediador <sup>a</sup>	Indicador	ab		c'	c	a	b		
		$\beta$	IC Bootstrap (95%)	$\beta$	$\beta$	$\beta$	$\beta$		
ENFEN	FS	X <sub>1</sub>	3.68	[-.23, 9.60]	.22	3.91	1.30*	2.83	
		X <sub>2</sub>	1.40	[-1.48, 4.33]	4.24	5.63	.49		
	AS	X <sub>1</sub>	1.27	[-1.06, 5.47]	2.64	3.91	.52	2.45	
		X <sub>2</sub>	-1.01	[-4.63, 2.06]	6.64	5.63	-.41		
	FL	X <sub>1</sub>	.19	[-1.87, 1.93]	3.72	3.91	.14	1.35	
		X <sub>2</sub>	.56	[-1.27, 3.56]	5.07	5.63	.42		
	PL	X <sub>1</sub>	2.14	[-.56, 8.03]	1.77	3.91	.77	2.77	
		X <sub>2</sub>	1.22	[-.49, 5.43]	4.41	5.63	.44		
	IN	X <sub>1</sub>	5.05	[-.50, 11.29]	-1.14	3.91	1.15	4.38**	
		X <sub>2</sub>	2.39	[-3.51, 7.18]	3.24	5.63	.55		
	WISC-IV	DI	X <sub>1</sub>	-.14	[-3.06, 2.61]	4.05	3.91	-.11	1.33
			X <sub>2</sub>	-1.27	[-5.22, 1.31]	6.90	5.63	-.98	
LN		X <sub>1</sub>	1.29	[-1.61, 6.06]	2.61	3.91	.69	1.86	
		X <sub>2</sub>	2.30	[-.35, 6.52]	3.33	5.63	1.24		
AR		X <sub>1</sub>	4.05	[-.04, 9.86]	-.14	3.91	1.19	3.40**	
		X <sub>2</sub>	3.05	[-.52, 8.31]	2.59	5.63	.89		
BRIEF-2 <sup>b</sup>	FE	X <sub>1</sub>	.13	[-1.69, 2.27]	22.21**	3.91	-2.80	-.04	
		X <sub>2</sub>	.14	[-1.51, 2.72]	25.11**	5.63	-3.13		
	RC	X <sub>1</sub>	-.45	[-2.46, .96]	22.79**	22.33**	-2.08	.22	
		X <sub>2</sub>	-.47	[-1.99, 1.09]	25.71**	25.25**	-2.15		
	RE	X <sub>1</sub>	.99	[-1.00, 3.68]	21.34**	22.33**	-3.67	-.27	
		X <sub>2</sub>	.72	[-.71, 3.33]	24.53**	25.25**	-2.65		
	RG	X <sub>1</sub>	-.02	[-1.44, 1.69]	22.35**	22.33**	-2.01	.01	
		X <sub>2</sub>	-.02	[-1.61, 2.19]	25.27**	25.25**	-2.99		
	CIN	X <sub>1</sub>	-.31	[-1.92, 1.44]	22.65**	22.33**	-1.22	.26	
		X <sub>2</sub>	-.40	[-1.76, 1.40]	25.64**	25.25**	-1.54		
	SSM	X <sub>1</sub>	-.03	[-2.51, 1.71]	22.36**	22.33**	-2.91	.01	
		X <sub>2</sub>	-.03	[-2.08, 1.98]	25.28**	25.25**	-2.85		
	FLEX	X <sub>1</sub>	1.67	[-.49, 4.75]	20.66**	22.33**	-4.12	-.41	
		X <sub>2</sub>	1.92	[-.37, 5.34]	23.33**	25.25**	-4.72*		
	CE	X <sub>1</sub>	.17	[-1.86, 2.39]	22.16**	22.33**	-3.10	-.05	
		X <sub>2</sub>	.05	[-1.01, 1.47]	25.20**	25.25**	-.85		
	IC	X <sub>1</sub>	.38	[-1.56, 2.41]	21.95**	22.33**	-1.04	-.36	
		X <sub>2</sub>	.80	[-.79, 3.12]	24.45**	25.25**	-2.18		
	MTC	X <sub>1</sub>	-.02	[-1.43, 1.43]	22.35**	22.33**	-1.39	.01	
		X <sub>2</sub>	-.04	[-1.84, 2.24]	25.28**	25.25**	-3.28		
	PLAC	X <sub>1</sub>	.01	[-1.14, 1.42]	22.33**	22.33**	-1.19	-.01	
		X <sub>2</sub>	.01	[-1.18, 1.91]	25.23**	25.25**	-2.11		
	SST	X <sub>1</sub>	-.01	[-1.54, 1.76]	22.34**	22.33**	-2.34	.01	
		X <sub>2</sub>	-.01	[-1.30, 1.63]	25.25**	25.25**	-1.93		
OR	X <sub>1</sub>	-.70	[-2.83, 1.29]	23.03**	22.33**	-1.87	.37		



Mediador <sup>a</sup>	Indicador	<i>ab</i>		<i>c'</i>	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	
		$\beta$	IC Bootstrap (95%)	$\beta$	$\beta$	$\beta$	$\beta$	
BarOn	X <sub>2</sub>	-0.97	[-2.96, .72]	26.21**	25.25**	-2.58		
		IE	X <sub>1</sub>	1.06	[-1.04, 4.12]	21.27**	22.33**	5.38
	X <sub>2</sub>		1.00	[-1.05, 3.77]	24.24**	25.25**	5.07	
	ITR	X <sub>1</sub>	-0.13	[-2.06, 1.05]	22.47**	22.33**	2.60	-.05
		X <sub>2</sub>	-0.24	[-2.81, 1.81]	25.49**	25.25**	4.82	
	ADAP	X <sub>1</sub>	1.46	[-.55, 4.65]	20.88**	22.33**	5.08	.29
		X <sub>2</sub>	1.48	[-.52, 4.52]	23.77**	25.25**	5.16*	
	ME	X <sub>1</sub>	-0.04	[-1.57, 1.20]	22.38**	22.33**	.62	-.07
		X <sub>2</sub>	.15	[-1.41, 1.63]	25.10**	25.25**	-2.15	
	EA	X <sub>1</sub>	.77	[-1.54, 3.73]	21.56**	22.33**	6.83*	.11
		X <sub>2</sub>	.55	[-1.12, 3.26]	24.70**	25.25**	4.89	
	CREA	X <sub>1</sub>	.32	[-2.32, 3.27]	22.01**	22.33**	-1.40	.23*
X <sub>2</sub>		1.98	[-.26, 5.36]	23.27**	25.25**	-8.51		

*Nota.* ENFEN = Evaluación Neuropsicológica de las Funciones Ejecutivas en Niños; WISC-IV = Subtest de Memoria de trabajo; BRIEF-2 = Evaluación Conductual de la Función Ejecutiva; BarOn = Inventario de Inteligencia Emocional; CREA = Inteligencia Creativa; FS = fluidez semántica; AS = atención sostenida; FL = flexibilidad; PL = planificación; IN = inhibición; DI = dígitos; LN = letras y números; AR = aritmética; FE = funciones ejecutivas; RC = regulación conductual; REM = regulación emocional; RG = regulación cognitiva; CIN = conducta inhibitoria; SSM = supervisión de sí mismo; FLEX = flexibilidad; CE = control emocional; IC = iniciativa; MTC = medida conductual de la memoria de trabajo; PLAC = medida conductual de la planificación; SST = supervisión de la tarea; OR = organización de materiales; IE = inteligencia emocional; ITR = intrapersonal; ADAP = adaptabilidad; ME = manejo estrés; EA = estado anímico; *ab* = efecto indirecto; *c'* = efecto directo; *c* = efecto total; *a* = relación XM; *b* = relación MY.

<sup>a</sup> Antecedente (X) = sin entrenamiento musical (0), con entrenamiento musical de intensidad moderada (1-3 h/semana) (1) y con entrenamiento musical de intensidad elevada (más de tres horas semanales) (2); Indicador de la variable antecedente = X<sub>1</sub> (comparación entre grupo 1 y grupo 0) y X<sub>2</sub> (comparación entre grupo 2 y grupo 0); Consecuente (Y) = habilidades verbales; Variables control = nivel socioeconómico y edad (en meses).

<sup>b</sup> En el instrumento BRIEF-2, menor puntuación implica un mejor funcionamiento ejecutivo.

\**p* < .05. \*\**p* < .01

*Análisis de mediación entre el entrenamiento musical y las habilidades matemáticas*

Mediador <sup>a</sup>	<i>ab</i>		<i>c'</i>	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	
	$\beta$	IC Bootstrap (95%)	$\beta$	$\beta$	$\beta$	$\beta$	
ENFEN	FS	3.15 [-.24, 7.51]	1.84	4.99	.84*	3.77*	
	AS	-.07 [-3.04, 3.97]	5.06	4.99	-.02	3.27	
	FL	1.02 [-1.97, 4.12]	3.97	4.99	.30	3.39	
	PL	2.41 [-.63, 9.41]	2.58	4.99	.58	4.16	
	IN	4.36 [-1.85, 9.79]	.63	4.99	.80	5.44**	
WISC-IV	DI	-1.80 [-6.88, 1.97]	6.79	4.99	-.60	3.00*	
	LN	3.05 [-.62, 9.22]	1.94	4.99	1.01	3.03*	
BRIEF-2 <sup>b</sup>	FE	1.07 [-.50, 4.20]	13.01**	14.08	-2.99*	-.36	
	RC	.04 [-1.31, 2.03]	14.04**	14.08	-2.12	-.02	
	RE	.69 [-.88, 3.17]	13.39**	14.08	-3.10*	-.22	
	RG	1.12 [-.37, 4.14]	12.96**	14.08	-2.56	-.44	
	CIN	.05 [-.89, 1.92]	14.03**	14.08	-1.40	-.04	
	SSM	-.01 [-1.93, 1.68]	14.09**	14.08	-2.88	-.01	
	FLEX	.87 [-1.29, 3.39]	13.21**	14.08	-4.46*	-.19	
	CE	.36 [-.78, 2.45]	13.72**	14.08	-1.84	-.20	
	IC	.94 [-1.14, 3.47]	13.14**	14.08	-1.68	-.56*	
	MTC	1.59 [-.37, 5.09]	12.49**	14.08	-2.45	-.65*	
	PLAC	.58 [-.67, 2.70]	13.50**	14.08	-1.70	-.34	
	SST	.41 [-.64, 2.38]	13.67**	14.08	-2.11	-.20	
	OR	.37 [-.81, 2.71]	13.71**	14.08	-2.27	-.16	
	BarOn	IE	.43 [-1.54, 2.82]	13.66**	14.08	5.21*	.08
		ITR	.10 [-1.89, 1.25]	14.17**	14.08	3.85	-.03
ITE		1.09 [-1.32, 4.19]	12.99**	14.08	6.93**	.16	
ADAP		.86 [-.82, 3.39]	13.23**	14.08	5.13*	.17	
ME		.06 [-.97, 1.07]	14.02**	14.08	-.93	-.06	
EA		.68 [-1.28, 3.14]	13.40**	14.08	5.74*	.12	
CREA	1.15 [-.59, 3.39]	12.93**	14.08	-5.38	-.21*		

*Nota.* ENFEN = Evaluación Neuropsicológica de las Funciones Ejecutivas en Niños; WISC-IV = Subtest de Memoria de trabajo; BRIEF-2 = Evaluación Conductual de la Función Ejecutiva; BarOn = Inventario de Inteligencia Emocional; CREA = Inteligencia Creativa; FS = fluidez semántica; AS = atención sostenida; FL = flexibilidad; PL = planificación; IN = inhibición; DI = dígitos; LN = letras y números; FE = funciones ejecutivas; RC = regulación conductual; RE = regulación emocional; RG = regulación cognitiva; CIN = conducta inhibitoria; SSM = supervisión de sí mismo; FLEX = flexibilidad; CE = control emocional; IC = iniciativa; MTC = medida conductual de la memoria de trabajo; PLAC = medida conductual de la planificación; SST = supervisión de la tarea; OR = organización de materiales; IE = inteligencia emocional; ITR = intrapersonal; ITE = interpersonal; ADAP = adaptabilidad; ME = manejo estrés; EA = estado anímico; *ab* = efecto indirecto; *c'* = efecto directo; *c* = efecto total; *a* = relación XM; *b* = relación MY.

<sup>a</sup> Antecedente (X) = sin entrenamiento musical (0) y con entrenamiento musical (1); Consecuente (Y) = habilidades matemáticas; Variables control = nivel socioeconómico y edad (en meses).

<sup>b</sup> En el instrumento BRIEF-2, menor puntuación implica un mejor funcionamiento ejecutivo.

\* $p < .05$ . \*\* $p < .01$

*Análisis de mediación entre la edad de inicio del entrenamiento musical y las habilidades matemáticas*

Mediador <sup>a</sup>	Indicador	ab		c'	c	a	b
		$\beta$	IC Bootstrap (95%)	$\beta$	$\beta$	$\beta$	$\beta$
FS	X <sub>1</sub>	4.65	[-.17, 11.38]	3.13	7.78	1.25*	3.73
	X <sub>2</sub>	2.26	[-1.47, 6.93]	1.19	3.45	.61	
AS	X <sub>1</sub>	-.68	[-4.84, 4.82]	8.46	7.78	-.20	3.33
	X <sub>2</sub>	.27	[-3.18, 4.94]	3.18	3.45	.08	
FL	X <sub>1</sub>	1.13	[-2.83, 5.05]	6.65	7.78	.34	3.38
	X <sub>2</sub>	.95	[-2.04, 5.01]	2.51	3.45	.28	
PL	X <sub>1</sub>	1.85	[-1.15, 8.05]	5.93	7.78	.44	4.23
	X <sub>2</sub>	2.79	[-.54, 10.40]	.66	3.45	.66	
IN	X <sub>1</sub>	2.09	[-5.84, 9.40]	5.69	7.78	.37	5.59**
	X <sub>2</sub>	5.79	[-70, 12.54]	-2.34	3.45	1.04	
DI	X <sub>1</sub>	.44	[-5.22, 7.10]	7.34	7.78	.15	2.99*
	X <sub>2</sub>	-3.02	[-8.91, .95]	6.47	3.45	-1.01	
WISC-IV LN	X <sub>1</sub>	1.68	[-2.60, 8.78]	6.10	7.78	.54	3.10**
	X <sub>2</sub>	3.92	[-.42, 11.69]	.46	3.45	1.26	
AR	X <sub>1</sub>	4.81	[-.74, 12.59]	8.46	7.78	.97	4.99**
	X <sub>2</sub>	5.24	[-.40, 13.37]	3.18	3.45	1.05	
FE	X <sub>1</sub>	1.10	[-.65, 4.15]	12.94	14.04*	-3.07	-.36
	X <sub>2</sub>	1.06	[-.56, 4.13]	13.04	14.10**	-2.95	
RC	X <sub>1</sub>	.05	[-1.55, 2.35]	13.99	14.04*	-2.58	-.02
	X <sub>2</sub>	.04	[-1.35, 1.92]	14.06	14.10**	-1.93	
RE	X <sub>1</sub>	.67	[-1.06, 3.27]	13.36*	14.04*	-3.03	-.22
	X <sub>2</sub>	.70	[-1.05, 3.28]	13.40**	14.10**	-3.13	
RG	X <sub>1</sub>	1.10	[-.73, 4.29]	12.93	14.04*	-2.52	-.44
	X <sub>2</sub>	1.13	[-.41, 4.17]	12.97*	14.10**	-2.58	
CIN	X <sub>1</sub>	.06	[-.98, 2.17]	14.04*	14.04*	-1.62	.11
	X <sub>2</sub>	.05	[-.91, 1.81]	14.10**	14.10**	-1.31	
SSM	X <sub>1</sub>	-.02	[-2.84, 2.17]	14.06*	14.04*	-4.18	.01
	X <sub>2</sub>	-.01	[-1.92, 1.48]	14.11**	14.10**	-2.36	
BRIEF-2 <sup>b</sup> FLEX	X <sub>1</sub>	.86	[-1.19, 3.69]	13.18	14.04*	-4.43	-.19
	X <sub>2</sub>	.87	[-1.30, 3.51]	13.23**	14.10**	-4.47*	
CE	X <sub>1</sub>	.34	[-.95, 2.48]	13.69*	14.04*	-1.76	-.20
	X <sub>2</sub>	.36	[-.92, 2.43]	13.73**	14.10**	-1.87	
IC	X <sub>1</sub>	.76	[-2.69, 3.87]	13.28*	14.04*	-1.35	-.56*
	X <sub>2</sub>	1.01	[-1.05, 3.70]	13.09**	14.10**	-1.81	
MTC	X <sub>1</sub>	1.70	[-.92, 5.55]	12.34	14.04*	-2.62	-.65*
	X <sub>2</sub>	1.55	[-.45, 5.08]	12.55*	14.10**	-2.38	
PLAC	X <sub>1</sub>	.62	[-.99, 3.32]	13.42*	14.04*	-1.83	.34
	X <sub>2</sub>	.56	[-.82, 2.77]	13.54**	14.10**	-1.66	
SST	X <sub>1</sub>	.48	[-.91, 3.23]	13.56*	14.04*	-2.44	-.20
	X <sub>2</sub>	.39	[-.63, 2.53]	13.71**	14.10**	-1.98	
OR	X <sub>1</sub>	.29	[-.86, 2.55]	13.75*	14.04*	-1.77	-.16

Mediador <sup>a</sup>	Indicador	<i>ab</i>		<i>c'</i>	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	
		$\beta$	IC Bootstrap (95%)	$\beta$	$\beta$	$\beta$	$\beta$	
BarOn	X <sub>2</sub>	.40	[-.93, 2.99]	13.70**	14.10**	-2.47		
		IE	X <sub>1</sub>	.34	[-1.33, 2.91]	13.69*	14.04*	4.20
	X <sub>2</sub>		.46	[-1.68, 2.97]	13.64**	14.10**	5.60*	
	ITR	X <sub>1</sub>	-.09	[-1.73, 1.55]	14.12*	14.04*	3.42	-.03
		X <sub>2</sub>	-.10	[-1.92, 1.33]	14.20**	14.10**	4.01	
	ITE	X <sub>1</sub>	.88	[-1.38, 4.02]	13.15	14.04*	5.58	.16
		X <sub>2</sub>	1.18	[-1.50, 4.52]	12.92*	14.10**	7.46**	
	ADAP	X <sub>1</sub>	1.14	[-1.33, 4.34]	12.90	14.04*	6.80*	.17
		X <sub>2</sub>	.75	[-.75, 3.28]	13.35**	14.10**	4.46	
	ME	X <sub>1</sub>	.24	[-1.62, 2.33]	13.80*	14.04*	-3.83	-.06
		X <sub>2</sub>	-.01	[-1.04, .95]	14.11**	14.10**	.22	
	EA	X <sub>1</sub>	.59	[-1.36, 3.22]	13.45*	14.04*	4.96	.12
		X <sub>2</sub>	.72	[-1.36, 3.40]	13.38*	14.10**	6.05*	
	CREA	X <sub>1</sub>	1.44	[-.63, 3.97]	12.59	14.04*	-6.74	-.21*
X <sub>2</sub>		1.04	[-.91, 3.41]	13.06**	14.10**	-4.85		

*Nota.* ENFEN = Evaluación Neuropsicológica de las Funciones Ejecutivas en Niños; WISC-IV = Subtest de Memoria de trabajo; BRIEF-2 = Evaluación Conductual de la Función Ejecutiva; BarOn = Inventario de Inteligencia Emocional; CREA = Inteligencia Creativa; FS = fluidez semántica; AS = atención sostenida; FL = flexibilidad; PL = planificación; IN = inhibición; DI = dígitos; LN = letras y números; AR = aritmética; FE = funciones ejecutivas; RC = regulación conductual; REM = regulación emocional; RG = regulación cognitiva; CIN = conducta inhibitoria; SSM = supervisión de sí mismo; FLEX = flexibilidad; CE = control emocional; IC = iniciativa; MTC = medida conductual de la memoria de trabajo; PLAC = medida conductual de la planificación; SST = supervisión de la tarea; OR = organización de materiales; IE = inteligencia emocional; ITR = intrapersonal; ITE = interpersonal; ADAP = adaptabilidad; ME = manejo estrés; EA = estado anímico; *ab* = efecto indirecto; *c'* = efecto directo; *c* = efecto total; *a* = relación XM; *b* = relación MY.

<sup>a</sup> Antecedente (X) = sin entrenamiento musical (0), con entrenamiento musical iniciado a partir de los siete años (1) y con entrenamiento musical iniciado antes de los siete años (2); Indicador de la variable antecedente = X<sub>1</sub> (comparación entre grupo 1 y grupo 0) y X<sub>2</sub> (comparación entre grupo 2 y grupo 0); Consecuente (Y) = habilidades matemáticas; Variables control = nivel socioeconómico y edad (en meses).

<sup>b</sup> En el instrumento BRIEF-2, menor puntuación implica un mejor funcionamiento ejecutivo.

\**p* < .05. \*\**p* < .01

*Análisis de mediación entre la intensidad del entrenamiento musical y las habilidades matemáticas*

Mediador <sup>a</sup>	Indicador	ab		c'	c	a	b	
		$\beta$	IC Bootstrap (95%)	$\beta$	$\beta$	$\beta$	$\beta$	
WISC-IV	FS	X <sub>1</sub>	4.87	[-.17, 11.28]	2.43	7.30	1.30*	3.74
		X <sub>2</sub>	1.85	[-2.07, 6.17]	1.46	3.31	.49	
	AS	X <sub>1</sub>	1.67	[-1.41, 6.94]	5.63	7.30	.52	3.23
		X <sub>2</sub>	-1.33	[-5.74, 2.61]	4.64	3.31	-.41	
	FL	X <sub>1</sub>	.48	[-3.89, 3.58]	6.82	7.30	.14	3.47
		X <sub>2</sub>	1.44	[-1.53, 6.79]	1.86	3.31	.42	
	PL	X <sub>1</sub>	3.16	[-.80, 12.37]	4.14	7.30	.77	4.10
		X <sub>2</sub>	1.81	[-.99, 8.19]	1.50	3.31	.44	
	IN	X <sub>1</sub>	6.25	[-.81, 13.22]	1.05	7.30	1.15	5.43**
		X <sub>2</sub>	2.96	[-4.12, 9.27]	.34	3.31	.54	
	DI	X <sub>1</sub>	-.32	[-5.67, 4.30]	7.62	7.30	-.11	2.98*
		X <sub>2</sub>	-2.85	[-8.90, 1.49]	6.16	3.31	-.96	
LN	X <sub>1</sub>	2.14	[-2.78, 9.27]	5.16	7.30	.69	3.08*	
	X <sub>2</sub>	3.81	[-.40, 10.83]	-.50	3.31	1.24		
AR	X <sub>1</sub>	5.91	[-.02, 14.88]	1.39	7.30	1.19	4.96**	
	X <sub>2</sub>	4.44	[-.94, 12.00]	-1.13	3.31	.90		
BRIEF-2 <sup>b</sup>	FE	X <sub>1</sub>	1.01	[-.69, 4.10]	14.06*	15.06**	-2.80	-.36
		X <sub>2</sub>	1.12	[-.55, 4.53]	12.19*	13.31*	-3.13	
	RC	X <sub>1</sub>	.04	[-1.52, 2.06]	15.02*	15.06**	-2.08	-.02
		X <sub>2</sub>	.04	[-1.40, 1.98]	13.27*	13.31*	-2.15	
	RE	X <sub>1</sub>	.81	[-1.10, 3.71]	14.26*	15.06**	-3.67	-.22
		X <sub>2</sub>	.58	[-.85, 2.99]	12.73*	13.31*	-2.65	
	RG	X <sub>1</sub>	.89	[-.80, 3.90]	14.17*	15.06**	-2.01	-.44
		X <sub>2</sub>	1.32	[-.25, 4.71]	11.99*	13.31*	-2.99	
	CIN	X <sub>1</sub>	.05	[-.95, 1.98]	15.02*	15.06**	-1.22	-.04
		X <sub>2</sub>	.06	[-.92, 1.86]	13.25*	13.31*	-1.54	
	SSM	X <sub>1</sub>	-.01	[-2.21, 1.65]	15.08*	15.06**	-2.91	.01
		X <sub>2</sub>	-.01	[-2.02, 1.70]	13.32*	13.31*	-2.85	
	FLEX	X <sub>1</sub>	.81	[-1.22, 3.43]	14.25*	15.06**	-4.12	-.20
		X <sub>2</sub>	.92	[-1.34, 3.69]	12.39*	13.31*	-4.72*	
	CE	X <sub>1</sub>	.59	[-1.28, 3.23]	14.47*	15.06**	-3.10	-.19
		X <sub>2</sub>	.16	[-.99, 1.90]	13.15*	13.31*	-.85	
	IC	X <sub>1</sub>	.59	[-2.16, 3.21]	14.48*	15.06**	-1.04	-.56*
		X <sub>2</sub>	1.23	[-.91, 4.28]	12.08*	13.31*	-2.18	
MTC	X <sub>1</sub>	.92	[-1.53, 4.42]	14.14*	15.06**	-1.39	-.66**	
	X <sub>2</sub>	2.16	[-.11, 6.12]	11.15*	13.31*	-3.28		
PLAC	X <sub>1</sub>	.41	[-1.27, 2.54]	14.65*	15.06**	-1.19	-.34	
	X <sub>2</sub>	.72	[-.64, 3.28]	12.59*	13.31*	-2.11		
SST	X <sub>1</sub>	.45	[-.78, 2.75]	14.61*	15.06**	-2.34	-.19	
	X <sub>2</sub>	.37	[-.64, 2.68]	12.94*	13.31*	-1.93		
OR	X <sub>1</sub>	.31	[-.84, 2.64]	14.75*	15.06**	-1.87	-.17	

Mediador <sup>a</sup>	Indicador	<i>ab</i>		<i>c'</i>	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	
		$\beta$	IC Bootstrap (95%)	$\beta$	$\beta$	$\beta$	$\beta$	
BarOn	X <sub>2</sub>	.43	[-.94, 2.71]	12.88*	13.31*	-2.58		
		IE	X <sub>1</sub>	.44	[-1.60, 3.01]	14.63*	15.06**	5.38
	X <sub>2</sub>		.41	[-1.53, 2.95]	12.90*	13.31*	5.07	
	ITR	X <sub>1</sub>	-.06	[-1.71, 1.09]	15.12*	15.06**	2.60	-.02
		X <sub>2</sub>	-.11	[-2.26, 1.70]	13.42*	13.31*	4.82	
	ITE	X <sub>1</sub>	1.15	[-1.50, 4.67]	13.92*	15.06**	7.30*	.16
		X <sub>2</sub>	1.04	[-1.38, 4.25]	12.27*	13.31*	6.64*	
	ADAP	X <sub>1</sub>	.85	[-.95, 3.58]	14.21*	15.06**	5.08	.17
		X <sub>2</sub>	.86	[-.91, 3.36]	12.45*	13.31*	5.16*	
	ME	X <sub>1</sub>	-.04	[-1.39, 1.08]	15.10**	15.06**	.62	-.07
		X <sub>2</sub>	.14	[-1.13, 1.54]	13.17*	13.31*	-2.15	
	EA	X <sub>1</sub>	.80	[-1.53, 3.59]	14.26*	15.06**	6.83*	.12
		X <sub>2</sub>	.57	[-1.23, 3.05]	12.74*	13.31*	4.89	
	CREA	X <sub>1</sub>	.31	[-2.03, 2.96]	14.75*	15.06**	-1.40	-.22*
X <sub>2</sub>		1.87	[-.17, 4.49]	11.44*	13.31*	-8.51		

*Nota.* ENFEN = Evaluación Neuropsicológica de las Funciones Ejecutivas en Niños; WISC-IV = Subtest de Memoria de trabajo; BRIEF-2 = Evaluación Conductual de la Función Ejecutiva; BarOn = Inventario de Inteligencia Emocional; CREA = Inteligencia Creativa; FS = fluidez semántica; AS = atención sostenida; FL = flexibilidad; PL = planificación; IN = inhibición; DI = dígitos; LN = letras y números; AR = aritmética; FE = funciones ejecutivas; RC = regulación conductual; REM = regulación emocional; RG = regulación cognitiva; CIN = conducta inhibitoria; SSM = supervisión de sí mismo; FLEX = flexibilidad; CE = control emocional; IC = iniciativa; MTC = medida conductual de la memoria de trabajo; PLAC = medida conductual de la planificación; SST = supervisión de la tarea; OR = organización de materiales; IE = inteligencia emocional; ITR = intrapersonal; ITE = interpersonal; ADAP = adaptabilidad; ME = manejo estrés; EA = estado anímico; *ab* = efecto indirecto; *c'* = efecto directo; *c* = efecto total; *a* = relación XM; *b* = relación MY.

<sup>a</sup> Antecedente (X) = sin entrenamiento musical (0), con entrenamiento musical de intensidad moderada (1-3 h/semana) (1) y con entrenamiento musical de intensidad elevada (más de tres horas semanales) (2); Indicador de la variable antecedente = X<sub>1</sub> (comparación entre grupo 1 y grupo 0) y X<sub>2</sub> (comparación entre grupo 2 y grupo 0); Consecuente (Y) = habilidades matemáticas; Variables control = nivel socioeconómico y edad (en meses).

<sup>b</sup> En el instrumento BRIEF-2, menor puntuación implica un mejor funcionamiento ejecutivo.

\**p* < .05. \*\**p* < .01

*Análisis de mediación entre el entrenamiento musical y el rendimiento escolar*

Mediador <sup>a</sup>	<i>ab</i>		<i>c'</i>	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	
	$\beta$	IC Bootstrap (95%)	$\beta$	$\beta$	$\beta$	$\beta$	
ENFEN	FF	.03	[-.07, .16]	.69**	.71**	.99*	.03
	FS	.02	[-.06, .11]	.69**	.71**	.84*	.03
	AS	-.01	[-.07, .12]	.71**	.71**	-.02	.09
	FL	.05	[-.06, .22]	.66**	.71**	.30	.17**
	PL	.12	[-.01, .37]	.60**	.71**	.58	.20**
	IN	.10	[-.04, .25]	.61**	.71**	.80	.12**
WISC-IV	MT	.12	[-.01, .32]	.59**	.71**	7.38*	.02*
	DI	-.06	[-.21, .07]	.77**	.71**	-.60	.09*
	LN	.07	[-.02, .26]	.64**	.71**	1.01	.07*
	AR	.04	[-.08, .20]	.67**	.71**	1.02*	.04
BRIEF-2 <sup>b</sup>	FE	.12	[-.01, .28]	.53**	.65**	-2.99*	-.04**
	RC	.05	[-.02, .16]	.60**	.65**	-2.12	-.02**
	RE	.08	[-.00, .21]	.56**	.65**	-3.10	-.03**
	RG	.10	[-.03, .26]	.54**	.65**	-2.24	-.04**
	CIN	.03	[-.03, .13]	.62**	.65**	-1.40	-.02**
	SSM	.06	[-.01, .16]	.58**	.65**	-2.88	-.02**
	CE	.05	[-.03, .17]	.60**	.65**	-1.84	-.03**
	IC	.05	[-.06, .18]	.60**	.65**	-1.68	-.03**
	MTC	.10	[-.02, .25]	.55**	.65**	-2.45	-.04**
	PLAC	.07	[-.06, .21]	.58**	.65**	-1.71	-.04**
	SST	.07	[-.04, .20]	.58**	.65**	-2.11	-.03**
	OR	.06	[-.02, .17]	.59**	.65**	-2.27	-.03**
BarOn	ITR	.01	[-.03, .07]	.63**	.65**	3.85	.01
	ITE	.06	[-.01, .18]	.58**	.65**	6.93**	.01
	ME	-.01	[-.06, .04]	.66**	.65**	-.93	.01
	EA	.05	[-.01, .15]	.60**	.65**	5.74*	.01
CREA		-.02	[-.07, .02]	.66**	.65**	-5.38	.01
K-BIT		.09	[-.01, .26]	.62**	.71**	4.71*	.02

*Nota.* ENFEN = Evaluación Neuropsicológica de las Funciones Ejecutivas en Niños; WISC-IV = Subtest de Memoria de trabajo; BRIEF-2 = Evaluación Conductual de la Función Ejecutiva; BarOn = Inventario de Inteligencia Emocional; CREA = Inteligencia Creativa; K-BIT = Test Breve de Inteligencia de Kaufman; FF = fluidez fonológica; FS = fluidez semántica; AS = atención sostenida; FL = flexibilidad; PL = planificación; IN = inhibición; MT = memoria de trabajo; DI = dígitos; LN = letras y números; AR = aritmética; FE = funciones ejecutivas; RC = regulación conductual; REM = regulación emocional; RG = regulación cognitiva; CIN = conducta inhibitoria; SSM = supervisión de sí mismo; CE= control emocional; IC = iniciativa; MTC = medida conductual de la memoria de trabajo; PLAC = medida conductual de la planificación; SST = supervisión de la tarea; OR = organización de materiales; ITR = intrapersonal; ITE = interpersonal; ME = manejo estrés; EA = estado anímico; *ab* = efecto indirecto; *c'* = efecto directo; *c* = efecto total; *a* = relación XM; *b* = relación MY.

<sup>a</sup> Antecedente (X) = sin entrenamiento musical (0) y con entrenamiento musical (1); Consecuente (Y) = rendimiento escolar; Variables control = nivel socioeconómico y edad (en meses).

<sup>b</sup> En el instrumento BRIEF-2, menor puntuación implica un mejor funcionamiento ejecutivo.

\**p* < .05. \*\**p* < .01

*Análisis de mediación entre la edad de inicio del entrenamiento musical y el rendimiento escolar*

Mediador <sup>a</sup>	Indicador	ab		c'	c	a	b		
		$\beta$	IC Bootstrap (95%)	$\beta$	$\beta$	$\beta$	$\beta$		
ENFEN	FF	X <sub>1</sub>	.03	[-.07, .19]	.42	.44	.99	.03	
		X <sub>2</sub>	.03	[-.06, .18]	.84**	.86**	.99*		
	FS	X <sub>1</sub>	.05	[-.07, .19]	.39	.44	1.25*	.04	
		X <sub>2</sub>	.02	[-.06, .10]	.84**	.86**	.61		
	AS	X <sub>1</sub>	-.02	[-.13, .12]	.46	.44	-.20	.09	
		X <sub>2</sub>	.01	[-.07, .14]	.86**	.86**	.08		
	FL	X <sub>1</sub>	.06	[-.10, .25]	.38	.44	.34	.18**	
		X <sub>2</sub>	.05	[-.07, .23]	.81**	.86**	.28		
	PL	X <sub>1</sub>	.09	[-.05, .35]	.36	.44	.44	.20**	
		X <sub>2</sub>	.13	[-.01, .41]	.73**	.86**	.66		
	IN	X <sub>1</sub>	.04	[-.13, .22]	.40	.44	.37	.12*	
		X <sub>2</sub>	.12	[-.01, .30]	.74**	.86**	1.04		
WISC-IV	MT	X1	.15	[-.01, .38]	.30	.44	8.82	.02*	
		X2	.11	[-.01, .31]	.75**	.86**	6.58		
	DI	X1	.02	[-.16, .25]	.43	.44	.15	.11**	
		X2	-.11	[-.29, .03]	.97**	.86**	-1.01		
	LN	X1	.04	[-.06, .20]	.40	.44	.54	.07*	
		X2	.09	[-.04, .30]	.77**	.86**	1.26		
	AR	X1	.04	[-.08, .21]	.40	.44	.97	.04	
		X2	.04	[-.08, .22]	.82**	.86**	1.05		
	BRIEF-2 <sup>b</sup>	FE	X1	.12	[-.03, .31]	.39*	.51*	-3.07	-.04**
			X2	.12	[-.02, .28]	.58**	.70**	-2.95	
		RC	X1	.06	[-.02, .19]	.46*	.51*	-2.58	-.02**
			X2	.04	[-.03, .16]	.66**	.70**	-1.93	
RE		X1	.08	[-.01, .22]	.43*	.51*	-3.02	-.03**	
		X2	.08	[-.01, .22]	.62**	.70**	-3.13		
RG		X1	.10	[-.07, .29]	.41*	.51*	-2.52	-.04**	
		X2	.10	[-.04, .27]	.60**	.70**	-2.58		
CIN		X1	.03	[-.03, .15]	.48*	.51*	-1.62	-.02**	
		X2	.02	[-.03, .12]	.68**	.70**	-1.31		
CE		X1	.05	[-.05, .17]	.47*	.51*	-1.76	-.03**	
		X2	.05	[-.03, .17]	.65**	.70**	-1.87		
IC	X1	.04	[-.13, .21]	.47*	.51*	-1.35	-.03**		
	X2	.06	[-.05, .19]	.64**	.70**	-1.81			
MTC	X1	.10	[-.06, .29]	.41*	.51*	-2.62	-.03**		
	X2	.09	[-.03, .25]	.61**	.70**	-2.38			
PLAC	X1	.07	[-.10, .24]	.44*	.51*	-1.83	-.04**		
	X2	.07	[-.07, .21]	.63**	.70**	-1.66			
SST	X1	.08	[-.08, .25]	.44*	.51*	-2.44	-.03**		
	X2	.06	[-.06, .20]	.64**	.70**	-1.98			
OR	X1	.05	[-.05, .17]	.47*	.51*	-1.77	-.03**		



Mediador <sup>a</sup>	Indicador	<i>ab</i>		<i>c'</i>	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	
		$\beta$	IC Bootstrap (95%)	$\beta$	$\beta$	$\beta$	$\beta$	
BarOn	X2	.06	[-.02, .19]	.64**	.70**	-2.47		
		X1	.01	[-.03, .07]	.50*	.51*	3.42	.01
	ITR	X2	.01	[-.03, .08]	.69**	.70**	4.01	
		ITE	X1	.04	[-.02, .17]	.46*	.51*	5.58
	X2		.07	[-.01, .18]	.63**	.70**	7.46**	
	ME	X1	-.03	[-.11, .02]	.54**	.51*	-3.83	.01
		X2	.01	[-.04, .06]	.70**	.70**	.22	
	EA	X1	.04	[-.03, .16]	.47**	.51*	4.96	.01
		X2	.05	[-.01, .16]	.65**	.70**	6.05*	
	CREA	X1	-.02	[-.09, .02]	.53**	.51*	-6.74	.01
X2		-.01	[-.07, .02]	.71**	.70**	-4.85		
K-BIT	X1	.13	[-.01, .41]	.32	.44	6.11*	.02	
	X2	.08	[-.01, .25]	.78**	.86**	3.93		

*Nota.* ENFEN = Evaluación Neuropsicológica de las Funciones Ejecutivas en Niños; WISC-IV = Subtest de Memoria de trabajo; BRIEF-2 = Evaluación Conductual de la Función Ejecutiva; BarOn = Inventario de Inteligencia Emocional; CREA = Inteligencia Creativa; K-BIT = Test Breve de Inteligencia de Kaufman; FF = fluidez fonológica; FS = fluidez semántica; AS = atención sostenida; FL = flexibilidad; PL = planificación; IN = inhibición; MT = memoria de trabajo; DI = dígitos; LN = letras y números; AR = aritmética; FE = funciones ejecutivas; RC = regulación conductual; REM = regulación emocional; RG = regulación cognitiva; CIN = conducta inhibitoria; CE = control emocional; IC = iniciativa; MTC = medida conductual de la memoria de trabajo; PLAC = medida conductual de la planificación; SST = supervisión de la tarea; OR = organización de materiales; ITR = intrapersonal; ITE = interpersonal; ME = manejo estrés; EA = estado anímico; *ab* = efecto indirecto; *c'* = efecto directo; *c* = efecto total; *a* = relación XM; *b* = relación MY.

<sup>a</sup> Antecedente (X) = sin entrenamiento musical (0), con entrenamiento musical iniciado a partir de los siete años (1) y con entrenamiento musical iniciado antes de los siete años (2); Indicador de la variable antecedente = X<sub>1</sub> (comparación entre grupo 1 y grupo 0) y X<sub>2</sub> (comparación entre grupo 2 y grupo 0); Consecuente (Y) = rendimiento escolar; Variables control = nivel socioeconómico y edad (en meses).

<sup>b</sup> En el instrumento BRIEF-2, menor puntuación implica un mejor funcionamiento ejecutivo.

\**p* < .05. \*\**p* < .01

Análisis de mediación entre la intensidad del entrenamiento musical y el rendimiento escolar

Mediador <sup>a</sup>	Indicador	ab		c'	c	a	b		
		$\beta$	IC Bootstrap (95%)	$\beta$	$\beta$	$\beta$	$\beta$		
ENFEN	FF	X <sub>1</sub>	.06	[-.08, .28]	.48	.54*	1.59**	.04	
		X <sub>2</sub>	.02	[-.04, .13]	.82**	.84**	.56		
	FS	X <sub>1</sub>	.05	[-.08, .21]	.49	.54*	1.30*	.04	
		X <sub>2</sub>	.02	[-.06, .09]	.82**	.84**	.49		
	AS	X <sub>1</sub>	.05	[-.03, .24]	.48	.54*	.52	.11	
		X <sub>2</sub>	-.04	[-.17, .08]	.88**	.84**	-.41		
	FL	X <sub>1</sub>	.02	[-.13, .19]	.51*	.54*	.14	.17**	
		X <sub>2</sub>	.07	[-.05, .28]	.77**	.84**	.42		
	PL	X <sub>1</sub>	.16	[-.02, .48]	.38	.54*	.77	.21**	
		X <sub>2</sub>	.09	[-.03, .36]	.75**	.84**	.44		
	IN	X <sub>1</sub>	.15	[-.01, .37]	.39	.54*	1.15	.13**	
		X <sub>2</sub>	.07	[-.10, .23]	.77**	.84**	.55		
WISC-IV	MT	X <sub>1</sub>	.12	[-.01, .33]	.42	.54*	7.52	.02*	
		X <sub>2</sub>	.12	[-.01, .33]	.72**	.84**	7.27		
	DI	X <sub>1</sub>	-.01	[-.17, .16]	.55*	.54*	-.11	.10**	
		X <sub>2</sub>	-.10	[-.29, .06]	.94**	.84**	-.96		
	LN	X <sub>1</sub>	-.05	[-.06, .25]	.49	.54*	.69	.07*	
		X <sub>2</sub>	-.09	[-.03, .29]	.75**	.84**	1.24		
	AR	X <sub>1</sub>	.05	[-.09, .26]	.49	.54*	1.19	.04	
		X <sub>2</sub>	.04	[-.07, .20]	.80**	.84**	.90		
	BRIEF-2 <sup>b</sup>	FE	X <sub>1</sub>	.11	[-.04, .29]	.51**	.63**	-2.80	-.04**
			X <sub>2</sub>	.13	[-.01, .29]	.54**	.66**	-3.13	
		RC	X <sub>1</sub>	.05	[-.03, .17]	.58**	.63**	-2.08	-.02**
			X <sub>2</sub>	.05	[-.03, .17]	.62**	.66**	-2.15	
RE		X <sub>1</sub>	.10	[-.01, .24]	.53**	.63**	-3.67	-.03**	
		X <sub>2</sub>	.07	[-.02, .21]	.59**	.66**	-2.65		
RG		X <sub>1</sub>	.08	[-.08, .27]	.54**	.63**	-2.01	-.04**	
		X <sub>2</sub>	.12	[-.02, .29]	.54**	.66**	-3.00		
CIN		X <sub>1</sub>	.02	[-.05, .14]	.53**	.63**	-1.22	-.02**	
		X <sub>2</sub>	.03	[-.03, .14]	.59**	.66**	-1.54		
SSM		X <sub>1</sub>	.06	[-.02, .18]	.56**	.63**	-2.91	-.02**	
		X <sub>2</sub>	.06	[-.02, .17]	.60**	.66**	-2.85		
CE	X <sub>1</sub>	.08	[-.01, .22]	.54**	.63**	-3.10	-.03**		
	X <sub>2</sub>	.02	[-.06, .14]	.64**	.66**	-.85			
IC	X <sub>1</sub>	.03	[-.10, .18]	.59**	.63**	-1.04	-.03**		
	X <sub>2</sub>	.07	[-.05, .21]	.60**	.66**	-2.18			
PLAC	X <sub>1</sub>	.05	[-.10, .21]	.58**	.63**	-1.19	-.04**		
	X <sub>2</sub>	.08	[-.06, .23]	.58**	.66**	-2.11			
SST	X <sub>1</sub>	.07	[-.05, .23]	.55**	.63**	-2.34	-.03**		
	X <sub>2</sub>	.06	[-.06, .20]	.60**	.66**	-1.93			
OR	X <sub>1</sub>	.05	[-.05, .18]	.58**	.63**	-1.87	-.03**		

Mediador <sup>a</sup>	Indicador	<i>ab</i>		<i>c'</i>	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	
		$\beta$	IC Bootstrap (95%)	$\beta$	$\beta$	$\beta$	$\beta$	
BarOn	X <sub>2</sub>	.07	[-.01, .18]	.60**	.66**	-2.58	.01*	
		IE	X <sub>1</sub>	.07	[-.01, .18]	.56**		.63**
	X <sub>2</sub>		.06	[-.01, .17]	.60**	.66**		5.07
	ITR	X <sub>1</sub>	.01	[-.03, .07]	.62**	.63**		2.60
		X <sub>2</sub>	.01	[-.03, .09]	.65**	.66**		4.82
	ITE	X <sub>1</sub>	.07	[-.01, .19]	.56**	.63**		7.30*
		X <sub>2</sub>	.06	[-.01, .18]	.60**	.66**		6.64*
	ME	X <sub>1</sub>	.01	[-.05, .07]	.62**	.63**		.62
		X <sub>2</sub>	-.02	[-.08, .03]	.68**	.66**		-2.15
	EA	X <sub>1</sub>	.06	[-.02, .17]	.57**	.63**		6.83*
		X <sub>2</sub>	.04	[-.02, .15]	.62**	.66**		4.89
	CREA	X <sub>1</sub>	-.01	[-.05, .04]	.63**	.63**		-1.40
X <sub>2</sub>		-.03	[-.10, .02]	.69**	.66**	-8.51		
K-BIT	X <sub>1</sub>	.12	[-.01, .32]	.42	.54*	5.80*		
	X <sub>2</sub>	.08	[-.02, .26]	.76**	.84**	3.90		

*Nota.* ENFEN = Evaluación Neuropsicológica de las Funciones Ejecutivas en Niños; WISC-IV = Subtest de Memoria de trabajo; BRIEF-2 = Evaluación Conductual de la Función Ejecutiva; BarOn = Inventario de Inteligencia Emocional; CREA = Inteligencia Creativa; K-BIT = Test Breve de Inteligencia de Kaufman; FF = fluidez fonológica; FS = fluidez semántica; AS = atención sostenida; FL = flexibilidad; PL = planificación; IN = inhibición; MT = memoria de trabajo; DI = dígitos; LN = letras y números; AR = aritmética; FE = funciones ejecutivas; RC = regulación conductual; REM = regulación emocional; RG = regulación cognitiva; CIN = conducta inhibitoria; SSM = supervisión de sí mismo; CE = control emocional; IC = iniciativa; PLAC = medida conductual de la planificación; SST = supervisión de la tarea; OR = organización de materiales; IE = inteligencia emocional; ITR = intrapersonal; ITE = interpersonal; ME = manejo estrés; EA = estado anímico; *ab* = efecto indirecto; *c'* = efecto directo; *c* = efecto total; *a* = relación XM; *b* = relación MY.

<sup>a</sup> Antecedente (X) = sin entrenamiento musical (0), con entrenamiento musical de intensidad moderada (1-3 h/semana) (1) y con entrenamiento musical de intensidad elevada (más de tres horas semanales) (2); Indicador de la variable antecedente = X<sub>1</sub> (comparación entre grupo 1 y grupo 0) y X<sub>2</sub> (comparación entre grupo 2 y grupo 0); Consecuente (Y) = rendimiento escolar; Variables control = nivel socioeconómico y edad (en meses).

<sup>b</sup> En el instrumento BRIEF-2, menor puntuación implica un mejor funcionamiento ejecutivo.

\**p* < .05. \*\**p* < .01

*Análisis de mediación entre el entrenamiento musical y los hábitos y técnicas de estudio*

Mediador <sup>a</sup>	ab		c´	c	a	b	
	β	IC Bootstrap (95%)	β	β	β	β	
ENFEN	FF	-0.53	[-3.72, 2.89]	10.66*	10.13*	1.09*	-0.49
	FS	.90	[-1.94, 4.34]	9.23	10.13*	1.11*	.81
	AS	.01	[-.92, 2.34]	10.13*	10.13*	.01	.44
	FL	1.72	[-.78, 5.73]	8.41	10.13*	.48	3.57*
	PL	.76	[-1.71, 4.80]	9.37	10.13*	.53	1.44
	IN	3.03	[-.16, 6.23]	7.10	10.13*	1.23*	2.47*
WISC-IV	MT	.97	[-1.58, 4.65]	9.16	10.13*	7.83*	.12
	DI	-1.16	[-4.04, .69]	11.29*	10.13*	-.96	1.21
	LN	1.09	[-1.09, 4.23]	9.04	10.13*	1.03	1.07
	AR	.16	[-3.51, 4.11]	9.97	10.13*	1.03	.15
BRIEF-2 <sup>b</sup>	FE	1.75	[-.13, 4.68]	6.70	8.45*	-3.28	-.53**
	RC	.60	[-.47, 2.70]	7.85*	8.45*	-2.44	-.25
	RE	1.05	[-.27, 3.57]	7.41*	8.45*	-3.68	-.28
	RG	1.57	[-.72, 4.34]	6.88*	8.45*	-2.66	-.59**
	CIN	.24	[-.54, 1.98]	8.21*	8.45*	-1.27	-.19
	SSM	.96	[-.28, 3.16]	7.49*	8.45*	-3.69*	-.26
	FLEX	1.19	[-.23, 3.54]	7.26*	8.45*	-4.92*	-.24
	CE	.73	[-.34, 2.87]	7.72*	8.45*	-2.36	-.31
	IC	.55	[-.68, 2.14]	7.90*	8.45*	-2.10	-.26
	MTC	1.71	[-.67, 4.45]	6.74*	8.45*	-2.61	-.66**
	PLAC	1.15	[-1.19, 3.82]	7.30*	8.45*	-1.83	-.63**
	SST	1.26	[-.67, 3.68]	7.20*	8.45*	-2.64	-.48**
	OR	.51	[-.66, 2.46]	7.94*	8.45*	-1.54	-.33
	BarOn	IE	1.79	[-.22, 5.07]	6.54	8.33*	4.31
ITR		.84	[-.81, 3.57]	7.50*	8.33*	2.67	.31**
ME		-.39	[-1.82, .94]	8.73*	8.33*	-1.89	.21
EA		.68	[-.56, 2.53]	7.65*	8.33*	4.75	.14
CREA		-.23	[-1.64, .76]	8.57*	8.33*	-6.32	.04
K-BIT		1.15	[-1.07, 4.54]	8.98	10.13*	2.70	.43

*Nota.* ENFEN = Evaluación Neuropsicológica de las Funciones Ejecutivas en Niños; WISC-IV = Subtest de Memoria de trabajo; BRIEF-2 = Evaluación Conductual de la Función Ejecutiva; BarOn = Inventario de Inteligencia Emocional; CREA = Inteligencia Creativa; K-BIT = Test Breve de Inteligencia de Kaufman; FF = fluidez fonológica; FS = fluidez semántica; AS = atención sostenida; FL = flexibilidad; PL = planificación; IN = inhibición; MT = memoria de trabajo; DI = dígitos; LN = letras y números; AR = aritmética; FE = funciones ejecutivas; RC = regulación conductual; REM = regulación emocional; RG = regulación cognitiva; CIN = conducta inhibitoria; SSM = supervisión de sí mismo; FLEX = flexibilidad; CE= control emocional; IC = iniciativa; MTC = medida conductual de la memoria de trabajo; PLAC = medida conductual de la planificación; SST = supervisión de la tarea; OR = organización de materiales; IE = inteligencia emocional; ITR = intrapersonal; ME = manejo estrés; EA = estado anímico; *ab* = efecto indirecto; *c´* = efecto directo; *c* = efecto total; *a* = relación XM; *b* = relación MY.

<sup>a</sup> Antecedente (X) = sin entrenamiento musical (0) y con entrenamiento musical (1); Consecuente (Y) = hábitos y técnicas de estudio; Variables control = nivel socioeconómico y edad (en meses).

<sup>b</sup> En el instrumento BRIEF-2, menor puntuación implica un mejor funcionamiento ejecutivo.

\**p* < .05. \*\**p* < .01

*Análisis de mediación entre la edad de inicio del entrenamiento musical y los hábitos y técnicas de estudio*

Mediador <sup>a</sup>	Indicador	ab		c'	c	a	b		
		$\beta$	IC Bootstrap (95%)	$\beta$	$\beta$	$\beta$	$\beta$		
ENFEN	FF	X <sub>1</sub>	-0.46	[-3.91, 2.93]	10.43	9.97	.95	-.49	
		X <sub>2</sub>	-.58	[-4.18, 3.38]	10.82	10.24	1.18*		
	FS	X <sub>1</sub>	.89	[-2.20, 4.55]	9.08	9.97	1.09	.81	
		X <sub>2</sub>	.91	[-2.41, 4.73]	9.33	10.24	1.12*		
	AS	X <sub>1</sub>	.10	[-1.47, 3.07]	9.86	9.97	.23	.45	
		X <sub>2</sub>	-.06	[-1.43, 2.42]	10.31	10.24	-.14		
	FL	X <sub>1</sub>	2.07	[-1.53, 7.05]	7.90	9.97	.58	3.57*	
		X <sub>2</sub>	1.49	[-1.22, 5.92]	8.75	10.24	.42		
	PL	X <sub>1</sub>	.57	[-1.52, 4.09]	9.39	9.97	.40	1.44	
		X <sub>2</sub>	.88	[-1.86, 5.26]	9.36	10.24	.61		
	IN	X <sub>1</sub>	2.06	[-1.80, 6.19]	7.91	9.97	.82	2.49*	
		X <sub>2</sub>	3.74	[-.07, 7.75]	6.50	10.24	1.50**		
WISC-IV	MT	X1	1.02	[-1.54, 5.07]	8.95	9.97	8.19	.12	
		X2	.94	[-1.55, 4.81]	9.30	10.24	7.59		
	DI	X1	-.49	[-3.66, 2.18]	10.45	9.97	-.40	1.23	
		X2	-1.64	[-5.46, .70]	11.88	10.24	-1.34		
	LN	X1	.52	[-1.60, 3.69]	9.45	9.97	.49	1.07	
		X2	1.49	[-1.23, 5.59]	8.75	10.24	1.39		
	AR	X1	.14	[-3.26, 4.25]	9.83	9.97	.92	.15	
		X2	.17	[-3.75, 4.34]	10.07	10.24	1.10		
	BRIEF-2 <sup>b</sup>	FE	X1	1.79	[-.33, 4.89]	4.60	6.39	-3.34	-.53**
			X2	1.74	[-.22, 4.81]	7.66*	9.40*	-3.25	
		RC	X1	.70	[-.62, 3.19]	5.69	6.39	-2.82	-.25
			X2	.56	[-.58, 2.63]	8.83*	9.40*	-2.26	
RE		X1	1.13	[-.30, 3.70]	5.25	6.39	-3.96	-.29	
		X2	1.01	[-.29, 3.67]	8.38*	9.40*	-3.54		
RG		X1	1.53	[-1.35, 4.86]	4.86	6.39	-2.58	-.59**	
		X2	1.59	[-.82, 4.59]	7.80*	9.40*	-2.29		
CIN		X1	.33	[-.75, 2.39]	6.05	6.39	-1.69	-.20	
		X2	.21	[-.66, 1.88]	9.19*	9.40*	-1.07		
SSM		X1	.98	[-.37, 3.32]	5.41	6.39	-3.74	-.26	
		X2	.96	[-.39, 3.34]	8.44*	9.40*	-3.66		
FLEX	X1	1.21	[-.27, 3.65]	5.17	6.39	-5.01	-.24		
	X2	1.18	[-.27, 3.76]	8.22*	9.40*	-4.88*			
CE	X1	.85	[-.60, 3.22]	5.54	6.39	-2.72	-.31		
	X2	.69	[-.45, 3.11]	8.71*	9.40*	-2.19			
IC	X1	.43	[-1.33, 2.48]	5.95	6.39	-1.68	-.26		
	X2	.59	[-.70, 2.21]	8.80*	9.40*	-2.30			
MTC	X1	1.93	[-1.46, 5.47]	4.46	6.39	-2.93	-.66**		
	X2	1.62	[-.97, 4.51]	7.77*	9.40*	-2.47			
PLAC	X1	1.32	[-1.92, 4.56]	5.06	6.39	-2.10	-.63**		

Mediador <sup>a</sup>	Indicador	<i>ab</i>		<i>c'</i>	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	
		$\beta$	IC Bootstrap (95%)	$\beta$	$\beta$	$\beta$	$\beta$	
BarOn	SST	X2	1.07	[-1.49, 3.75]	8.32*	9.40*	-1.70	
		X1	1.22	[-1.44, 4.22]	5.17	6.39	-2.56	
		X2	1.27	[-.88, 3.72]	8.12*	9.40*	-2.67	-.48**
	OR	X1	.28	[-1.46, 2.20]	6.10	6.39	-.86	
		X2	.61	[-.68, 2.86]	8.79*	9.40*	-1.85	-.33
	IE	X1	1.52	[-1.22, 5.36]	4.87	6.40	3.68	
		X2	.56	[-.32, 5.61]	7.33	9.24*	4.60	.41**
	ITR	X1	1.05	[-1.36, 4.00]	5.35	6.40	3.31	
		X2	.75	[-1.16, 3.69]	8.49*	9.24*	2.37	.32**
	ADAP	X1	2.33	[-.09, 6.06]	4.07	6.40	7.22*	
		X2	1.57	[-.23, 4.51]	7.67*	9.24*	4.86	.32**
	ME	X1	-.99	[-3.33, .64]	7.39	6.40	-4.88	
X2		-.10	[-1.48, 1.30]	9.34*	9.24*	-.49	.20	
EA	X1	.67	[-.80, 2.86]	5.73	6.40	4.68		
	X2	.69	[-.55, 2.61]	8.55*	9.24*	4.79	.14	
CREA	X1	-.30	[-2.22, 1.04]	6.70	6.40	-8.69		
	X2	-.18	[-1.62, .73]	9.42*	9.24*	-5.21	.03	
K-BIT	X1	1.71	[-1.53, 6.54]	8.26	9.97	3.97		
	X2	.80	[-1.58, 4.23]	9.44	10.24*	1.85	.43	

*Nota.* ENFEN = Evaluación Neuropsicológica de las Funciones Ejecutivas en Niños; WISC-IV = Subtest de Memoria de trabajo; BRIEF-2 = Evaluación Conductual de la Función Ejecutiva; BarOn = Inventario de Inteligencia Emocional; CREA = Inteligencia Creativa; K-BIT = Test Breve de Inteligencia de Kaufman; FF = fluidez fonológica; FS = fluidez semántica; AS = atención sostenida; FL = flexibilidad; PL = planificación; IN = inhibición; MT = memoria de trabajo; DI = dígitos; LN = letras y números; AR = aritmética; FE = funciones ejecutivas; RC = regulación conductual; REM = regulación emocional; RG = regulación cognitiva; CIN = conducta inhibitoria; SSM = supervisión de sí mismo; FLEX = flexibilidad; CE = control emocional; IC = iniciativa; MTC = medida conductual de la memoria de trabajo; PLAC = medida conductual de la planificación; SST = supervisión de la tarea; OR = organización de materiales; IE = inteligencia emocional; ITR = intrapersonal; ADAP = adaptabilidad; ME = manejo estrés; EA = estado anímico; *ab* = efecto indirecto; *c'* = efecto directo; *c* = efecto total; *a* = relación XM; *b* = relación MY.

<sup>a</sup> Antecedente (X) = sin entrenamiento musical (0), con entrenamiento musical iniciado a partir de los siete años (1) y con entrenamiento musical iniciado antes de los siete años (2); Indicador de la variable antecedente = X<sub>1</sub> (comparación entre grupo 1 y grupo 0) y X<sub>2</sub> (comparación entre grupo 2 y grupo 0); Consecuente (Y) = hábitos y técnicas de estudio; Variables control = nivel socioeconómico y edad (en meses).

<sup>b</sup> En el instrumento BRIEF-2, menor puntuación implica un mejor funcionamiento ejecutivo.

\* $p < .05$ . \*\* $p < .01$

*Análisis de mediación entre la intensidad del entrenamiento musical y los hábitos y técnicas de estudio*

Mediador <sup>a</sup>	Indicador	ab		c'	c	a	b	
		$\beta$	IC Bootstrap (95%)	$\beta$	$\beta$	$\beta$	$\beta$	
ENFEN	FF	X <sub>1</sub>	.18	[-4.53, 6.50]	2.09	2.27	1.88**	.10
		X <sub>2</sub>	.05	[-1.98, 2.92]	15.45**	15.50**	.55	
	FS	X <sub>1</sub>	2.30	[-1.92, 6.84]	-.03	2.27	1.68**	1.37
		X <sub>2</sub>	1.00	[-1.07, 4.11]	14.50*	15.50**	.73	
	AS	X <sub>1</sub>	.24	[-1.13, 3.08]	2.03	2.27	.31	.76
		X <sub>2</sub>	-.15	[-1.78, 2.54]	15.65**	15.50**	-.20	
	FL	X <sub>1</sub>	1.00	[-1.94, 4.91]	1.27	2.27	.30	3.38*
		X <sub>2</sub>	2.05	[-.81, 7.02]	13.44*	15.50**	.61	
	PL	X <sub>1</sub>	1.12	[-1.80, 5.97]	1.16	2.27	.68	1.64
		X <sub>2</sub>	.69	[-1.32, 4.55]	14.81**	15.50**	.42	
	IN	X <sub>1</sub>	3.84	[-.01, 8.76]	-1.57	2.27	1.46*	2.64*
		X <sub>2</sub>	2.83	[-1.10, 6.12]	12.67*	15.50**	1.07	
WISC-IV	MT	X1	1.25	[-1.56, 5.33]	1.02	2.27	9.08	.14
		X2	.96	[-1.28, 4.84]	14.54*	15.50**	6.97	
	DI	X1	-.76	[-3.63, 1.36]	3.03	2.27	-.55	1.38
		X2	-1.72	[-5.88, .79]	17.22**	15.50**	-1.24	
	LN	X1	.87	[-1.21, 4.32]	1.40	2.27	.86	1.01
		X2	1.16	[-1.19, 4.86]	14.34*	15.50**	1.14	
	AR	X1	.17	[-3.44, 4.81]	2.10	2.27	1.05	.17
		X2	.17	[-3.61, 4.20]	15.33**	15.50**	1.01	
	RC	X1	.28	[-.89, 2.32]	5.23	5.51	-1.20	-.23
		X2	.77	[-.57, 3.12]	9.78*	10.55**	-3.32	
	RE	X1	1.06	[-.30, 3.80]	4.45	5.51	-3.72	-.29
		X2	1.04	[-.28, 3.72]	9.51*	10.55**	-3.64	
CIN	X1	-.05	[-1.19, 1.48]	5.56	5.51	.30	-.18	
	X2	.42	[-.61, 2.30]	10.13*	10.55**	-2.38		
SSM	X1	.86	[-.44, 3.27]	4.65	5.51	-3.34	-.26	
	X2	1.01	[-.33, 3.35]	9.54*	10.55**	-3.93		
FLEX	X1	1.05	[-.28, 3.42]	4.46	5.51	-4.43	-.24	
	X2	1.24	[-.21, 3.73]	9.30*	10.55**	-5.26*		
CE	X1	.96	[-.42, 3.66]	4.55	5.51	-3.01	-.32	
	X2	.61	[-.62, 2.77]	9.95*	10.55**	-1.89		
IC	X1	-.01	[-1.78, 1.54]	5.51	5.51	.01	-.24	
	X2	.87	[-.46, 2.70]	9.68*	10.55**	-3.61		
PLAC	X1	-.21	[-3.11, 2.58]	5.72	5.51	.35	-.61**	
	X2	2.07	[-.41, 5.04]	8.48*	10.55**	-3.38		
SST	X1	.76	[-1.69, 3.17]	4.75	5.51	-1.62	-.47**	
	X2	1.57	[-.48, 4.35]	8.98*	10.55**	-3.37		
OR	X1	.10	[-1.60, 2.24]	5.41	5.51	-.30	-.32	
	X2	.78	[-.46, 2.87]	9.78*	10.55**	-2.42		
BarOn	IE	X1	1.39	[-1.02, 5.11]	3.72	5.11	3.40	.41**

Mediador <sup>a</sup>	Indicador	<i>ab</i>		<i>c'</i>	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
		$\beta$	IC Bootstrap (95%)	$\beta$	$\beta$	$\beta$	$\beta$
ITR	X2	2.03	[-.26, 5.59]	8.53*	10.56**	4.94	.31**
	X1	.40	[-1.77, 3.03]	4.72	5.51	1.29	
	X2	1.12	[-.85, 4.53]	9.44*	10.55**	3.62	
ME	X1	-.18	[-1.65, 1.59]	5.29	5.51	-.82	.22
	X2	-.57	[-2.52, .87]	11.13**	10.55**	-2.63	
EA	X1	.61	[-.55, 2.72]	4.50	5.51	4.31	.14
	X2	.71	[-.81, 2.54]	9.84*	10.55**	5.06	
CREA	X1	.10	[-.95, 1.34]	5.01	5.51	1.84	.06
	X2	-.67	[-2.88, 1.22]	11.23**	10.56**	-11.94*	
K-BIT	X1	1.87	[-.90, 5.90]	.40	2.27	3.93	.48
	X2	.88	[-2.21, 4.69]	14.62*	15.50**	1.85	

*Nota.* ENFEN = Evaluación Neuropsicológica de las Funciones Ejecutivas en Niños; WISC-IV = Subtest de Memoria de trabajo; BRIEF-2 = Evaluación Conductual de la Función Ejecutiva; BarOn = Inventario de Inteligencia Emocional; CREA = Inteligencia Creativa; K-BIT = Test Breve de Inteligencia de Kaufman; FF = fluidez fonológica; FS = fluidez semántica; AS = atención sostenida; FL = flexibilidad; PL = planificación; IN = inhibición; MT = memoria de trabajo; DI = dígitos; LN = letras y números; AR = aritmética; RC = regulación conductual; REM = regulación emocional; CIN = conducta inhibitoria; SSM = supervisión de sí mismo; FLEX = flexibilidad; CE = control emocional; IC = iniciativa; PLAC = medida conductual de la planificación; SST = supervisión de la tarea; OR = organización de materiales; IE = inteligencia emocional; ITR = intrapersonal; ME = manejo estrés; EA = estado anímico; *ab* = efecto indirecto; *c'* = efecto directo; *c* = efecto total; *a* = relación XM; *b* = relación MY.

<sup>a</sup> Antecedente (X) = sin entrenamiento musical (0), con entrenamiento musical de intensidad moderada (1-3 h/semana) (1) y con entrenamiento musical de intensidad elevada (más de tres horas semanales) (2); Indicador de la variable antecedente = X<sub>1</sub> (comparación entre grupo 1 y grupo 0) y X<sub>2</sub> (comparación entre grupo 2 y grupo 0); Consecuente (Y) = hábitos y técnicas de estudio; Variables control = nivel socioeconómico y edad (en meses).

<sup>b</sup> En el instrumento BRIEF-2, menor puntuación implica un mejor funcionamiento ejecutivo.

\**p* < .05. \*\**p* < .01