

Educational Research and Innovation

¿El arte por el arte?

LA INFLUENCIA DE LA EDUCACIÓN ARTÍSTICA

Ellen Winner, Thalia R. Goldstein
y Stéphan Vincent-Lancrin



La calidad de la traducción y su correspondencia con la lengua original de la obra son responsabilidad del Instituto Politécnico Nacional. En caso de discrepancias entre esta traducción al español y la versión original en inglés, sólo la versión original se considerará válida.

FOTOGRAFÍA DE PORTADA: Mural de Meg Saligman, *Philadelphia Muses*, 2000, Filadelfia, PA.
EDICIÓN Y COORDINACIÓN EDITORIAL: Xicoténcatl Martínez Ruiz
CUIDADO DE LA EDICIÓN: Kena Bastien van der Meer
TRADUCCIÓN: María Elena Castrejón Toledo
DISEÑO Y FORMACIÓN: Quinta del Agua Ediciones, SA de CV

Publicado originalmente en 2013 por la OCDE en inglés y francés bajo los títulos:
Art for Art's Sake? The Impact of Arts Education
L'art pour l'art? L'impact de l'éducation artistique

© 2013, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), París.
Todos los derechos reservados.
© 2014, Instituto Politécnico Nacional, para la presente edición en español.
Publicado por acuerdo con la OCDE , París.

D.R. de la primera edición en español © 2014, Instituto Politécnico Nacional
Av. Luis Enrique Erro s/n
Unidad Profesional "Adolfo López Mateos", Zacatenco,
Deleg. Gustavo A. Madero, C. P. 07738, México, D. F.

Libro formato pdf elaborado por:
Coordinación Editorial de la Secretaría Académica
Secretaría Académica, 1er. Piso,
Unidad Profesional "Adolfo López Mateos"
Zacatenco, Del. Gustavo A. Madero, C.P. 07738

ISBN: 978-607-414-467-3

- Impreso en México

CAPÍTULO 3

Resultados cognitivos de la educación musical

En este capítulo se analizan las investigaciones realizadas sobre los efectos del aprendizaje musical en los resultados cognitivos, a saber: desempeño académico general, coeficiente intelectual (CI), lectura y conciencia fonológica, aprendizaje de una lengua extranjera, matemáticas, habilidades visuales/espaciales, atención y memoria. Las investigaciones señalan que las clases de música mejoran el desempeño académico de los niños, su CI, la conciencia fonológica y la decodificación verbal. La relación entre formación musical y conciencia fonológica es comprensible, dado que ambas implican habilidades auditivas. Debido a que la conciencia fonológica está relacionada con la decodificación verbal, también es comprensible que la formación musical pueda facilitar las habilidades de decodificación verbal de niños pequeños. Sin embargo, ¿cómo podemos entender el efecto de las clases de música en el CI y el desempeño académico? Esta es una de las preguntas que se plantean aquí.

Aprender a tocar un instrumento musical requiere disciplina, atención, memoria y buenas aptitudes auditivas. Si todos estos hábitos de memoria se aprenden, podrían, en principio, transferirse a otras áreas. La memoria aguzada y las habilidades de atención, por ejemplo, podrían convertirse en habilidades generales que servirían bien al alumno en todas las áreas del currículo. Sin embargo, resulta muy difícil demostrar que es así. A continuación se analizan las investigaciones de los efectos cognitivos de la educación musical. Primero, analizamos los resultados meta-analizados de los estudios del “Proyecto de revisión de la educación y las artes” (REAP, por sus siglas en inglés), es decir: desempeño académico general, lectura (incluida la percepción auditiva del lenguaje hablado o discurso, que es una habilidad que puede estar relacionada con la lectura), matemáticas y el razonamiento visual/espacial. Después, revisamos los resultados que no fueron considerados en las investigaciones del REAP, a saber: CI, memoria y aprendizaje de una lengua extranjera.

En general, los niños que toman clases de música provienen de familias que son más educadas y gozan de un estatus socioeconómico (ESE) más alto que las de los niños que no toman clases de música (Sergeant y Thatcher, 1974). Se desconoce si este tipo de estudio se ha realizado con niños que asisten a clases de otras ramas artísticas. Sin embargo, parece razonable asumir que las clases que procuran los niños fuera de los colegios son principalmente las de música (en comparación con las de danza, teatro y artes visuales). Por tanto, es probable que el hecho de estudiar música esté mucho más asociado con factores familiares que con el estudio de otras ramas del arte. En consecuencia, cualquier investigación que analice el impacto de las clases extraescolares de música debe realizar el control estadístico del CI y el ESE de

los alumnos que las toman. Solo entonces podremos saber si alguno de los efectos atribuibles a las clases de música se deba a la música misma y no al CI más alto de los alumnos que asisten a dichas clases. Lamentablemente, no siempre se toman este tipo de precauciones.

La educación musical y el desempeño académico general

Con frecuencia se anticipan varias razones para apoyar la idea de que la música puede fomentar el desempeño académico. Una de ellas es que la música motiva e involucra a los alumnos, motivación que luego se extiende a otras materias escolares. Otro argumento es que el rigor y la disciplina que la formación musical exige de los alumnos les brindan algunos hábitos mentales que pueden aplicar exitosamente en otras áreas; por ejemplo, mejor atención y memoria aguzada.

Análisis del REAP de la educación musical y el desempeño académico general

Vaughn y Winner (2000) compararon las calificaciones de la Prueba de Aptitud Académica (SAT, por sus siglas en inglés) de alumnos que no tomaron arte en el bachillerato con las calificaciones de quienes tomaron uno o más cursos de alguna rama artística. Los análisis de los autores se basaron en información del College Board (la Junta Universitaria estadounidense); el CI y el ESE no fueron proporcionados. En la gráfica 3.1 se detallan las calificaciones de la SAT que obtuvieron los estudiantes. En ella se puede observar que las calificaciones de los que asistieron a clases de música o de historia de la música son mejores que las de los alumnos que no tomaron clases de arte: la diferencia varía entre 30 y 50 puntos en promedio para las calificaciones de exámenes verbales y de matemáticas. Las pruebas t que durante más de 10 años compararon las medias de las calificaciones verbales de la SAT de los alumnos con y sin clases de enseñanza musical resultaron ser significativas. Empero, no es posible llegar a conclusiones causales sobre los efectos del aprendizaje musical en las calificaciones de la SAT, porque dichos análisis se basan totalmente en datos de correlación y porque no fue posible sostener el CI y el ESE de manera constante.

Los estudios sobre educación musical y el desempeño académico general posteriores al REAP

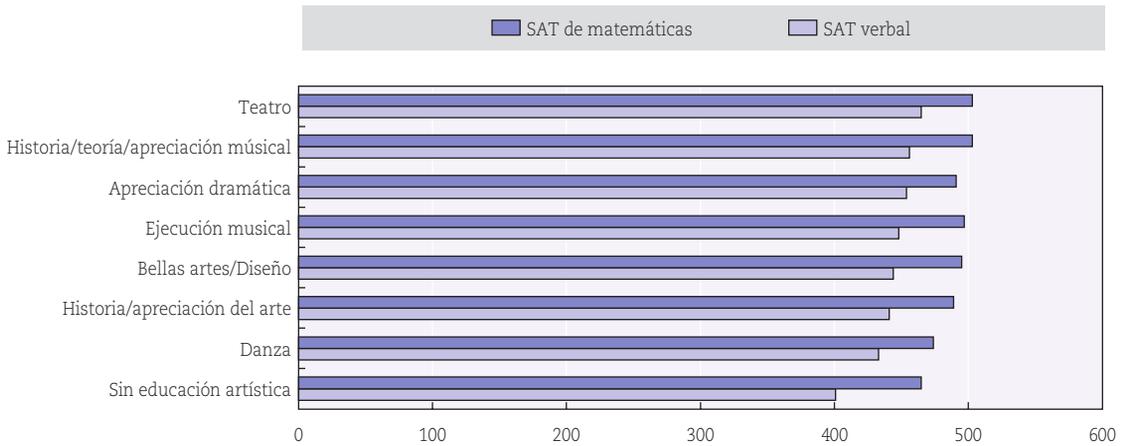
Estudios de correlación

Localizamos cuatro estudios de correlación que no fueron incluidos en el REAP (cuadro 3.1): uno muestra la correlación positiva entre la aptitud musical (nótese que no es educación musical) y el desempeño académico (Hobbs, 1975), y tres muestran una correlación positiva entre la participación musical instrumental y el desempeño académico (Linch, 1994; Schellenberg, 2006; Wetter, Koerner, y Schwaninger, 2009).

Estudios cuasi experimentales

También encontramos dos estudios cuasi experimentales realizados después del REAP que investigan los efectos de la formación musical en el desempeño académico general (resumidos en el cuadro 3.2), y ninguno de ellos reportó efectos. En un estudio longitudinal que se llevó

Gráfica 3.1. Calificaciones de la Prueba de Aptitud Académica (SAT) de los alumnos que tomaron y no tomaron clases de música en el bachillerato



Fuente: Vaughn y Winner (2000).

StatLink <http://dx.doi.org/10.1787/888932833029>

Cuadro 3.1. Cuatro estudios de correlación realizados después del REAP que analizan la relación entre la música y el desempeño académico

Estudio	Resultado positivo	Resultado negativo/inconsistente
Hobbs (1985) (aptitud musical, no formación)		X
Linch (1994)	X	
Schellenberg (2006)	X	
Wetter y cols. (2009)	X	

a cabo en Alemania se examinaron los efectos de la música en una variedad de resultados; Bastian (2000, 2008) observó a una serie de niños durante seis años, entre 1992 y 1998. El autor no aplicó la asignación aleatoria de niños a un grupo de instrucción musical y a otro en el que no se enseñó música; por ende, es un estudio cuasi experimental de alumnos que eligieron por decisión propia ingresar a escuelas donde podían aprender música. Al inicio del estudio había 123 niños en el grupo de música y 47 en el grupo de control; al final del estudio, debido a la deserción, quedaron 87 en el grupo de música y 38 en el de control. La instrucción musical no produjo ningún efecto en el desempeño académico (de acuerdo con las mediciones de desempeño en los idiomas alemán e inglés y en matemáticas). Weber, Spychiger y Patry (1993) llevaron a cabo un estudio cuasi experimental de aproximadamente 1 200 alumnos que cursaban los grados 1° al 7° en Suiza, entre 1988 y 1991. En dicho estudio compararon a unos alumnos que recibieron educación musical intensiva (cinco clases por semana) con otros que no estudiaron música. De cada una de las materias principales se canceló una clase académica para dar espacio a las cinco clases de música. No se halló diferencia en el desempeño académico entre quienes recibieron y no recibieron instrucción musical.

Los autores de ambos estudios mencionados consideran un hallazgo positivo el hecho de que aun habiendo destinado tiempo extra a la música el desempeño de estos alumnos no fue

Cuadro 3.2. Dos estudios cuasi experimentales realizados después del REAP que analizan la relación entre la música y el desempeño académico

Estudio	Resultado positivo	Resultado negativo/inconsistente
Bastian (2000, 2008)		X
Weber, Spychiger, y Patry (2003)		X

menor en las demás materias escolares que el del grupo de control. Sin embargo, argumentar que la educación artística no interfiere en el desempeño académico es muy distinto a decir que la educación artística lo mejora. Dicho esto, se puede considerar como resultado positivo lo siguiente: dedicarle más tiempo a las artes y menos a otras materias sin que ello interfiera en el desempeño académico y, además, mejorar las habilidades artísticas. Si bien este descubrimiento no dice nada sobre la influencia de la educación artística, demuestra que un currículo puede abarcar más arte sin que ello interfiera con otras disciplinas. No obstante, se requerirían más estudios para saber qué tanto se puede sustituir y en qué condiciones ha funcionado realmente.

La educación musical y el coeficiente intelectual (CI)

Si bien el CI no es una medida habitual para el desempeño académico, sí se acepta como una medida de inteligencia académica y es un buen indicador del desempeño académico (así como de otras medidas de éxito social). ¿La educación musical mejora el CI de los niños?

El CI no fue una medida analizada por el equipo del REAP, pero nosotros identificamos cinco estudios de correlación, cuasi experimentales y experimentales que demuestran ampliamente que existe una relación positiva entre la formación musical y el CI de los niños (resumidos en los cuadros 3.3 a 3.5).

Estudios de correlación

Schellenberg (2006) ha demostrado que la duración de las clases de música estuvo positivamente correlacionada con el CI y la habilidad académica de 147 niños de 6 a 11 años de edad, aun cuando las variables potenciales de confusión se mantuvieron constantes (por ejemplo, ingresos familiares, educación de los padres, participación en actividades no musicales). No hubo evidencia de que la participación musical tuviera una asociación más fuerte con ciertos aspectos de la habilidad cognitiva (por ejemplo, matemática, temporal/espacial, verbal) que con otros. Estos resultados indican que la exposición formal a la música durante la infancia se asocia positivamente con el CI y con el desempeño académico, y que estas asociaciones son pequeñas, pero generales y duraderas.

Un estudio de correlación señala una concordancia entre la educación musical informal y formal y una medida de velocidad mental (el movimiento ocular para identificar una imagen), que se correlaciona con el CI (Gruhn, Galley, y Kluth, 2003). Otros dos estudios de correlación señalan una asociación positiva entre la aptitud musical (nótese que no es educación musical) y el CI (Lynn, Wilson, y Gault, 1989; Phillips, 1976) (véase el cuadro 3.3).

Cuadro 3.3. Cinco estudios que analizan la correlación entre la música y el CI

Estudio	Resultado positivo	Resultado negativo/inconsistente
Gruhn, Galley y Kluth (2003)	X	
Ho, Cheung y Chan (2003) – Estudio 1	X	
Lynn, Wilson y Gault (1989) (aptitud musical)	X	
Phillips (1976) (aptitud musical)	X	
Schellenberg (2006)	X	

Estudios cuasi experimentales

Hallamos dos estudios cuasi experimentales relevantes, ninguno de los cuales registró una ventaja en el CI de los grupos de música (resumidos en el cuadro 3.4).

En un estudio alemán realizado entre 1992 y 1998 (Bastian 2000, 2008), en el que se observó a una población infantil durante seis años, se registró un aumento del CI de quienes recibieron capacitación musical. Debido a que no se asignó aleatoriamente a los niños que tomaban y no tomaban clases de música, es un estudio cuasi experimental en el que los alumnos se inscribieron, por decisión propia, a escuelas donde podían estudiar dicha rama artística. Al inicio del estudio había 123 niños en el grupo de música y 47 en el de control; al final, debido a la deserción, quedaron 87 en el grupo de música y 38 en el de control. No se observaron diferencias significativas entre el CI de los grupos al inicio del estudio, según lo midió la Culture Fair Intelligence Test (Prueba de inteligencia cultural) (Catell, 1949), que es una medida no verbal de inteligencia. Después de tres años aún no había diferencias en el CI de los grupos; sin embargo, después de cuatro años (la última vez que se aplicaron las pruebas de CI) el grupo de música obtuvo puntuaciones de CI significativamente mayores. Asimismo, se aplicó una segunda prueba de CI, denominada Adaptive Intelligence Diagnosis (Evaluación de la inteligencia adaptativa). Después de seis años de aprendizaje musical, los puntajes de estos alumnos no fueron más altos que los del grupo de control en esta medida. Ho, Cheung y Chan (2003) no pudieron demostrar una ventaja significativa del CI como función de la formación musical.

Estudios experimentales

Cinco estudios experimentales (resumidos en el cuadro 3.5) pusieron a prueba la hipótesis del efecto de la música en el CI y todos, excepto uno, registraron resultados positivos; este último registró una ventaja mayor, no significativa, del CI en el grupo de música.

Schellenberg (2004) demostró que los puntajes del CI de los niños que toman clases de música aumentan, comparados con los de aquellos que toman teatro o no asisten a ninguna clase de música. Dicho estudio se describe en el recuadro 3.1.

Cuadro 3.4. Dos estudios cuasi experimentales que analizan los efectos de la música en el CI

Estudio	Efecto positivo	Sin efecto/efectos inconsistentes
Bastian (2000, 2008)	X	
Ho, Cheung y Chan (2003) - Estudio 2		X

Cuadro 3.5. Cinco estudios experimentales que analizan los efectos de la educación musical en el CI

Estudio	Efecto positivo	Sin efecto/efectos inconsistentes
Moreno y cols. (2009)		X
Moreno y cols. (2011)	X	
Neville (2008)	X	
Nering (2002)	X	
Schellenberg (2004)	X	

Recuadro 3.1. Las clases de música aumentan el CI de los niños

En un verdadero estudio experimental realizado por Schellenberg (2004), 144 niños de seis años fueron asignados aleatoriamente a uno de los siguientes cuatro grupos: clases de algún instrumento de teclado, clases de vocalización, clases de teatro y ninguna clase. Todas las clases fueron impartidas en pequeños grupos de seis niños, cada una por 36 semanas. El CI se evaluó con la Escala de Inteligencia de Wechsler para niños, previo al inicio de las clases y después de 36 semanas de haber comenzado.

El grupo de instrumentos de teclado obtuvo un aumento promedio de 6.1 puntos en el CI; el grupo de vocalización obtuvo 8.6 puntos; el de teatro, 5.1 puntos; y el de control, que no participó en ninguna clase, 3.9 puntos. Se combinaron los dos grupos de música debido a que sus resultados no diferían estadísticamente, y se combinaron el grupo de teatro y el de control por la misma razón. El CI mejoró 7.0 puntos ($DE = 8.6$) en los grupos musicales combinados y 4.3 puntos ($DE = 7.3$) en los de control combinados, y esta diferencia fue estadísticamente significativa (DE , se refiere a la desviación estándar). Los grupos de música combinados también reflejaron aumentos significativamente mayores que los grupos de control combinados, en todas las subpruebas de CI, excepto en aritmética e informática.

Se sugirió que la mejora del CI por la música se debe a la similitud entre la formación musical y la escolar, pues sabemos que asistir a la escuela mejora el CI (Ceci y Williams, 1997). Schellenberg sugiere que el disfrute adicional que aporta la música también podría ayudar a incrementar el CI global.

Nering (2002) asignó aleatoriamente a 10 niños, entre las edades de 3 a 7 años, a practicar piano durante siete meses: tomaron dos clases privadas de 45 minutos por semana (un total de 53 clases). Cada uno de los niños era un gemelo monocigótico y su gemelo par fue asignado a una condición de control sin enseñanza musical. Los grupos fueron equivalentes en la escala total del CI en la prueba previa. Los niños que tomaron música mostraron una mejoría significativa en la escala total del CI en el aspecto verbal, pero no en el desempeño. La mejoría en el puntaje verbal se reflejó únicamente en dos de las subpruebas: informática y aritmética.

Neville y sus colaboradores (2008) pusieron a prueba la hipótesis de que la formación musical mejora el CI no verbal, las habilidades numéricas (*numeracy*) y la cognición espacial de los niños pequeños mediante un diseño verdaderamente experimental que incluía la asignación aleatoria. Dicho estudio formó parte de la iniciativa de la Fundación Dana para investigar la relación entre las artes y los resultados académicos y cerebrales (Asbury y Rich, 2008). Neville pensó que si la música mejora los resultados cognitivos, lo haría también como función para mejorar las habilidades de atención de los niños. Por tanto, comparó los logros del aprendizaje

musical con los del entrenamiento de la atención. La autora estudió a 88 niños de los colegios Head Start de nivel preescolar (de bajo ESE) entre las edades de tres y cinco años. Los alumnos fueron asignados al azar a su educación preescolar regular, o bien a uno de los tres grupos experimentales. Los grupos experimentales se reunieron 40 minutos al día, cinco días a la semana, durante ocho semanas. El grupo de música escuchó y tocó música. Otro grupo recibió entrenamiento directo para centrar la atención y observar detalles. Los dos grupos restantes realizaron sus actividades regulares en el salón de clases: uno de ellos era grande, con una relación estudiante/profesor de 18:2; el otro tuvo la misma relación estudiante/profesor (5:2) que los grupos musicales y de atención. En dos resultados, todos los grupos cuya relación estudiante/profesor era pequeña mostraron mejoras significativas en las pre y post pruebas: habilidades de idioma y CI no verbal, incluida la prueba de ensamblaje de objetos que evalúa la cognición espacial. Únicamente en los grupos de música y de atención los niños también mejoraron significativamente en sus habilidades para la aritmética. La conclusión más razonable de estos hallazgos es que los niños (al menos aquellos con antecedentes de bajo ESE) obtienen beneficios cognitivos de las relaciones pequeñas de estudiante/profesor. No es posible concluir, a partir de este estudio, que los resultados sean beneficios secundarios de una mejor atención, ya que no se estableció una medida directa para la habilidad de la atención. El estudio no demuestra que la formación musical mejore el CI, ya que dicha formación no se deslindó claramente de los efectos de cualquier tipo de aprendizaje basado en una pequeña relación estudiante/profesor.

Moreno, Marques, Santos, Santos, Castro y Besson (2009) observaron a dos grupos de niños de ocho años de edad a lo largo de nueve meses: uno recibió clases de música durante seis meses y, el otro, clases de pintura durante el mismo periodo. El grupo de música no mejoró significativamente más que el de pintura en términos del CI.

Moreno, Bialystok, Barac, Schellenberg, Cepeda y Ghau (2011) mostraron que después de 20 días de entrenamiento musical interactivo por computadora impartido a niños de entre cuatro y seis años de edad (comparados con los 20 días de entrenamiento interactivo computarizado en artes visuales, cada uno asignado al azar), únicamente los niños del grupo de música mejoraron significativamente el CI verbal, medida con la subprueba de vocabulario de la Escala de Inteligencia de Wechsler para Preescolar y Primaria-III (WPPSI-III) (Wechsler, 2002). El grupo de música también mejoró en una tarea de función ejecutiva para evaluar el nivel de control y atención, que son habilidades claramente relacionadas con el CI. Además, hubo una correlación positiva con el desempeño de los cambios en la plasticidad funcional del cerebro, relacionada con la función ejecutiva.

En conclusión, los resultados de los estudios que analizan si la educación musical mejora el CI de los niños son positivos: los que toman clases de música, además de otras formas de enseñanza, tienen un mayor CI que los que no las toman, por lo menos en la sociedad occidental. Sin embargo, esta ventaja no se observa en los adultos.

Cuando los adultos con y sin formación musical se comparan en términos de CI no existe ventaja por parte de los músicos (Bialystock y DePape, 2009; Brandler y Rammsayer, 2003; Helmbold, Rammsayer, y Altenmüller, 2005; Schellenberg y Moreno, 2010).

Schellenberg (2010) intenta conciliar los hallazgos del aumento del CI mediante la educación musical con el descubrimiento de que el CI de los músicos adultos no es mayor que el de otros profesionistas. El autor sugiere que los niños cuyo desempeño académico es elevado son más proclives a tomar clases de música que otros niños, pero no necesariamente serán músicos cuando lleguen a la edad adulta. También explica su diagnóstico causal de 2004 con el argumento de que las clases de música son actividades similares a las escolares y que este tipo de

actividades (como estudiar una disciplina académica) provoca los mismos efectos estimulantes, lo cual explicaría por qué los músicos adultos no tienen un mayor CI que otros profesionistas.

La educación musical, la lectura y la habilidad lectora relevante de la conciencia fonológica

¿Por qué la educación musical tendría un impacto en la lectura y en la habilidad lectora relevante de la conciencia fonológica (conciencia de los componentes fonológicos de las palabras)? La educación musical desarrolla las habilidades auditivas (escuchar) que podrían reforzar la percepción auditiva de los sonidos del lenguaje hablado y, por consiguiente, estimular el avance de la lectura temprana. Otra posible conexión entre el aprendizaje musical y la lectura es que estudiar música implica leer notas y símbolos musicales. Esto podría reforzar la comprensión lectora o desarrollar habilidades que están involucradas en ambos tipos de lectura. La música y la lectura tienen que ver con secuencias cronológicas o frases, de manera que la formación musical podría ayudar a desarrollar una mejor conciencia del tiempo, que luego se transferiría a la comprensión de textos.

La corteza auditiva no madura totalmente hasta la adolescencia (Ponton y cols., 2000; Shahin y cols., 2004). La formación musical en los primeros años de la infancia acelera este proceso: las respuestas neuronales (llamadas potenciales relacionados con evento o ERP, por sus siglas en inglés) de los niños de cuatro a cinco años de edad que estudian música son dos o tres años más avanzadas que las de los niños que no estudian música, cuando se los expone al timbre del instrumento que están aprendiendo a tocar (Shahin y cols., 2004). Ahora se ha establecido que las áreas compartidas del cerebro están implicadas en el procesamiento de la música y el discurso (Jäncke, 2008; Patel, 2008). Por consiguiente, los investigadores han empezado a analizar la relación entre el aprendizaje musical y el tipo de percepción auditiva y las habilidades de procesamiento básicas que son importantes tanto para la percepción del habla como para la lectura.

Los músicos adultos

Kraus y sus colegas argumentan que el aprendizaje musical activo ayuda a desarrollar buenas habilidades auditivas, entre ellas, escuchar el lenguaje hablado (Chandrasekaran, Hornickel, Skoe, Nicol y Kraus, 2009; Chandrasekaran y Kraus, 2010; Kraus y Chandrasekaran, 2010). Los músicos detectan mejor el habla en ambientes ruidosos; a diferencia de quienes no son músicos, muestran mayor correspondencia entre las señales del registro o altura (que se refiere al nivel del tono) y la respuesta neuronal del bulbo raquídeo cuando escuchan hablar (Parbery-Clark, Skoe y Kraus, 2009; Musacchia, Sams, Skoe y Kraus, 2007; Strait, Kraus, Skoe y Ashley, 2009); también codifican mejor los contornos del registro lingüístico (Wong, Skoe, Russo, Dees y Kraus, 2007). La codificación neuronal del sonido se asoció con el número de años de aprendizaje musical, lo cual sugiere una relación causal.

Además, los músicos procesan mejor los registros lingüísticos (Schon y cols., 2004; Marques y cols., 2007), tienen una habilidad superior para detectar la prosodia del lenguaje hablado (Thompson, Schellenberg y Husain, 2003) y para distinguir la emoción en la prosodia de un orador (Nilsonne y Sundberg, 1985; Thompson, Schellenberg y Husain, 2004). Los adultos que estudiaron música imaginan y comparan mejor los sonidos ambientales (no musicales)

que los adultos que no estudiaron música (Aleman, Nieuwenstein, Böcker y de Haan, 2000). En relación con lo anterior, Chandrasekaran y colaboradores (2009) encontraron que los niños cuya habilidad lectora es deficiente presentan deficiencias en la representación neuronal del sonido. En contraste, Parbery-Clark y colaboradores (2009) mostraron que los músicos tienen una representación neuronal destacada del sonido. Una revisión definitiva de la relación entre la base cerebral de la música y el lenguaje se puede hallar en Patel, 2010.

En consecuencia, existe un nuevo cuerpo de investigación neurocientífica que hace plausible que la percepción del habla y el logro en la lectura mejoren con el aprendizaje musical.

Meta-análisis del REAP sobre la educación musical y la lectura

Butzlaff (2000) meta-analizó 24 estudios de correlación en los que se pusieron a prueba los efectos de la música en la lectura (véase el cuadro 3.6). En todos esos estudios el desempeño de

Cuadro 3.6. Veinticuatro estudios de correlación que analizan la asociación entre la educación musical y la lectura

Estudio	Relación positiva	Relaciones mixta, nula o negativa
College Board (1989)	X	
College Board (1990)	X	
College Board (1991)	X	
College Board (1992)	X	
College Board (1994)	X	
College Board (1995)	X	
College Board (1996)	X	
College Board (1997)	X	
College Board (1998)	X	
Engdahl (1994)		X
Friedman (1959) (5º grado)		X
Friedman (1959) (6º grado)		X
Groff (1963)		X
Kvet (1985) (Distrito A)		X
Kvet (1985) (Distrito B)		X
Kvet (1985) (Distrito C)		X
Kvet (1985) (Distrito D)		X
Lamar (1989) (1er grado, especialistas musicales)	X	
Lamar (1989) (1er grado, docentes de aula)	X	
Lamar (1989) (4º grado, especialistas musicales)	X	
Lamar (1989) (4º grado, docentes de aula)		X
McCarthy (1992)	X	
Weeden (1971)		X
Promedio ponderado	X	

Nota: los resultados completos se detallan en el cuadro 3.A1.1.
Fuente: Butzlaff (2000).

la lectura de alumnos que tenían alguna experiencia musical fue comparada con el de alumnos que no tenían ninguna experiencia con la música. Se calcularon diez efectos con base en información recopilada por el College Board (Junta Universitaria estadounidense) a lo largo de diez años, que comparaba las calificaciones verbales de la SAT de alumnos que habían tomado clases de música en el bachillerato con las de otros alumnos que no habían tomado. El promedio ponderado del tamaño del efecto que se midió fue $r = .19$, y la prueba t de Zr fue significativa en $p < .001$, lo cual permitió concluir que existe una asociación significativa entre la educación musical y la habilidad lectora.

Sin embargo, los seis estudios experimentales meta-analizados por Butzlaff refieren una historia distinta. Como se muestra en el cuadro 3.7, el efecto fue significativo en dos de ellos, y en los otros cuatro no lo fue. En general, se obtuvo un promedio ponderado del tamaño del efecto $r = .11$ (equivalente a $d = .22$). No obstante, la prueba t de Zr no fue significativa, de modo que estas conclusiones no pudieron generalizarse para nuevos estudios sobre este tema. Por tanto, Butzlaff concluyó que aún no hay evidencia de que la educación musical favorezca el desarrollo de la lectura, aun cuando un mayor desempeño en la lectura y la experiencia musical estén, de hecho, correlacionados. Los seis estudios incluidos en estos meta-análisis se basaron en muy diferentes tipos de aportes musicales (clases de instrumento, canto, terapia musical) y las mediciones para la lectura fueron, también, muy variadas (conciencia fonológica, identificación de letras, decodificación, comprensión).

Si la educación musical tiene algún efecto en la lectura, es más probable que ocurra en el nivel de la decodificación que en el de la comprensión más elevada, ya que la decodificación de las palabras y de las notas musicales implica conectar un símbolo visual (letras, notas musicales) con un sonido.

Los estudios de Butzlaff (2000) están empezando a demostrar que el aprendizaje musical puede realmente ayudar a mejorar la decodificación verbal, lo cual se revisará a continuación.

Los estudios sobre la enseñanza musical y la conciencia fonológica de la lectura realizados después del REAP

Estudios de correlación

Encontramos tres estudios de correlación realizados después del REAP que se aplicaron a niños con y sin formación musical para observar su respuesta cerebral ante el discurso. En dichos estudios se halló que las respuestas cerebrales de quienes tenían formación musical eran mayores: Besson (2007) mostró que la respuesta cerebral de los niños con formación musical era mayor ante los patrones de registro de su idioma nativo que la de los niños sin estudios musicales; Jentschke, Koelsch, y Friederici (2005) mostraron que la respuesta cerebral potencial relacionada con eventos ante la música y las transgresiones del idioma era mayor en los niños que estudiaron música que en los que no la estudiaron; Jentschke y Koelsch (2009) señalaron que la respuesta eléctrica del cerebro de niños alemanes expuestos a irregularidades de sintaxis del idioma y de la música era mayor en quienes tenían formación musical que en los que no la tenían (véanse los detalles en el cuadro 3.8).

Encontramos otros seis estudios de correlación, realizados después del REAP, que analizan la relación entre la música y la habilidad lectora y/o la conciencia fonológica (medida como conducta y no como respuesta cerebral), mismos que se detallan también en el cuadro 3.8. No obstante, dos de ellos analizaron la *aptitud* y no la formación musical.

Cuadro 3.7. Meta-análisis de seis estudios experimentales que analizan el efecto de la música en la lectura

Estudio	Relación positiva	Relaciones mixta, nula o negativa
Douglas y Willats (1994)	X	
Fetzer (1994)	X	
Kelly (1981)		X
Olanoff y Kirschner (1969)		X
Roberts (1978)		X
Roskam (1979)		X
Promedio ponderado		X

Nota: los resultados completos se detallan en la cuadro 3.A1.2.
Fuente: Butzlaff (2000).

Cuadro 3.8. Nueve estudios de correlación realizados después del REAP que analizan las habilidades musicales y/o lectoras o relacionadas con la lectura

Estudio	Correlación positiva	Sin correlación/ correlación negativa
Anvari, Trainor, Woodside y Levy (2002) (habilidad musical, no formación musical)	X	
Barwick y colaboradores (1989) (habilidad musical, no formación musical)	X	
Besson (2007) (respuesta cerebral)	X	
Jentschke y Koelsch (2009)	X	
Jentschke, Koelsch y Friederici (2005)	X	
Lamb y Gregory (1993)	X	
Overy (2003)	X	
Loui, Kroog, Zuk, Winner y Schlaug (2011)	X	
Wandell, Dougherty, Ben-Shachar y Deutsch (2008)	X	

Anvari, Trainor, Woodside y Levy (2002) hallaron una asociación entre las habilidades lectoras y de percepción musical (pero no de formación musical) en una muestra de 100 niños de cuatro a cinco años de edad. Los análisis de regresión indican que las habilidades de percepción musical predijeron la habilidad lectora por arriba de la influencia de la conciencia fonológica y otras habilidades cognitivas (matemáticas, alcance de dígitos y vocabulario). Los autores concluyeron que la percepción musical involucra mecanismos auditivos relacionados con la lectura, que no se explican del todo mediante los mecanismos auditivos relacionados con la conciencia fonológica. Ellos sugieren que los mecanismos auditivos lingüísticos y otros mecanismos auditivos más generales no lingüísticos están implicados en la lectura.

Barwick, Valentine, West y Wilding (1989) estudiaron la relación entre las habilidades de percepción musical (una vez más, no de formación musical) y las habilidades lectoras de 50 niños del Reino Unido, entre las edades de 6 a 11 años, que tenían dificultades para leer.

Encontraron una relación positiva entre la memoria tonal y la habilidad lectora, independientemente de la edad y el CI; y una relación positiva entre el análisis de acordes y la habilidad lectora, independientemente de la edad.

Lamb y Gregory (1993) evaluaron la relación entre la habilidad lectora, por un lado, y la conciencia fonológica, la percepción del registro y el timbre en la música, por el otro. Se estudió a 18 niños entre cuatro y cinco años de edad y se halló una correlación positiva entre la apreciación de los cambios de registro en la música y la habilidad lectora.

Loui, Kroog, Zuk, Winner y Schlaug (2011) informaron sobre una correlación positiva entre la conciencia fonológica, la percepción de registros y la capacidad de producir registros por parte de niños de 7 y 9 años de edad. Con base en el hecho de que la ausencia de oído musical total es una disfunción relacionada con la incapacidad de percibir el registro de los tonos y que la dislexia es un déficit de conciencia fonológica, los autores sugieren que la dislexia y la falta de oído musical podrían tener una misma base neural. Quizá, entonces, el aprendizaje musical podría ayudar a mejorar el déficit fonológico en la dislexia.

Overy (2003) analizó a niños de seis años de edad antes y después de tomar clases de música basadas en canto durante un año, una hora a la semana, aproximadamente, y divididas en tres sesiones de 20 minutos. Estas clases tuvieron un efecto positivo en las habilidades fonológicas y en las habilidades para deletrear, pero no mejoraron las lectoras. La autora también señaló que los niños disléxicos tenían dificultades con los tiempos musicales, pero no para detectar los registros.

Wandell, Dougherty, Ben-Shachar y Deutsch (2008) analizaron la asociación entre la formación musical, la fluidez de la lectura y la conciencia fonológica de 49 niños de 7 a 12 años de edad a lo largo de tres años. La cantidad de instrucción musical que los niños recibieron durante el primer año del estudio tuvo correlación con el nivel del progreso en su fluidez lectora durante el periodo total de tres años. El estudio formó parte de la iniciativa de la Fundación Dana para investigar la relación entre las artes, los resultados académicos y el cerebro (Asbury y Rich, 2008).

Thompson y colaboradores (2004) encontraron que los niños con formación musical detectan la emoción en la prosodia del discurso mejor que los niños sin dicha formación. No incluimos este estudio en el cuadro ubicado más abajo, ya que a pesar de su relevancia para la percepción del discurso no parece ser importante para las habilidades lectoras.

Estudios cuasi experimentales

Gromko (2005) encontró que después de cuatro meses de clases de música los niños de kínder superaron a aquellos sin formación musical en una tarea de conciencia fonológica. De manera similar, Mingat y Suchaut (1996) hallaron que los niños de kínder con educación musical tuvieron mejor discernimiento auditivo y visual que los niños sin formación musical, que obtuvieron mejor puntaje en la preparación para la lectura al final del kínder y mucho mejores resultados en

Cuadro 3.9. Dos estudios cuasi experimentales realizados después del REAP que analizan las habilidades musicales y/o lectoras o relacionadas con la lectura

Estudio	Efecto positivo	Sin efecto
Gromko (2005)	X	
Mingat y Suchaut (1996)	X	

Recuadro 3.2. Los efectos de la educación musical en la lectura, las matemáticas y la música en el kíndergarten al final del 1^{er} grado

En 1991-1992 Mingat y Suchaut (1996) llevaron a cabo un estudio longitudinal, cuasi experimental, en Francia, con 900 niños de 46 preprimarias (último año de la escuela maternal francesa, antes del 1^{er} grado). Aparentemente, no hubo selección al azar, pero la muestra incluyó clases con niños de diferentes estratos socioeconómicos y geográficos. Un primer grupo experimental participó en un programa de educación musical de dos horas a la semana por un año; un segundo grupo cursó el mismo programa, pero durante cuatro horas semanales; y el grupo de control cursó el currículo regular. Se dio seguimiento a los niños durante un año después del experimento; se aplicaron pruebas al principio y al final del kínder y tras un año de haber concluido el estudio, es decir, al final del 1^{er} grado. Los investigadores plantearon como hipótesis la mejora de las habilidades visuales/espaciales y lectoras al final del estudio.

El experimento produjo un gran efecto positivo en las habilidades musicales al final del kínder, y los alumnos que recibieron cuatro horas de educación musical obtuvieron los mejores resultados. Al final del 1^{er} grado, durante el cual todos los grupos siguieron el currículo regular francés, los alumnos que habían recibido cuatro horas de música en el kínder siguieron superando a los otros dos grupos, pero menos que al final del programa de kínder. La diferencia positiva entre el grupo que recibió dos horas de música y el de control no fue significativa. Por consiguiente, hubo evidencia de un efecto duradero de la habilidad musical, pero se fue desvaneciendo un año después del experimento.

Los alumnos que tomaron parte en el experimento superaron al grupo de control en escritura y en preparación para la lectura al final del kínder, pero no para contar. Esto fue particularmente cierto en todos los aspectos que implican algún tipo de discernimiento visual o auditivo (reconocer palabras, discernir fonemas, así como diferenciar estructuras gráficas y rítmicas). La diferencia entre los grupos experimentales y de control al final del kínder solo representa 40% a favor de los experimentales al final del 1^{er} grado. Los efectos positivos fueron mayores al final del 1^{er} grado que en el kínder, con efectos ligeramente mayores en matemáticas que en lectura. Los autores concluyeron que la educación musical tuvo un efecto sostenido, ya que había desarrollado habilidades que serían aún más importantes cuando la enseñanza de la lectura y las matemáticas fuera más formal. La brecha se amplió hacia los últimos meses del 1^{er} grado.

lectura al final del 1^{er} grado. Los dos grupos experimentales que recibieron 2 y 4 horas de educación musical por semana, respectivamente, tuvieron resultados similares (véase el recuadro 3.2).

Estudios experimentales

Encontramos un meta-análisis de 30 estudios experimentales y dos estudios experimentales adicionales: en todos ellos se demuestra un efecto positivo de la instrucción musical en la decodificación de las palabras (resumidos en el cuadro 3.10).

Cuadro 3.10. Un meta-análisis de 30 estudios experimentales y dos estudios experimentales adicionales, todos realizados después del REAP, que analizan las habilidades musicales y/o lectoras o relacionadas con la lectura

Estudio	Efecto positivo	Sin efecto
Degé y Schwarzer (2011)	X	
Moreno y colaboradores (2009)	X	
Standley (2008)	X	

En un meta-análisis de 30 estudios experimentales que analizaron el efecto de la intervención musical en las habilidades prelectoras y la decodificación de las palabras, Standley (2008) señaló un fuerte efecto positivo. Muchos de los programas de enseñanza musical incluidos se diseñaron específicamente para apoyar el aprendizaje de la lectura (y, por tanto, no eran programas de educación musical típicos donde los niños cantan y/o aprenden a tocar un instrumento). Standley informó que “cuando las actividades musicales incorporan habilidades lectoras específicas asociadas a las necesidades de niños identificados” los efectos son mayores ($d = .44$). La autora también concluyó que la influencia de la música en la lectura era más fuerte cuando se agregaban actividades integradas de música/lectura a la educación musical regular.

Moreno y colaboradores (2009) demostraron un efecto de la enseñanza musical en las habilidades de decodificación de las palabras. Este estudio se describe en el recuadro 3.3.

Degé y Schwarzer (2011) capacitaron a niños alemanes en edad preescolar durante 10 minutos al día, a lo largo de 20 semanas, ya fuera en música, conciencia fonológica o deportes.

Recuadro 3.3. La enseñanza musical mejora la percepción auditiva del lenguaje hablado y también de la música

Moreno, Marques, Santos, Santos, Castro, y Besson (2009) llevaron a cabo un estudio experimental sobre los efectos de la enseñanza musical en niños portugueses de ocho años de edad. Los niños fueron evaluados al inicio en una amplia gama de medidas cognitivas y neurológicas, y después fueron asignados aleatoriamente a la instrucción musical o a la pintura. La instrucción tuvo lugar dos veces a la semana, durante 1 hora 15 minutos por sesión, a lo largo de 24 semanas. Se contrataron cuatro maestros para enseñar ya fuera música o pintura, y cada clase tuvo de ocho a 10 alumnos. La instrucción musical consistió en una combinación de los métodos de Kodaly, Orff y Wuytack, y estuvo enfocada en el ritmo, la melodía, la armonía y el timbre musical. Así, por ejemplo, a los niños se les enseñó a improvisar melodías, crear ritmos en diferentes tiempos, clasificar intervalos hacia arriba o hacia abajo, y reconocer diferentes tipos de timbre. La instrucción en el grupo de pintura incluyó aprender acerca de la expresión por medio del color, mezclar colores, distinguir matices del mismo color, usar la línea para expresar y trabajar con materiales de texturas diferentes.

La habilidad lectora se evaluó al inicio y después de la capacitación. Se les pidió a los niños leer en voz alta palabras que tuvieran una correspondencia de uno a uno entre grafema y fonema (ej.: bota) (llamada consistente) y palabras cuya pronunciación no pudiera derivarse del sonido de los fonemas (llamadas inconsistentes).

La percepción auditiva de la música y del lenguaje hablado o discurso se evaluó de la siguiente manera: los niños escucharon una secuencia de tonos o de palabras. En las secuencias de tonos, la frecuencia del tono final se aumentó algunas veces. En las secuencias de palabras, el registro del vocablo final se aumentó algunas veces. Se pidió a los niños que oprimieran un botón para indicar si el tono o la palabra final parecían normales o extraños.

En la evaluación realizada al final del estudio los niños del grupo de música (pero no los de pintura) mejoraron significativamente en la lectura de palabras inconsistentes, y vale la pena señalar que la correspondencia del fonema con el grafema de estas palabras fue compleja. Los niños del grupo de música (pero no los de pintura) también mejoraron más en la detección de la incongruencia de los tonos finales.

También se hallaron efectos electrofisiológicos utilizando los potenciales relacionados con eventos (ERP, por sus siglas en inglés), una medida que capta la actividad eléctrica en respuesta a tareas cognitivas complejas.

(continúa...)

Recuadro 3.3. La enseñanza musical mejora la percepción auditiva del lenguaje hablado y también de la música (continuación)

Durante la tarea en torno al discurso, en los niños del grupo de música (pero no los de pintura) se observó un aumento del componente cerebral positivo tras las incongruencias débiles y una positividad reducida ante las incongruencias fuertes. Durante la tarea musical, los niños del grupo de música (pero no los de pintura) mostraron una destacada respuesta neuronal ante las incongruencias. Estos efectos fueron similares a los hallados en niños de 8 años de edad que habían tomado música durante cuatro años. Estos niños distinguieron mejor las ligeras variaciones de registro al final de frases musicales cortas y la amplitud de su respuesta ERP fue mayor (Magne, Schön, y Besson, 2006). Estos resultados fueron similares a los obtenidos por Trainor y colaboradores (1999), quienes demostraron que la amplitud de los Potenciales Relacionados con Eventos tempranos o tardíos difiere en aquellos con experiencia musical: aprender música agudiza el sistema auditivo haciéndolo más sensible.

Este estudio demuestra que la enseñanza musical mejora la lectura y la percepción auditiva tanto del discurso como de la música misma. Y el aprendizaje musical aumenta la amplitud de los componentes de los ERP durante el procesamiento musical y el procesamiento del discurso. Moreno y colaboradores (2009) especulan que la enseñanza musical mejora el análisis auditivo básico, como la segmentación del sonido y la fusión, que son las habilidades armónico-fonológicas necesarias para la lectura. Ellos señalan que sus resultados son consistentes con las investigaciones que indican: que la severidad de la dislexia se correlaciona con la dificultad para detectar las desviaciones de frecuencia en los tonos (Baldeweg y colaboradores, 1999); que en la misma tarea de distinguir los registros del discurso, mencionada más arriba, los niños disléxicos no dieron el ancho y tuvieron respuestas neuronales anormales; que el aprendizaje visual/auditivo que liga la lectura y la escritura con el entrenamiento para distinguir registros y tonos ayuda a mejorar la escritura de los niños con y sin dislexia (Kast y colaboradores, 2007); y que el aprendizaje musical puede remediar las habilidades de conciencia fonológica de los niños disléxicos (Overy, 2003).

Moreno y colaboradores (2009) dan cuenta del resultado de que la formación musical parece mejorar las habilidades lectoras y de escritura tanto de niños con y sin dislexia, arguyendo que los mecanismos para procesar el registro en la música son los mismos que para procesar el discurso. El aumento de la amplitud de los ERP auditivos sugiere que las redes neuronales implicadas en el procesamiento de registro y frecuencia se vuelven más eficientes como una función del aprendizaje musical. También es posible que la enseñanza musical mejore la atención auditiva.

La enseñanza musical consistió en canto grupal, tocar la batería en grupo, ejercicios rítmicos y métricos, habilidades de notación simples, familiarización con los intervalos y baile al ritmo de la música. La enseñanza fonológica consistió en actividades como la rima, palmear las sílabas de una palabra y adivinar el último fonema de una palabra pronunciada por la persona que aplicó el estudio. El entrenamiento deportivo consistió en ejercicios de equilibrio, resistencia, coordinación, habilidades motrices finas, percepción corporal y relajación. Los niños en el grupo de enseñanza musical y fonológica mostraron avances importantes en la conciencia fonológica, pero no los del grupo de deportes. Por tanto, la conciencia fonológica se puede mejorar con un programa musical, y estos hallazgos sugieren que existe un mecanismo de aprendizaje compartido en la categoría de sonido grupal para el idioma y la música en edad preescolar.

Concluimos que un cuerpo creciente de investigación demuestra que existe una relación causal entre la enseñanza musical y las habilidades de decodificación de las palabras.

La educación musical y el aprendizaje de lenguas extranjeras

Si el aprendizaje musical mejora la percepción auditiva del discurso, como se planteó anteriormente, entonces parece razonable suponer que la instrucción musical facilita el aprendizaje de una lengua extranjera. Este no fue un resultado investigado por el REAP.

Los estudios de adultos han revelado que los músicos aventajan a quienes no lo son para diferenciar los registros y detectar las transgresiones de registros en un idioma extranjero (Marques, Moreno, Castro, y Besson, 2007; Moreno y colaboradores 2009; Schön, Magne, y Besson, 2004), y que la habilidad musical está correlacionada con la habilidad fonológica en el aprendizaje de un segundo idioma (Slevc y Miyake, 2006) y de los tonos de una lengua tonal (Delogu y colaboradores, 2006; Wong y Perrachione, 2007).

Estudios cuasi experimentales

En un estudio cuasi experimental, Petitto (2008), cuyo trabajo formó parte de la investigación Dana sobre las artes, examinó la asociación entre una amplia educación musical en la niñez y la habilidad para aprender un segundo idioma en la edad adulta. Ella estudió a alumnos monolingües de habla inglesa inscritos en cursos introductorios de italiano o español al principio y al final del periodo académico. Los músicos (aquellos que habían recibido una amplia educación musical temprana y continua) fueron comparados con los que no lo eran, en los siguientes aspectos: desempeño en el idioma inglés, desempeño en un nuevo idioma, procesamiento cognitivo de la atención, autoevaluación al final del periodo y calificación final. Si bien los dos grupos no mostraron diferencias en el desempeño académico general ni en las evaluaciones cognitivas de atención, los participantes que habían recibido entrenamiento musical mostraron un progreso significativamente mayor en la fluidez expresiva y las aptitudes para su segundo idioma, comparados con los que no eran músicos.

¿Tiene la instrucción musical un efecto similar en los niños que aprenden un idioma extranjero? Encontramos un estudio cuasi experimental (una tesis de doctorado inédita) que concluye que la respuesta a esta pregunta es afirmativa (cuadro 3.11).

Lowe (1995) analizó el efecto de incorporar la música en el aprendizaje de un segundo idioma (francés) en niños de 2° grado. Un grupo de niños de habla inglesa recibió clases de francés y de música, impartidas totalmente por separado; el otro grupo recibió clases de música incorporadas a sus clases de francés. El periodo de instrucción duró ocho semanas. Los resultados mostraron que los niños en el grupo de instrucción integrada de música/francés se desempeñaron mejor no solamente en los exámenes musicales, sino también en los de francés. La instrucción integrada de música/francés mejoró el aprendizaje de la pronunciación oral, así como la lectura y el vocabulario.

La música podría servir como un vehículo útil para enseñar un segundo idioma o para facilitar su aprendizaje gracias a una mejor percepción auditiva del discurso o de las transgresiones

Cuadro 3.11. Estudio cuasi experimental que analiza los efectos de la música en el aprendizaje de una lengua extranjera

Estudio	Efecto positivo	Sin efecto/efectos inconsistentes
Lowe (1995)	X	

de registro en un idioma extranjero. No obstante, se requieren investigaciones experimentales con asignación aleatoria para determinar si esta hipótesis es correcta. Los investigadores deberían analizar también qué aspectos de la instrucción musical son particularmente útiles para fomentar el aprendizaje de un segundo idioma.

La educación musical y las matemáticas

Con frecuencia se ha afirmado que la enseñanza musical mejora las habilidades matemáticas (James, 1993; Krumhansl, 2000; Nisbet, 1991; Shuter, 1968). Las discusiones acerca de las propiedades matemáticas de la música datan de la época de los descubrimientos de Pitágoras sobre los índices armónicos, y continúan hasta nuestros días. Igor Stravinsky (1971) estableció que la música es “algo así como el pensamiento matemático y las relaciones matemáticas” (p. 34). Una reciente búsqueda en Google utilizando la frase “música y matemáticas” produjo más de 43000 resultados; y muchos matemáticos contemporáneos, así como musicólogos, han analizado las propiedades de las matemáticas en la música (por ejemplo: Fauvel, Flood y Wilson, 2006; Rothstein, 2006). Es bien sabido que los tonos musicales están compuestos por una frecuencia fundamental y una serie de armónicos (también conocida como la columna de armónicos) en las que la proporción de cada armónico equivale a fracciones sucesivas de la frecuencia fundamental (por ejemplo, 440 Hz, 880 Hz, 1320 Hz, y 1760 Hz; 1:2, 1:3, 1:4). Los intervalos musicales pueden expresarse de manera similar y las teorías de la consonancia dependen del concepto de números racionales e irracionales (Steinhaus, 1969). Las descripciones numéricas también pueden aplicarse a los ritmos, a las progresiones en las cuerdas y a las melodías.

Un estudio demuestra que cuando los músicos suman o sustraen fracciones mentalmente, las áreas de mayor actividad cerebral no corresponden a las áreas de mayor actividad cerebral de quienes no son músicos (Schmithorst y Holland (2004), pero no está claro qué podemos concluir de este resultado.

Meta-análisis del REAP de los estudios sobre la educación musical y las matemáticas

¿Existe realmente una asociación entre la educación musical y el desempeño matemático? Y, en caso afirmativo, ¿existe alguna evidencia de un efecto causal de la educación musical en el desempeño matemático?

Estudios de correlación

Vaughn (2000) meta-analizó 20 estudios de correlación para evaluar si los alumnos con formación musical superaban en matemáticas a los alumnos que no la tenían (listados en el cuadro 3.12). Ella da cuenta de un promedio ponderado del tamaño del efecto de $r = .14$ (equivalente a una d de .28). La prueba t de la media Zr fue altamente significativa, mostrando que estos resultados podrían generalizarse para nuevos estudios. Existe, por consiguiente, una clara asociación entre la educación musical y las habilidades matemáticas, pero no necesariamente una conexión causal.

Cuadro 3.12. Veinte estudios de correlación que analizan la asociación entre la música y las matemáticas

Estudio	Relación positiva	Relaciones mixta, nula o negativa
Anello (1972)	X	
Catterall, Chapleau, e Iwanaga (1999)	X	
Ciepluch (1988)	X	
College Board (1998)	X	
College Board(1997)	X	
College Board(1996)	X	
College Board(1995)	X	
College Board(1994)	X	
College Board(1992)	X	
College Board(1991)	X	
College Board(1990)	X	
College Board(1989)	X	
College Board(1988)	X	
Engdahl (1994)	X	
Kvet (1985)		X
McCarthy (1992)	X	
Wheeler y Wheeler (1951)		X
Promedio ponderado	X	

Nota: los resultados completos se detallan en el cuadro 3.A1.3.
Fuente: Vaughn (2000).

Estudios cuasi experimentales y experimentales

Tras el meta-análisis señalado arriba, Vaughn (2000) procedió a meta-analizar seis estudios experimentales (tanto cuasi experimentales como experimentales) para evaluar si la enseñanza musical implicaba, causalmente, mejora en el desempeño matemático (cuadro 3.13). Uno de los estudios recibió mucha publicidad (Graziano, Peterson y Shaw, 1999); en él se reportó que las mejoras en matemáticas eran mayores entre los niños que combinaban el entrenamiento pianístico en el teclado con el aprendizaje espacial en computadora, que cuando la instrucción espacial se combinaba con la enseñanza del idioma inglés en la computadora. Esto sugiere que la instrucción del teclado del piano fomenta el aprendizaje de las matemáticas.

Los seis estudios experimentales meta-analizados por Vaughn (2000) produjeron un promedio ponderado del tamaño del efecto de $r = .16$ (equivalente a $d = .34$). La prueba t de la media Zr fue casi significativa (considerando el nivel .05 como límite) en $p = .06$. Si bien estos resultados sugieren una influencia positiva de la educación musical en la habilidad para las matemáticas no se pueden sacar conclusiones definitivas de este meta-análisis, debido a que el diagnóstico se basó en seis experimentos solamente. Además, de estos seis resultados, solo dos produjeron efectos de tamaño medio ($r = .31, .20$, equivalente a $d = .65, .41$), uno produjo un

Cuadro 3.13. Seis estudios experimentales que analizan la asociación entre la música y las matemáticas

Estudio	Relación positiva	Relaciones mixta, nula o negativa
Costa-Giomi (1997)	X	
Friedman (1959)		X
Graziano, Peterson, y Shaw (1999)	X	
Neufeld (1986)		X
Neufeld (1986)		X
Weeden (1971)		X
Promedio ponderado		X

Nota: los resultados completos se detallan en el cuadro 3.A1.4.
Fuente: Vaughn (2000).

efecto de pequeño a mediano ($r = .17$, equivalente a $d = .35$), y los tres restantes estuvieron por debajo de $.10$, el nivel considerado como pequeño (uno de los cuales fue, de hecho, negativo). La diferencia de la magnitud de los tamaños del efecto señala que se requieren más estudios experimentales que evalúen esta relación. Por supuesto, es posible que la música tenga un efecto más fuerte en algunas subhabilidades matemáticas (las fracciones, por ejemplo) que en otras (por ejemplo, cálculo); por tanto, las investigaciones futuras no deberían analizar las matemáticas como un resultado compuesto, sino analizar las subhabilidades con base en las relaciones hipotéticas para la instrucción musical.

Los estudios de educación musical y matemáticas realizados después del REAP

Identificamos nueve estudios de correlación realizados después del REAP, uno cuasi experimental y ninguno experimental, que investigan la relación entre la música y las matemáticas, mismos que se describen a continuación y se resumen en los cuadros 3.14 y 3.15.

Bahr y Christensen (2000) evaluaron las habilidades musicales y matemáticas de 85 niños de 10 años de edad. Los autores encontraron una correlación significativa, pero solo para las habilidades matemáticas que, según ellos, tienen una relación estructural con las aptitudes musicales; para aquellas habilidades matemáticas que no tienen esa relación estructural con las aptitudes musicales no hallaron correlación alguna. El tipo de habilidades que los autores argumentan que se traslapaban no se especificó.

Cheek y Smith (1999) evaluaron a 113 alumnos de 8° grado, en términos de sus calificaciones en matemáticas en las Iowa Tests of Basic Skills (Pruebas de Iowa de habilidades básicas). Compararon las calificaciones de los alumnos que habían tomado clases particulares de música (36 participantes) con las de quienes no habían tomado (77 participantes). Los alumnos que habían estudiado música se desempeñaron significativamente mejor que los que no lo habían hecho. Aquellos que habían tomado clases de algún instrumento de teclado se desempeñaron mejor que los niños que habían estudiado otro tipo de instrumentos. En cuanto a los alumnos que solo habían tomado clases de música en la escuela, no hubo diferencia entre los que habían estudiado más de dos años y los que habían estudiado menos de dos años.

Cuadro 3.14. Nueve estudios de correlación realizados después del REAP que analizan las asociaciones entre la educación musical y las habilidades matemáticas

Estudio	Asociación positiva	Sin asociación
Bahr y Christensen (2000) (habilidad musical, no educación musical)	X	
Cheek y Smith (1999)	X	
Cox y Stephens (2006)		X
Forgeard y colaboradores (2008)		X
Gouzouasis y colaboradores (2007)	X	
Spelke (2008) Estudio 1	X	
Spelke (2008) Estudio2	X	
Spelke (2008) Estudio3	X	
Wang y McCaskill (1989) (habilidad musical, no educación musical)		X

Cuadro 3.15. Dos estudios cuasi experimentales sobre la educación musical y las habilidades matemáticas

Estudio	Efecto positivo	Sin efecto
Mingat y Suchaut (1996)	X	
Lee y Kim (2006)	X	

Gouzouasis, Guhn, y Kishor (2007) encontraron que los alumnos de bachillerato que estudian música obtienen mejores resultados en las pruebas estandarizadas de matemáticas.

En tres estudios que formaron parte de la iniciativa de la Fundación Dana para investigar la relación entre las artes y los resultados académicos y cerebrales (Asbury y Rich, 2008) Spelke (2008) señaló una asociación entre educación musical y una forma de comprensión matemática: la representación geométrica y el razonamiento (véase el recuadro 3.4). En los tres estudios, el desempeño de los niños con enseñanza musical previa fue mejor que el de los niños que no habían recibido dicha enseñanza, esto en cuanto a las tareas que implicaron representación geométrica y razonamiento, pero no en otro tipo de tareas numéricas.

Si bien estos seis estudios de correlación señalaron una asociación entre la música y alguna forma de desempeño matemático, otros dos estudios de correlación no dan cuenta de asociación alguna (Cox y Stephens, 2006; Forgeard y colaboradores, 2008). Wang y McCaskill (1989) evaluaron la habilidad musical (y no la formación musical) junto con la habilidad matemática de 95 niños de 11 años de edad: no hallaron correlación alguna entre la habilidad musical y la matemática.

Dos estudios cuasi experimentales señalan algún efecto de la educación musical en el kínder, respecto a las nociones matemáticas de niños pequeños (cuadro 3.15). Lee y Kim (2006) hallaron que unas actividades que integraban matemáticas y música ejercieron un efecto positivo tanto en la habilidad musical como en los conceptos matemáticos de niños en preescolar (recuadro 3.5). Mingat y Suchaut (1996) no encontraron que un año de educación musical

Recuadro 3.4. La educación musical y el razonamiento geométrico

Spelke (2008) llevó a cabo tres estudios de correlación en los que muestra una relación entre la educación musical y la percepción de las relaciones geométricas. En estos estudios se administraron tres tareas de razonamiento geométrico.

En una prueba de invariantes geométricas desarrollada por Dehaene, Izard, Pica y Spelke (2006), los participantes observaron conjuntos de seis figuras geométricas y tuvieron que decidir cuál de ellas carecía de una propiedad geométrica (tal como la simetría) compartida por otras.

En una tarea con una línea de números, los participantes tenían que conectar el número y el espacio, marcando dónde caería un determinado dígito en la línea de números.

En una prueba de mapas se evaluó la habilidad para representar las propiedades geométricas de un entorno en un mapa. Para esta tarea se les mostró a los niños un mapa con tres formas dispuestas de manera triangular. Los participantes se hallaban sentados frente a un arreglo espacial con tres contenedores dispuestos en patrones triangulares similares 12 veces más grandes que el mapa y en una orientación diferente. El investigador señalaba una de las formas en el mapa y pedía que el niño colocara un objeto en el contenedor correspondiente al entorno.

Se aplicaron otros tipos de tareas con números que no implicaban razonamientos geométricos: dichas tareas evaluaron la capacidad para representar pequeños números exactos siguiéndole la pista a dos puntos en movimiento; la habilidad para representar grandes números aproximados comparando dos matrices de puntos en términos de magnitud; y la capacidad para conectar palabras precisas de números (escritos con letras) con su referencia, estimando el número de puntos en una matriz.

En un primer estudio, Spelke evaluó a participantes de 5 a 17 años de edad que tenían niveles moderados de enseñanza musical previa y los comparó con un grupo que tenía niveles moderados de entrenamiento deportivo. No se percibieron efectos de la enseñanza musical en el razonamiento geométrico.

En un segundo estudio, los participantes (de 8 a 13 años de edad) que tenían una historia de instrucción musical más intensa fueron comparados con aquellos que no tenían antecedentes de enseñanza musical. Los niños con enseñanza musical se desempeñaron mejor que los que no la tenían en todas las medidas de sensibilidad a la geometría excepto una, aunque solo en una de estas medidas la diferencia entre grupos fue significativa: la prueba que evalúa la sensibilidad a las relaciones geométricas euclidianas. Este efecto ocurrió después de aplicar el control estadístico para edad y CI verbal (su ESE no era diferente). Por último, la cantidad de enseñanza musical predijo el desempeño en las tareas con mapas.

En un tercer estudio, niños de 13 a 18 años de edad que se especializaban en música en un bachillerato para las artes fueron comparados con otros que se especializaban en ramas artísticas no musicales. Los alumnos de música superaron a los demás en cinco subpruebas de la prueba de geometría; y los alumnos de música (así como los de danza) superaron a los otros grupos en la prueba de la línea numérica.

surtiera efecto positivo alguno en la capacidad de contar de niños franceses al final del kínder, pero sí una diferencia significativa en las calificaciones de matemáticas al final del 1^{er} grado entre los alumnos que formaron parte de su experimento y el grupo de control; la diferencia es particularmente fuerte a la hora de ordenar los números progresivamente y de asociar los números escritos con cifras y con palabras (ver el recuadro 3.2).

Los estudios deberían distinguir y especificar los tipos de habilidades matemáticas que podrían entrenarse con la música. Hacerlo podría ayudar a aclarar las inconsistencias en los resultados de las investigaciones existentes. Los estudios también deberían distinguir entre los tipos de enseñanza musical. Por ejemplo, aprender a escribir una fuga, un canon, o bien hacer algún contrapunto o armonía más libre podría causar algún efecto en las habilidades

Recuadro 3.5. Los efectos de la educación matemática y musical integrada en las habilidades musicales y matemáticas

Lee y Kim (2006) estudiaron el efecto de las actividades musicales y matemáticas integradas en niños de kínder de 4 a 5 años de edad que estudiaban en el área provincial de Chungbuk, Corea. Dos grupos de 20 niños (no seleccionados aleatoriamente) provenientes de dos escuelas maternas privadas estuvieron expuestos a actividades de composición musical y de conceptos matemáticos. El grupo experimental estuvo expuesto a actividades de música/matemáticas integradas; mientras que el grupo de control estuvo expuesto a actividades generales no integradas. Estas actividades se llevaron a cabo dos veces por semana durante 40 minutos al día, a lo largo de 10 semanas.

Primero, el grupo experimental obtuvo una puntuación significativamente mayor en las pruebas y mostró un mayor crecimiento en los conceptos matemáticos que el grupo comparativo. Se evaluó el nivel de comprensión de los conceptos matemáticos al principio y al final de la intervención con las pruebas de preparación para el aprendizaje para niños pequeños, originalmente desarrolladas por el Instituto de Desarrollo Educativo de Corea (KEDI, por sus siglas en inglés). En el análisis del subfactor de los conceptos matemáticos, el grupo experimental mostró diferencias positivas importantes en las áreas de clasificación, número y conceptos de espacio/tiempo (y ninguna diferencia significativa en medición).

Segundo, los autores también probaron el efecto de su intervención en el crecimiento de las habilidades musicales entre ambos grupos. El grupo experimental mostró un crecimiento significativamente mayor (y mayores puntuaciones) que el grupo comparativo. Su habilidad musical se midió con el Recording Skill Development in Music (Registro del desarrollo de habilidades musicales) creado por Loten y Walley. En el análisis del subfactor de sus habilidades musicales, el grupo experimental mostró diferencias importantes de crecimiento en las áreas de escucha, expresión rítmica, canto y ejecución de instrumentos (y ninguna diferencia importante en la creatividad musical).

Este estudio cuasi experimental está basado en una muestra muy pequeña y sus resultados no pueden ser fácilmente generalizados. Con todo, es interesante en varios aspectos: su hipótesis no es que la educación musical se transfiera a las habilidades matemáticas, sino que cierta clase especial de pedagogía integrada puede acelerar el aprendizaje de las matemáticas y la música; evalúa los resultados tanto en matemáticas como en música, mientras que muchos estudios solo evalúan los resultados en matemáticas; finalmente, evalúa la creatividad musical más que la creatividad genérica.

matemáticas, asumiendo que los alumnos lo hagan de manera laboriosa y no musicalmente intuitiva. Quizá incluso componer intervalos musicales reforzaría las habilidades matemáticas; pero, por supuesto, la composición y la teoría musical no se incluyen típicamente en el tipo de educación musical que se ofrece en nuestras escuelas.

Además, los estudios más recientes, realizados después del REAP, son de correlación. Por tanto, se requieren estudios más experimentales para determinar si existe una conexión causal entre la educación musical y las habilidades matemáticas.

¿Qué podríamos esperar de estos estudios experimentales? Una investigación realizada por Beecham, Reeve y Wilson (2009) nos llevaría a suponer que los estudios experimentales no demostrarán que la enseñanza musical mejora las matemáticas. Ellos analizaron la representación del registro y del número, y descubrieron que aun cuando la gente los representa espacialmente no utiliza el mismo tipo de representación espacial para ambos dominios. Por ejemplo, a la gente se le pidió que emitiera juicios acerca de los números (con la asociación numérico-espacial de los códigos de respuesta o SNARC, por sus siglas en inglés y

la asociación músico-espacial de los códigos de respuesta o SMARC, por sus siglas en inglés). Si las respuestas a las notas altas y números grandes son más rápidas cuando se pulsa el botón del lado derecho, en lugar del izquierdo, podemos concluir que los números/registros están representados en un eje horizontal, y que los números más grandes/registros más altos están ubicados a la derecha de los números más pequeños/registros más bajos. Por medio de este estudio se comprobó que la manera en que la gente respondió al SNARC no tiene relación con la manera en que respondieron al SMARC. Este resultado de sistemas representativos de dominio específico en la música y los números proporciona evidencia de que la gente no utiliza la misma clase de representación espacial para la música y los números. Si no hay representación espacial compartida entre la música y los números, menos razón habría para esperar que la enseñanza musical estimularía el desempeño en la aritmética. No obstante, aún sería posible encontrar que la enseñanza musical mejora algunas habilidades matemáticas o de razonamiento si se hace un pequeño énfasis en los números.

El meta-análisis del REAP de música y matemáticas sugiere que, en efecto, puede haber una relación causal entre algunas formas de instrucción musical y algunas formas de resultados matemáticos. Seis estudios de correlación recientes del REAP muestran una relación positiva entre la enseñanza musical y alguna forma de razonamiento matemático. No obstante, se requiere investigar más al respecto antes de poder estar seguros de los resultados: de los estudios de correlación no podemos concluir que las asociaciones encontradas sean el efecto de la enseñanza musical, pues podría también ser consecuencia de que los individuos con habilidades matemáticas hayan optado por estudiar música; aun cuando sean positivos, los estudios experimentales existentes no fueron suficientemente numerosos para permitirnos llegar a conclusiones firmes. Hacen falta más estudios experimentales.

Aunado a lo anterior, necesitamos que se hagan estudios que continúen evaluando de manera separada los efectos de la música en la geometría, que es espacial, y otras formas no espaciales de matemáticas. De hecho, algunas investigaciones recientes nos hacen suponer que es poco probable que la educación musical tenga un impacto en algunos dominios matemáticos, como la aritmética. Si esto se llegara a probar, aún podría ejercer una influencia en la geometría, así que es necesario distinguir entre diferentes tipos de resultados matemáticos.

La educación musical y las habilidades visuales/espaciales

Las habilidades visuales/espaciales se refieren a la habilidad de manipular, mentalmente, figuras en dos y tres dimensiones, como en la rotación mental. Esta es una habilidad importante en matemáticas, pero también, en términos más generales, en profesiones como la ingeniería, la cirugía y la arqueología. Hetland (2000) distingue dos clases de razones, no mutuamente excluyentes, por las que la educación musical podría mejorar las habilidades visuales/espaciales: las teorías de conexión neuronal y las teorías de transferencia cercana. Si los centros de procesamiento espacial y musical del cerebro están próximos o se traslapan, y por consiguiente se conectan, se puede suponer que el desarrollo de ciertas habilidades espaciales y musicales está relacionado y que la música implica alguna manipulación mental de objetos no físicos. Las explicaciones de la transferencia cercana del aprendizaje se basan en la idea de que las habilidades visuales/espaciales están implicadas en la música, de modo que su desarrollo en la educación musical pueda transferirse a otras formas no musicales de habilidades de este tipo. Leer notas musicales, visualizar la relación entre las teclas cuando se toca un instrumento

de teclado, memorizar patrones musicales, improvisar, representar la ubicación del sonido en el espacio: todo ello requiere habilidades visuales/espaciales que podrían transferirse a otros temas no musicales. ¿Qué dice la evidencia empírica sobre esta posible transferencia?

El meta-análisis del REAP de los estudios sobre educación musical y las habilidades visuales/espaciales

Estudios cuasi experimentales y experimentales

Hetland (2000) llevó a cabo tres meta-análisis de estudios cuasi experimentales y experimentales combinados que analizan el efecto de la enseñanza musical en las habilidades espaciales de niños (el total de los 29 estudios incluidos en estos tres meta-análisis se detalla en el cuadro 3.16). Los estudios incluyeron a niños entre las edades de 3 a 12 años. La instrucción musical consistió de una o más de las siguientes actividades: canto, juegos musicales, aprendizaje de notas musicales, improvisación o composición, movimiento con música, tocar instrumentos. Los instrumentos utilizados en los estudios fueron combinaciones de voz, piano, xilófonos, tarola e instrumentos de rítmica (triángulos, panderos, palos, címbalos pequeños, campanillas y campanas).

Meta-análisis 1. El primer meta-análisis de Hetland (2000) incluyó 15 estudios (701 sujetos) que usaron como resultados tareas espacio-temporales (definidas como tareas que requieren manipulación mental a lo largo del tiempo), tales como la subprueba de ensamblaje de objetos de la Versión Revisada de la Escala de Inteligencia para Preescolar y Primaria de Wechsler (WPPSI-R, por sus siglas en inglés) y la Escala de Inteligencia para Niños-III (ambas son medidas de inteligencia estandarizadas, normadas, confiables y válidas) en las que el sujeto debe armar un rompecabezas sin ver la imagen del modelo terminado.

El tamaño promedio del efecto fue grande ($r = .37$, $d = .79$) y los resultados obtenidos fueron altamente generalizables (la prueba t de la media Z_r fue de 7.50, $p < .0001$). Asimismo, el tamaño del efecto no varió mucho en los estudios incluidos, lo que llevó a Hetland a concluir que los resultados de este análisis eran sólidos.

Los tamaños del efecto de las clases individuales fueron un poco más grandes que para las clases grupales, y también en los estudios donde los niños aprendieron notación musical estándar (en vez de cero notación o tipos de notación preparatoria, como las señas manuales de Kodaly). Sin embargo, se obtuvieron grandes efectos tanto en los formatos grupales como en los individuales (en las clases grupales el resultado fue de $r = .32$; en las individuales, de $r = .48$), con y sin notación estándar (sin notación: $r = .36$; con notación estándar: $r = .39$).

No todos los estudios mostraron que el aprendizaje musical tuviera un efecto positivo en el razonamiento espacial. Uno de los estudios mejor conocidos señala que la instrucción musical estimuló el razonamiento espacial durante los primeros dos años de instrucción, pero después de tres años no hubo diferencia en la puntuación espacial de aquellos con y sin instrucción musical (Costa-Giomi, 1999). Este estudio se expone en el recuadro 3.6.

Meta-análisis 2. El segundo meta-análisis de Hetland (2000) (5 estudios, 694 sujetos) incluyó estudios con las Matrices Progresivas de Raven como medida de resultado, que es una medida de razonamiento no verbal que no se considera “espacio-temporal”. El efecto promedio de los estudios que utilizaron estas medidas de análisis no espacio-temporales ($r = .08$, $d = .16$) fue mucho menor que el efecto promedio de las medidas de análisis espacio-temporales mencionadas más arriba. El efecto no se pudo generalizar para nuevos estudios debido

Cuadro 3.16. Veintinueve estudios cuasi experimentales y experimentales incluidos en los tres meta-análisis sobre los efectos de la educación musical en las habilidades visuales/espaciales

Estudio	Relación positiva	Relaciones mixta, nula o negativa
ESTUDIOS DEL META-ANÁLISIS 1	X	
Costa-Giomi (1999)*	X	
Flohr, Miller, y Persellin (1998) *		X
Flohr (1998)*		X
Flohr (1999) (datos sin procesar)*		X
Graziano y colaboradores (1999)		X
Gromko/Poorman (1998)		X
Hurwitz y colaboradores (1975)		X
Mallory/Philbrick (1995)	X	
Persellin (1999)		X
Rauscher (1999) *	X	
Rauscher (1999) *	X	
Rauscher y colaboradores (1994)	X	
Rauscher y colaboradores (1997)	X	
Rauscher/Zupan (1999)		X
Taetle (1999)	X	
ESTUDIOS DEL META-ANÁLISIS 2		X
Hurwitz y colaboradores (1975)	X	
Lazco (1985)		X
Lazco (1985)		X
Zulauf (1993/94)		X
Zulauf (1993/94)		X
ESTUDIOS DEL META-ANÁLISIS 3	X	
Bilhartz y colaboradores (2000)	X	
Flohr y colaboradores (1999)*		X
Gromko/Poorman (1998)		X
Hurwitz y colaboradores (1975)	X	
Parente y O'Malley (1975)	X	
Rauscher y colaboradores (1997)		X
Taetle (1999)		X
Zulauf (1993-1994)	X	
Zulauf (1993-1994)		X

Nota: los estudios experimentales están marcados con asterisco. Los resultados completos se detallan en el cuadro 3.A1.5. Fuente: Hetland (2000).

a que la prueba *t* de la media *Zr* no fue significativa. Hetland llegó a la conclusión de que el efecto de la instrucción musical es específica para las tareas espacio-temporales y no para las tareas no verbales en general, tales como las Matrices Progresivas de Raven, que dependen más de la lógica general.

Meta-análisis 3. El tercer meta-análisis de Hetland (2000) incluyó nueve estudios (655 sujetos) que emplearon un rango de medidas espaciales que no se pueden clasificar de inmediato como espacio-temporales ni como no espacio-temporales. Algunos estudios utilizaron medidas tanto espacio-temporales como no espacio-temporales (varios utilizaron más de una subprueba espacial del WPPSI-R y solo brindaron una puntuación global); otros estudios utilizaron pruebas que pueden ser espacio-temporales, pero que son difíciles de clasificar (por ejemplo, la “Prueba de las figuras enmascaradas” o los “dibujos y palabras presentados de manera lacunaria y ambigua”, Zulauf, 1993/1994, p. 114). Un estudio utilizó una tarea que depende principalmente de la memoria espacial: la tarea de Memoria de Bead, de la Escala de Inteligencia Stanford-Binet, que evalúa la habilidad de reconstruir una secuencia visual.

El efecto promedio hallado en este análisis ($r = .26$, $d = .55$) fue menor al efecto encontrado en el análisis espacio-temporal, pero aun así su tamaño fue moderado. Además, se pudo generalizar para nuevos estudios, porque la prueba t de la media Z_r fue significativa. Por tanto, Hetland llegó a la conclusión de que la instrucción musical no solo puede mejorar las habilidades espacio-temporales, sino que puede mejorarlas de manera más amplia. Ella alertó, sin embargo, que se requieren más estudios, dado que las mediciones para obtener resultados fueron bastante diversas.

Hetland (2000) llegó a la conclusión de que existe un hallazgo sólido y generalizable para los niños en edades de 3 a 12 años: la instrucción musical mejora su desempeño en un tipo específico de tarea espacial clasificada como “espacio-temporal”. Esta mejora puede extenderse más ampliamente a algunas formas de razonamiento no espacio-temporal, aunque no a las tareas de matrices de Raven (como se expone en el segundo análisis).

Hetland (2000) pide cautela, porque las pruebas espaciales se llevaron a cabo a pocas semanas del final de la instrucción musical y no sabemos cuánto tiempo dura cualquier efecto de mejora. Y puesto que el único estudio longitudinal de más de dos años existente demostró que los alumnos sin instrucción musical alcanzaron a quienes tomaron clases de piano durante el tercer año de instrucción (Costa-Giomi, 1999, en recuadro 3.6), no sabemos si la instrucción musical es efectiva para fomentar el razonamiento espacial después de los dos primeros años.

Quizá sea más importante, señala Hetland (2000), la cuestión de si los efectos de la instrucción musical en pruebas espaciales se traducen en un mejor desempeño escolar. Para

Recuadro 3.6. Un estudio longitudinal no muestra efectos en las habilidades cognitivas y espaciales después de tres años de instrucción de piano

Costa-Giomi (1999) llevó a cabo un estudio experimental para explorar los efectos de la instrucción de piano en el desarrollo cognitivo. El estudio consistió en asignar aleatoriamente a niños que jamás habían tomado clases de música a dos grupos: uno de música (67 niños), en el cual se impartieron clases de piano o de algún instrumento de teclado durante tres años, y otro de control (50 niños) que no recibió estas clases.

No hubo diferencias entre los grupos en cuanto a las habilidades cognitivas, musicales y motoras ni tampoco en términos de la autoestima, el desempeño académico y la motivación para estudiar música al principio de la investigación.

El grupo con enseñanza musical mejoró, en general, sus habilidades cognitivas y espaciales después de uno y dos años de enseñanza, pero las mejoras fueron mínimas desde el punto de vista global. Sin embargo, después de tres años de enseñanza no hubo diferencias significativas entre el grupo que estudió música y el de control.

cosechar los beneficios de cualquier mejora de razonamiento espacial como resultado de la instrucción musical las escuelas tendrían que asegurar que ésta enfatiza la perspectiva espacial en el aprendizaje.

Los estudios sobre educación musical y habilidades visuales/espaciales realizados después del REAP

Estudios de correlación

El meta-análisis del REAP sobre habilidades musicales y visuales/espaciales no incluyó estudios de correlación. Un número de estudios de correlación recientes, realizados después del REAP, señaló que los músicos adultos superan en las pruebas visuales/espaciales a los adultos que no tienen formación musical. (Brochard, Dufour, y Després, 2004; Patson, Corballis, Hogg, y Tippett, 2006; Sluming, Barrick, Howard, Cezayirli, Mayes, y Roberts, 2002; Sluming, Brooks, Howard, Downes, y Roberts, 2007; Stoesz, Jakobson, Kilgour, y Lewycky, 2007). Se informó de un hallazgo similar en niños entre las edades de 9 y 14 años (Hassler, Birbaumer, y Feil, 1985, 1987). En estos estudios se halló un fuerte vínculo entre el talento musical y la visualización espacial.

Encontramos un estudio de correlación realizado después del REAP que analiza la correlación entre la habilidad musical y la espacial (cuadro 3.17). Wang y McCaskill (1989) evaluaron la habilidad musical (no la formación musical) y la habilidad espacial de 95 niños de 11 años de edad y encontraron una correlación significativa entre ambas habilidades.

Cuadro 3.17. Un estudio de correlación realizado después del REAP que analiza la asociación entre la educación musical y las habilidades visuales/espaciales

Estudio	Asociación positiva	Sin Asociación
Wang y McCaskill (1989)	X	

Nota: el estudio evalúa la habilidad musical y no la educación musical.

Estudios cuasi experimentales y experimentales

En un estudio cuasi experimental que no se incluyó en el REAP, Míngat y Suchet (1996) no hallaron ninguna diferencia estadísticamente significativa en la estructuración visual/espacial de los alumnos de kínder que recibieron dos o cuatro horas de educación musical y el grupo de control al final del experimento (recuadro 3.2).

Únicamente encontramos un estudio experimental realizado después del REAP que evalúa si la formación musical mejora las habilidades visuales/espaciales de los niños (resumido en el cuadro 3.18).

Bilhartz, Bruhn y Olson (2000) asignaron aleatoriamente a niños de 4 a 5 años de edad a un grupo donde tomarían clases de música durante siete semanas y a otro donde no tomarían estas clases. Los niños fueron evaluados antes y después de las siete semanas con una variedad de subpruebas del CI de Stanford-Binet. Los niños en el grupo de música superaron a los del grupo de control únicamente en una subprueba: la prueba de memoria de Bead, que es un test visual/espacial. Nótese que el descubrimiento de que el grupo de música no mejoró en

Cuadro 3.18. Dos estudios realizados después del REAP que analizan el efecto de la educación musical en las habilidades visuales/espaciales

Estudio	Asociación positiva	Asociación negativa o sin asociación
Bilhartz, Bruhn y Olson (2000)*	X	
Míngat y Suchaut (1996)		X

Nota: la investigación marcada con asterisco es un verdadero estudio experimental.

todas las subpruebas de CI entra en conflicto con el hallazgo de Schellenberg (2004) de que la formación musical mejora la escala completa del CI (véase la sección sobre educación musical y CI más arriba).

Nosotros encontramos otro estudio realizado después del REAP que pone a prueba el efecto de la enseñanza musical en las habilidades visuales/espaciales (Zafran, 2004), pero dado que no incluyó un grupo de control no podemos tratarlo aquí.

En resumen, la evidencia del meta-análisis del REAP muestra un efecto positivo de la formación musical en el razonamiento visual/espacial. Sin embargo, el estudio longitudinal a largo plazo incluido en el REAP no mostró ninguna ventaja en las habilidades visuales/espaciales debida a la formación musical después de tres años. Dicho estudio debe invitarnos a ser cautelosos y no asumir que la formación musical tiene resultados visuales/espaciales positivos a largo plazo. Puesto que solo encontramos un estudio experimental realizado después del REAP a este respecto, se requiere una mayor investigación.

La educación musical y la atención

Aprender un instrumento musical requiere concentración. Por consiguiente, podemos preguntarnos si aprender música mejora la capacidad de fijar la atención y concentrarse, un beneficio que entonces podría explicar la mejora del desempeño escolar. La actividad musical implica memorizar patrones de tonos, notas musicales y secuencias motoras; también requiere escuchar con cuidado y largos periodos de atención. Por tanto, es posible que la música desarrolle la memoria y las habilidades generales de atención. Un hallazgo de que la función ejecutiva de los músicos adultos es superior, incluso en las habilidades de atención, sugiere que tal vez la formación musical mejora, de hecho, estas habilidades (Bialystok y DePape, 2009). Un estudio experimental con asignación aleatoria mostró que la atención y la concentración de los adultos mayores (de 60 a 85 años de edad) que estudiaron piano durante seis meses mejoran respecto al grupo de control (Bugos, Perlstein y colaboradores, 2007). No obstante, este efecto desapareció tres meses después de haber suspendido las clases. ¿Cuál es la evidencia de que la enseñanza musical mejora la atención en la niñez?

Estudios de correlación

Encontramos dos estudios de correlación: el primero analiza la relación entre las clases de música y los resultados cerebrales relacionados con la atención, mismos que se resumen en el cuadro 3.19; el segundo analiza la relación entre las clases de música y una medida de comportamiento de atención auditiva.

Cuadro 3.19. Tres estudios de correlación que analizan la relación entre la música y la atención

Estudio	Correlación positiva	Sin correlación
Fujioka y colaboradores (2006) (resultado cerebral)	X	
Huotilainen (2010) (resultado de comportamiento)	X	
Shahin y colaboradores (2008) (resultado cerebral)	X	

Recuadro 3.7. Las clases de violín aumentan la respuesta de atención del cerebro

Fujioka y colaboradores (2006) estudiaron a niños de 4 a 6 años de edad que tomaban clases de violín y los compararon con otros que no recibían ninguna instrucción musical. Estos niños fueron evaluados cuatro veces al año mediante una magnetoencefalografía (MEG). Los autores descubrieron que un componente magnético –el N250m, cuya asociación con la atención es conocida– se acentuó en los niños musicalmente entrenados (pero no en los otros), en términos de su respuesta a los tonos del violín.

Este hallazgo es consistente con el de Shahin y colaboradores (2008), quienes mostraron que una respuesta neuronal (el componente N2 de los potenciales relacionados con eventos), asociada con la atención auditiva y la memoria, madura antes cuando los niños toman clases de música.

Fujioka y colaboradores (2006) encontraron que el aprendizaje del violín afecta un resultado cerebral asociado con la atención. Dicho estudio se describe en el recuadro 3.7. Shahin y colaboradores (2008) descubrieron que cierta clase de respuesta neuronal hallada en niños que han estudiado música al menos durante un año está asociada con las funciones ejecutivas de la atención y la memoria.

En Finlandia, Huotilainen (2010) está estudiando la relación entre la música y la atención auditiva, entre otras habilidades. Se trata de un estudio de correlación en el que compara a niños de 9 a 13 años de edad que están o no involucrados con la música. Ambos grupos fueron seleccionados cuidadosamente de acuerdo con el número de actividades en las que estaban participando, su estatus socioeconómico y la calidad de la escuela a la que asistían. Los niños involucrados con la música se desempeñaron con mucha más rapidez y cometieron menos errores en la batería de pruebas neuropsicológicas. Algunas de las tareas en las que sobresalieron estos niños requieren prestar atención auditiva en presencia de sonidos distractores (por ejemplo, contar números y reconocer palabras en medio del ruido). Estos niños también sobresalieron en la nominación de objetos y en cambiar las reglas para nombrar objetos. Huotilainen explicó estos hallazgos especulando que cantar y tocar música desarrolla la capacidad de atención auditiva, misma que luego se transfiere a otras tareas que no son musicales, lo cual permite que los niños permanezcan centrados en una tarea auditiva aun cuando haya distracciones auditivas.

Estudios cuasi experimentales

Encontramos tres estudios cuasi experimentales cuya finalidad fue probar el efecto de la formación musical en la atención (cuadro 3.20).

Cuadro 3.20. Tres estudios que analizan los efectos de la música en la atención

Estudio	Efecto positivo	Sin efecto/efectos inconsistentes
Bastian (2000, 2008)		X
Petitto (2008)		X
Scott (1992)	X	

Scott (1992) encontró que los niños en edad preescolar que tomaban clases de música se desempeñaron mejor en una tarea de atención que requería vigilancia, comparados con aquellos que tomaron clases de movimiento creativo.

En un estudio alemán, descrito anteriormente, Bastian (2000, 2008) no encontró que los niños que habían recibido una amplia educación musical gozaran de una mayor capacidad de concentración que los niños que no la habían recibido.

En el estudio de Petitto (2008), abordado en la sección referente al aprendizaje de una lengua extranjera, no se halló que la música implicara alguna ventaja en cuanto a la atención.

Estudios experimentales

No encontramos estudios experimentales que analicen si la enseñanza musical mejora la atención de los niños en edad preescolar.

Para concluir, unos cuantos estudios empíricos sugieren que la enseñanza musical podría estar asociada con la mejora de la atención o con resultados cerebrales relacionados, pero no existe todavía una investigación experimental sólida que nos permita concluir que la enseñanza musical aumenta las habilidades de atención. Podría ser que los niños con mejores habilidades de atención opten por estudiar más música.

La educación musical y la memoria

¿La educación musical mejora la memoria? En varios estudios de correlación se ha mostrado que la instrucción musical está asociada con las fortalezas en la memoria verbal (una revisión al respecto se encuentra en Schellenberg, 2005, 2006a).

Los músicos, comparados con quienes no lo son, dan pruebas de tener una memoria verbal superior (Brandler y Rammsayer, 2003; Chan, Ho, y Cheung, 2008; Jakobson, Cuddy, y Kilgour, 2003; Jakobson, Lewycky, Kilgour, y Stoesz, 2008; Kilgour, Jakobson, y Cuddy, 2000; Piro y Ortiz, 2009; Tierney, Bergeson-Dana, y Pisoni, 2008). Por ejemplo, en el estudio de Franklin y colaboradores (2008) se hizo un análisis de varios individuos inscritos en un programa de música de nivel superior o de posgrado que habían iniciado su enseñanza musical antes de la edad de 10 años y que llevaban por lo menos nueve años de aprendizaje. Estos alumnos fueron comparados con otros que no habían tocado un instrumento musical por más de un año. La memoria a largo plazo y el alcance de la memoria verbal de los músicos resultaron superiores. Sin embargo, debido a que este no es un estudio experimental, no podemos determinar si los individuos que tienen una memoria verbal fuerte a largo plazo se sienten atraídos por el estudio del piano y se aferran a él, o bien si la enseñanza instrumental fomenta el aumento de la memoria verbal (por ejemplo, mediante estrategias de repetición verbales). Jakobson y colabo-

radores (2003) han sugerido que la relación entre el estudio de la música y el fortalecimiento de la memoria verbal podría deberse a un mecanismo compartido para procesar el orden temporal en el dominio auditivo. Quizá el estudio de la música fortalezca esta habilidad y, por consiguiente, refuerce la memoria verbal (aunque esto tendría que implicar el fortalecimiento de la memoria para la información verbal presentada oralmente).

Si bien los estudios antes mencionados muestran una relación entre la enseñanza musical y la memoria verbal, pero no visual, dos estudios de correlación señalaron que la música está asociada con fortalezas en ambos tipos de memoria. Lee Lu y Ko (2007) señalan que los músicos se desempeñaron mejor en una prueba de secuencia de números y en otra de secuencia de sílabas (que no forman palabras), en comparación con personas que nunca han estudiado música.

Schellenberg (2008) ha criticado los estudios mencionados arriba, argumentando que el CI global de los grupos no suelen corresponder, ya que el CI de los grupos de música es más elevado y su nivel educativo más alto. Por consiguiente, las diferencias en la habilidad de la memoria verbal pueden ser una función del CI y/o del logro educativo, y no de la enseñanza musical en sí misma.

¿Cuál es la evidencia de que la música mejora la memoria en la niñez?

Estudios de correlación

Encontramos un estudio de correlación que analiza la relación entre las clases de música y la memoria. Ho, Cheung y Chan (2003) mostraron, en el estudio 1, que el aprendizaje musical está asociado con las fortalezas de la memoria verbal (auditiva), resumidas en el cuadro 3.21. Dicho estudio se describe en el recuadro 3.8.

Estudios cuasi experimentales

Encontramos un estudio cuasi experimental que pone a prueba el efecto de las clases de música en la memoria. Ho, Cheung y Chan (2003) dieron seguimiento a su primer estudio de correlación con otro estudio cuasi experimental en el que señalan que los niños que persisten en el aprendizaje musical presentan avances en la memoria verbal; mientras que aquellos que suspenden sus clases de música no presentan tales avances (resumidos en el cuadro 3.22). Dicho estudio se describe también en el recuadro 3.8.

No existen aún pruebas experimentales claras de que la formación musical mejore la memoria.

Estudios experimentales

No encontramos estudios experimentales que pongan a prueba el efecto de la enseñanza musical en la memoria.

Aún no existen pruebas experimentales claras de que la formación musical mejore la memoria.

Cuadro 3.21. Un estudio de correlación que analiza la relación entre la enseñanza musical y la memoria verbal

Estudio	Relación positiva	Sin relación
Ho, Cheung y Chan (2003), estudio 1	X	

Cuadro 3.22. Un estudio cuasi experimental que analiza los efectos de la formación musical en la memoria verbal

Estudio	Efecto positivo	Sin efecto/efectos inconsistentes
Ho, Cheung y Chan (2003), estudio 2	X	

**Recuadro 3.8. La memoria verbal superior:
¿un resultado de la formación musical o del CI?**

En un estudio de correlación Ho, Cheung y Chan (2003) mostraron que el puntaje de los niños que tomaban clases de música era mayor que el de los que no tomaban, en términos de la memoria verbal, pero no la visual. El estudio se realizó con 90 niños entre las edades de 6 a 15 años que asistían a una escuela en Hong Kong. La mitad de estos niños había elegido recibir formación musical y tocaron en la banda y en la orquesta de su escuela; también habían estudiado violín o flauta clásicos por lo menos una hora por semana. Estos niños habían estudiado música durante uno a cinco años. El grupo de control asistía a la misma escuela, pero no estudiaba música. Los integrantes de ambos grupos fueron seleccionados de modo que coincidieran en edad, nivel educativo, ESE medido con base en la educación familiar y los ingresos, y en su escala total de CI. A todos se les aplicó una prueba para evaluar su memoria de palabras presentadas oralmente, una prueba de memoria visual y una de CI. Los niños en el grupo de música obtuvieron una calificación significativamente mayor en la prueba de memoria verbal (oral), pero no en la prueba de memoria visual ni en la de CI.

Este hallazgo se encuentra en conflicto con la demostración de Schellenberg (2004) de que la formación musical incrementa el CI de los niños.

Schellenberg (2008) ha criticado a Ho y colaboradores (2003) señalando que hubo una diferencia en el CI de los grupos (a favor de los de música) de aproximadamente la tercera parte de una desviación estándar, y que, una vez más, el CI puede explicar cualquier superioridad en la memoria verbal de los grupos de música. Schellenberg (2010) señala (en una comunicación personal) que “cuando alguien está tratando de ‘probar’ la hipótesis nula de que no existe diferencia entre los grupos, es conceptualmente imposible y muy poco convincente si la diferencia es “casi” significativa. Solo es convincente si el tamaño de la muestra es grande y la diferencia observada apunta hacia la dirección opuesta, o bien si el valor de p es muy alto, lo cual sugiere que el efecto, en caso de que exista, será minúsculo en la población. En Ho y colaboradores, probablemente la adición de unos cuantos participantes más habría empujado el valor de p para el puntaje de la escala completa del CI hacia la significancia, y los resultados de su estudio serían consistentes con lo que llevo los últimos años diciendo: es más factible que los niños inteligentes tomen clases de música y se desempeñen bien en virtualmente cualquier prueba que se les aplique, en comparación con otros niños”.

En un estudio de seguimiento cuasi experimental para determinar la dirección de la causalidad, Ho, Cheung y Chan (2003b) compararon tres grupos de niños: los que acababan de iniciar su formación musical, los del primer estudio que continuaban con su formación musical, y los del primer estudio que suspendieron su formación musical después de tres meses. Se les aplicaron las mismas pruebas. Al principio, los puntajes para la memoria verbal de los principiantes fueron más bajos que los de los otros dos grupos, pero después de un año de formación musical los tres grupos se emparejaron, debido a que los principiantes mejoraron su memoria verbal durante el curso de un año de entrenamiento. Los dos grupos que estudiaban música mejoraron su memoria verbal en un año, pero los niños que habían suspendido sus clases de música no mejoraron.

Es posible que los niños cuyo CI es más alto procuren la formación musical, y que el CI más alto se correlacione con una mejor memoria (y con la atención y el desempeño en matemáticas, etcétera). Todavía se requieren experimentos cuyo diseño sea aleatorio para determinar la dirección de la causalidad.

Conclusiones sobre la educación musical y el funcionamiento cognitivo

En este capítulo hemos analizado numerosos estudios que argumentan a favor de un vínculo entre la formación musical y un área específica del funcionamiento cognitivo. La investigación sobre la música y la transferencia cognitiva es promisorio y, por el momento, podemos llegar a las siguientes conclusiones: las lecciones de música mejoran el desempeño académico de los niños y su CI, también mejoran la conciencia fonológica y la decodificación de las palabras.

Podemos comprender la relación entre la formación musical y la conciencia fonológica, ya que ambas involucran habilidades de comprensión. Puesto que la conciencia fonológica está relacionada con la decodificación de las palabras, también podemos entender por qué la formación musical podría facilitar las habilidades de decodificación de las palabras de los niños pequeños.

¿Cómo podemos entender el efecto de las clases de música en el CI y el desempeño académico? La investigación que involucra a niños que toman clases de música fuera de la escuela siempre ha implicado a pequeños que estudian música clásica, la cual implica muchas actividades de tipo escolar: clases privadas con un adulto, práctica diaria, memorización y lectura de notas musicales (más la presentación en público en forma de recitales). Nuestra hipótesis aquí es que si los niños tomaran clases en otras ramas del arte que implicaran la misma combinación de actividades de tipo escolar, entonces estas otras ramas artísticas también estarían asociadas con un CI más elevado y un mejor desempeño académico.

Referencias

- Aleman, A., Nieuwenstein, M. R., Böcker, K. B. E., y de Haan, E. H. F. (2000). Music training and mental imagery ability. *Neuropsychologia*, 38(12), 1664-1668.
- Anello, J. A. (1972). *A Comparison of Academic Achievement Between Instrumental Music Students and Non-music Students in the El Dorado and Valencia High Schools of the Placentia United School District*. Tesis de doctorado, Brigham Young University.
- Anvari, S. H., Trainor, L. J., Woodside, J., y Levy, B. A. (2002). Relations among musical skills, phonological processing and early reading ability in preschool children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 83(2), 111-130.
- Asbury, C., y Rich, B. (2008). *Learning, arts and the brain. The Dana Consortium Report on Arts and Cognition*. Nueva York/Washington, D. C.: Dana Press
- Bahr, N., y Christensen, C. A. (2000). Inter-domain Transfer between mathematical skill and musicianship. *Journal of Structural Learning and Intelligence Systems*, 14(39), 187-197.
- Baldeweg, T., Richardson, A., Watkins, S., Foale, C., y Gruzelier, J. (1999). Impaired auditory frequency discrimination in dyslexia detected with Mismatch Evoked Potentials. *Annals of Neurology*, 45(4), 495-503.
- Barwick, J., Valentine, E., West, R., y Wilding, J. (1989). Relations between reading and musical abilities. *British Journal of Educational Psychology*, 59(2), 253-257.
- Bastian, H. G. (2000). *Musik (erziehung) und ihre Wirkung. Eine langzeitstudie an Berliner Grundschulen*. Mainz, DE: Schott Musik International.
- Bastian, H. G. (2008). *Nach langem Schweigen: zur Kritik an der Langzeitstudie 'Musikerziehung und ihre Wirkung' (2000)*. Disponible en: www.musikpaedagogikonline.de/unterricht/netzspezial/reflexion/bastian/show,17683.html
- Beecham, R., Reeve, R. A., y Wilson, S. J. (2009). Spatial representations are specific to different domains of knowledge, *PLoS ONE*, 4(5).

- Besson, M., Schon, D., Moreno, S., Santos, A., y Magne, C. (2007). Influence of musical expertise and musical training on pitch processing in music and language. *Restorative Neurology and Neuroscience*, 25(3/4), 399-410.
- 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.
- Bilhartz, T. D., Bruhn, R. A., y Olson, J. E. (2000). The effect of early music training on child cognitive development. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 20(4), 615-636.
- Brandler, S., y Rammsayer, T. H. (2003). Differences in mental abilities between musicians and non-musicians. *Psychology of Music*, 31(2), 123-138.
- Bratko, D. T., Chamorro-Premuzic, y Saks, Z. (2006). Personality and school performance: Incremental Validity of Self and peer-ratings over intelligence. *Personality and Individual Differences*, 41(1), 131-142.
- Brochard, R., Dufour, A., y Després, O. (2004). Effect of musical expertise on visuospatial abilities: Evidence from reaction times and mental imagery. *Brain and Cognition*, 54(2), 103-109.
- Bugos, J. A., Perlstein, W. M., McCrae, C. S., Brophy, T. S., y Bedenbaugh, P. (2007). Individualized piano instruction enhances executive functions and working memory in older adults. *Aging & Mental Health*, 11(4), 464-471.
- Butzlaff, R. (2000). Can music be used to teach reading? *Journal of Aesthetic Education*, 34(3/4) 167-178.
- Cattell, R. (1949). *Culture Free Intelligence Test, Scale 1, Handbook*. Champaign, IL: Institute of Personality and Ability.
- Catterall, J., Chapleau, R., e Iwanaga, J. (1999). Involvement in the arts and human development: General involvement and intensive involvement in music and theatre arts. En E. B. Fiske (Ed.), *Champions of Change: The Impact of the Arts on Learning* (pp. 1-18). Washington, D. C.: The Arts Education Partnership/The President's Committee on the Arts and the Humanities.
- Ceci, S. J., y Williams, W. M. (1997). Schooling, intelligence and income. *American Psychologist*, 52(10), 1051-1058.
- Chan, A. S., Ho, Y. C., y Cheung, M. C. (2008). Music training improves verbal memory. *Nature*, 396(6707), 128. doi: 10.1038/24075
- Chandrasekaran, B., Hornickel, J. M., Skoe, E., Nicoland, T., y Kraus, N. (2009). Context-dependent encoding in the human auditory brainstem relates to hearing speech in noise: Implications for developmental dyslexia. *Neuron*, 64(3), 311-319.
- Chandrasekaran, B., y Kraus, N. (2010). Music, noise-exclusion, and learning. *Music Perception*, 27(4), 297-306.
- Cheek, J. M., y Smith, L. R. (1999). Music training and mathematics achievement. *Adolescence*, 34(136), 759-761.
- Ciepluch, G. M. (1988). *Sight Reading Achievement in Instrumental Music Performance, Learning Gifts, and Academic Achievement: A Correlational Study*. Tesis de doctorado, University of Wisconsin.
- College Board (1987/1997). *College Bound Seniors Profile of SAT and Achievement Test Takers*. Nueva York, NY: College Board.
- Costa-Giomi, E. (1997). The McGill Piano Project: Effects of piano instruction on children's cognitive abilities, academic achievement, and self-esteem. Ponencia presentada en el XII National Symposium on Research in Music Behaviour, Minneapolis, MN.
- Costa-Giomi, E. (1999). The effects of three years of piano instruction on children's cognitive development. *Journal of Research in Music Education*, 47(31), 98-212.
- Cox, H. A., y Stephens, L. J. (2006). The Effect of music participation on mathematical achievement and overall academic achievement of high school students. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 37(7), 757-763.
- Deary, I. J. (2001). *Intelligence: A very short introduction*. Oxford, RU: Oxford University Press.
- Deasy, R. J. (Ed.) (2002). *Critical links: Learning in the arts and student academic and social development*. Washington, D. C.: Arts Education Partnership
- De Fruyt, F., Van Leeuwen, K., De Bolle, M., y De Clercq, B. (2008). Sex differences in school performance as a function of conscientiousness, imagination and the mediating role of problem behaviour. *European Journal of Personality*, 22(3), 167-184.

- Degé, F., y Schwarzer, G. (2011). The effect of a music program on phonological awareness in preschoolers. *Frontiers in Auditory Neuroscience*, 2, 124 doi: 10.3389/fpsyg.2011.00124
- Dehaene, S., Izard, V., Pica, P., y Spelke, E. (2006). Core knowledge of geometry in an Amazonian indigenous group. *Science*, 20, 381-384.
- Delogu, R., Lampis, G., y Oliveti-Belardinelli, M. (2006). Music-to-language transfer effect: May melodic ability improve learning of tonal languages by native non-tonal speakers? *Cognitive Processes*, 7(3), 203-207.
- Dollinger, S. J., y Orf, L. A. (1991). Personality and performance in personality: Conscientiousness and openness. *Journal of Research in Personality*, 25(3), 276-284.
- Douglas, S., y Willats, P. (1994). The relationship between musical ability and literacy skills. *Journal of Research in Reading*, 17(2), 99-107.
- Engdahl, P. M. (1994). *The Effect of Pull-out Programs on the Academic Achievement of Sixth Grade Students*. Tesis de doctorado, Andrew University.
- Fauvel, J., Flood, R., y Wilson, R. (2006). *Music and Mathematics: From Pythagoras to Fractals*. Oxford, RU: Oxford University Press.
- Fetzer, L. (1994). *Facilitating Print Awareness and Literacy Development with Familiar Children's Songs*. Tesis de doctorado, East Texas University.
- Flohr, J. W., Millerand, D. C., y Persellin, D. (1998). Quantitative EEG responses to music stimuli. Ponencia presentada en el Music Educators National Conference. Phoenix, AZ.
- Flohr, J. W., Miller, D. C., Persellin, D., y DeBeus, R. (1999). *Children's electrophysiological responses to music*. Ponencia presentada en el Twenty-Second International Society for Music Education World Conference. Amsterdam, NL.
- 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*. [doi 10.1371]. Disponible en: <http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0003566>
- Franklin, M. S., Moore, K. S., Yip, C., Jonides, J., Rattray, K., y Moher, J. (2008). The effects of musical training on verbal memory. *Psychology of Music*, 36(3), 353-365.
- Friedman, B. (1959). *An Evaluation of the Achievement in Reading and Arithmetic of Pupils in Elementary School Instrumental Music Classes*. Tesis de doctorado, New York University.
- Fujioka, T., Ross, B., Kakigi, R., Pantev, C., y Trainor, L. J. (2006). One year of musical training affects development of auditory cortical-evoked fields in young children. *Brain*, 129(10), 2593-2608.
- Furnham, A., Chamorro-Premuzic, T., y McDougall, F. (2003). Personality, cognitive ability, and beliefs about intelligence as predictors of academic performance. *Learning and Individual Differences*, 14(1), 49-64.
- 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, 181-192.
- Graziano, A. B., Peterson, M., y Shaw, G. L. (1999). Enhanced learning of proportional math through music training and spatial-temporal training. *Neurological Research*, 21(2), 139-152.
- Groff, F. H. (1963). *Effect on Academic Achievement of Escusing Elementary School Pupils from Classes to Study Instrumental Music*. Tesis de doctorado, University of Connecticut.
- Gromko, J. E. (2005). The effect of music instruction on phonemic awareness in beginning readers. *Journal of Research in Music Education*, 53(3), 199-209.
- Gromko, J. E., y Poorman, A. S. (1998). Developmental trends and relationships in children's aural perception and symbol use. *Journal of Research in Music Education*, 46(1), 16-23.
- Gruhn, W., Galley, N., y Kluth, C. (2003). Do mental speed and musical abilities interact? *Annals of the New York Academy of the Sciences*, 999(1), 485-496.
- Hassler, M., Birbaumer, N., y Feil, A. (1985). Musical talent and visuo-spatial abilities: Longitudinal study. *Psychology of Music*, 13, 99-113.
- Hassler, M., Birbaumer, N., y Feil, A. (1987). Musical talent and visuo-spatial ability: Onset of puberty. *Psychology of Music*, 15, 141-151.
- Helmbold, N., Rammsayer, T., y Altenmüller, E. (2005). Differences in primary mental abilities between musicians and non musicians. *Journal of Individual Differences*, 26(2), 74-85.

- Hetland, L. (2000). Learning to make music enhances spatial reasoning. *Journal of Aesthetic Education*, 34(3/4), 179-238.
- Ho, Y., Cheung, M., y Chan, A. S. (2003). Music training improves verbal but not visual memory: Cross-sectional and longitudinal explorations in children. *Neuropsychology*, 17(3), 439-450.
- Hobbs, C. (1985). A comparison of music aptitude, scholastic aptitude, and academic achievement of young children. *Psychology of Music*, 13, 293-298.
- Huottilainen, M. (2010). Early indices of auditory learning. Charla impartida en el seminario Minds for the Future, mayo 26, en Helsinki, FI. Organizado por el Cicero Learning Network en Espoo, FI.
- Hurwitz, I., Wolff, P. H., Bortnick, B. D., y Kokas, K. (1975). Nonmusical effects of the Kodaly music curriculum in primary grade children. *Journal of Learning Disabilities*, 8(3), 167-174.
- Jakobson, L. S., Cudy, L. L., y Kilgour, A. R. (2003). Time tagging: A key to musician's superior memory. *Music Perception*, 20(3), 307-313.
- Jakobson, L. S., Lewycky, S. T., Kilgour, A. R., y Stoesz, B. M. (2008). Memory for verbal and visual material in highly trained musicians. *Music Perception*, 26(1), 41-55.
- James, J. (1993). *The music of the spheres: Music, science, and the natural order of the universe*. Nueva York, NY: Copernicus.
- Jäncke, L. (2008). *Macht Musik schlau? Neue Erkenntnisse aus den Neurowissenschaften und der kognitiven Psychologie*. Berna, SWZ: Verlag Hans Huber.
- Jentschke, S., y Koelsch, S. (2009). Musical training modulates the development of syntax processing in children. *NeuroImage*, 47(2), 735-744.
- Jentschke, S., Koelsch, S., y Friederici, A. D. (2005). Investigating the relationship of music and language in children: Influences of musical training and language impairment. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1060, 231-242.
- Kast, M., Meyer, M., Vögeli, C., Grossand, M., y Jäncke, L. (2007). Computer-based multisensory learning in children with developmental dyslexia. *Restorative Neurology and Neuroscience* (IOS-Press). 25(3/4), 355-369.
- Kelly, L. L. (1981). *A Combined Experimental and Descriptive Study of the Effect of Music on Reading and Language*. Tesis de doctorado, University of Pennsylvania.
- Kilgour, A. R., Jakobson, L. S., y Cuddy, L. L. (2000). Music training and rate of presentation as mediators of text and song recall. *Memory and Cognition*, 28(5), 700-710.
- Kraus, N., y Chandrasekaran, B. (2010). Music training for the development of auditory skills. *Nature Reviews Neuroscience*, 11, 599-605. doi: 10.1038/nrn288.
- Krumhansl, C. L. (2000). Rhythm and pitch in music cognition. *Psychological Bulletin*, 126(1), 159-179.
- Kvet, E. J. (1985). Excusing elementary school students from regular classroom activities for the study of instrumental music: The effect on sixth-grade reading, language, and mathematics achievement. *Journal of Research in Music Education*, 33(1), 45-54.
- Lamar, H. B. (1989). *An Examination of the Congruency of Music Aptitude Scores and Mathematics and Reaching Achievement Scores of Elementary Children*. Tesis de doctorado, University of Southern Mississippi.
- Lamb, S. J., y Gregory, A. H. (1993). The relationship between music and reading in beginning readers. *Educational Psychology*, 13, 119-27.
- Lazco, Z. (1985). The nonmusical outcomes of music education: Influence on intelligence. *Bulletin of the Council for Research in Music Education*, 85(10), 9-18.
- Lee, I. W., y Kim, S. J. (2006). The effects of integrated activity with music and mathematics on musical ability and the mathematical concepts of preschoolers. *The Journal of Korea Open Association for Early Childhood Education*, 11(2), 305-329.
- Lee, Y., Lu, M., y Ko, H. (2007). Effects of skill training on working memory capacity. *Learn Instrument*, 17(3), 336-344.
- Linch, S. A. (1994). Differences in academic achievement and level of self-esteem among high school participants in instrumental music, non participants, and student who discontinue instrumental music education. *Dissertation abstracts international*, 54(9), 3362A.
- Loui, P., Kroog, K., Zuk, J., Winner, E., y Schlaug, G. (2011). Relating pitch awareness to phonemic awareness in children: Implications for tone-deafness and dyslexia. *Frontiers in Auditory Cognitive Neuroscience*, 2(111), 1-5.

- Lowe, A. (1995). *The Effect of the Incorporation of Music Learning into the Second-Language Classroom on the Mutual Reinforcement of Music and Language*. (Tesis de doctorado). En *Dissertation Abstracts International* 54(4), 1535A. Urbana-Champaign, IL: University of Illinois.
- Lynn, R., Wilson, R. G., y Gault, A. (1989). Simple musical tests as measures of Spearman's ρ . *Personality and Individual Differences*, 10(1), 25-28.
- Magne, C., Schön, D., y Besson, M. (2006). Musician children detect pitch violations in both music and language better than non musician children: Behavioral and electrophysiological approaches. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 18(2), 199-211.
- Mallory, M. E., y Philbrick, K. E. (1995). Music training and spatial skills in preschool children. Ponencia presentada en la American Psychological Association, Junio 30. Nueva York, NY.
- Marques, C., Moreno, S., Castro, S. L., y Besson, M. (2007). Musicians detect pitch violation in a foreign language better than non musicians: Behavioral and electrophysiological evidence. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 19(9), 1453-1463.
- McCarthy, K. J. (1992). Music performance group membership and academic success: a descriptive study of one 4-year high school. Ponencia presentada en el Colorado Music Educators Association.
- Mingat, A., y Suchaut, B. (1996). Incidences des activités musicales en grande section de maternelle sur les apprentissages au cours préparatoire. *Les Sciences de l'éducation*, 29(3), 49-76.
- 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.
- 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.
- Musacchia, G., Sams, M., Skoeland, E., y Kraus, N. (2007). Musicians have enhanced subcortical auditory and audiovisual processing of speech and music. *PNAS*, 104(40), 15894-15898.
- Nering, M. E. (2002). The effect of piano and music instruction on intelligence of monozygotic twins. *Dissertation Abstracts International Section A: Humanities and Social Sciences*, 63(3-A), 812.
- Neufeld, K. A. (1986). Understanding of selected pre-number concepts: relationships to a formal music program. *Alberta Journal of Educational Research*, 32(2), 134-139.
- Neville, H. (2008). Effects of music training on brain and cognitive development in under-privileged 3- to 5-year-old children: Preliminary results. En B. Rich and C. Asbury (Eds.), *Learning, Arts, and the Brain: The Dana Consortium Report on Arts and Cognition* (pp. 105-106). Nueva York/Washington, D. C.: The Dana Foundation.
- Nilsson, A., y Sundberg, J. (1985). Differences in ability of musicians and non musicians to judge emotional state from the fundamental frequency of voice samples. *Music Perception*, 2(4), 507-516.
- Nisbet, S. (1991). Mathematics and music. *The Australian Mathematics Teacher*, 47(4), 4-8.
- Olanoff, M., y Kirschner, L. C. (1969). *Musical Ability Utilization Project. Final Report, Project 2600*. Washington, D. C.: U. S. Department of Health, Education and Welfare.
- Overy, K. (2003). Dyslexia and music: From timing deficits to musical intervention. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 999(1), 497-505.
- Parbery-Clark, A., Skoeland, E., y Kraus, N. (2009). Musical experience limits the degradative effects of background noise on the neuronal processing of sound. *The Journal of Neuroscience*, 29(45), 14100-14107.
- Parente, J. A., y O'Malley, J. J. (1975). Training in musical rhythm and field dependence of children. *Perceptual and Motor Skills*, 40(2), 392-394.
- Patel, A. D. (2008). *Music, language, and the brain*. Nueva York, NY: Oxford University Press.
- Patel, A. D. (2010). Music, biological evolution, and the brain. En M. Bailar (Ed.), *Emerging Disciplines* (pp. 91-144). Houston, TX: Rice University Press.
- Patston, L. L., Corballis, M. C., Hogg, S. L., y Tippett, L. J. (2006). The neglect of musicians: Line bisection reveals an opposite bias. *Psychological Science*, 17(12), 1029-1031.
- Paunonen, S. V., y Ashton, M. C. (2001). Big five predictors of academic achievement. *Journal of Research in Personality*, 35(1), 78-90.
- Persellin, D. (1999). The effect of Orff-based, time-intensive music instruction on spatial-temporal task performance of young children. Ponencia presentada en el American Orff-Schulwerk Association National Conference, 4-7 noviembre. Phoenix, AZ.

- Petitto, L. (2008). Arts education, the brain, and language. En B. Rich y C. Asbury (Eds.), *Learning, Arts, and the Brain: The Dana Consortium Report on Arts and Cognition* (pp. 93-104). Nueva York/Washington, D. C.: The Dana Foundation.
- Phillips, D. (1976). An investigation of the relationship between musicality and intelligence. *Psychology of Music*, 4(2), 16-31.
- 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.
- Ponton, C. W., Eggermont, J. J., Kwong, B., y Don, M. (2000). Maturation of human central auditory system activity: Evidence from multi-channel evoked potentials. *Clinical Neurophysiology*, 111(2), 220-236.
- Rauscher, F. H. (1999). Music, cognitive development, and the classroom: Head start. Ponencia presentada en el American Orff-Schulwerk Association National Conference, 4-7 de noviembre. Phoenix, AZ.
- Rauscher, F. H., et al. (1994). Music and spatial task performance: A causal relationship. Ponencia presentada en el American Psychological Association 102nd Annual Convention, 12-16 de agosto. Los Angeles, CA.
- Rauscher, F. H., Shaw, G. L., Levine, L. J., Wright, E. L., Dennis, W. R., et al. (1997). Music training causes long-term enhancement of preschool children's spatial-temporal reasoning. *Neurological Reasoning*, 19, 11-8.
- Rauscher, F. H., y Zupan, M. A. (1999). Classroom keyboard instruction improves kindergarten children's spatial-temporal performance: A Field Experiment. *Early Childhood Research Quarterly*, 15(2), 215-228.
- Roberts, D. L. (1978). *An Experimental Study of the Relationship Between Musical Note-reading and Language Reading*. Tesis de doctorado, University of Missouri.
- Roskam, K. (1979). Music therapy as an aid for increasing auditory awareness and improving reading skill. *Journal of Music Therapy*, 16(1), 31-42.
- Schellenberg, E. G. (2004). Music lessons enhance IQ. *Psychological Science*, 15(8), 511-514.
- Schellenberg, E. G. (2005). Music and cognitive abilities. *Current Directions in Psychological Science*, 14(6), 322-325.
- Schellenberg, E. G. (2006). Long-term positive associations between music lessons and IQ. *Journal of Educational Psychology*, 98(2), 457-468.
- Schellenberg, E. G. (2006a). Exposure to music: The truth about the consequences. En G. E. McPherson (Ed.), *The Child as Musician: A Handbook of Musical Development* (pp. 111-134). Oxford, RU: Oxford University Press.
- Schellenberg, E. G. (2008). Commentary on effects of early musical experience on auditory sequence memory by Adam Tierney, Tonya Bergeson, and David Pisoni. *Empirical Musicology Review*, 3(4), 205-207.
- Schellenberg, E. G. (2011). Examining the association between music lessons and intelligence. *British Journal of Psychology*, 102, 283-302.
- Schellenberg, E. G. y Moreno, S. (2010). Music lessons, pitch Processing, and G. *Psychology of Music*, 38(2), 209-221.
- Schmithorst, V. J., y Holland, S. K. (2004). The effect of musical training on the neuronal correlates of math processing: A functional magnet resonance imaging study in humans. *Neuroscience Letters*, 354(3), 193-196.
- Schön, D., Magne, C., y Besson, M. (2004). The music of speech: Music training facilitates pitch processing in both music and language. *Psychophysiology*, 41(3), 341-349.
- Scott, L. (1992). Attention and perseverance behaviors of preschool children enrolled in suzuki violin lessons and other activities. *Journal of Research in Music Education*, 40(3), 225-235.
- Shahin, A., Roberts, L. E., Trainor, L. J. (2004). Enhancement of auditory cortical development by musical experience in children. *Neuroreport*, 15(12), 1917-1921.
- Shahin, A. J., Roberts, L. E., Chau, W., Trainor, L. J., y Miller, L. M. (2008). Music training leads to the development of timbre-specific gamma band activity. *Neuroimage*, 41(1), 113-122.
- Shuter, R. (1968). *The Psychology of Music Ability*. London, UK: Methuen.
- Sluming, V., Barrick, T., Howard, M., Cezayirli, E., Mayesand, A., y Roberts, N. (2002). Voxel-based morphometry reveals increased gray matter density in Broca's Area in male symphony orchestra musicians. *Neuroimage*, 17(3), 1613-1622.

- 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.
- Slevc, L. R., y Miyake, A. (2006). Individual differences in second-language proficiency. *Psychological Science*, 17(8), 675-681.
- Spelke, E. (2008). Effects of music instruction on developing cognitive systems at the foundations of mathematics and science. En B. Rich y C. Asbury (Eds.), *Learning, Arts, and the Brain: The Dana Consortium Report on Arts and Cognition* (pp. 17-49). Nueva York/Washington, D. C.: The Dana Foundation.
- Steinhaus, H. (1969). *Mathematical Snapshots*. Nueva York, NY: Oxford University Press.
- Strait, D. L., Kraus, N., Skoe, E., y Ashley, R. (2009). Musical experience and neuronal efficiency: Effects of training on subcortical processing of vocal expressions of emotion. *The European Journal of Neurosciences*, 29(3), 661-668.
- Stravinsky, I. (1971). *Conversations with Robert Craft*. London, UK: Pelican Books.
- Taetle, L. D. (1999). *The Effects of Music Instruction on the Spatial Ability of Kindergarten Children*. Tesis de doctorado, University of Arizona.
- Thompson, W. F., Schellenberg, E. G., y Husain, G. (2003). Perceiving Prosody in Speech: Effects of Music Lessons. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 999, 530-532.
- Thompson, W. F., Schellenberg, E. G., y Husain, G. (2004). Decoding speech prosody: Do music lessons help? *Emotion*, 4(1), 46-64.
- Tierney, A. T., Berteson-Dana, T. R., y Pisoni, D. B. (2008). Effects of early musical experience on auditory sequence memory. *Empirical Musicology Review*, 3(4), 178-186.
- Trainor, L. J., Desjardins, R. N., y Rockel, C. (1999). A comparison of contour and interval processing in musicians and non-musicians using event-related potentials. *Australian Journal of Psychology, Special Issue on Music as a Brain and Behavioural System*, 51(3), 147-153.
- Vaughn, K., y Winner, E. (2000). SAT Scores of students with four years of arts: What we can and cannot conclude about the association. *Journal of Aesthetic Education*, 34(3/4), 77-89.
- Vaughn, K. (2000). Music and mathematics: Modest support for the oft-claimed relationship. *Journal of Aesthetic Education*, 34(3/4), 149-166.
- Wandell, B., Dougherty, R. F., Ben-Shachar, M., y Deutsch, G. K. (2008). Training in the arts, reading, and brain imaging. En M. Gazzaniga (Ed.), *Learning, Arts, and the Brain: The Dana Consortium Report on Arts and Cognition* (pp. 51-60). Nueva York/Washington, D.C.: The Dana Foundation.
- Wang, C. C., y McCaskill, E. (1989). Relating musical abilities to visual-spatial abilities, mathematic and language skills of fifth-grade children. *Canadian Journal of Research in Music Education*, 30(2), 184-191.
- Weber, E. W., Spychiger, M., y Patry, J.-L. (1993). Musik Macht Schule. Biografie und Ergebnisse Eines Schulversuchs Mit Erweitertem Musikunterricht. *Padagogik in der Blauen Eule*, Bd. 17.
- Wechsler, D. (2002). *WPPSI-III administration and scoring manual*. San Antonio, TX: Psychological Corp.
- Weeden, R. E. (1971). *A Comparison of the Academic Achievement in Reading and Mathematics of Negro Children Whose Parents are Interested, not Interested, or Involved in a Program of Suzuki Violin*. Tesis de doctorado, North Texas State University.
- Wetter, O. E., Koerner, F., y Schwaninger, A. (2009). Does musical training improve school performance? *Journal of Instructional Science*, 37(4), 365-374.
- Wheeler, L. R., y Wheeler, V. D. (1951). The intelligence of music students. *The Journal of Educational Psychology*, 42(4), 223-230.
- Wong, P. C. M., y Perrachione, T. (2007). Learning pitch patterns in lexical identification by native English-speaking adults. *Applied Psycholinguistics*, 28(4), 565-585.
- Wong, P. C. M., 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.
- Zafran, N. (2004). Piano keyboard training and the spatial-temporal development of young children attending kindergarten in Greece. *Early Childhood Development and Care*, 174(2), 199-211.
- Zulauf, M. (1993/94). Three-year experiment in extended music teaching in Switzerland: The different effects observed in a group of French-speaking pupils. *Bulletin of the Council of Research in Music Education*, 11(9), 111-121.

ANEXO 3.A1

Cuadros suplementarios

Cuadro 3.A1.1. Veinticuatro estudios de correlación que analizan la relación entre la educación musical y la lectura

Estudio	n	r	Z(p)* (*<.0001)
College Board (1988)	648 144	.16	125.76 (p < .0001)
College Board (1989)	587 331	.16	125.98 (p < .0001)
College Board (1990)	548 849	.17	127.07 (p < .0001)
College Board (1991)	551 253	.18	136.28 (p < .0001)
College Board (1992)	545 746	.19	138.42 (p < .0001)
College Board (1994)	546 812	.21	151.96 (p < .0001)
College Board (1995)	561 125	.21	159.29 (p < .0001)
College Board (1996)	568 072	.22	164.75 (p < .0001)
College Board (1997)	581 642	.22	167.50 (p < .0001)
College Board (1998)	592 308	.22	167.98 (p < .0001)
Engdahl (1994)	598	-.02	.26 (p = .50)
Friedman (1959) (5° grado)	152	-.19	-2.05 (p = .02)
Friedman (1959) (6° grado)	102	.16	1.29 (p = .09)
Groff (1963)	460	.02	.35 (p = .36)
Kvet (1985) (Distrito A)	17	-.08	-.68 (p = .75)
Kvet (1985) (Distrito B)	42	-.05	-.61 (p = .72)
Kvet (1985) (Distrito C)	71	.65	.65 (p = .26)
Kvet (1985) (Distrito D)	45	.68	.68 (p = .25)
Lamar (1989) (1 ^{er} grado, especialistas en música)	35	.44	2.41 (p = .008)
Lamar (1989) (1 ^{er} grado, docentes de aula)	35	.37	1.90 (p = .03)
Lamar (1989) (4° grado, especialistas en música)	35	.65	4.08 (p < .0001)
Lamar (1989) (4° grado, docentes de aula)	35	.26	1.12 (p = .13)
McCarthy (1992)	957	.10	3.09 (p = .001)
Weeden (1971)	47	-.06	-.49 (p = .69)

Nota: n: número de observaciones; r: tamaño del efecto; Z(p): significancia estadística. Véase el recuadro 1.2.
Fuente: Butzalff (2000).

Cuadro 3.A1.2. Meta-análisis de seis estudios experimentales que analizan el efecto de la música en la lectura

Estudio	n	r	Z(p)* (*<.0001)
Douglas y Willats (1994)	12	.64	2.0 (p = .02)
Fetzer (1994)	30	.57	3.07 (p = .001)
Kelly (1981)	42	.06	-.51 (p < .70)
Olanoff y Kirschner (1969)	46	.00	00 (p = .50)
Roberts (1978)	33	.00	00 (p = .50)
Roskam (1979)	24	-.34	1.28 (p = .10)

Nota: n: número de observaciones; r: tamaño del efecto; Z(p): significancia estadística. Véase el recuadro 1.2.
Fuente: Butzalff (2000).

Cuadro 3.A1.3. Veinte estudios de correlación que analizan la relación entre la música y las matemáticas

Estudio	n	r	Z(p)* (*<.05)
Anello (1972)	326	.16	2.81*
Catterall, Chapleau, e Iwanaga (1999)	1476	.17	6.62*
Ciepluch (1988)	80	.37	3.33*
College Board (1998)	362 853	.18	105.81*
College Board (1997)	354 886	.21	122.52*
College Board (1996)	349 032	.18	103.50*
College Board (1995)	346 737	.18	105.05*
College Board (1994)	343 270	.15	85.13*
College Board (1992)	356 258	.12	71.03*
College Board (1991)	361 998	.11	68.17*
College Board (1990)	361 272	.11	63.27*
College Board (1989)	385 943	.10	61.13*
College Board (1988)	437 206	.08	54.25*
Engdahl (1994)	598	.11	2.59*
Kvet (1985)	34	.27	1.60 (p = .05)
Kvet (1985)	84	.15	1.34 (p = .09)
Kvet (1985)	142	.08	.91 (p = .18)
Kvet (1985)	90	.14	1.33 (p = .09)
McCarthy (1992)	1061	.10	3.28*
Wheeler y Wheeler (1951)	1969	-0.05	-2.39*

Nota: n: número de observaciones; r: tamaño del efecto; Z(p): significancia estadística. Véase el recuadro 1.2.
Fuente: Vaughn (2000).

Cuadro 3.A1.4. Seis estudios experimentales que analizan la relación entre la música y las matemáticas

Estudio	n	r	Z(p)* (*<.05)
Costa-Giomi (1997)	128	.20	2.24*
Friedman (1959)	28	.09	.46 (p = .32)
Graziano, Peterson, y Shaw (1999)	55	.31	2.32*
Neufeld (1986)	40	.04	.25 (p = .40)
Neufeld (1986)	40	-.04	-.25 (p = .40)
Weeden (1971)	66	.17	1.40 (p = .08)

Nota: n: número de observaciones; r: tamaño del efecto; Z(p): significancia estadística. Véase el recuadro 1.2.
Fuente: Vaughn (2000).

Cuadro 3.A1.5. Veintinueve estudios cuasi experimentales y experimentales incluidos en tres meta-análisis sobre los efectos de la educación musical en las habilidades visuales/espaciales

Estudio	n	r	Z(p)
ESTUDIOS EN EL META-ANÁLISIS 1			
Costa-Giomi (1999)*	81	.34	2.90 (p = .002)
Flohr, Miller, y Persellin (1998) *	19	.39	1.29 (p = .10)
Flohr (1998) *	22	.42	1.62 (p = .05)
Flohr (1999) (datos sin procesar) *	20	.02	-1.59 (p = .94)
Graziano y colaboradores (1999)	53	.25	1.84 (p = .07)
Gromko/Poorman (1998)	30	.24	1.31 (p = .20)
Hurwitz y colaboradores (1975)	40	.23	1.45 (p = .15)
Mallory/Philbrick (1995)	44	.52	3.39 (p = .003)
Persellin (1999)	12	.33	1.15 (p = .29)
Rauscher (1999)*	66	.41	3.35 (p = .0006)
Rauscher (1999)*	87	.59	5.49 (p = <.0001)
Rauscher y colaboradores (1994)	33	.68	4.19 (p = <.0001)
Rauscher y colaboradores (1997)	78	.37	3.25 (p = .001)
Rauscher/Zupan (1999)	48	.20	1.41 (p = .17)
Taetle (1999)	68	.34	2.81 (p = .004)
ESTUDIOS DEL META-ANÁLISIS 2			
Hurwitz y colaboradores (1975)	40	.31	1.97 (p = .05)
Lazco (1985)	154	.10	1.19 (p = .23)
Lazco (1985)	147	.06	.67 (p = .50)
Zulauf (1993/1994)	174	-.0002	-.002 (p = 1.00)
Zulauf (1993/1994)	179	-.07	-.89 (p = .38)
ESTUDIOS DEL META-ANÁLISIS 3			
Billhartz y colaboradores (2000)	66	.25	2.05 (p = .04)
Flohr y colaboradores (1999)*	20	.33	1.02 (p = .15)
Gromko/Poorman (1998)	30	.32	1.76 (p = .08)
Hurwitz y colaboradores (1975)	40	.31	1.99 (p = .05)
Parente y O'Malley (1975)	24	.45	2.21 (p = .03)
Rauscher y colaboradores (1997)	54	.07	.54 (p = .59)
Taetle (1999)	68	.32	2.61 (p = .09)
Zulauf (1993/1994)	174	.18	2.32 (p = .02)
Zulauf (1993/1994)	179	.10	1.31 (p = .19)

Nota: n: número de observaciones; r: tamaño del efecto; Z(p): significancia estadística. Véase el recuadro 1.2.
Fuente: Hetland (2000).