

Relación entre la educación musical y el aumento en la neuroplasticidad en niños(as) a nivel elemental

Tomás Y. Vargas González
Pontificia Universidad Católica de Puerto Rico

RESUMEN: En este trabajo de investigación se analiza la aportación que realizará la educación musical a la neuroplasticidad, la cual se ha especulado como beneficiosa en el en la formación del cerebro y, de paso, en los problemas visomotores. **PALABRAS CLAVE:** neuroplasticidad, problemas visomotores, música, psicología escolar, educación musical.

La educación musical tiene un impacto trascendental en el cerebro humano y puede ser un instrumento útil, económico y accesible para disminuir algún tipo de problema visomotor y, también, para evitar un diagnóstico sobre problemas de este tipo. Se presume que mientras más joven sea la persona más fácil será corregir o evitar diagnósticos sobre problemas de carácter visomotor. Esto último se fundamenta en el hecho de que el cerebro no es estático, por el contrario, cada vez que se da un proceso de aprendizaje se dilata y cambia de forma debido a enlaces de neuronas que se crean en dicho momento. A este proceso se le ha dado el nombre de neuroplasticidad (Moreno & Bidelman, 2014). En este trabajo de investigación, precisamente, se analizará la aportación que realizará la educación musical a la neuroplasticidad,

Relación entre la educación musical y el aumento en la...

la cual se ha especulado como beneficiosa en el en la formación del cerebro y, de paso, en los problemas visomotores.

Según García (2005), existe una gran relación entre las capacidades psicomotoras y la maduración cerebral que se alcanza hacia los 20 años de edad. En función de la evolución de maduración del sistema nervioso central se pueden establecer diferentes etapas en la adquisición y las habilidades motoras en la infancia. Una etapa o período ideal para el aprendizaje motor, por ejemplo, se ubica en el lapso entre los 8-12 años. Este desarrollo de la coordinación y el equilibrio en el menor es fundamental para la adquisición de habilidades perceptivas y motoras posteriores. Asimismo, toda esta coordinación que permite la actividad armónica de diversas partes que participan en una función, especialmente entre grupos musculares, es producto y depende de la dirección cerebral.

Piaget (1965), posiblemente el psicólogo infantil más conocido actualmente, enfatizó que el conocimiento de cada menor sobre el mundo que lo rodea es producto de su interacción continua con ese mundo donde el menor crece y se desarrolla. Definió, además, el curso del desarrollo intelectual como una secuencia invariable de etapas, cada una de las cuales evolucionan a partir de sus predecesoras, concediéndole mayor importancia al ambiente que a la constitución hereditaria del individuo. Por su parte, Wallon (1964) subrayaba la importancia de la unión de lo psicológico y lo motor, por ende, combatió “la ilusión frecuente de los psicológicos de creer en formas o transformaciones de la vida psíquico únicamente reducibles a factores y elementos de la vida psíquica”.

Tomás Y. Vargas González

Problemas visomotores

Autores como Fuentes, (1999) Valett, (1988) y Frostig (1964) sostienen que el aprendizaje cognitivo se construye sobre el aprendizaje visomotor y sugieren que las dificultades en el aprendizaje de la lectura y la aritmética, por ejemplo, tienen un origen perceptivo-visual. De ahí la importancia de destacar el diagnóstico precoz de deficiencias en la percepción visual. Frosting y Horne (1964), por su parte, consideran la percepción como una función psicológica primordial que consiste en la interpretación e identificación de las impresiones sensoriales que, a su vez, se encuentren correlacionadas con otras experiencias que se producen en el propio cerebro y no en los órganos periféricos. Según estos autores, la percepción visual puede ser incapacitada debido a retrasos en el proceso de maduración, lesiones cerebrales o factores genéticos como ambientales. Además, se dice que la mayor parte del conocimiento se adquiere mediante la percepción visual y, por ello, cualquier alteración en el desarrollo de la misma durante el periodo de los tres y siete años y medio produce deficiencias cognoscitivas que incrementan las probabilidades de perturbación emocional y de dificultades para el aprendizaje.

En general, desde estos sistemas perceptivo-motores se enfatiza en la importancia de los procesos visomotores como requisito para la formación de conceptos y del pensamiento abstracto y para los aprendizajes escolares. En particular se resalta la importancia de esos procesos, tal y como son medidos por los *tests* disponibles (Bender 1938, Benton 1963; Frosting, 1964; Koppitz, 1981, entre otros).

Relación entre la educación musical y el aumento en la...

Ante la necesidad de identificar temprano un cuadro de diagnóstico de problemas visomotores en estudiantes de las escuelas de nivel elemental, y debido a las limitaciones de los instrumentos visomotores existentes para sujetos de edad preescolar se hace pertinente el uso de una herramienta que uniforme el diagnóstico. La dificultad, muchas veces es producto de la observancia de otras variables en la escuela que afectan el desarrollo cerebral del niño.

La importancia de una función visomotora saludable en muchas ocasiones no es lograda debido a diversos factores tales como el factor socioeconómico. No obstante, existe una necesidad de investigar cuáles factores pueden incidir positivamente en el desarrollo cerebral del niño. Una de esas áreas a explorar y de interés para este ensayo radica en el papel invaluable de la música en el crecimiento dinámico del cerebro. Basado en un estudio reciente (Kraus & Chandrasekaran, 2010) se ha encontrado que la música provoca cambios en la plasticidad como mayores destrezas auditivas. Por consiguiente, se plantea la posibilidad de un efecto saludable de la educación musical y el aumento en la neuroplasticidad en niños a nivel elemental y si esa relación se sustenta científicamente.

La educación musical

A lo largo de los años, la música ha sido un factor elemental en la formación y vida de las civilizaciones mundiales. Es conocido que varios profesionales o grupos emplean la música como medio de terapia en sus lugares de labores o de entrenamiento. Como ejemplo de ello, se ha informado que neurocirujanos escuchan música para engrandecer la

concentración, los ejércitos la aplican para coordinar los movimientos y aumentar la cooperación, a los trabajadores les ayuda a mejorar la atención y vigilancia y, por último, a los atletas les beneficia ya que amplía su estamina y motivación. En consecuencia, ha sido una tendencia categorizar la música como medicinal en toda la historia humana (Chanda & Levitin, 2013).

Dentro de ese mismo corolario, los investigadores Trainor, Shahin y Roberts (2009) advierten que un número aceptable de estudios indica que el entrenamiento musical conlleva múltiples contribuciones, entre cuales se resalta los cognitivos. Del mismo modo se ha precisado de mejoras en el lenguaje, en las matemáticas, así como en funciones estructuras tanto en niños y adultos independientemente si dedican a la música o no. Estos mismos autores postulan que la música tanto en adultos como en niños está asociada con el ensanchamiento de una onda cerebral denominada *gamma*, la cual se vincula (aunque no hay claridad del proceso) con la atención, expectación, memoria, integración sensorial, entre otras respuestas biológicas y neuronales de la persona.

Entre los trabajos consultados para este propósito, el trabajo de investigación de Gallastegi (2005) persigue conocer el desarrollo de habilidades psicolingüísticas de un grupo de personas (n=15) con necesidades educativas especiales (síndrome de Down, retraso mental y autismo). A los mismos se les aplicó un programa experimental de educación musical en el contexto de enseñanza especializada no reglada (escuela de música). Entre los objetivos generales y musicales de dicho programa se destacan la activación de aspectos psicológicos y perceptivos. A partir de ello, y teniendo en cuenta la amplitud y extensión de todos

Relación entre la educación musical y el aumento en la...

estos factores, se opta por tratar de establecer algunos puntos de partida en los procesos de enseñanza-aprendizaje musical; en este caso, el objetivo de conocer el desarrollo psicolingüístico por parte de 15 personas con necesidades educativas especiales (NEE) pertenecientes a tres tipologías diferenciadas: síndrome de Down, retraso mental y autismo.

Entre las conclusiones de mayor relevancia, se deduce que la experiencia musical mejora las aptitudes para la comprensión, asociación e integración auditiva, expresión verbal y, en general, para todas las habilidades psicolingüísticas. Por consiguiente, el pasado estudio ratifica que el entrenamiento musical mejora la memoria verbal y el crecimiento comunicativo e intelectual (Chan, 1999). Esta mejoría es notoria en personas con discapacidades ya que les ayuda a solucionar problemas visoespaciales (Bamberger, 1982), o a afirmar sus beneficios para el desarrollo intelectual (Reichard, 1973).

De acuerdo con Reynoso (2010), la implementación de la asignatura de música en la educación debería ser obligatoria en México debido a que los aspectos del desarrollo humano se pueden favorecer a través de la educación musical. En particular, ese autor describe seis aspectos del desarrollo de la expresión musical: sistema de expresión, significación, procesos cognitivos y competencias implicadas, corporalidad, procesamiento cerebral y, finalmente, desarrollo. Todo este cuerpo de evidencia, no obstante, se basa en el hecho de que más allá de simplemente tocar música, el músico la siente. Es precisamente esta relación con los sentimientos y sensaciones lo que hace de la música una actividad tan particular.

Como bien es sabido, la materia prima de la música es el sonido, que es a la vez material y espiritual. Empíricamente hablando, la música es denominada como fenómeno fisiológico que se origina en el oído interno, su base material es la vibración sonora. Igualmente, por lo menos cuatro propiedades lo describen: duración, intensidad, altura y timbre. No es menos cierto también que la audición musical abarca por lo menos tres dominios característicos: “la audición sensorial, la afectiva y la mental” (Willems, 1989).

Existen diversos estudiosos en la academia que están en busca de pruebas físicas o tangibles que corroboren los beneficios de la música y que aborden la comprensión musical en un sentido más amplio y no en, meramente, una reacción fisiológica. Aunque, ciertamente el disfrute y capacidad de análisis está íntimamente relacionado con el sistema nervioso, hay otras variables que están íntimamente relacionadas a la música. Yang, Ma, Gong, Hu y Yao (2014) corroboraron, en un estudio en la República Popular de China con 250 niños de escuela a nivel elemental en un tiempo de 11 semestres, que, aunque la enseñanza musical fomenta de manera colectiva la ejecución para aprender un primer y un segundo idioma, así como la materia de las matemáticas, no es lo mismo cuando se analiza separadamente para un primer lenguaje como para las matemáticas ($p > 0.05$). Por ende, se recomienda cuidado en la generalización de las bondades de enseñar que no sea parte del objetivo puro de lograr meramente conocimiento de índole musical.

En cada campo estudiado hay aportaciones valiosas que contribuyen a la argumentación de que el ser humano debe desarrollarse íntegramente y que la música es un elemento esencial para ello. Levitin (2007) explica

Relación entre la educación musical y el aumento en la...

que la música se procesa en el cerebro sin necesidad de preparación musical. Según él, “el cerebro es sensible a los procesos musicales, pudiendo distinguir los cambios de entonación, aunque no se conozca nada de música. El cerebro es capaz de distinguir entre el comienzo y el fin de un episodio musical, segmentando la información auditiva que recibe, y desentrañándola”. Levitin (2007) demostró que el área 47 localizada en el lóbulo frontal “sufre cambios cuando el proceso musical cambia, y especialmente en los momentos de silencio, como si el cerebro aprovechara las pausas musicales para codificar las transiciones de las piezas”. Si esto es cierto en personas sin preparación musical, es probable que las personas entrenadas para hacer y sentir la música activen con mayor fuerza dicho espacio.

Por otra parte, según las investigaciones de Wilder y Cousino (1978), la educación en Chile se ve enfrentada con problemas graves de repitencia (se entiende como el hecho mediante el cual el estudiante se ve obligado a cursar más de una vez un grado en uno de los niveles educativos y es un indicador de deficiencia escolar) y de deserción escolar que afectan en gran medida al niño y a la sociedad. En los últimos años, los educadores han centrado sus esfuerzos en evaluar el monto de esta realidad, en la búsqueda de una comprensión de los factores que contribuyen a su existencia y a la entrega de medios para disminuir la intensidad de este problema; sin embargo, entre 1960 y 1972, desertaron el 85% de los niños que iniciaron su proceso escolar (Castillo, 1971). Esta cifra no considera la repitencia. De los niños que ingresaron a la educación básica, 16% repitieron los cursos tanto de 1º básico y 2º básico y 13% el curso de 3º

básico (Ministerio de Educación, 1972). El 81% de todos los escolares repitieron un curso (Olivares, 1966).

Por tal motivo, los investigadores se vieron inclinados a abordar el problema de rendimiento y las múltiples variables que intervienen en el mismo. Consecuentemente, el presente trabajo, realizado entre 1973-1974, se refiere específicamente al estudio de la función visomotora, medida por el *Test Guestáltico Visomotor para niños de Koppitz* (1968) el cual considera que para que el niño pueda aprender a leer "se necesita un cierto grado de madurez en la percepción visomotora". Una parte esencial del complejo proceso, involucrado en la lectura, es la percepción de *pattern*, relaciones espaciales y organización de configuraciones, donde habilidades similares son las que están involucradas en aritmética" (Koppitz, 1968, p. 89).

Función visomotora y neuroplasticidad

Wilder y Cousino (1978) realizaron un estudio con estudiantes de cuarto grado en escuelas básicas, fiscales, mixtas y completas del Gran Santiago. Del mismo se desprende la importancia de la función visomotora, específicamente en el rendimiento escolar y en aspectos diferentes de la personalidad. Las dificultades en el aprendizaje en castellano y matemática, que son los elementos esenciales para una adecuada adaptación a la vida escolar y posteriormente en el desempeño profesional, limitan enormemente a los niños que presentan estos *déficits*. Es, por lo tanto, imperioso hacer hincapié en la necesidad de detectar a la edad más temprana posible, el funcionamiento visomotor. Una

Relación entre la educación musical y el aumento en la...

estimulación dada al niño preescolar favorecerá un desarrollo apropiado de esta capacidad en potencia brindándole oportunidades de mejor captación, interpretación y expresión. Además, la secuela de conductas mal adaptativas, secundarias a un mal rendimiento escolar, se verían disminuidas, obteniendo, así, el niño, mayores gratificaciones de su ambiente.

De acuerdo con Ruiz, Díaz, Moreno y Gutiérrez (2012), actualmente las bases neuronales de la coordinación visomotora son intensamente estudiadas debido a que pueden ser sujetas a la implementación de nuevas tecnologías terapéuticas en pacientes con diversos tipos de deficiencias motoras. Sin embargo, falta mucho por conocer sobre su modificación durante el aprendizaje, lo cual podría afectar de manera importante el desempeño de las interfaces terapéuticas si los algoritmos diseñados con dichos fines no toman en cuenta la gran plasticidad neuronal del sistema.

En el humano la coordinación visomotora juega un papel fundamental en la mayoría de las actividades cotidianas que incluyen, entre otras, desde comer hasta manejar un automóvil. Un hecho que reviste de importancia tal premisa es que, aunque estas habilidades son altamente recompensadas por la sociedad a través de grandes ganancias económicas a los mejores deportistas, su verdadero impacto se puede observar en pacientes que presentan deficiencias en estas capacidades, aquellos con ataxia óptica, o con ataxias espinocerebelares. La coordinación visomotora se refiere básicamente a utilizar información visual para guiar los movimientos o acciones del sistema motor. A simple vista este proceso podría parecer fácil de dilucidar; sin embargo, décadas de investigaciones básicas, así como los intentos recientes de recrear mecánicamente este

sistema, nos han permitido revalorar en toda su complejidad a este problema. La coordinación visomotora es una capacidad que se desarrolla de forma postnatal y que en condiciones normales continúa a lo largo de toda la vida del individuo.

En su artículo de revisión, Moreno y Bidelman (2013) elevan el entrenamiento o educación musical por encima de otras actividades o modelos de plasticidad. De acuerdo con ambos, la música no solo demanda que se oriente a las personas en función las capacidades auditivas sino también en las motoras y visuales. No obstante, más allá de esas características, el beneficio de la música proviene de su complejidad intrincada debido al entramado cerebral de redes visuales, auditivos, motoras y vinculadas a la memoria que se activan una vez cualquier actividad relacionada a la música es activada. Estas múltiples redes permiten que se lleven a cabo uniones o conexiones que provocan intercambios recíprocos entre percepción y producción en el cerebro.

Asimismo, y en concordancia con lo discutido, Pantev y Herholz (2011) argumentan que la literatura ha sido constante en informar las bondades de la música (en sus diferentes facetas) en la plasticidad de lo humanos. Estos investigadores citan conclusiones que ubican a la música (la práctica y dedicación a ella) como la actividad diaria de mayor comunicación multimodal (la comunicación en la que se presentan modos humanos como la voz, el habla, la actividad visual y motora, entre otras) que ejerce sobre las personas. Zatorre, Chen y Penhune (2007), por su parte, explican en detalle que los beneficios de aprender a tocar un instrumento musical se sustentan en el hecho de que tal actividad envuelve tanto habilidades sensoriales como motoras. De igual forma, la

Relación entre la educación musical y el aumento en la...

coordinación e integración de varias modalidades se hace evidente al momento de ejecutar un instrumento de índole musical.

Por ejemplo, Herholz y Zatorre (2012) sostienen que el esfuerzo de aprender a tocar un instrumento requiere de una gran complejidad y, como ya se ha subrayado, de la interacción de varias modalidades y funciones cognitivas que resultan en cambios estructurales, conductuales y de comportamiento en escalas que van desde días hasta años. Siguiendo en este punto, los investigadores dicen concretamente que el uso de un instrumento como el violín faculta y potencia, además de lo sensorial y auditivo, el uso de las manos en contraposición a solamente vocalizar.

No obstante, Strait, O'Connell, Parbery-Clark y Kraus (2014) entienden que el progreso para el conocimiento de los aspectos cerebrales (en especial los tópicos del lenguaje y los relacionados al sonido) en función de la música adolece de una mayor cuantificación en poblaciones en sus tempranas etapas de vida. Los autores exponen lo anterior ya que muchas de las conclusiones están basadas en comparaciones en las que se ha utilizado a adultos. Por tal motivo, el grupo de *Illinois* (Estados Unidos) liderado por Strait empleó tres grupos poblacionales de distintos periodos de edad y clasificados como músicos o no. Estos grupos se distribuyeron de la siguiente manera: preescolares de 3 a 5 años de edad ($n = 21$), niños de escuela elemental o primaria (7 a 13 años de edad ($n = 29$) y adultos ($n = 29$), aunque en este último grupo solo 17 lograron una evaluación cognitiva completa siendo 10 de ellos músicos a nivel profesional. En los tres grupos, tanto los que practican música y los que no acostumbran a entrenarse en esa área no difieren por la edad ni por condición socioeconómica lo cual garantiza una mayor comparabilidad.

Una vez establecido este punto, el estudio de Strait pudo establecer que las personas que practicaban música en los tres grupos tuvieron mayores respuestas subcorticales a sílabas, mejor atención a los sonidos y una memoria superior. Estos hallazgos vuelven a ser disputados ya que cuando se estratifica, el grupo de niños que practica música en el segmento 7 a 13 años tuvo un mejor desempeño en lo correspondiente a las capacidades sensoriales, pero no así a las capacidades visuales, donde no hubo diferencias ($p > 0.05$) entre niños con interés musical como aquellos que se no desenvuelven en el medio musical.

Continuando con esta revisión, en Portugal, Moreno, Marqués, Santos, Santos, Castro y Besson (2009) llevaron a cabo un estudio longitudinal de nueve (9) meses a 37 niños (5 excluidos) con una edad promedio de 8 años que no practican faceta alguna de la música de dos escuelas elementales. El objetivo del estudio persiguió hallar una relación directa entre la música y el engrandecimiento de procesos cerebrales en lugar de correlacionar las variables en un tiempo en el espacio. Luego de la intervención, en el estudio capitaneado por Moreno (2009) se pudo demostrar una relación positiva de la música en el desarrollo de una mayor plasticidad en el grupo de educación musical en tópicos como la lectura. Es decir, esta investigación probó la existencia de un comportamiento (mejora en la plasticidad cerebral o en las funciones neuronales) debido a la presencia de una variable en particular (la educación

Relación entre la educación musical y el aumento en la...

musical) en vez de demostrar la coexistencia de las mismas en esta muestra en específico.

En consonancia con lo revisado hasta el momento, aunque en muchos estudios no se categorizan problemas visomotores o función visomotriz, en casi la totalidad de las referencias discutidas se expone el impacto de la música en la plasticidad, desarrollo cerebral o características sensoriales, auditivas o cognitivas mediante distintas aproximaciones. A pesar de que, en ciertas mediciones, no siempre el resultado es esperado en las investigaciones a las que se hace referencia en este apartado, es innegable la correspondencia en los hallazgos presentados. Especialmente, Bilhartz, Bruhn, y Olson (1999) lograron demostrar el efecto en la implementación de un programa musical en el desarrollo cognitivo en una muestra de niños de 4 a 6 años de edad. Este estudio tuvo como mirada a seguir la publicación del ensayo historiográfico de Draper and Gayle (1987) en el que se detalla como la educación musical produce unos beneficios que va más allá de aumentar el conocimiento de los conceptos artísticos a temprana edad.

El estudio de Bilhartz, concretamente, tomó como población a una muestra de 71 niños de 4 a 5 años de edad del este de Texas donde se precisó de una distribución adecuada de niños y niñas y de diferentes estratos sociales y étnicos. El grupo se partió en dos grupos de comparación, uno control ($n = 36$) y experimental ($n =$

35) y a ambos se les proveyó las pruebas estandarizadas *Stanford-Binet Intelligence Scale, fourth edition (SB)* y *The Young Child Music Skills Assessment (MSA)* antes de la iniciación de un tratamiento musical y luego de concluir el mismo, es decir, un diseño que en inglés se conoce de *pre y posttests*. Luego de emplear este diseño, la conclusión es una esperada en la cual si se pudo establecer y apoyar la hipótesis de que una instrucción temprana de la música incide en un desarrollo cognitivo de habilidades distintas a las musicales.

Subsecuentemente, este hallazgo acompaña a otros en la literatura que desde hace más 100 años ya recomendaban los beneficios de la música en el desarrollo cognitivo e instruccional y, máxime, a una temprana edad (Davidson & Scripp, 1989; Gromko & Poorman, 1998; Hassler, Birbaumer, & Neil, 1985; Hurwitz, Wolff, Bortnick, & Kokas, 1975; Leng, Shaw, & Wright, 1990; Rauscher, Shaw, Levine, Wright, Dennis, & Newcomb, 1997; Rideout & Taylor, 1997).

Las investigaciones discutidas y analizadas con anterioridad refuerzan la opinión generalizada del impacto de la música en el desarrollo intelectual, sensorial, visual, entre otras, del niño a nivel elemental. A pesar de que, como se argumentó brevemente anteriormente, muchas de estas investigaciones se basan en términos que no necesariamente dicen problemas de índole visomotor ni utilizan la escala pensada en un principio, el *Test* de Bender, prácticamente todas las referencias de esta

Relación entre la educación musical y el aumento en la...

revisión concuerdan en las virtudes de la educación musical en el desarrollo neuronal del niño.

Barrett, Ashley, Strait y Kraus (2013) exponen el hecho de que las personas dedicadas a la música tienen la capacidad de ejecutar otras tareas simultáneamente y sin problema aparente. De acuerdo con la literatura (Johansson, 2004), este comportamiento es factible debido a que la música se ha identificado como un ambiente adecuado que permite mayor estimulación en el cerebro lo que patrocina, a su vez, un aumento en las interconexiones neuronales que son claves para el funcionamiento cerebral. Según la ciencia descifrada detrás del proceso cerebral, durante la niñez temprana se despliega una considerable capacidad de plasticidad con las consabidas interconexiones de áreas inherentes a lo visual y auditivo que gradualmente disminuyen entre el lapso de 6 a 36 meses de edad. Sin embargo, este proceso normal en el desarrollo del individuo puede ser reforzado y engrandecido por factores exógenos que ayuden a formar el cerebro como es la música y que han sido presentados en esta investigación.

Este proyecto académico abre las puertas a esta posibilidad, pero, a la misma vez, es imposible ignorar que muchas de las concordancias dirimidas en este trabajo provienen de una amalgama de estudios internacionales en poblaciones y metodologías distintas. Máxime, en un reciente estudio, Kraus et al. (2014) ante la necesidad de mayor investigación que evalúe cambios biológicos a participantes en programas de enseñanza musicales, pudo derivar de una muestra de 54 niños de 80 a 112 meses de un área urbana de alto riesgo de Los Ángeles, California (Estados Unidos), una mayor cantidad de procesamiento neuronal. Este

dato, entonces, se interpreta como una de las primeras evidencias científicas que asocian a los programas de educación musical con el crecimiento de la sección del cerebro responsable de la capacidad del habla. En este caso en particular, el crecimiento de la función neuronal del habla fue seguido de un programa musical de 2 años.

Conclusión

Como se ha podido observar, es significativa la literatura que respalda la relación existente entre la educación musical y la neuroplasticidad en niños a nivel elemental. Los estudiosos del tema también han enfatizado que mientras más temprano se realice la educación musical en niños a nivel elemental el efecto en la neuroplasticidad y, por ende, en los cambios sensoriales, auditivos, visuales, entre otros, es mayor que en aquellos que empezaron más tarde. Algunos autores han llamado la atención de la ocurrencia de otras variables capaces de sobreestimar la relación de estudio, sin embargo, esta advertencia no es distinta a otros tópicos de estudio donde es indudable el impacto de otras variables en la consecución del aumento en la neuroplasticidad y sus beneficios en la función motora y cognitiva. Por lo tanto, dichas variables en lugar de interferir de manera artificial son acompañantes naturales en la correlación de estudio. Finalmente, hay recalcar que existen unas funciones cerebrales que se van a beneficiar en un mayor grado que otras y recabar en informar que, aunque la correlación de estudio es evidente por unanimidad, el efecto puede ser diferente en una sección del cerebro y en las habilidades del órgano como los pertinentes a la audición, lo visual, la percepción, entre

Relación entre la educación musical y el aumento en la...

otras. En consecuencia, es destacable manifestar que esta correlación o relación no puede ser vista como una receta de cocina debido a lo que Herholz y Zatorre (2012) nombran *el rol de las diferencias interindividuales* que detalla el papel de las características neuroanatómicas propias de cada individuo para la manifestación de esos atributos.

La educación musical no es una única variable sino conlleva un conjunto de variables que en concordancia entre ellas cambia positivamente la formación del cerebro maximizando todas las posibilidades alcanzables del órgano. Subsecuentemente, el debate en la confusión del rol de la educación musical como único factor no riñe con la importancia de otras características debido que al final todas, de manera combinada, conducen el papel de trascendencia que la misma demuestra sobre el desarrollo de distintas áreas en el cerebro. Aunque es lógico pensar que el surgimiento de una correlación entre la educación musical y el desarrollo cerebral no es una homogénea y depende de varias circunstancias, la literatura si ha podido comprobar la dependencia de las mismas con resultados positivos (algunos de mayor preponderancia que otros) en las personas, especialmente, cuando son niños a edad temprana o a nivel escolar.

Referencias

- Aguinis, H. (2003). *El Cerebro*. New York, NY: Guilford.
- Albizu, C., Álvarez, V. (1985). Un instrumento visomotor para niños de 4 a 6 años de edad. *Revista latinoamericana de psicología*, 17(2), 181-192.
- Báez, L. (2008). *El legado de Hebb para la psicología*. Armenia, Colombia: Editorial Kinesia.
- Bailey, J., & Penhune, V. B. (2012). A sensitive period for musical training: contributions of age of onset and cognitive abilities. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1252(1), 163-170.
- Bailey, J. A., & Penhune, V. B. (2013). The relationship between the age of onset of musical training and rhythm synchronization performance: validation of sensitive period effects. *Frontiers in neuroscience*, 7, 1-9.
- Barrett, K. C., Ashley, R., Strait, D. L., & Kraus, N. (2013). Art and science: how musical training shapes the brain. *Frontiers in psychology*, 4, 1-13.
- Bilhartz, T. D., Bruhn, R. A., & Olson, J. E. (1999). The effect of early music training on child cognitive development. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 20(4), 615-636.
- Bonilla, C. (2009). *Bases Neurobiológicas de la Conducta Psicológica*. Madrid: Marcia.
- Chanda, M. L., & Levitin, D. J. (2013). The neurochemistry of music. *Trends in cognitive sciences*, 17(4), 179-193.
- Chávez, A. (2012). *Test de Bender*. Madrid, España: Prentice Hall.
- Cousino, L., Wilder, H. (1978). La función visomotora en niños de

Relación entre la educación musical y el aumento en la...

Santiago de Chile. *Revista latinoamericana de Psicología*, 10(3), 363-375.

Christiner, M., & Reiterer, S. M. (2015). A Mozart is not a Pavarotti: singers outperform instrumentalists on foreign accent imitation. *Frontiers in human neuroscience*, 9, 1-8.

Corrigall, K. A., Schellenberg, E. G., & Misura, N. M. (2013). Music training, cognition, and personality. *Frontiers in psychology*, 4, 1-10.

Davidson, L., & Scripp, L. (1989). Education and development in music from a cognitive perspective. In D. J. Hargreaves (Ed.), *Children and the arts* (pp. 59–86). Milton Keynes, UK: Open University Press.

Draper, T., & Gayle, C. (1987). An analysis of historical reasons for teaching music to your children. In J. C. Perry, I. W. Perry, & T. W. Draper (Eds.), *Music and child development* (pp. 194–205). New York: Springer-Verlag.

Eaves, E. R., Sherman, K. J., Ritenbaugh, C., Hsu, C., Nichter, M., Turner, J. A., & Cherkin, D. C. (2015). A qualitative study of changes in expectations over time among patients with chronic low back pain seeking four CAM therapies. *BMC complementary and alternative medicine*, 15(1), 12.

Fisher, M. J., & Marshall, A. P. (2009). Understanding descriptive statistics. *Australia Critical Care*, 22(2), 93-97.

Gallastegui, J. (2005). Educación musical y desarrollo psicolingüístico de personas con necesidades educativas especiales. *Revista de Psicodidáctica*, 10(2), 17-26.

Gromko, J., & Poorman, A. (1998). The effect of music training on preschoolers' spatial-temporal task performance. *Journal of Research in Music Education*, 46(2), 173–181.

Hassler, M., Birbaumer, N., & Neil, A. (1985). Musical talent and

visual-spatial abilities: Longitudinal study. *Psychology of Music*, 13, 99–113.

Hurwitz, I., Wolff, P., Bortnick, B., & Kokas, K. (1975). Nonmusical effects of the Kodaly music curriculum in primary grade children. *Journal of Learning Disabilities*, 8, 45–51.

Herholz, S. C., & Zatorre, R. J. (2012). Musical training as a framework for brain plasticity: behavior, function, and structure. *Neuron*, 76(3), 486-502.

Jentschke, S., Koelsch, S., & Friederici, A. D. (2005). Investigating the relationship of music and language in children. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1060(1), 231-242.

Johansson, B. B. (2004). Brain plasticity in health and disease. *The Keio Journal of medicine*, 53(4), 231-246.

Kraus, N., Slater, J., Thompson, E. C., Hornickel, J., Strait, D. L., Nicol, T., & White-Schwoch, T. (2014). Music enrichment programs improve the neural encoding of speech in at-risk children. *The Journal of Neuroscience*, 34(36), 11913-11918.

Leng, X., & Shaw, G. L. (1991). Toward a neural theory of higher brain function using music as a window. *Concepts in Neuroscience*, 2, 229–258.

Majno M (2012) From the model of El Sistema in Venezuela to current applications: learning and integration through collective music education. *Ann N Y Acad Sci* 1252:56–64.

Merrett, D. L., Peretz, I., & Wilson, S. J. (2013). Moderating variables of music training-induced neuroplasticity: a review and discussion. *Frontiers in psychology*, 4; 606. doi:10.3389/fpsyg.2013.00606

Miendlarzewska, E. A., & Trost, W. J. (2013). How musical training affects cognitive development: rhythm, reward and other modulating variables. *Frontiers in neuroscience*, 7, 1-18.

Relación entre la educación musical y el aumento en la...

- Moreno, S., Marques, C., Santos, A., Santos, M., Castro, S. L., & Besson, M. (2009). musical training influences linguistic abilities in 8-year-old children: more evidence for brain plasticity. *Cerebral Cortex*, 19(3), 712-723.
- Moreno, W., Ruiz, Q., Díaz, J., Gutiérrez, I. (2012). Aprendizaje visomotor en la salud y en la enfermedad. *Rev Med UV*, 21(12), 36-42.
- Moreno, S. & Bidelman, G. M. (2014). Examining neural plasticity and cognitive benefit through the unique lens of musical training. *Hearing research*, 308, 84-97.
- Nutley, S. B., Darki, F., & Klingberg, T. (2013). Music practice is associated with development of working memory during childhood and adolescence. *Frontiers in human neuroscience*, 7, 1-9.
- Pantev, C., & Herholz, S. C. (2011). Plasticity of the human auditory cortex related to musical training. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 35(10), 2140-2154.
- Rauscher, F., Shaw, G., Levine, L., Wright, E., Dennis, W., & Newcomb, R. (1997). Music training causes long-term enhancement of preschool children's spatial-temporal reasoning. *Neurological Research*, 19, 2-8.
- Reynoso, K. (2010). La Educación musical y su impacto en el desarrollo. *Revista de Educación y desarrollo*, 12(3), 53-60.
- Rideout, B. E., & Taylor, J. (1997). Enhanced spatial performance following 10 minutes exposure to music: A replication. *Perceptual and Motor Skills*, 85(1), 112-114.
- Röhrig, B., du Prel, J. B., Wachtlin, D., Kwiecien, R., & Blettner, M. (2010). Sample size calculation in clinical trials: part 13 of a series on evaluation of scientific publications. *Deutsches Ärzteblatt International*, 107(31-32), 552.

- Sarget, A. (1986). *Perspectiva de la educación musical*. Barcelona, España: Editorial Ariel.
- Strait, D. L., O'Connell, S., Parbery-Clark, A., & Kraus, N. (2014). Musicians' enhanced neural differentiation of speech sounds arises early in life: developmental evidence from ages 3 to 30. *Cerebral Cortex*, *24*(9), 2512-2521.
- Thompson, C. B. (2009). Descriptive data analysis. *Air medical Journal*, *28*(2), 56-59.
- Tomayo, M. & Tomayo, D. (2011). Modelos sobre la investigación cuasi experimental. *Efora*, *14*(17), 13-16.
- Trainor, L. J., Shahin, A. J., & Roberts, L. E. (2009). Understanding the benefits of musical training. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1169*(1), 133-142.
- Vilar, M. (2004). Acerca de la educación musical. *Revista Electrónica de LEEME (Lista Europea de Música en la Educación)*, (13).
- Yang, H., Ma, W., Gong, D., Hu, J., & Yao, D. (2014). A Longitudinal study on children's music training experience and academic development. *Scientific reports*, *4*, 1-7.
- Zatorre, R. J., Chen, J. L., & Penhune, V. B. (2007). When the brain plays music: auditory-motor interactions in music perception and production. *Nature Reviews Neuroscience*, *8*(7), 547-558.
- Zatorre RJ (2013) Predispositions and plasticity in music and speech learning: neural correlates and implications. *Science*, *342*:585-589.