



Neurología y cognición musical

Ruth Nayibe Cárdenas Soler*

(Fecha de recepción julio 2010; fecha de aprobación septiembre 2010)

Resumen. El presente texto se fundamenta en tres artículos: “The Neuroscientific Basis of Music: Applications to the Development of Talent and Education” de William Bart y Michael Atherton, “Swinging in the Brain: Shared Neural Substrates for Behaviors Related to Sequencing and Music” de Janata y Grafton y “Towards a Neural Basis of Music Perception” de Koelsch y Siebel. Adicionalmente, su desarrollo se encuentra matizado por otros autores e investigadores que relacionan sus postulados con los temas tratados por los tres primeros artículos mencionados. Vale la pena resaltar la importancia del trabajo interdisciplinario en los hallazgos científicos que se pueden lograr en cada campo del saber, constituyéndose en un significativo aporte para el fortalecimiento e impulso de la ciencia. En este caso, estos estudios tendrían una importante implicación pedagógica para la educación musical, de manera particular, pero también para la educación general, revalidando la apreciación y la importancia de los procesos musicales en la escuela.

Palabras clave: Cerebro, neurología, cognición musical, emoción.

Abstract. This text has been developed based on three articles: “The Neuroscientific Basis of Music: Applications to the Development of Talent and Education” by William Bart y Michael Atherton, “Swinging in the Brain: Shared Neural Substrates for Behaviors Related to Sequencing and Music” by Janata y Grafton and “Towards a Neural Basis of Music Perception” by Koelsch y Siebel. Additionally, its development is nuanced by other authors and researchers who relate their postulates with the topics reviewed in the first three articles mentioned above. It is worth noting the importance of interdisciplinary work in scientific discovery that can be made for each field of knowledge, constituting a significant contribution to strengthening science. In this case, these studies would have important pedagogical implications for music education, so particular, but also for general education, assessment and revalidate the importance of music teaching in the school.

* Doctoranda (c) de la Universidad de Granada (España) ruthnayibecardenas@ugr.es

Key words: Brain, neurology, musical cognition, emotion.

Introducción

“La música es uno de los más viejos y más básicos dominios socio-cognitivos de la especie humana”¹ (Koelsch y Siebel, 2005)

Conocer el funcionamiento del sistema neurológico a partir de estímulos sonoros resulta muy interesante para cualquier músico, pero más aún para un educador musical. La temática de música y cerebro debe ser consultada por pedagogos, músicos, docentes de música, psicólogos y estudiantes de música (Hernández, 2002). Estos aspectos permitirían explorar o preguntarse sobre las formas en que se puede potenciar el desarrollo de habilidades desde el órgano rector de nuestro organismo, el cerebro. Conocer e interpretar esta completa máquina es imprescindible hoy día, y resulta una tarea de fácil alcance dados los avances de la tecnología y la ciencia, que nos permiten ver, a través de scanner especializados, la actividad cerebral cuando se realizan determinadas acciones, en tiempo real.

El cerebro humano es un instrumento funcional, organizado y complejo, además de ser la única parte del cuerpo humano que ha evolucionado. Se subdivide en dos hemisferios que se conectan por el cuerpo calloso. Puede contener cien mil millones de células nerviosas, llamadas neuronas, y un número mayor de otras células llamadas Gliales, pero sólo las primeras son las encargadas de recepcionar y transmitir la información, permitiéndole, este hecho, conexas entre sí, pero además conec-

tarse con músculos y glándulas. De esas uniones, denominadas sinapsis, depende nuestra memoria, nuestro aprendizaje, nuestra forma de hablar, nuestros movimientos y otra serie de habilidades cognitivas, es decir, el funcionamiento de la mente.

El proceso de aprendizaje garantiza el cambio de la fisiología del cerebro. Al respecto de las investigaciones sobre el tema, lo único que se sabía era que el cerebro había cambiado de tamaño. Pero, la experiencia diaria garantiza que el ser humano no se acuesta en la noche con el mismo cerebro con el que se despertó en la mañana. Esto significa que día a día, con las diferentes experiencias, nuestro cerebro se va modificando.

(Lacárcel, 2003) manifiesta que para hablar de educación musical se hace necesario hablar de psicología de la música, tomando en cuenta la formación integral del ser, que incluye los desarrollos: biológico (corporal, cerebral), psicológico y emocional, además de su interacción con el entorno. Manifiesta que la música influencia la totalidad del cuerpo, la mente, las emociones y el espíritu, también relacionando el individuo con la naturaleza y el medio social. La Neurociencia moderna ofrece explicaciones de cómo se dan los procesos cognitivos en la música y en la educación, constituyéndose en un aporte y una herramienta de trabajo significativa para los educadores y más aun para los profesionales y maestros del área musical.

Música y cognición

El arte musical, como fenómeno físico, consiste en secuencias de movimiento y sonido que se engranan en la mente produciendo variadas experiencias sensitivas y cognitivas. Es así

¹ Traducción del texto original: “Music is one of the oldest and most basic socio-cognitive domains of the human species.”



Neurología y cognición musical

como la música nos genera, provoca o motiva hacia el movimiento (especialmente por el componente rítmico) y de esta manera bailamos, palmeamos, nos balanceamos o disponemos nuestro cuerpo para moverse. La música, como fenómeno sensorial, provoca reacciones y respuestas perceptivas y emocionales, donde hablamos no solo de los textos de las canciones –por ejemplo-, sino también del contenido semiótico de las melodías, los ritmos y los acordes. Según Koelsch y Siebel (2005) el desarrollo de las conductas musicales ha favorecido funciones evolutivas importantes a nivel social, tales como: la comunicación, la cooperación, la cohesión social y la coordinación de grupo. Esta manifestación artística ha sido un común denominador permanente en todas las culturas y un factor coadyuvante en su propio desarrollo, al permitir expresar el transcurrir del tiempo y las visiones que los pueblos tienen de su propia historia.

La percepción de la música involucra funciones complejas del cerebro dentro de las que se resalta el análisis acústico, la memoria auditiva, el análisis de la escena auditiva y el procesamiento de la sintaxis y la semántica musical, afectando las emociones e influenciando el sistema nervioso autonómico, los sistemas hormonales e inmunes y las representaciones premotoras; aunque no necesariamente el significado de la música se asocia con sus propiedades emotivas (Koelsch y Siebel, 2005).

Existe una relación directa entre la percepción y la acción, y gracias a esta relación se permite el análisis, desde el desempeño musical, de la organización neuronal de las conductas complejas (Janata y Grafton, 2003). El trabajo musical activa el lóbulo temporal izquierdo en cuanto a la percepción auditiva, el procesa-

miento verbal y las habilidades memorísticas; y el lóbulo prefrontal derecho en el procesamiento espacial visual. Por esta razón cobran importancia, para la educación, las investigaciones en cuanto a cognición musical, dado que se ha encontrado y demostrado que la formación en música (y en general la formación artística) incide en el desarrollo de otras capacidades o habilidades, en términos de Howard Gardner. Notando entonces que no aplica específicamente para el campo del desempeño musical, sino que a partir del trabajo con estímulos musicales se pueden desarrollar habilidades que nos sirven para desempeñarnos en diferentes áreas del conocimiento. Cabe resaltar, que esto puede ser aprovechado gracias a que la música es una actividad social, dado que hace parte de la vida cotidiana de todas las culturas.

Se pueden encontrar algunos estudios sobre el tema, como los que se describen a continuación.

Bever y Chiarello (2009), que centraron sus investigaciones en el desempeño comparado de *músicos* y *no músicos*, encontrando que los sujetos *no músicos* tenían mejores resultados reconociendo melodías que sonaban en su oído izquierdo; mientras que para los que eran *músicos* su preferencia estaba hacia aquellas que sonaban en el oído derecho. De lo anterior se puede deducir que la formación musical permite y desarrolla la habilidad de realizar transferencias del hemisferio derecho al izquierdo.

Rauscher, Shaw y Ky (1993), quienes desarrollaron una investigación con estudiantes universitarios, para entender la influencia de la música en el desarrollo del pensamiento no verbal. Este estudio se focalizó en tres grupos, uno escuchaba determinada música de Mozart, en determinado tiempo; otro realizaba sesiones de

relajación y el otro se quedaba en silencio, también durante un tiempo determinado; luego de estos ejercicios, los tres grupos presentaban un test cognitivo. Los datos resultantes se registraron en el siguiente orden de favorabilidad: primero el grupo que escuchó música de Mozart, luego el que participó en las sesiones de relajación y por último el grupo que se mantuvo en silencio. Sin embargo, los investigadores resaltaron que los efectos de la audición de la música de Mozart no perduraban más allá de un determinado periodo seguido a la realización de la actividad y que de igual forma, música de otros compositores podía servir en la misma tarea y conseguir con ella resultados similares.

Twomey y Esgate (2002), que también realizaron un estudio aplicando los principios del *efecto Mozart* en un grupo de *no músicos*, encontraron reacciones sobresalientes en la realización de una tarea específica, teniendo en cuenta la variable tiempo en estímulo (audición) – respuesta (acción).

Por otra parte, Rauscher, Shaw, Levine, Wright, Dennis, y Newcomb (1997) realizaron una actividad de intervención musical con cuatro grupos de niños –entre 3 y 4 años y medio-, para determinar el desarrollo cognitivo generado después de la participación en actividades musicales. Un grupo se ejercitaba con los teclados (pianos eléctricos), mientras cantaba las lecciones; un segundo grupo trabajó canto; un tercer grupo recibió lecciones individuales de informática, directamente en el computador, y el cuarto grupo no recibió ninguna clase de formación. A continuación, a los cuatro grupos se asignaron ejercicios de razonamiento espacial. Dentro de los resultados más significativos, los investigadores resaltan que los niños del primer grupo (que se ejercitaron en los teclados y can-

taban los ejercicios) obtuvieron unos puntajes mayores en las pruebas aplicadas posteriormente a la actividad musical, en contraste con los niños de los demás grupos. De esta forma establecieron que esta actividad específica (ejercitación motora y entonación-audición) reflejaba modificaciones en los circuitos neuronales favoreciendo el desarrollo del razonamiento espacio temporal, aspecto denominado plasticidad cerebral.

Schneider, Scherg, Dosch, Specht, Gutschalk, y Rupp (2002), realizaron investigaciones involucrando a *músicos profesionales*, *músicos aficionados* y *no músicos* usando magnetoencefalogramas. A partir de estos estudios, encontraron que la región *Gyrus de Heschl* es más grande en los *músicos profesionales* que en los otros dos grupos (*aficionados* y *no músicos*) y que su actividad cerebral era más activa ante los impulsos o estímulos musicales. Estos investigadores sugirieron que la habilidad musical de un individuo puede estar influenciada por factores genéticos o por factores medioambientales, de igual manera sugirieron la importancia del inicio en el ejercicio musical a temprana edad, como se insinúa desde los planteamientos de los pedagogos musicales del siglo XX.

Gaser y Schlaug (2003), de quienes destacan sus estudios por usar técnicas morfométricas en la comparación de los volúmenes de materia gris en pianistas profesionales, músicos aficionados y no músicos, encontrando diferencias significativas entre estos tres grupos de sujetos, en las regiones cerebrales de la audición, el control motor y la visual espacial, siendo éstas mayores para el caso de los pianistas profesionales.

También, Sluming, Barrick, Howard, Cezayirli, Mayes, y Roberts (2002), realizaron un



Neurología y cognición musical

estudio similar al del equipo anterior, donde también analizaron comparativamente el volumen de material gris en dos grupos de sujetos: *músicos profesionales* y *no músicos*, encontrando, en los primeros, mayor volumen en el área de broca, que es la sección cerebral considerada el centro de desarrollo de las habilidades del lenguaje.

Ho, Cheung, y Chan (2003) estudiaron dos grupos de niños –entre 6 y 15 años-. Un grupo tenía formación musical y participaban en una orquesta de cuerdas tocando música clásica occidental, y el otro grupo no tenía formación musical. Estos investigadores aplicaron test de memoria verbal a los dos grupos de niños, encontrando resultados más satisfactorios en el primer grupo y resaltando que su nivel de memoria tenía mayor alcance temporal.

Otro trabajo de este corte, es mostrado por Janata y Grafton (2003) y está basado en estudios de neuroimagen sobre las secuencias musicales complejas que se representan y se producen en el cerebro. Cuando un individuo interpreta una obra musical, la experiencia sensorial se relaciona directamente con la acción. Es así como estos investigadores sugieren que dichos estudios sirven como modelo para entender los circuitos neuronales y los mecanismos de engranaje en el emparejamiento sensomotor. Un emparejamiento simple puede consistir en mover el pie al ritmo de una canción, mientras que un emparejamiento complejo sería bailar un vals cantando una canción o tocando un instrumento musical. Estas acciones están directamente relacionadas con el diseño motor. Este diseño determina cómo nos movemos o desplazamos en el espacio, cómo ponemos los dedos (digitación), manos y brazo sobre un instrumento musical para generar me-

lodías, acordes y ritmos o simplemente cómo se evidencia la coordinación motora – sensorial (sensomotora) en el cerebro de un músico instrumentista. Estos sonidos se producen en un tiempo adecuado y posiblemente en respuesta a impulsos antecedentes.

Janata y Grafton (2003) sugieren tres espacios de investigación para la música y la cognición, estos son: la sincronización, la atención y la secuencia de aprendizaje. La sincronización hace referencia a la producción sonora, en un espacio de tiempo determinado, que puede ser: secuencias de una duración constante o secuencias de variados tiempos de duración (polirritmias). Esta, la sincronización, resulta ser una habilidad importante, sobre todo en la ejecución instrumental en un ensamble, donde se atiende a una señal y se continúa en perpetua atención, es decir que el músico mantiene un tiempo en su cerebro, mientras realiza su ejecución, lo que no interfiere con permanentes ajustes de sincronización que sean requeridos, según lo mande el director del ensamble. Koelsch y Siebel (2005) manifiestan que la actividad musical de grupo es tremendamente exigente para el cerebro humano, al requerir que se tengan en cuenta diversos procesos cognitivos que incluyen: la percepción, la acción, la cognición, la cognición social, la emoción, el aprendizaje y la memoria; los cuales deben conjugarse por parte de todos los miembros de la agrupación musical; e ahí la importancia funcional de un Director de orquesta.

En lo relacionado con la secuencia de aprendizaje o secuenciación, se refiere a las tareas de seriación – reacción – tiempo. Cuando la secuencia es repetitiva se produce una respuesta motora, si no hay interferencia de procesos puramente analítico cognitivos. La es-

estructura de los acentos, que marca el desarrollo de los tiempos, puede formar la connotación emocional de la melodía. La complejidad de los elementos que componen una obra musical, que es interpretada por un músico, llega a tal elaboración de trabajo motor y cognitivo que, después de determinado tiempo de práctica, resultan siendo esquemas a los cuales se da respuesta inmediata con un simple estímulo visual. La música posee una moderada complejidad temporal pero una alta complejidad ordinal, que son los dos niveles de la secuenciación. Pero esta última complejidad (ordinal) también puede ser cognitiva y puede llegar a modificarse con el aprendizaje. En la percepción y producción de secuencias de este tipo (musicales) está implícita la atención, dado que el sujeto tiene que responder a los estímulos espaciales que está monitoreando.

La forma en que cada individuo escucha la música y el análisis o uso que haga de ella, interfiere y depende de la activación de las diferentes regiones cerebrales. Cuando escuchamos música, la información auditiva pasa por diferentes procesos, hasta provocar reacciones en el oyente. Esta información acústica se traduce en actividad neural, indicando respuestas al tono, timbre, intensidad o color, como cualidades sonoras, las cuales se denotan en la corteza auditiva, después de que el tálamo -estructura neuronal con importantes funciones sensoriales y de interconexión- haya proyectado alguna información, porque cada tono musical lleva información de significado. Estos elementos permiten la formación de un *Gestalt* (forma, configuración) auditivo que conjuga: melodía, ritmo, timbre y su agrupación como un todo (Koelsch y Siebel, 2005).

Es interesante anotar la posibilidad que

se tiene, a través de los análisis de neuroimagen, de entender cómo un individuo percibe la progresión sintáctica de la música entre hechos conocidos y hechos desconocidos (acordes consonantes y disonantes), elemento planteado por Koelsch y Siebel (2005) y por Valeri Brainin (2005) en su trabajo pedagógico llamado “Razonamiento Musical”. Los primeros autores señalan este proceso sintáctico como “automático”, lo cual puede estar relacionado con lo que Benenzon² denomina ISO “Identidad Sonora” y que se refiere a los elementos musicales que conforman la memoria auditiva del individuo, relación que se afirma cuando dicen que estudios en no músicos demuestran que estos poseen unas habilidades especiales en el conocimiento de la sintaxis musical, posiblemente relacionadas con la experiencia de la escucha en la vida cotidiana.

“Los numerosos sonidos musicales y formas son asociadas con un significado semántico fijo, por ejemplo, los sonidos asociados con los conceptos “áspero”, “caluroso”, “luminoso” o “suave”, y las frases musicales de “legítimo”, “amistoso”, “enfadado” o “gigantesco”. Porque algunas formas musicales imitan los gestos prosódicos, donde su significado es posiblemente universal para las culturas. Otras formas musicales tienen culturalmente unos significados determinados, por ejemplo un himno de la iglesia y la palabra devoción”³ (Koelsch y Siebel, 2005).

2 Benenzon, R. (www.fundacionbenenzon.org). ISO (identidad sonora) cúmulo de energías formadas de sonidos, movimientos y silencios que caracterizan a cada ser humano y lo diferencia del otro y al proceso dinámico de sus respectivas descargas.

3 Traducción del texto original: “Numerous musical sounds and forms are associated with a fixed semantic meaning, for example, sounds associated with concepts like ‘rough’, ‘warm’, ‘bright’ or ‘soft’, and musical phrases that sound ‘friendly’, ‘angry’ or ‘gigantic’. Because some musical forms mimic prosodic and other gestures, their meaning is possibly universal across cultures. Other musical forms have culturally determined meanings, for example a church anthem and the word devotion.”



Neurología y cognición musical

Dice Rodolfo Llinás⁴ que la música entra en el cerebro sin necesidad de una traducción - como sucede en el caso de los idiomas -, que la música no existe en el mundo externo, sino que es un producto cerebral interno que genera movimiento y oscilaciones del aire. Esta afirmación parte de que las células nerviosas tienen actividad rítmica intrínseca, que se conjuga con la actividad de las otras células nerviosas y de esas frecuencias se hace, se percibe y concibe la música; es decir que este arte es inventado y secretado por el cerebro. Llinás asocia el tálamo del cerebro con un director de orquesta, porque esta estructura neuronal primero establece relaciones temporales con las otras partes del cerebro a través de las estructuras de axones; que en la orquesta sería el aire y la luz que comunica al Director con los músicos, a partir de un movimiento que éste realiza, con su mano o con la batuta, y al que los músicos responden con otros movimientos que producen música. El tálamo recibe la información del mundo externo, permitiéndole al cerebro reconstruir una realidad virtual. De esta manera, Llinás explica que la enfermedad del Parkinson se trata de diferentes ritmos que asumen las células nerviosas y no se pueden conjugar a un mismo tiempo. En el momento en que se implantan microelectrodos que regulan la actividad rítmica neuronal desaparece la enfermedad.

La información no musical del fenómeno sonoro comprende evocaciones producidas por la música, como los aspectos emocionales y las reacciones corporales. Estas asociaciones de lo

no musical y lo musical requieren asociaciones multimodales. De esta manera, los aspectos sociales de hacer música tienen alta probabilidad de estar acompañados por efectos positivos hacia el sistema inmunológico, lo cual influye en la evolución de la conducta de hacer música cooperativa. Algunos estudios sobre psicología de la música han encontrado que individuos sin formación musical tienen mucha habilidad para interpretar las funciones semánticas de la música así como para disfrutarla. De la misma forma determinaron que los niños reciben información adicional sobre las palabras y las frases, es decir, aspectos como la melodía del discurso, el ritmo, el timbre, etc., porque la musicalidad es una habilidad natural del cerebro humano (Koelsch y Siebel, 2005)⁵.

Resulta de considerable importancia que los educadores o maestros, en general, consideren las actividades musicales dentro de la formación integral de sus estudiantes, para mejorar sus habilidades de razonamiento. En su momento, teniendo en cuenta estos estudios, Weinberger (1998) sugirió que la música se debería llevar a las escuelas y ponerse a disposición de todos los individuos, lo cual redundaría en una notable mejoría en los logros escolares, a partir del uso y mejor aprovechamiento de las diferentes regiones cerebrales (Bart y Athernon, 2004). La música ofrece a la mente humana un único vehículo de pensamiento, un medio para expresar emociones, crear sonidos y generar sincronía de movimientos, elementos que pueden ser aprovechados tanto en la didáctica general como en la didáctica específica para la formación musical (Janata y Grafton, 2003).

Finalmente, Koelsch y Siebel (2005) nos

⁴ Rodolfo Llinás, Médico Neurofisiólogo Colombiano. director del departamento de *Physiology & Neuroscience* en la escuela de medicina de la Universidad de Nueva York. Estos datos se han tomado de la conferencia con la Orquesta Filarmónica de Bogotá en "Concierto Cerebro", 2004.

⁵ Traducción del texto original "[...that musicality is a natural ability of the human brain]".

presentan interesantes caminos para investigar y profundizar en estas temáticas, que sugieren trabajo interdisciplinar, especialmente los relacionados con: ¿cómo se decodifican los rasgos acústicos a nivel cortical?, ¿cuáles propiedades físicas de los signos acústicos tienen significado universal y cuáles son culturalmente determinadas?, ¿cuál es la incidencia de la percepción y la producción musical en el sistema nervioso autónomo y en el sistema inmunológico?, y ¿cuáles serían las influencias cognitivas y las relaciones neurales establecidas a partir de los estímulos sonoros en músicos y no músicos?, entre otros.

Conclusiones

- Se hace necesario que músicos y maestros de música (educadores musicales) tomen conciencia de la importancia de la investigación en su campo de acción, lo cual redundará en el cambio de mentalidad frente a pensar que la música sigue siendo un don o talento que ha sido otorgado sólo para algunas pocas personas.
- El trabajo interdisciplinario está mostrando nuevos caminos hacia la producción del conocimiento, a partir de investigaciones que soportan los hallazgos científicamente válidos y que apoyan el desarrollo del conocimiento en áreas relativamente nuevas como la neurología y la cognición musical.
- Sería muy importante que las instituciones educativas se apropiaran de estos hallazgos de la neurociencia para la construcción de sus proyectos educativos, pensando en lograr mejores desempeños

en los estudiantes desde la aplicación de didácticas pertinentes y coherentes.

- Dignificar la profesión de un maestro de música es una tarea importante, en países como Colombia, y es a través de estos hallazgos como podemos conseguir la credibilidad por parte de otros colegas y de las mismas esferas académicas y políticas que ven con ojos de incertidumbre los trabajos en el campo musical.
- Esta área de trabajo se torna como un camino interesante en el proceso investigativo frente a cómo se demuestra científicamente la importancia de la educación musical para cualquier individuo.

Bibliografía

- Bart, W. y Athernon M. (2004) *The Neuroscientific Basis of Music: Applications to the Development of Talent and Education*. En: *Brain Neurosciences & Education*
- SIG Newsletter Annual Meeting. San Diego California: American Educational Research Association.
- Bever, T. y Chiarello, R. (2009). Cerebral dominance in musicians and non-musicians. *The Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*, Vol. 21 (1), 94-97.
- Brainin, Valeri (2005). *Sistema de Razonamiento Musical*. Seminario Taller Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja.
- Gardner, H. (2008). *Inteligencias Múltiples: La Teoría en la Práctica*. Barcelona: Paidós. 8ª Edición.
- Gaser, C. y Schlaug, G. (2003). Brain structures differ between musicians and non-musicians. *Journal of Neuroscience*, Vol. 23 (27), 9240-9245.
- Hernández, G. (2002). Reseña de la Música y el Cerebro de Jean Paul Despins. *Ciencia UANL*, Vol. 5 (4), 561-565.



Neurología y cognición musical

- Ho, Y., Cheung, M., y Chan, A. (2003). Music training Improves verbal but not visual memory: Cross-sectional and longitudinal explorations in children. *Neuropsychology*, Vol. 17 (3), 439-450.
- Janata, P. y Grafton, S. (2003) Swinging in the Brain: Shared Neural Substrates for Behaviors Related to Sequencing and Music. *Review Nature Neuroscience*, Vol. 6 (7), 682-687.
- Koelsch, S. y Siebel, W. (2005) Towards a Neural Basis of Music Perception. *TRENDS in Cognitive Sciences*, Vol.9 (12), 578-584.
- Lacárcel, M. (2003). Psicología de la Música y Emoción Musical. *Educatio*, Vol. 20 (21), 213-226.
- Orquesta Filarmónica de Bogotá. (2004) Concierto Cerebro, *Conferencia Rodolfo Llinás*. Bogotá.
- Rauscher, F., Shaw, G., y Ky, K. (1993). Music and spatial task performance. En: Rauscher, F., Shaw, G., Levine, L., Wright, E., Dennis, W., y Newcomb, R. (1997). Music Training causes long-term enhancement of preschool children's special-temporal reasoning. *Neurological Research*, Vol. 19, 2-8.
- Rauscher, F., Shaw, G., Levine, L., Wright, E., Dennis, W., y Newcomb, R. (1997). Music Training causes long-term enhancement of preschool children's special-temporal reasoning. *Neurological Research*, Vol. 19, 2-8.
- Schneider, P., Scherg, M., Dosch, H., Specht, H., Gutschalk, A., y Rupp, A. (2002). Morphology of Heschl's Gyrus reflects enhanced activation in the auditory cortex of musicians. *Nature Neuroscience*, Vol. 5, 688-694.
- Sluming, V., Barrick, T., Howard, M., Cezayirli, E., Mayes, A., y Roberts, N. (2002). Voxel-based morphometry reveals increased grey matter density in Broca's area in male symphony orchestra musicians. *Neuroimage*, Vol. 17 (3), 1613-1622.
- Twomey, A., y Esgate, A. (2002). The Mozart effect may only be demonstrable in nonmusicians. En: Hui, K. (2006) Mozart effect in preschool children? *Early Child Development and Care*, Vol. 17 (3), 411-419.
- Weinberger, N. (1998). The music in our minds. *Educational Leadership Publications*, Vol. 56 (3), 36-40.