

Neurofisiología de la Música

Por

Natalia Guerra Carrera

Universidad San Francisco de Quito

Cerebro y Aprendizaje

24 de febrero de 2005

I. Introducción

En los últimos años, los avances de la neurociencia han justificado el valor de la música en el aprendizaje a través de evidencias neurofisiológicas (Thaut, 2000). Dichas evidencias se han convertido en los marcos teóricos vigentes de los campos de la educación musical y de la musicoterapia (Gfeller, 1998; Frega, 1996; Poch, 1999; Thaut, 2000). Wolfe (2001), sin embargo, plantea la incorporación de actividades musicales en los procesos de aprendizaje no-musical explicando las conexiones entre la percepción de la música y los procesos cognitivos de atención, memoria, producción emocional y entendimiento conceptual y aprendizaje. En base a esta aplicación, la comprensión detallada del proceso musical se vuelve necesaria y práctica tanto para la explicación del fenómeno musical en sí, cómo para entendimiento de la influencia de la música en el aprendizaje.

El propósito de este ensayo es describir la neurofisiología de la música y relacionarla con el aprendizaje. Cabe recalcar que se considerarán tanto a la música como al aprendizaje como conceptos amplios e incluyentes de varios procesos relacionados. De esta manera, la música se define como un conjunto de procesos que involucran percepción, ejecución y conceptualización de los varios elementos musicales como ritmo, melodía, timbre y armonía; mientras que aprendizaje comprende procesos cognitivos de percepción, atención, memoria y habilidades cognitivas de procesamiento superior. Ha sido necesario abarcar estos conceptos de manera global debido a la complejidad de los mismos

(Jensen, 1998; Flohr, 1996). Sin embargo, las áreas a explicarse en este ensayo son: la neurofisiología del ritmo, la interacción entre memoria y música, y la neurofisiología de la percepción musical. En cada descripción se incluirán aplicaciones respecto al proceso de aprendizaje.

II. Neurofisiología del Ritmo

Las relaciones entre la percepción rítmica y las respuestas motoras han sido el fundamento principal para la aplicación de la música como tratamiento terapéutico. Gfeller (1992) nos habla de la conexión neuronal rítmico-motriz y fundamenta la aplicación del ritmo en la rehabilitación neurológica.

Adicionalmente, Hurt et al (1998) proponen tres elementos de control motriz facilitados por la estimulación rítmica auditiva. Dichos elementos incluyen: control sensoriomotriz, programación motriz y movimientos intencionados. Si bien, estos fundamentos son básicos para el tratamiento neurológico, Hargreaves (1998) propone la facilitación del desarrollo rítmico como un eje fundamental evolutivo en las etapas de desarrollo cognitivo sensorio-motriz y preoperacionales. De esta forma, los principios terapéuticos serían la base para una educación integral con ritmo.

Es necesario, sin embargo, definir y explicar el proceso de facilitación motora a través del ritmo en términos neuroanatómicos y neurofisiológicos. Thaut et al (1999) nos explica este fenómeno claramente. En primera instancia, “el sonido puede aumentar la excitabilidad de las neuronas espinales motoras facilitado por el circuito auditivo-motriz al nivel retículo espinal” (Id lib. p.101,

traducido por la autora). Adicionalmente, Thaut (1999) menciona que el sistema auditivo procesa la información sensorial de manera más rápida que otros sistemas. A manera de ejemplo, se ha demostrado que las guías auditivas “facilitan consistentemente tiempos de reacción de 20 a 50 milisegundos más rápidos que las guías visuales o táctiles” (id lib p.101, traducido por la autora).

Sin embargo, es la sincronización rítmica, el proceso por el cual la facilitación rítmica-auditiva acontece. Thaut (1999) explica que al momento de percibir sonidos recurrentes sistemáticamente, el cerebro humano percibe los patrones y procesa anticipadamente las frecuencias de repetición. A este proceso se lo conoce como *entrainment*. Una vez que la frecuencia de repetición se procesa en la corteza auditiva, emite impulsos sincronizados a la corteza motora y por lo tanto las respuestas motrices se vuelven rítmicas.

Como se dijo anteriormente, la aplicación de la influencia rítmico-motriz se da principalmente en la rehabilitación neurológica (Hurt et al, 1998). Sin embargo, si consideramos la teoría de aprendizaje neurológico de Ytuarte y Uribiola (2002) veremos que la música además de facilitar el aprendizaje por vía auditiva, facilita también el aprendizaje por vía kinestética. De esta manera el sólo hecho de incorporar elementos rítmicos está favoreciendo dos sistemas de aprendizaje diferentes.

III. Música y memoria

Un concepto clave cuando hablamos de aprendizaje es la memoria y la investigación propone una estrecha relación entre ésta y la música. Carruth

(1997) sugiere que el canto facilita la rehabilitación cognitiva en pacientes con demencia y pérdida de memoria. Por otro lado, Korenman & Peynircioglu (2004) relacionan la habilidad de metamemoria musical con la memoria episódica. Dicha propuesta fundamenta que melodías familiares facilitan el aprendizaje de conceptos verbales varios (2004). En esta misma línea, Wolfe (2001) nos sugiere que la música permite la memorización de grandes cantidades de información ya que a partir de elementos rítmicos y melódicos, la información textual se comprime. Por esta razón, la enseñanza de la utilización de la música como estrategia mnemotécnica es fundamental en la instrucción primaria (id lib). Finalmente, al examinar las reacciones de niños frente a videos musicales educativos, Wolfe & Jellison (1995) encontraron que la información explícita de los mensajes cantados con mayor éxito que la información hablada.

El proceso neurofisiológico de memoria musical es complejo y corresponde a varios circuitos de memoria así como a varias estructuras cerebrales. En primera instancia, Wolfe (2001) sugiere que los neurotransmisores provocados ante respuestas emocionales se presentan en el cerebro ante estímulos musicales. Por lo tanto, la relación de la música con las emociones implica que la música es procesada por las mismas estructuras cerebrales que procesan las emociones (Reimer, 2004). Se concluye entonces que la memoria emocional evocada por la música es procesada en el hipocampo y en la amígdala (Jensen, 1998).

Otro aspecto de la memoria ha sido encontrado al examinar los efectos de la instrucción musical en el aprendizaje. Ho et al (2003) argumentan que las

experiencias de aprendizaje en la infancia pueden facilitar conexiones cerebrales que a su vez mejoren ciertas destrezas cognitivas. Esto lo probaron al investigar el desempeño en tareas de memoria verbal de niños que han tenido instrucción musical previa. Estos niños musicales obtuvieron mejores puntajes que sus pares sin instrucción musical, lo cual los autores atribuyeron a la reorganización del lóbulo temporal durante el desarrollo (2003). Por otro lado, Koelsch et al (2003) al investigar los efectos de la modulación tonal en oyentes sin instrucción musical previa, encontraron irregularidades en potenciales cerebrales respecto a eventos que sugieren una función de la memoria operativa. Dicha memoria reconoce patrones melódicos y armónicos respondiendo a los mismos con cambios en la actividad eléctrica cerebral. Finalmente, Hickok et al (2003) al estudiar la relación auditiva-motriz del lenguaje encontraron que la fisura Silvana del límite temporo-parietal del área de Broca es responsable por organizar los contenidos articulatorios del lenguaje expresivo, así como por procesar la música y la memoria operativa verbal. Esta evidencia sugiere una relación estrecha entre estos tres procesos cognitivos.

La investigación nos muestra relaciones directas entre la música y tres tipos de memoria: operativa, episódica y emocional. Con esta evidencia resulta indispensable utilizar la música dentro del proceso de aprendizaje. Además, se evidencia también que el proceso de percepción musical no está localizado en una sola estructura cerebral, sino que conlleva los dos hemisferios y varios procesos complejos. Es por esta razón, que la música es un medio eficaz para estimular los procesos cognitivos.

IV. Neurofisiología de la percepción musical

Para entender el proceso de percepción musical es importante identificar las estructuras cerebrales responsables por de estos procesos. Brancucci & San Martín (2003) identificaron el rol importante del hemisferio cerebral derecho en la percepción de los conceptos musicales de timbre e intensidad. Por otro lado, Di Pietro et al (2004) demostraron que daños en la corteza temporo-parietal izquierda inhiben la habilidad de repetir ritmos proporcionados auditivamente, más no proporcionados corporalmente. Esta investigación sugiere que la corteza izquierda procesa ritmos. Finalmente, y como se dijo anteriormente la percepción de la música estaba ubicada en el área de Broca.

La dificultad encontrada al localizar las estructuras responsables de la percepción musical implica que el proceso musical es complejo y aún requiere mucha investigación. Su aplicación al aprendizaje es, sin embargo, extensa. Wolfe (2001) sugiere que el procesamiento de la música paralela el proceso cognitivo responsable de resolver las matemáticas. Adicionalmente menciona que la percepción musical está relacionada con la percepción viso-espacial (Shaw y Raucher, 2000, citados en Wolfe 2001). Vemos de esta manera que al hablar de música estamos implícitamente hablando de algún tipo de aprendizaje.

V. Conclusión

El estudio neurológico de la música muestra que la misma es un proceso complejo que comprende varios subprocesos cognitivos. Por esta razón, su aplicación en el aprendizaje es amplia. En primera instancia los estudios del

ritmo y la sincronidad fundamentan el uso de la música en el aprendizaje sensoromotor. Segundo, la relación neurológica de la música con la memoria justifica la aplicación de la música como estrategia mnemotécnica de la memoria a largo plazo y como estímulo facilitador de la memoria operativa. Finalmente, la complejidad del proceso de percepción musical permite asociarlo con habilidades cognitivas superiores.

Si bien este campo de la neurofisiología musical aún requiere mucha investigación, las evidencias actuales pueden fundamentar muy acertadamente una metodología de enseñanza-aprendizaje neurológica basada en actividades musicales.

Bibliografía

Di Pietro, M., Laganaro, M., Leemann, B., Schnider, A. (2004). Receptive Amusia: Temporal Auditory Processing Déficit in a Profesional Musician following a left temporo-parietal lesion. *Neuropsychologia* 24(7). 868-878.

Carruth, E. K. (1997). The Effects of Singing and the Spaced Retrieval Technique on Improving Face-Name Recognition in Nursing Home Residents with Memory Loss. *Journal of Music Therapy*, 34(3). 165-186.

Flohr, J. W. (1996) *Children's Electrophysiological Responses to Music*. Paper presented at the International Society for Music Education World Conference (22nd, Amsterdam, Netherlands, July, 1996) and at the International Society for Music Education Early Childhood Commission Seminar (Winchester, England, united Kingdom, July, 1996).

Frega, A. L. (1996). *Música para maestros*. Barcelona, España: Editorial Graó.

Gfeller, K. E. (1992). Music: a human phenomenon. En Davis, W. B., Gfeller, K. E., & Thaut, M. H., *An Introduction to Music Therapy, Theory and Practice* (pp. 38-64). Dubuque, E.E.U.U.: Wm. C. Brown Publishers.

Hargreaves, D. J. (1998). *Música y el Desarrollo Psicológico*. Barcelona, España: Editorial Graó.

Ho, Y., Cheung M., & Chan, A. S. (2003). Music Training Improves Verbal but Not Visual Memory: Cross-Sectional and Longitudinal Explorations in Children. *Neuropsychology*, 17(3). 439-450.

Hurt, C. P., Rice, R. R., McIntosh, G. C. y Thaut, M. H. (1998). Rhythmic Auditory Stimulation in Gait Training for Patients with Traumatic Brain Injury. *Journal of Music Therapy* 35(4). 228-241

Koelsch, S., Gunter, T., Schroger, E., y Friederici, A. D. (2003) Processing Tonal Modulation: An ERP Study. *Journal of Cognitive Neuroscience* 15(8), 1149 – 1159.

Korenman, L. M. & Peynircioglu, Z. F. (2004). The Role of Familiarity in Episodic Memory and Metamemory for Music. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 30(4). 917-922.

Poch, S. (1999). *Compendio de Musicoterapia*. Vol. 1 y 2. Barcelona, España: Empresa Editorial Herder, S.A.

Reimer, B. (2004). New Brain Research on Emotion and Feeling: Dramatic Implications for Music Education. *Arts Education Policy Review*, 106(2), 21-27.

Wolfe, D. E. y Jellison, J. A. (1995). Interviews with Preschool Children about Music Videos. *Journal of Music Therapy* 32(4). 265-285.

Wolfe, P. (2001). *Brain Matters: Translating Research into Classroom Practice*. Alexandria, VA: Association for Supervision & Curriculum Development.

Thaut, M. H. (2000). *A Scientific Model of Music in Therapy and Medicine*. San Antonio, TX: IMR Press, The University of Texas at San Antonio.

Thaut, M. H., Kenyon, G. P., Schauer, M. L., and McIntosh G.C. (1999). The Connection Between Rhythmicity and Brain Function. *IEEE Engineering in Medicine and Biology*, March-April, 101-108.

Ytuarte, y Urbiola, M. (2002). *Cerebro, Inteligencia y Aprendizaje*. México: Urbiola Ytuarte & Asociados, S.A. de C.V.