

# Efecto ansiolítico de la musicoterapia: aspectos neurobiológicos y cognoscitivos del procesamiento musical

Juan Manuel Orjuela Rojas<sup>1</sup>

## Resumen

**Introducción:** La música está presente en todas las culturas y nos acompaña desde los albores de la historia de la humanidad. Desde tiempos ancestrales se le ha atribuido un efecto relajante y curativo, que es evidente en los rituales de sanación mediante cantos, danzas e interpretación de instrumentos. Hoy en día, con el avance de las neurociencias y las técnicas imaginológicas, ha sido posible acercarse a los complejos mecanismos que subyacen al procesamiento musical. **Objetivos:** 1) Revisar y discutir los mecanismos de procesamiento neurobiológico y cognoscitivo de la música y 2) Comprender los beneficios del efecto ansiolítico de la música en diferentes entidades clínicas y contextos médicos. **Método:** Revisión narrativa de la literatura médica. **Desarrollo y conclusión:** El efecto ansiolítico de la musicoterapia está determinado por mecanismos complejos de procesamiento musical inscritos en la especie humana. La activación de memorias asociativas y el análisis de la expresión emocional, ligados a la percepción tonal y temporal del módulo de procesamiento musical, son los principales componentes cognoscitivos involucrados en el efecto relajante mediado por la música. La exposición musical desencadena mecanismos neuroprotectores, al promover la expresión de neurotrofinas. La música, por lo tanto, es una excelente y económica herramienta terapéutica, fácil de usar, accesible, con nulos efectos adversos y que puede utilizarse como coadyuvante en varias entidades nosológicas.

**Palabras clave:** musicoterapia, neurobiología, relajación, procesos mentales.

**Title: Anxiolytic Effects of Music Therapy: Neurobiological and Cognitive Aspects of Musical Processing.**

## Abstract

**Introduction:** Music is present in all cultures and has been with us from the dawn of human history. Since ancient times music has been attributed a relaxing and healing effect, which becomes evident in healing rituals through chants, dancing, and the interpretation of instruments. With the advancement of neuroscience and imaging techniques, it has become possible to approach the complex mechanisms underlying musical processing. **Objective:** To review and discuss the mechanisms of neurobiological and cognitive processing of music. To understand the benefits of the anxiolytic effect of music in diverse clinical conditions

---

<sup>1</sup> Residente de Psiquiatría, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.

and settings. **Method:** Narrative review of the literature. **Conclusions:** The anxiolytic effect of music therapy is determined by complex mechanisms of musical processing in the human species. The activation of associative memories and the analysis of emotional expression, linked to the tonal and temporal perception of the musical processing module, are the main cognitive components involved in the relaxant effect mediated by music. Music exposure also acts as a neuroprotective agent by promoting the expression of neurotrophins. Music is therefore an excellent and affordable therapeutic tool, easy to use, accessible, and without side effects, which can be used as a coadjuvant in the treatment of several nosological entities.

**Keywords:** Music therapy, neurobiology, relaxation, mental processes.

## Introducción

La música está presente en todas las culturas y nos acompaña desde los albores de la historia de la humanidad. Surgió de manera simultánea al lenguaje, debido a la necesidad de comunicarse y cooperar (1). A pesar de no saber con exactitud cuándo emerge la música en la especie humana, y dado que es imposible encontrar fósiles de cantos o melodías ancestrales, los datos arqueológicos nos muestran que los instrumentos musicales se han producido de manera continua desde hace aproximadamente 30.000 años (2).

El ritmo regular de la música podría estar relacionado con sus efectos relajantes. Al parecer, esta vinculación tiene como fundamento el patrón rítmico del latido cardia-

co materno, percibido por el feto durante los nueve meses de vida intrauterina. Por tal razón, las madres suelen utilizar tácticas rítmicas para calmar el llanto de sus hijos, al golpear ligeramente sus espaldas o acunarlos. De hecho, los bebés son cargados por sus madres instintivamente del lado izquierdo, de manera que los latidos cardiacos se escuchen intensamente y evoquen en el niño recuerdos del placer obtenido en la vida prenatal (3). Son justamente estos efectos “curativos” y relajantes los que han vinculado la medicina con la música desde tiempos remotos (4).

Los rituales mágicos de curación y sanación habitualmente se acompañan de cantos, danzas y música interpretada con instrumentos rudimentarios. Prácticamente, la música ha evolucionado con el ser humano y se ha complejizado con el paso del tiempo, sin perder en este proceso su esencia básica y reconfortante.

Según la Federación Mundial de Musicoterapia, esta se refiere al uso profesional de la música y sus elementos como una intervención en ambientes cotidianos, médicos y educativos, en los que participan diferentes individuos, grupos, familias o comunidades, al procurar optimizar la calidad de vida y mejorar el funcionamiento físico, social, emocional, comunicacional e intelectual de estos (5). Así, la aplicación de la música como terapia se ha conceptualizado con el paso del tiempo, y se ha establecido

en un amplio campo de acción, al orientar sus intervenciones a gran parte de la población. Sin embargo, es importante resaltar que esta debe ser efectuada por una persona con adecuado entrenamiento y con fines terapéuticos bien establecidos.

### Metodología

Se realizó una búsqueda de la literatura en las bases de datos de MedLine y ScienceDirect (Elsevier), teniendo en cuenta las palabras 'MeSH': musicoterapia, neurobiología, ansiolisis y procesamiento cognoscitivo. Se escogieron los artículos relacionados o que pudieran responder a la pregunta en cuestión. Se hallaron otros artículos de interés en las referencias bibliográficas de los artículos previamente escogidos.

### Procesamiento cognoscitivo de la música

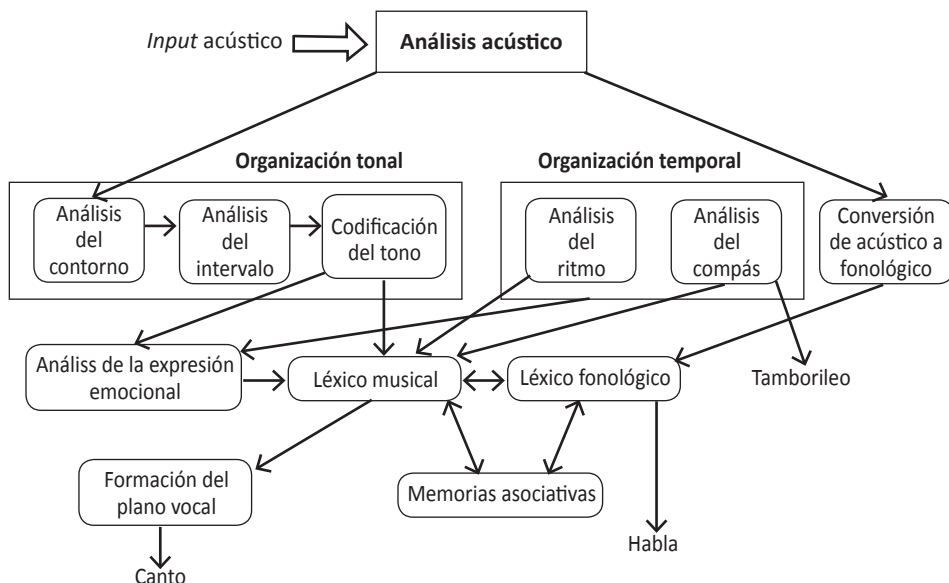
La música, como el lenguaje, es sintáctica y está formada por diversos elementos organizados jerárquicamente (tonos, intervalos y acordes). Sin embargo, es muy probable que los mecanismos subyacentes en el procesamiento de ambos sean distintos. Se han documentado múltiples casos de amusia adquirida o congénita, en los que no se encuentra ningún tipo de alteración en el lenguaje, y casos de personas afásicas en las que no hay alteraciones musicales (6,7).

Los estudios realizados en pacientes con daño cerebral nos mues-

tran que el procesamiento de la música es modular. Al escuchar una canción se genera un "input acústico", que corresponde a las aferencias rítmicas, tonales, líricas, etc., propias de una canción. Este "input acústico" ingresa a nuestro cerebro por vía sensorial, para ser procesado por un *módulo general* de análisis musical. Los principales elementos de este análisis se realizan mediante dos *módulos específicos*. El primero, cuyo objeto de procesamiento es el componente musical, hace referencia a la organización temporal (ritmo y compás) y la organización tonal (análisis del contorno y los intervalos que nos llevan a codificar el tono). El segundo procesa la información lingüística (letra de la canción), mediante sistemas de procesamiento del lenguaje (figura 1) (7,8).

Los resultados que obtenemos de estos dos análisis modulares nos llevan directamente al 'léxico musical', al análisis de la expresión emocional y a mover nuestro pie al ritmo de los instrumentos (tamborileo). El léxico musical hace referencia a la información musical que almacenamos progresivamente durante toda la vida y nos permite el reconocimiento de una canción (9). Si queremos cantar dicha canción, nuestro léxico musical se conectará con el fonológico, lo que genera eferencias vocales que llevan al canto. Por otro lado, también podemos tener la experiencia de que esta canción nos recuerde una situación particular, por ejemplo, un momento de la infancia. En este caso, estaría

Figura 1. Modelo de procesamiento modular de la música



Fuente: adaptado de Peretz I, Coltheart M. (8).

*Nota:* Cada casilla representa un componente del procesamiento musical y las flechas dibujan las rutas de flujo de la información entre los diversos componentes de procesamiento.

activándose la “memoria asociativa”, también relacionada con el léxico musical.

Este constructo acerca del procesamiento musical modular ha sido ampliamente aceptado y corroborado por varios estudios. Pacientes con lesiones cerebrales secundarias a trauma craneoencefálico muestran cómo se puede perder la capacidad para reconocer tonos y melodías que eran identificables previos al trauma, y conservar la capacidad para reconocer patrones rítmicos (10). De manera inversa, los trastornos del ritmo también pueden ocurrir independientemente de los trastornos del tono (11).

Otro aspecto de suma importancia, y que además hace parte de las directrices de este artículo, es la comunicación de la música con nuestras emociones. ¿De qué manera se produce el efecto ansiolítico que nos interesa? Es una pregunta aún sin resolver, sin embargo, como se mencionó antes, el resultado obtenido por el procesamiento modular se relaciona con la expresión afectiva, de manera que, así como ciertas melodías o ritmos evocan determinados recuerdos a través de las memorias asociativas, estos a su vez podrían estar vinculados con una carga afectiva placentera que disminuiría la ansiedad, así como

los latidos del corazón recuerdan el placer de la vida uterina y calman al infante.

### **Aspectos neuroanatómicos del procesamiento musical**

El mapeo de las funciones cerebrales es supremamente complejo. Incluso al intentar mapeos de módulos bien conocidos, como los del lenguaje, es difícil encontrar correlaciones claras y bien definidas en términos neurales (12). La modularidad habitualmente es confundida con la noción de localización cerebral. Por supuesto que los módulos tienen una base biológica, sin embargo, así la música tuviera uno solo, aislar su identificación neuroanatómica sería bastante complejo, ya que los módulos estarían compuestos por mezclas de redes neuronales implicadas en el procesamiento de otras funciones complejas, por ejemplo, la entonación del lenguaje. Se ha documentado que en el procesamiento sintáctico musical se activa el área de Broca y su homóloga derecha, al sugerir que ciertos mecanismos de organización secuencial y coherencia son compartidos por la música y el lenguaje (13,14).

A pesar de lo anterior, sí se han encontrado algunos dominios específicos en ciertas áreas anatómicas que estarían implicados en la percepción musical. Cuando la música ingresa a nuestros oídos como un complejo de ondas mecánicas, se realiza un proceso de transducción a nivel coclear,

lo que genera impulsos eléctricos que viajan a través del nervio auditivo, pasando por el tallo cerebral y el mesencéfalo para llegar a la corteza auditiva primaria y secundaria (15). La primaria está relacionada con la *percepción tonal* individual, mas no con el componente melódico (16). De aquí, la información se distribuye a otras zonas cerebrales, mediante intrincadas conexiones neurales. Una zona muy importante en la codificación tonal es la ubicada en áreas frontales inferiores, principalmente del hemisferio derecho (17,18), lugar donde también se procesan las estructuras armónicas.

Un aspecto interesante relacionado con la gratificación musical hace referencia a la percepción de intervalos armónicos consonantes (música suave, estable, agradable al oído), como elementos que generan mayor respuesta emocional placentera, comparado con los intervalos disonantes (violentos, dinámicos, inestables), que nos dan una sensación de incomodidad y displacer. Esto nos lleva a pensar que probablemente la música con mayor efecto ansiolítico debe tener una composición armónica consonante (19). De hecho, esta última, que se asocia con disminución del displacer, activa las regiones frontopolares, orbitofrontales y corteza cingulada, mientras que el aumento del displacer generado por los intervalos disonantes aumenta el flujo sanguíneo en el giro parahipocampal derecho y el precúneo (tabla 1) (20,21).

Tabla 1. Algunas áreas neuroanatómicas involucradas en el procesamiento musical

Área neuroanatómica	Función
Corteza auditiva primaria	Precepción tonal
Áreas frontales inferiores del hemisferio derecho	Codificación tonal
Regiones frontopolares, orbitofrontales, y corteza cingulada*	Activación con intervalos armónicos consonantes
Giro parahipocampal derecho precúneo*	Activación con intervalos armónicos disonantes
Giro temporal medio	Memoria semántica musical
Área de Broca y giro angular izquierdo	Canto
Cerebelo, ganglios basales, corteza premotora dorsal y área motora suplementaria	Percepción del ritmo
Núcleo Accumbens, el Área Tegmental Ventral e hipotálamo*	Placer-Recompensa y respuesta fisiológica
Corteza orbitofrontal, la corteza cingulada anterior e ínsula*	Procesamiento emocional cortical

\* Principales zonas asociadas con el procesamiento emocional.

El giro temporal medio está relacionado con la memoria semántica musical, lo cual nos permite reconocer una melodía como familiar o no familiar. El área de Broca y el giro angular izquierdo, que son áreas implicadas en la expresión del lenguaje, por supuesto se activan cuando los sujetos cantan la letra y la melodía de una canción (19).

En cuanto a la *percepción del ritmo* (organización temporal de una pieza musical), no solo están involucradas las áreas auditivas, sino que también participan el cerebelo y los ganglios basales, así como la corteza premotora dorsal y el área motora suplementaria. Contamos, pues, con interacciones entre el sistema auditivo y motor para el análisis del ritmo, que se activan cuando escuchamos música o la imaginamos (7,22,23).

Ya hemos mencionado las estructuras involucradas en el procesamiento tonal y rítmico de la música, pero ¿cuáles son las áreas que participan en la *respuesta emocional* cuando escuchamos música? Algunos estudios realizados mediante tomografía por emisión de positrones y resonancia magnética cerebral funcional han evidenciado que múltiples regiones subcorticales, incluyendo el *núcleo accumbens*, el área tegmental ventral (ATV) y el hipotálamo, se activan al escuchar pasivamente música clásica. Otras regiones corticales involucradas en el procesamiento emocional musical son la corteza orbitofrontal, la corteza cingulada anterior y la ínsula (24). De gran importancia para la comprensión del efecto ansiolítico de la musicoterapia son las vías

mesolímbicas dopaminérgicas, que nacen en el ATV y se proyectan hacia el *núcleo accumbens*.

La liberación de dopamina en este nivel genera respuestas de reforzamiento positivo y recompensa, tal y como se ha podido evidenciar en la fisiopatología de las conductas adictivas y del consumo de sustancias psicoactivas (25). Tal vez por esta razón, algunos individuos llamados melómanos o musicófilos encuentran tanto placer al escuchar música, gastan millones de pesos en discos de sus grupos favoritos, asisten a conciertos compulsivamente, lo cual genera un verdadero mercado de consumo, que parece estar fundamentado en una respuesta biológica ligada con el placer. Es más, la estimulación del *núcleo accumbens* también genera respuestas hedónicas mediadas por opioides endógenos que explican los sentimientos placenteros ligados con actos instintivos, como comer, defecar o copular (26). Solo basta con ver la cara de los asistentes a los conciertos de Michael Jackson para entender que la música puede desencadenar estados internos similares a un orgasmo.

Otro punto interesante es la conexión del *núcleo accumbens* con la ínsula y el hipotálamo, dos estructuras que regulan la actividad autonómica y que serían las responsables de los cambios fisiológicos asociados con la respuesta relajante de la música, como la disminución de la frecuencia cardíaca, la presión arterial, la

respiración, la actividad cerebral y la conductancia de la piel (27,28).

### **La música como agente neuroprotector**

Existen diversos reportes que vinculan la música como herramienta terapéutica en múltiples patologías del sistema nervioso central (SNC). Por ejemplo, la música reduce parcialmente el déficit cognoscitivo en ancianos con demencia (29), incrementa la coordinación motora en pacientes con enfermedad de Parkinson (30,31) y tiene efectos benéficos en personas con trastornos depresivos y ansiosos (32,33). Estos hallazgos sugieren que la música genera efectos directos sobre las neuronas del SNC.

Algunos estudios con roedores han investigado los cambios moleculares y genéticos cuando se los somete por varios días a estímulos musicales suaves, y han encontrado, de manera sorprendente, que los niveles de factor neurotrófico derivado del cerebro (BDNF, o *brainderived neurotrophic factor*) se incrementan significativamente en el hipocampo e hipotálamo, comparado con grupos controles sin estímulos acústicos (34,35). Ello se ha correlacionado con una mayor capacidad de aprendizaje.

Es importante recordar que el BDNF es una neurotrofina implicada en el crecimiento, mantenimiento y supervivencia neuronal en el SNC. Se han encontrado niveles disminuidos de BDNF justamente en las enferme-



dades mencionadas arriba, lo cual nos hace pensar que la mejoría observada podría estar mediada por el aumento en la expresión de factores de crecimiento. La música, por lo tanto, es un excelente y económico método terapéutico, que promueve mecanismos neuroprotectores en el SNC y puede ser utilizada como coadyuvante en varias entidades nosológicas.

### **Algunos escenarios útiles para la aplicación de la musicoterapia como ansiolítico**

El efecto ansiolítico de la música ha sido utilizado por múltiples ramas de la medicina, incluyendo la cardiología, la radiología, la neumología y la gastroenterología. Por ejemplo, un metaanálisis publicado por Bechtold *et al.*, acerca del efecto de la música en pacientes sometidos a colonoscopia, encontró que, a pesar de la ansiedad y el displacer asociado con este procedimiento, los sujetos tenían una experiencia global más tolerable que los controles (36,37). Incluso, se ha documentado que durante los procedimientos endoscópicos las dosis utilizadas de ansiolíticos son menores cuando se asocian con musicoterapia (38-40). También ha sido útil durante procedimientos ginecológicos y realización de pruebas imaginológicas prolongadas que requieren altos niveles de tolerancia y sosiego (41,42).

Otro metaanálisis realizado por Rudin *et al.* evidenció una reducción significativa en los niveles de ansie-

dad y analgesia en pacientes que eran llevados a esofagogastroduodenoscopia (43). En sujetos con antecedente de infarto agudo de miocardio, los resultados han sido inconsistentes en cuanto al efecto benéfico; sin embargo, dado que la musicoterapia disminuye los niveles de presión arterial, ansiedad, frecuencia cardíaca y respiratoria, es probable que disminuya el riesgo cardiovascular (44-46).

También, es una herramienta útil para reducir la respuesta fisiológica al estrés y los niveles de ansiedad en pacientes con ventilación mecánica durante su estancia en la unidad de cuidados intensivos (47-49).

Estos son solo algunos ejemplos que demuestran la eficacia y la facilidad para aplicar la musicoterapia en múltiples contextos; así, surge como una excelente intervención no farmacológica, bastante segura y con nulos efectos secundarios (50).

### **Discusión**

El procesamiento musical, en términos cognoscitivos y neurobiológicos, es un tema complejo, relativamente nuevo, ligado con el avance de las neurociencias y el desarrollo de tecnologías que nos permiten comprender día a día con mayor claridad la funcionalidad cerebral.

Aún más opacos se encuentran nuestros conocimientos acerca de los mecanismos que explican el efecto relajante mediado por la



música. Sin embargo, la evidencia actual nos permite comprender que la música genera cambios genéticos, bioquímicos, estructurales y funcionales a escala cerebral, que se transmiten al resto del cuerpo al modificar variables fisiológicas como la frecuencia cardíaca, respiratoria, presión arterial, etc. Estos cambios biológicos incluyen cambios afectivos, desencadenados por ciertas melodías o ritmos que, de manera idiosincrática, asociamos con experiencias vitales placenteras, al activar diversas regiones cerebrales que terminan confluyendo en la placida y relajante experiencia musical.

Hablar de géneros musicales más relajantes que otros es desgastarse innecesariamente. La experiencia musical es única para cada ser humano y los efectos ansiolíticos estarán determinados por los gustos e inclinaciones individuales. De manera que para algunos la música clásica será relajante, mientras que para otros lo será la *bossa nova*. Por eso, en la mayor parte de los estudios mencionados arriba, el oyente escogía el género que más le gustaba.

Vale la pena preguntarse si el procesamiento musical es igual en músicos y no músicos, o si los efectos relajantes generados al interpretar un instrumento activan las mismas vías neurológicas que para los oyentes. También, sobre el efecto activador de la música, así como hay canciones que nos relajan, hay otras que nos activan, nos alertan y aumentan nuestra atención, lo cual podría utili-

zarse como coadyuvante en pacientes somnolientos o fatigados.

Tal vez por sus efectos terapéuticos implícitos, la música ha estado presente desde hace tantos miles de años y se encuentra en todas las culturas de nuestra especie; puede ser el “remedio natural” más antiguo y, por tanto, el más usado en la historia de la humanidad.

### Conclusiones

El efecto ansiolítico de la musicoterapia estará determinado por los mecanismos de procesamiento cognoscitivo y neurobiológico inscritos en la especie humana. Para el primero, la activación de memorias asociativas y el análisis de la expresión emocional, ligados con la percepción tonal y temporal del módulo de procesamiento musical, serán los principales componentes involucrados en la consecución del efecto relajante mediado por la música. Para el segundo, la activación de múltiples áreas cerebrales en regiones cortico-subcorticales, límbicas y paralímbicas serán de gran importancia para la generación del efecto somático de placidez y ansiolisis. Estas áreas, que en general son diferentes a las del procesamiento del lenguaje, comprenden dominios complejos de procesamiento musical.

La música también tiene un efecto neuroprotector que estaría mediado por el aumento en la expresión de neurotrofinas, lo que permite una mayor viabilidad neuronal. Esto

podría explicar los efectos benéficos en enfermedades psiquiátricas y neurológicas crónicas, como demencias, enfermedad de Parkinson y trastornos afectivos.

Múltiples estudios han corroborado el efecto ansiolítico de la música, al medir variables fisiológicas como presión arterial, frecuencia cardíaca, respiración, etc. La música, por lo tanto, es una excelente y económica herramienta terapéutica, fácil de usar, accesible, con nulos efectos adversos y que puede ser utilizada en muchos contextos, así como coadyuvante en varias entidades nosológicas.

### Referencias

1. Zatorre RJ, Peretz I. The biological foundations of music. New York: New York Academy of Sciences; 2001.
2. Merriam AP. The anthropology of music. Evanston, IL: Northwestern University Press; 1964.
3. Ember C, Ember M, Peregrine P. Antropología 10<sup>ma</sup> ed. España: Pearson; 2008.
4. Hajime F, Kumiko T. Music facilitate the neurogenesis, regeneration and repair of neurons. Medical Hypotheses. 2008;71:765-9.
5. Federación Mundial de Musicoterapia [internet]. 2011 [citado: 23 de mayo del 2011]. Disponible en: [http://www.musictherapyworld.net/WFMT/President\\_presents....html](http://www.musictherapyworld.net/WFMT/President_presents....html).
6. Laws E. Music and the brain. World Neurosurg. 2010;73:458.
7. Soria-Urios G, Duque P, García-Moreno JM. Música y cerebro: fundamentos neurocientíficos y trastornos musicales. Rev Neurol. 2011;52:45-55.
8. Peretz I, Coltheart M. The modularity of music processing. Nat Neurosci. 2003;6:688-91.
9. Peretz I, Gosselin N, Belin P, et al. Music lexical networks. The cortical organization of music recognition. The neurosciences and music III –disorders and plasticity. Ann N Y Acad Sci. 2009;1169:256-65.
10. Peretz I. The nature of music from a biological perspective. Cognition 100. 2006;1-32
11. Di Pietro M, Laganaro M, Leeman B, et al. Receptive amusia: Temporal auditory processing deficit in a professional musician following a left temporo-parietal lesion. Neuropsychol. 2004;42:868-77.
12. Hickok G, Poeppel D. Dorsal and ventral streams: A framework for understanding aspects of the functional anatomy of language. Cognition. 2004;92:67-99.
13. Levitin DJ, Menon V. Musical structure is processed in “language” areas of the brain: A possible role for Brodmann area 47 in temporal coherence. Neuroimage. 2003;20:2142-52.
14. Maess B, Koelsch S, Gunter TC, et al. Musical syntax is processed in Broca's area: an MEG study. Nat. Neurosci. 2001;4:540-5.
15. Izquierdo MA, Oliver DL, Malmierca MS. Mecanismos de plasticidad (funcional y dependiente de actividad) en el cerebro auditivo adulto y en desarrollo. Rev Neurol. 2009;48:4219.
16. Griffiths TD. Functional imaging of pitch analysis. Ann N Y Acad Sci. 2003; 999:40-9.
17. Tillmann B, Janata P, Bharucha JJ. Activation of the inferior frontal cortex in musical priming. Brain Res Cogn Res. 2003;16:145-61.
18. Zatorre RJ. Neural specializations for tonal processing. Ann N Y Acad Sci. 2001;930:193-210.
19. Schmithorst V. Separate cortical networks involved in music perception: preliminary functional MRI evidence for modularity of music processing. Neuro Image. 2005;25:444-51.
20. Blood AJ, Zatorre RJ, Bermúdez P, et al. Emotional responses to pleasant and unpleasant music correlate with activity in paralimbic brain regions. Nat Neurosci. 1999;2:382-7.

21. Altenmülle E, Schürmann K, Lim V. Hits to the left, flops to the right: different emotions during listening to music are reflected in cortical lateralization patterns. *Neuropsychologia*. 2002;40:2242-56.
22. Chen JL, Zatorre RJ, Penhune VB. Interactions between auditory and dorsal premotor cortex during synchronization to musical rhythms. *Neuroimage*. 2006;32:177-81.
23. Penhune VB, Zatorre RJ, Evans AC. Cerebellar contributions to motor timing: a PET study of auditory and visual rhythm reproduction. *J Cogn Neurosci*. 1998;10:752-65.
24. Menon V, Levitin D. The rewards of music listening: response and physiological connectivity of the mesolimbic system. *Neuro Image*. 2005;28:175-84.
25. Robinson TE, Berridge KC. Addiction. *Ann Rev Psychol*. 2003;54:25-53.
26. Kelley AE, Berridge KC. The neuroscience of natural rewards: relevance to addictive drugs. *J Neurosci*. 2002;22:3306-11.
27. Dousty M, Daneshvar S, Haghjoo M. The effects of sedative music, arousal music, and silence on electrocardiography signals. *J Electrocardiol*. 2011;44:396.
28. Knight WE, Rickard NS. Relaxing music prevents stress-induced increases in subjective anxiety, systolic blood pressure, and heart rate in healthy males and females. *J Music Ther Winter*. 2001;38:254-72.
29. Larkin M. Music tunes up memory in dementia patients. *Lancet*. 2011;357:47.
30. Haneishi E. Effects of a music therapy voice protocol on speech intelligibility, vocal acoustic measures, and mood of individuals with Parkinson's disease. *J Music Ther*. 2001;38:273-90.
31. Bernatzky G, Bernatzky P, Hesse HP, et al. Stimulating music increases motor coordination in patients afflicted with Morbus Parkinson. *Neurosci Lett*. 2004;361:4-8.
32. Burns JL, Labbe E, Arke B, et al. The effects of different types of music on perceived and physiological measures of stress. *J Music Ther*. 2002;39:101-16.
33. Hanser SB, Thompson LW. Effects of a music therapy strategy on depressed older adults. *J Gerontol*. 1994;49:265-9.
34. Angelucci F, Fiore M, Ricci E, et al. Investigating the neurobiology of music: brain-derived neurotrophic factor modulation in the hippocampus of young adult mice. *Behav Pharmacol*. 2007;18:491-6.
35. Angelucci F, Ricci E, Padua L, et al. Music exposure differentially alters the levels of brain-derived neurotrophic factor and nerve growth factor in the mouse hypothalamus. *Neurosci Lett*. 2007;429:152-5.
36. Bechtold M, Puli S, Othman M. Effect of music on patients undergoing colonoscopy: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Dig Dis Sci*. 2009;54:19-24.
37. Hayes A, Buffum M, Lanier E, et al. A music intervention to reduce anxiety prior to gastrointestinal procedures. *Gastroenterol Nurs*. 2003;26:145-9.
38. Lee DW, Chan KW, Poon CM, et al. Relaxation music decreases the dose of patient-controlled sedation during colonoscopy: a prospective randomized controlled trial. *Gastrointest Endosc*. 2002;55:33-6.
39. Schiemann U, Gross M, Reuter R, et al. Improved procedure of colonoscopy under accompanying music therapy. *Eur J Med Res*. 2002;7:131-4.
40. Lopez-Cepero Andrada JM, Amaya Vidal A, Castro Aguilar-Tablada T, et al. Anxiety during the performance of colonoscopies: modification using music therapy. *Europ J Gastroenterol Hepatol*. 2004;16:1381-6.
41. Good M, Anderson GC, Stanton-Hicks M. Relaxation and music reduce pain after gynaecologic surgery. *Pain Management. Nursing*. 2000;3:61-70.
42. Grey SJ, Price G, Matthews A. Reduction of anxiety during MR imaging: a controlled trial. *Magnetic Resource Imaging*. 2000;18:351-5.
43. Rudin D. Frequently overlooked and rarely listened to: music therapy in gastrointestinal endoscopic procedures. *World J Gastroenterol*. 2007;13:4533.
44. Bradt J, Dileo C. Music for stress and anxiety reduction in coronary heart di-

- sease patients. Cochrane Database of Systematic Reviews. 2009:CD006577.
45. White J. Music therapy: an intervention to reduce anxiety in the myocardial infarction patient. Clin Nurse Spec. 1992;6:58-63.
46. Lueders Bolwerk C. Effects of relaxing music on state anxiety in the myocardial infarction patient. Crit Care Nurs Quarterly. 1990;13:63-72.
47. Han L, Sit J, Chung L, et al. Effects of music intervention on physiological stress response and anxiety level of mechanically ventilated patients in China: a randomized controlled trial. J Clin Nurs. 2010;19:978-87.
48. Chlan L. Effectiveness of a music therapy intervention on relaxation and anxiety for patients receiving ventilatory assistance. Lung. 1998;27:169-76.
49. Wong HLC, Lopez-Nahas V, Molassiotis A. Effects of music therapy on anxiety in ventilator-dependent patients. Lung. 2001;30:376-87.
50. El-Hassan H, McKeown K, Muller AF. Clinical trial: music reduces anxiety levels in patients attending for endoscopy. Aliment Pharmacol Ther. 2009;30:718-24.

*Conflictos de interés: El autor manifiesta que no tiene conflictos de interés en este artículo.*

*Recibido para evaluación: 14 de junio del 2011*

*Aceptado para publicación: 20 de septiembre del 2011*

*Correspondencia*

*Juan Manuel Orjuela Rojas*

*Pontificia Universidad Javeriana*

*Carrera 19A No. 102-33, apartamento 201*

*Bogotá, Colombia*

*orjuelajm@gmail.com*