

El Cerebro y la Música

Juan Paúl Montalvo Herdoíza, Diana Victoria Moreira-Vera

Resumen

El sonido y la música comparten mucho, pero no son sinónimos totalitarios. Cada uno de ellos posee unas cualidades o elementos que los definen aunque equívocamente se crean iguales. El sonido es un evento físico, mientras que la música es un arte que se sirve de ese evento como material para desarrollarse. En nuestro cerebro, la música es procesada mediante redes neuronales que implican áreas de procesamiento auditivo y motor; a su vez, su percepción y ejecución involucran a diversas funciones cognitivas. Si bien el conocimiento actual de las estructuras involucradas en la audición y el efecto de la música en nuestro cerebro es aún incierto, resulta útil una revisión de la literatura más actualizada sobre el tema.

Palabras clave: Música, cerebro, tono, ritmo, frecuencia, afasia, amusia.

Summary

Sound and music share a lot, but they are not totalitarian synonyms. Each one has some qualities or elements that define them even when they are equivocally seen as equals. Sound is a physical event, while music is an art that uses that event as material to develop itself. In our brain, music is processed through neural networks that involve areas of auditory and motor processing, in turn, their perception and execution involve various cognitive functions. Although current knowledge of the structures involved in hearing and the effect of music in our brain is still uncertain, a review of the most up-to-date literature on the subject is useful.

Keywords: Music, brain, tone, rhythm, frequency, aphasia, amusia.

Rev. Ecuat. Neurol. Vol. 25, N° 1-3, 2016

Introducción

Ya con el mito del robo de las vacas de Apolo por Hermes para elaborar una lira, la relación entre la música y lo que nos rodea se nos muestra atemporal, despertando el interés y el debate entre grandes pensadores,¹ lo que la ha catapultado como un lenguaje universal en todas las sociedades humanas, desde las más arcaicas hasta la reciente. Aunque su origen y función continúan siendo un misterio, en los seres humanos emerge innata como precursor del lenguaje hablado, siendo una actividad compleja y difícil de describir.

La música que, en principio es sustancia física, influye en muchos aspectos biológicos y de comportamiento del ser humano. Quizá la influencia más llamativa sea la que ejerce en nuestro cerebro, que es plástico y susceptible de adaptación; es decir que su estudio y práctica puede modificarlo para conseguir que sus dos hemisferios funcionen con más agilidad e integración, de modo holístico.

Hoy por hoy podemos describir las redes neuronales específicas que se activan en nuestro cerebro cuando escuchamos una sinfonía o cuando escribimos o leemos una composición musical, lo que sin duda alguna ha sido gra-

cias a los avances tecnológicos de los métodos de estudio por imagen.

La presente revisión resalta la relación entre el cerebro y la música, haciendo hincapié en su neuroanatomía, neurofisiología y las alteraciones neurológicas musicales conocidas que no están de más en la curva del aprendizaje de todo especialista en el campo de las neurociencias.

La Música

Definir es limitar, nos menciona Oscar Wilde en su escrito más célebre, indicándonos desde ya que aquello que existe debe ser delimitado, excluido, descartado de un todo para ser comprendido como tal. Al referirnos a la música, nuestro panorama no cambia. No sólo por los diversos significados que ha adquirido y adquiere. Las definiciones parten desde el seno de las culturas, y así, el sentido de las expresiones musicales se ve afectado por cuestiones psicológicas, sociales, culturales e históricas. De esta forma, surgen múltiples y diversas definiciones que pueden ser válidas en el momento de expresar qué se entiende por música. Ninguna, sin embargo, puede ser considerada como perfecta o absoluta.

Una definición bastante amplia determina que música es sonoridad organizada²; según una formulación perceptible, coherente y significativa. Esta definición parte de que —en aquello a lo que consensualmente se puede denominar "música"— se pueden percibir ciertos patrones del "flujo sonoro" en función de cómo las propiedades del sonido son aprendidas y procesadas por los humanos o bien, dicho de otra manera, aquella combinación coherente de sonidos y silencios.

Lo increíble de la música es que no existe fuera del cerebro³ Una sólo nota empieza cuando las vibraciones viajan por el aire, lo que hace que el tímpano vibre. Dentro del oído, las vibraciones se convierten en impulsos nerviosos que viajan al cerebro donde se perciben como varios elementos de la música, como el tono y la melodía. Cuando estos elementos se combinan forman un patrón que reconocemos como música.

Sin embargo, podemos decir, con fines pedagógicos que la música es el conjunto de sonidos sucesivos combinados que, por lo general, producen un efecto estético o expresivo y que, como todo arte, no necesariamente debe ser simétrico, rítmico o agradable para el oído, sino que permita sentir al humano o sensibilizarlo ante lo que escucha.

Bases del Fenómeno Musical

El sonido y la música comparten mucho, pero no son iguales. Como entes separados, ambos poseen cualidades distintas que, al estar relacionadas, los ha mantenido equívocamente entrelazados como si fueran lo mismo.

El sonido es una onda que se propaga a través del aire u otro medio elástico, producida por la vibración de un cuerpo. Entre las cualidades del sonido tenemos a la altura, intensidad, duración y timbre⁴ mientras que al referirnos de la música, debemos mencionar al ritmo, la melodía, la armonía, la textura, forma, movimiento y matices de expresión.

Cualidades del Sonido

La altura o tono es la cualidad del sonido por la que reconocemos si éste es agudo o grave, siendo determinada por la frecuencia de la vibración sonora, razón por la cual se mide en Hercios (Hz). Las notas graves tienen frecuencias más bajas que las notas agudas. Cuando nos referimos al espectro audible, hablamos de la gama de frecuencias audibles por el oído humano que está entre 20 y 20000 Hz, pudiendo para determinadas frecuencias percibir diferencias de 1 Hz.³ Musicalmente esta cualidad está asociada a la melodía y la armonía.

Existe una peculiaridad en 1 de cada 10.000 personas, principalmente músicos profesionales, que conocemos como poseedores de "tono absoluto."⁵ Supone la capacidad que tienen para identificar con precisión la posición de un determinado tono en la escala sin tener como referente ningún otro tono.

La intensidad o volumen determina si los sonidos son fuertes o suaves. Tiene que ver con la amplitud de la vibración sonora, siendo su unidad de medida el Decibelio (dB). De esta manera podemos determinar cuán intensos son ciertos sonidos para nuestros oídos. La intensidad de una pisada, por ejemplo, está en torno a los 10 dB, mientras que el claxon de un coche está en 110 dB. El umbral del dolor se encuentra alrededor de 120 dB, en este sentido un grupo de rock ruidoso—de heavy metal, por nombrar un estilo—perfectamente puede alcanzar los 140 dB. Musicalmente, la intensidad está asociada a los matices de expresión.

La duración, por su parte, corresponde con el tiempo en segundos que dura la vibración sonora, asociándose musicalmente al ritmo.

El timbre es la cualidad mediante la cual reconocemos los instrumentos o las voces aunque estén produciendo un sonido con la misma altura, intensidad y duración. De esta manera, el sonido de cualquier instrumento o voz no es "puro" sino que está formado por varios sonidos que suenan simultáneamente. Estos sonidos reciben el nombre de armónicos; es por esto que, musicalmente, el timbre está asociado con la armonía y la textura.

Cualidades de la Música

La organización coherente de los sonidos y los silencios nos da los parámetros fundamentales de la música, que son la melodía, la armonía y el ritmo.⁴ La manera en la que se definen y aplican estos principios, varían de una cultura a otra.

La melodía es un conjunto de sonidos y silencios—concebidos dentro de un ámbito sonoro particular— que suenan sucesivamente uno después de otro y que se percibe con identidad y sentido propio. El resultado es como una frase bien construida semántica y gramaticalmente. Es discutible —en este sentido— si una secuencia dodecafónica podría ser considerada una melodía o no. Cuando hay dos o más melodías simultáneas se denominan contrapunto.

La armonía, bajo una concepción vertical de la sonoridad y cuya unidad básica es el acorde o tríada, regula la concordancia entre sonidos que suenan simultáneamente y su enlace con sonidos vecinos.

La métrica, se refiere a la pauta de repetición a intervalos regulares y en ciertas ocasiones irregulares, de sonidos fuertes o débiles y silencios en una composición.

El ritmo, es la distribución de los sonidos en el tiempo por lo cual se define como la capacidad de generar contraste en la música, provocado por las diferentes dinámicas, timbres, texturas y sonidos. En la práctica se refiere a la acentuación del sonido y la distancia temporal que hay entre el comienzo y el fin del mismo o, dicho de otra manera, su duración.

Neuroanatomía & Neurofisiología de la Música

La audición representa en el ser humano un punto trascendental en el lenguaje por lo tanto en el desarrollo de múltiples funciones cognitivas superiores.

Vía Auditiva: Trayecto

Las ondas sonoras que llegan al epitelio ciliar son transformadas a energía eléctrica, la cual es conducida por las dendritas de la primera neurona ubicada en el ganglio espiral o de Corti.⁶

La segunda neurona se encuentra en el núcleo anterior y tubérculo lateral de la unión bulbotuberancial, sitio adonde llegan los axones del ganglio espiral.

La tercera neurona se ubica en la oliva superior o protuberancial y sus axones harán sinapsis en el núcleo del lemnisco lateral (cuarta neurona).

La quinta neurona, ubicada en el tubérculo cuadrigémino inferior, recibe los axones de la cuarta neurona y se constituye en un centro auditivo fundamental del tallo. Sus neuronas se comunican con las del lado opuesto y también hacen sinapsis con la sexta neurona ubicada en el cuerpo geniculado interno del tálamo.

La séptima neurona se ubica en la primera circunvolución temporal, área llamada centro cortical auditivo primario.

Es fundamental señalar que las fibras que nacen del núcleo anterior llegan a la oliva ipsilateral y contralateral, principio neuroanatómico fundamental para entender la audición biauricular. Desde el cuerpo geniculado interno nacen fibras que se dirigen a la cóclea (fibras eferentes) para modular la recepción de las señales auditivas aferentes.

Del Toto a Vivaldi

Aunque buena parte de las culturas humanas tienen manifestaciones musicales, el cerebro humano puede apreciar y gustar un tipo de música en particular a pesar que a la mayoría de sus congéneres no. Los lazos que nos juntan a la música que más nos atrae no están únicamente relacionados a la emotividad sino también con la intelectualidad. De ahí que este gusto o apreciación pueda ser adquirido o educado debido a la plasticidad de nuestras neuronas.

Para eso, vale mencionar el curioso caso de Laura. Laura era una recién nacida cuando su madre la adoptó, ansiosa por una hija. Sin embargo, los primeros días que pasó en su nuevo hogar fueron una total desesperación para su madre: no dejaba de llorar y como única pista llamaba a un tal "Toto". Desconociendo el misterioso nombre y fuera de quicio, la mujer decidió ir en busca de respuestas al lugar donde la pequeña había estado desde que nació. Fue grande su sorpresa cuando le explicaron que el famoso Toto se refería al reguetón que era la música que allí le ponían. Cuando su madre llegó a casa y le dio lo que infantilmente pedía, los llantos cesaron como si hubiera sido sedada.

Muchos piensan que la música es un lenguaje universal, puesto que varios de sus elementos, como la melo-

día, el ritmo y especialmente la armonía son plausibles de explicaciones más o menos matemáticas y que, todas las personas en mayor o menor medida, estamos naturalmente capacitadas para percibir como bello. No obstante, afirmar esto sería ignorar la complejidad de los fenómenos culturales humanos y el intrincado misterio que es nuestro cerebro. La música es capaz de moldearlo, puesto que éste a su vez está preparado para adaptarse y evolucionar.

Hoy en día, gracias a su neuroplasticidad y para tranquilidad de su madre, la joven Laura solo escucha a Vivaldi. Probablemente se tomó a pecho las lecturas de Goethe quien afirmó que "todos los días debíamos preocuparnos por escuchar buena música."

Procesamiento musical

Si escucháramos ahora "El Ocaso de los Dioses" (Wagner) la triste melodía de la marcha fúnebre de Sigfrido entraría por nuestro oído hacia la cóclea, donde produciría vibraciones en la membrana basilar, convirtiendo aquellas ondas musicales en actividad eléctrica que se transmitiría inmediatamente hacia regiones talámicas y subtalámicas, como la formación reticular, el complejo olivar superior y los colículos inferiores.^{5,7} Aquí ocurriría el primer procesamiento de la señal acústica, basado en el análisis del tono, el timbre y la intensidad musical que nos permite identificar si la melodía lúgubre con la que avanza la obra posee sonidos disonantes, pero a su vez, nos permite reconocer en su comienzo, el peligro del mensaje de lo que escuchamos: alguien muere, ante lo que desarrollamos una respuesta fisiológica de nuestra parte, pues interviene la amígdala, permitiéndonos sentir una taquicardia o una diaforesis al escucharla.

Desde el núcleo geniculado medial del tálamo, esta información partirá hacia la corteza auditiva sensorial (áreas 41, 42 y 52 de Brodmann) y aquí es donde las propiedades físicas musicales que analizamos en el primer paso se vuelven entonces propiedades perceptivas, es decir, donde formamos nuestra interpretación y otorgamos un valor a lo que escuchamos: "Se muere Sigfrido, fallece el héroe, sol del mundo" para llegar a ser almacenadas en la memoria ecoica,^{5,8} durante tres a cuatro segundos, antes de que cobre un significado completo "Se muere sí, pero su muerte es honrosa". Aquí evaluamos la escena musical gracias al análisis de la melodía, el ritmo, el timbre, el modo, entre otros aspectos.

Desde nuestra corteza sensorial auditiva, la información se proyecta ahora al sistema límbico, que cumple un papel fundamental en el procesamiento de la emoción musical, así como de la emoción en general.⁷ Si al escuchar la marcha fúnebre, sintiéramos placer, bien por la magnificencia de la obra o porque esperásemos ese acto con ansias para observar a su vez la ternura y fortaleza de Brunilda cuando comprende lo que sucedió, nuestro cerebro liberaría dopamina y concomitantemente, endorfinas. De aquí

que tanto el núcleo accumbens como el hipocampo sean fundamentales en el mecanismo de respuesta emocional a nivel semántico.⁹

No obstante, nuestro procesamiento musical podría diferir si de manera bilateral presentáramos una alteración del córtex auditivo, puesto que no seríamos capaces de reconocer que aquella sucesión de sonidos corresponde a "El Ocaso de los Dioses" y mucho menos podríamos interpretar si aquella melodía es jocosa o terriblemente taciturna y truculenta. Para poder identificarlas según el modo en el que están compuestas necesitaríamos poseer nuestro giro frontal inferior, nuestro tálamo medial y el cíngulo anterior dorsal lo suficientemente conservados.

Sin duda alguna las estructuras cerebrales involucradas en el procesamiento musical son múltiples,¹⁰ pero para fines de síntesis destacamos las siguientes:

a) Corteza Prefrontal Rostromedial: Recuerda y procesa los tonos. Responsable del aprendizaje de las estructuras musicales.

b) Lóbulo Temporal Derecho: Procesamiento básico del sonido. Separa la armonía musical de otros estímulos auditivos.

c) Sistema Límbico: Responsable de percibir las emociones. Mantiene comunicación con el lóbulo temporal y por ello la música tiene impacto en los sentimientos.

Creación e Interpretación Musical

Incluso cuando reconocemos que escuchar música es un proceso más complicado y profundo de lo que imaginábamos, tocar un instrumento musical es, a ciencia cierta, todavía más intenso ya que en su ejecución requerimos de gran parte de las estructuras cerebrales.

De esta manera, si pudiéramos observar mediante RMIf el cerebro de algún cantautor famoso, por ejemplo, Silvio Rodríguez, previo a uno de sus conciertos, observaríamos que mientras él lee una de sus composiciones musicales antes de ejecutarla, aquellos aspectos espaciales activan sus lóbulos parietal y occipital, contando a su vez que la planificación motora que proviene del cerebelo y la corteza motora y premotora, terminaría por afectar también estas regiones.

Si le pidiéramos que tocara "La Maza," mientras la interpreta se vería obligado a recordar en qué punto de la música está, y estaría atento a anticipar lo que vendrá a continuación, para lo cual detallaríamos como su hipocampo y su corteza prefrontal se encenderían respectivamente. Aquí, Silvio utilizaría dos interacciones auditivomotoras que todo músico usa en su diario andar: la proalimentación y la retroalimentación, controlando el tono y ajustando el sonido tanto de su voz como de su guitarra, si fuera necesario. Para esto, su córtex premotor, específicamente la parte ventral, actuaría junto con las regiones posteriores del giro inferoposterior para procesar los sonidos relacionados con el acto motor que ejecuta.⁵ Por ende, su córtex premotor

sería el nexo entre aquello que escucha y lo que produce.

Por otro lado, las partes restantes del mismo córtex también participarían en el procesamiento musical, la parte dorsal se utilizará cuando Silvio tenga necesidad del tamborileo en sus canciones, pues esta sección es la responsable de extraer la información de mayor nivel de los estímulos auditivos que implican acciones temporales; y, al mismo tiempo, en medio de nosotros—no en Silvio— los espectadores y escuchas, se detallará la funcionalidad de la parte medial, junto con el área somatosensorial y el VI lóbulo del cerebelo, que se encarga de los sonidos que no están relacionados con ninguna acción motora, es decir que se activa ante la escucha pasiva, como cuando prendemos la radio y somos capaces de oír Al final de este viaje.

Alteraciones Neurológicas Musicales

A Mozart se le atribuyó de todo,¹¹ desde el síndrome de Gilles de la Tourette hasta trastornos psiquiátricos como déficit de atención con hiperactividad, trastorno maníaco-depresivo, ideas paranoides y alucinaciones musicales que pretendían empequeñecer su genialidad justificando su creativo musical.

La relación de la música con el universo se ha visto desde aquellas bases del occidente como lo fue la antigua Grecia¹ con Pitágoras y su desesperada búsqueda por el entendimiento del sonido y su explicación mediante la Teoría de Cuerdas. Sin embargo, en cuanto al análisis de la música y el cerebro, el estudio de los trastornos neurológicos musicales no ha sido sino relevante en las últimas décadas.

Dichas alteraciones en el dominio cognitivo musical pueden ser graves o leves y su presentación clínica depende de las experiencias previas y el conocimiento musical del sujeto, por lo tanto son más notorias en músicos experimentados.

Las alteraciones neurológicas adquiridas, secundarias a traumatismo craneoencefálico o eventos cerebrovasculares, pueden condicionar una alteración cognitiva musical como alucinaciones musicales o amusia, pero existen otros padecimientos como la epilepsia refleja que puede ser desencadenada por un estímulo musical. En cuanto a los trastornos psiquiátricos, se incluyen aquí a síndromes extraños como el de Savant, en el cual los pacientes presentan extraordinarias habilidades musicales.

Epilepsia

La epilepsia musicogénica es un trastorno neurológico poco frecuente, siendo una condición clínica evocada o provocada sensorialmente, inducida por sonidos en combinaciones melódicas y armónicas. Clásicamente, se describen como crisis provocadas exclusivamente al escuchar música. Su presentación típica son crisis parciales complejas (crisis discognitivas), también pueden presentar crisis tónico-clónicas generalizadas, describiéndose en la literatura internacional 250 casos de sujetos que padecen

este tipo de epilepsia refleja. Al parecer, estas crisis involucran a las neuronas que se encargan de disfrutar la música—regiones cerebrales responsables de memoria y experiencia—, dependiendo el estímulo desencadenante del volumen y el timbre, así como el instrumento, siendo en su mayor parte el piano y órgano los más prevalentes. Su tratamiento es farmacológico—oxcarbazepina— y en casos muy particulares puede ser quirúrgico.

Amusia

La amusia es una condición patológica descrita, en primer lugar, como “sordera a los tonos”, una incapacidad fina de discriminación de tonos que es requerida para la música. Ésta puede ser provocada por cualquier lesión adquirida en regiones específicas de la corteza auditiva encargadas de la percepción de tonos. En este caso la capacidad para detectar los cambios de tono en el lenguaje están alterados, o puede ser congénito. Los sujetos afectados tienen problemas para distinguir cambios de tono, percibir y memorizar música, sin afectación afectiva y cognitiva; ésta alteración musical aparece como un déficit aislado. Los sujetos con amusia presentan una disminución de la densidad de sustancia blanca en la región del giro frontal inferior derecho, que se correlaciona con otros estudios^{5,10} que involucran ésta región en la memoria melódica y decodificadora tonal y proponen, que la amusia es debida a una pobre comunicación entre la corteza frontal inferior derecha y la corteza auditiva ipsilateral. Algunas alteraciones asociadas a la amusia son la dificultad para leer música y agnosia a letras.

Alucinaciones musicales

Las alucinaciones musicales se presentan rara vez, con mayor frecuencia en pacientes con pérdida auditiva, edad avanzada y epilepsia; aunque cabe recalcar casos secundarios a ingesta de medicamentos, como el dipiridamol. Escuchar música puede crear ilusiones y alteraciones perceptuales, manifestándose como perseveraciones de tonos o bien con un paciente que se queja de escuchar música a alto volumen—himnos y villancicos, por lo general—, sin estímulo real, que interfiere con el sueño y crea, a su vez, una disfunción en su vida diaria.

Demencia frontotemporal & Síndrome de Savant

Los pacientes con demencia frontotemporal presentan un cuadro clínico caracterizado por trastornos del lenguaje y de la conducta debido a una degeneración del lóbulo frontal que puede extenderse hasta el temporal¹² Estos suelen preservar algunas funciones musicales como recordar música de su juventud o bien reproducir la melodía de alguna canción. En esta patología se ha implicado una alteración del córtex orbitofrontal y el córtex prefrontal ventromedial, por lo cual pueden aparecer, súbitamente, cambios en los gustos musicales, así como musicofilia repentina.

Algunas hipótesis indican que la selectiva desconexión de regiones frontales produce un deseo de crear arte y, la preservación de las regiones parietales y occipitales, pueden llegar a facilitar la vía visual y las habilidades constructivas. A estos casos se les conoce como adquisición de habilidades de Savant.

Conclusión

Durante toda la historia, la música se ha empleado para enfrentarse al abatimiento emocional. Casos como el de Orfeo, que tocaba el laúd para curar la melancolía, evidencian esta afirmación.

El cerebro convierte los impulsos que recibe a través del oído en sonidos que podemos entender y, a su vez, discrimina los sonidos relevantes del ruido de fondo, amplificando el volumen de nuestra propia voz. Cuando escuchamos sonidos, las ondas sonoras viajan del oído externo, a través del oído medio, hasta el oído interno, donde las vibraciones estimulan a miles de diminutas células ciliadas y se dirigen al tallo cerebral, al mesencéfalo, hasta llegar al tálamo que a su vez proyecta la información a la corteza cerebral auditiva que se encuentra en el lóbulo temporal.

La música y el lenguaje comparten conexiones profundas en el cerebro, en lo que respecta a su estructura y a sus funciones, lo que es indispensable para la neurociencia cognitiva. La música, además del lenguaje, tiene el potencial de interactuar con otras funciones cerebrales que se distribuyen en diferentes regiones de la corteza como la memoria y la atención. Recientemente, las investigaciones científicas que han estado centradas en la lingüística, las ciencias cognitivas, la música y la neurociencia han determinado que la lengua y la música son capacidades procesadas por mecanismos cerebrales que no están separados.

Con la música podemos conseguir tranquilidad, emoción, reminiscencia, sociabilidad; sin embargo, hasta la actualidad, no existe evidencia científica sobre la efectividad de la terapia musical en el tratamiento de los síntomas de diversas patologías neurológicas (demencia frontotemporal, depresión, afasia) aunque, cabe recalcar que se han notado avances relevantes en el autismo.

Referencias

1. Ojeda, J. L. (2011). Una aproximación a la música griega antigua. *Thamyris, nova series: Revista de Didáctica de Cultura Clásica, Griego y Latín*, 141-157.
2. Bonilla, T. (2016). La Música. Obtenido de Foro INU: <http://foro.inu.edu.sv/index.php?topic=1424.0>
3. Levitin, D. (2009). El cerebro musical. *Neurocase*.
4. Lenguaje Musical Básico. (2015). Obtenido de Sonido, música y lenguaje musical: http://descargas.pntic.mec.es/mentor/visitas/Creacion_y_produccion_musical.pdf
5. Soria-Urios, G., Duque, P., & García-Moreno, J. M. (2011). Música y cerebro: fundamentos neurocientíficos y trastornos musicales. *Revista de Neurología*, 45-55.

6. Montalvo, J. (2008). Vías de conducción. En J. Montalvo, *Neurociencias: Bases anatomofisiológicas* (pág. 135). Portoviejo.
7. Koelsch, S. (2011). Toward a Neural Basis of Music Perception – A Review and Updated Model. *Frontiers Psychology*.
8. Sel, A. &.-M. (2013). Neuroarchitecture of musical emotions. *Revista de Neurología*, 289-297.
9. Sánchez Rojas, M. (2016). Música y procesamiento cerebral. Obtenido de *Hablemos de neurociencia*: <http://www.hablemosdeneurociencia.com/musica-y-procesamiento-cerebral/>
10. Tillmann, B., Janata, P., & Bharucha, J. J. (2003). Activation of the inferior frontal cortex in musical priming. *Cognitive Brain Research. Science*, 145-161.
11. Buentello-García, R. M., & Senties-Madrid, H. S.-O.-V. (2011). Trastornos neurológicos y música. *Arch Neurocién*, 16, 98-103.
12. Haberland, C. (2010). Frontotemporal dementia or frontotemporal lobar degeneration--overview of a group of proteinopathies. *Ideggyógyászati szemle*, 87-93.