

# Colegio Unidad Pedagógica



## **Efectos De Las Ondas Sonoras En Nuestro Cerebro**

Daniel Julián Orjuela  
Julián Vilac Estrada

Colegio Unidad Pedagógica

Tutor: Melany Díaz

Bogotá, Noviembre 2021

## **Pregunta**

¿Cómo evidenciar las diferencias entre algunos de los efectos que se generan en nuestro cerebro a partir de ondas emitidas por diferentes géneros musicales?

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Contrastar algunos de los efectos cerebrales que se generan a partir de las ondas emitidas por tres géneros musicales.

### **Objetivos Específicos**

- Analizar la composición acústica de tres géneros musicales a partir de las frecuencias de ondas que emiten fragmentos seleccionados de alguna de sus pistas.
- Establecer la relación que existe entre las ondas que llegan al cerebro al escuchar tres géneros musicales y algunos efectos que se producen en él.
- Comparar los efectos que generan en nuestro cerebro la emisión de distintos tipos de ondas sonoras emitidas por tres géneros musicales.

## **Resumen**

La música genera ondas acústicas que tienen impacto en nuestro cerebro y en nuestro cuerpo. Las ondas se traducen en mensajes para nuestro sistema nervioso a través del oído y estimulan varias partes de nuestro cerebro lo que produce movimientos u otros efectos físicos. Según lo investigado el brutal death metal incita a reaccionar con movimientos bruscos y euforia, la música clásica genera paz, bienestar, calma o relajación y poco movimiento, por otro lado la salsa evoca ganas de bailar o moverse a ritmo con las canciones. Sin embargo, hay pocos estudios científicos destinados a este tipo de fenómeno por lo que no existe mucha información al respecto. Pero se puede concluir que hay una correlación entre la música que escuchamos, la forma en la que lo asimila nuestro cerebro y el efecto que se produce tanto física como emocionalmente.

## **Abstract**

Music generates acoustic waves that impact our brain and body. Waves translate into messages to our nervous system through the ear and stimulates various parts of our brain, causing movement or other physical effects. According to the research, the brutal death metal incites people to react with sudden movements and euphoria, classical music generates peace, well-

being, calm or relaxation and little movement. On the other hand Salsa evokes the desire to dance or move to the rhythm with the songs.

However, there are few scientific studies on this type of phenomenon, so there is not much information on it. But it can be concluded that there is a correlation between the music we hear, the way our brain assimilates it, and the effect it produces both physically and emotionally.

## **Introducción**

Por mucho tiempo, la música ha sido parte esencial de la vida cotidiana de muchas personas. Generalmente cualquier tarea suele ser acompañada por todo tipo de música, desde pop, rock o hasta reggaetón, todos escuchamos a diario melodías, armonías, grooves, claves, solfeos y distintas tonalidades que nos hacen sentir emociones.

El principal propósito de este proyecto es hacer una exploración sobre las incidencias que pueden tener ciertos tipos de música a nivel cerebral, para luego compararlas. Conociendo el cómo los componentes teóricos de las canciones tienen el poder de adentrarse de muchas maneras en la vida de las personas, interviniendo en la mente y el cuerpo. Saber por qué la salsa evoca la necesidad de bailar, cuando se escucha metal se tiende a mover bruscamente el cuerpo, o por qué cuando escuchamos música clásica solemos sentir tranquilidad o felicidad.

## **Marco teórico**

### **Las Características Físicas De La Música**

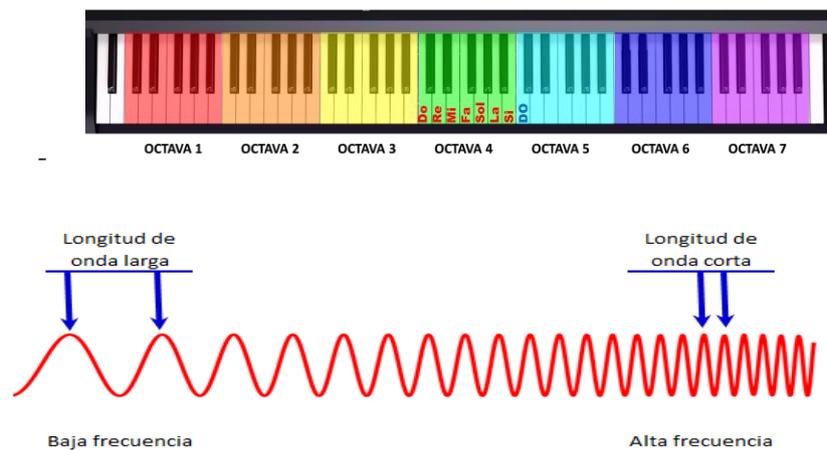
Si se adentra muy a fondo sobre la composición física de la música, se puede conocer que está compuesta de ondas acústicas, ondas expansivas provenientes de un aparato fonador, como puede ser la voz humana, un instrumento musical, una máquina, o un animal.

Este tipo de ondas tienen la capacidad de propagarse por distintos medios ya sean líquidos, sólidos o gaseosos, cuyas características pueden determinar la velocidad de las ondas; en el aire por ejemplo se estima que la velocidad del sonido llega a ser de unos 330 metros/segundo, mientras que en otros puede aumentar o disminuir la velocidad.

Dentro de aquello mencionado, existe la rama de la acústica musical, aquella encargada de analizar y caracterizar los sonidos musicales, estos mismos clasificados por frecuencias (Medidas en Hz), estos se clasifican en agudos (alta frecuencia), medios (frecuencia media) y

graves (baja frecuencia). Musicalmente la frecuencia es lo que permite distinguir las notas musicales entre sí.

Otro concepto importante en este ámbito es la intensidad, que permite determinar si los sonidos que se reproducen son fuertes o débiles. Es aquí cuando entra el espectro audible, este está conformado por todos los tipos de frecuencias que pueden ser escuchadas por el oído humano. Estos sonidos, también llamados tonos están subdivididos en distintas categorías, ordenadas musicalmente de menor frecuencia (sonidos más graves) a mayor frecuencia (sonidos más agudos), esto ejemplificado en las octavas de un piano. A medida que se avanza de izquierda a derecha las notas se vuelven cada vez más agudas.



**Figura 1. Relación entre la altura de las notas del piano y las longitudes de onda**

Lo mismo puede pasar pero viceversa, cuando las frecuencias disminuyen el sonido toma más cuerpo y es más grave, como se puede observar en la figura.

## **La Música En El Cerebro**

### **Relación ondas-cerebro**

Cuando una persona escucha alguna canción, consciente o inconscientemente se presentan varios efectos tanto a nivel físico como mental. A fin de cuentas el origen de todas estas repercusiones vienen desde el cerebro, docenas de receptores en distintas zonas de nuestro cerebro responden a distintos aspectos musicales como el tono, el ritmo o las letras, determinando de manera paralela nuestros gustos musicales por las emociones que además se pueden generar escuchando cierto tipo de música.

El cerebro recibe las ondas sonoras por medio del oído, las vibraciones entran por el canal auditivo donde llegan al tímpano, al encontrarse en la cavidad media del oído se encuentran con el martillo que está sujeto al tímpano y el yunque, conectado a su vez al martillo y el estribo.

Luego en la cavidad interna del oído, las ondas llegan a la cóclea y esta se encarga de transformar los sonidos en impulsos eléctricos y los envía al cerebro por medio del nervio auditivo.

### **Efectos ondas-cerebro**

Al acudir al cerebro, los impulsos nerviosos tienen efectos en la corteza prefrontal, el cerebelo y el lóbulo temporal, estos tres están relacionados con la tonalidad. La corteza prefrontal generalmente se encarga de la planificación motora, la organización, la regulación, la percepción y expresión de las emociones. Además de presentar una gran recepción de información sensorial, puede mostrar distintos niveles de estimulación según el tono y ritmo de una composición procesando la parte emocional del cerebro.

Por otro lado, el cerebelo se encarga del control de los movimientos, las integraciones sensitivo-motoras (los estímulos que concurren al cerebro y su transformación en acciones motoras) y del equilibrio corporal. El cerebelo nos permite hacer toda clase de movimientos sin tener aparente conciencia de estos, sin este tendríamos que mecanizar todos los movimientos del cuerpo como robots.

Los lóbulos temporales son dos áreas que se localizan a los lados del cerebro por lo que reciben conexiones de diversas partes del mismo. Esta parte del cerebro se conforma de muchas estructuras, pero hay unas que son más importantes para la comprensión del lóbulo, entre ellas están:

- **Corteza auditiva:** Esta trabaja el proceso de la audición siendo un elemento indispensable para la supervivencia y la comunicación.
- **Lóbulo temporal medial:** Este procesa la memoria explícita y el reconocimiento ayudando a transformar la memoria de corto plazo a memoria de largo plazo.

- **Área de asociación:** Interviene en la memoria y las emociones, se relaciona con el sistema límbico (sistema encargado de modular y relacionar los recuerdos y memorias con las emociones).
- **Giro supramarginal y angular:** Este se relaciona con la escritura y los estímulos sensoriales.
- **Área de Wernicke:** Se encarga de procesar el lenguaje y su comprensión.
- **Corteza del surco temporal:** Procesa la información auditiva y visual.

En términos más rítmicos a nivel cerebral destaca mucho la función de la corteza parietal izquierda, ya que se encarga principalmente de la integración y procesamiento de información sensorial e información numérica.

## **El Efecto Mozart**

Ciertos estudios han demostrado que la música clásica, en especial las composiciones de W.A. Mozart puede que tengan cierta capacidad para el desarrollo de habilidades cognitivas y la relajación por tener una frecuencia e intensidad auditiva baja.

Este estudio sobre la música clásica en específico la música compuesta en tonalidad mayor, dice que hay un mayor grado de excitación y un cambio en el estado de ánimo. Sin embargo, el principal efecto de estas composiciones es la relajación.

## **¿Qué es una composición musical?**

Una composición musical es el proceso de creación de una nueva pieza musical (canción). Esta tiene variadas formas de llevarse a cabo, pero hoy en día una forma famosa de componer es la producción musical y la utilización de programas especializados en la misma, de igual manera se puede hacer una composición acústica en la que solo se utilizan instrumentos no-electrónicos; todo esto apoyado en la combinación de elementos teóricos musicales entre los cuales están: la melodía, el ritmo y la armonía crean la finalidad de una composición que es una canción.

El ritmo es entendido como los sonidos que se dividen en el tiempo de una canción, este se conforma de sonidos y silencios. Cada ritmo está dentro de compases que distribuyen al mismo. Cada compás está marcado por una métrica como: 4/4 que es la más empleada, este

indica que cada compás dura 4 tiempos, cabe aclarar que no es la única y que existen muchas métricas.

Según Anónimo (s. f), la melodía es la sucesión coherente de sonidos y silencios que se desenvuelve en una secuencia lineal y que tiene una identidad y significado propio dentro de un entorno sonoro particular. La melodía parte de una base conceptualmente horizontal, con eventos sucesivos en el tiempo y no vertical, incluye cambios de alturas y duraciones, y en general incluye patrones interactivos de cambio y calidad. Es el arreglo significativo y coherente de una serie de notas, este arreglo (en la música tonal) se realiza según la tonalidad en la cual se diseña la melodía.

La armonía es aquella sucesión de sonidos que tienen concordancia entre sí para formar algo agradable al oído, normalmente esta se compone por acordes que se tocan en cierto orden lógico-teórico para que suenen bien. Pero no es necesario que una armonía suene acorde, esta puede tener grados diferentes que generan las denominadas tensiones para luego resolver generando más interés en una canción, un ejemplo de esto es el jazz el cual utiliza acordes que generan un sentimiento de tensión antes de resolver en varios momentos para producir interés.

## **Fase Metodológica**

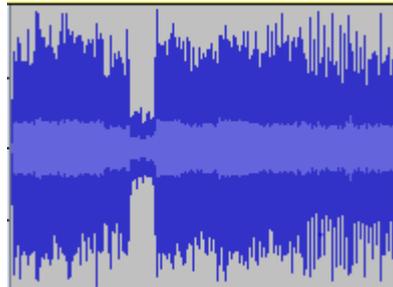
### **Análisis de fragmentos musicales.**

- Canción 1:
  - \* **Grupo:** Cannibal Corpse
  - \* **Canción:** Hammer Smashed Face
  - \* **Género:** Brutal Death Metal
  - \* **Fragmento analizado:** Min: 0:00 a Min 1:00

Esta canción es ícono del Death Metal y existen varios factores por los que se percibe esa pesadez. Lo primero es que su tonalidad es F#/Gb (Fa sostenido/ Sol bemol), esta tonalidad tiene muchas alteraciones, es decir casi no tiene notas naturales, sino sostenidas o bemoles por lo que la canción sonara más pesada. Los instrumentos que emplea son: guitarra eléctrica, bajo eléctrico, batería y voz. Tanto la guitarra como el bajo tienen distorsión, esta distorsión se emplea para crear un ambiente más opresivo y saturado. La batería se toca a un bpm (beats por minuto) alto y además con fuerza para que suene lo más posible de nuevo generando el mismo

ambiente que la guitarra y el bajo, también se le añade un doble pedal de bombo, esta es una herramienta que se usa en el metal para darle más dinámica a la canción.

Al reproducirlo en un programa especial, el audio se muestra de la siguiente manera:



**Figura 2. Espectrograma de Hammer Smashed Face**

- **Canción 2:**
  - **Compositor:** Frédéric François Chopin
  - **Canción:** Nocturne Op.9 N.º 2
  - **Género:** Música Clásica
  - **Fragmento Analizado:** Min: 0:00 a Min 1:00

Nocturne Op.9 N.º.2 es una de las composiciones más famosas del músico Frédéric Chopin originalmente compuesta para piano en la tonalidad de Eb (Mi Bemol) y tocada en un tempo pianissimo, este término utilizado para medir la velocidad e intensidad con la que debe ser interpretada la canción, en este caso, sería un tempo bastante lento y una manera de tocar suave, lo que junto con su tonalidad le da ese toque de calma y elegancia al mismo tiempo. Además, destaca por la abundancia de acordes disonantes de segunda mayor y menor, séptimas aumentadas.

El uso del contrapunto para crear puntos de tensión y distensión permite ampliar el tono dramático y la textura de la pieza. Por lo cual destacan el despliegue de arpeggios, escalas, trinos, mordentes y las figuraciones ornamentales de toda clase destinados a resolver estas tensiones, o darle otro tipo de textura y significado.

## Nocturne Op.9 No.2

Andante (♩ = 132) Chopin

2 *p* *express.* *dolce* 24321

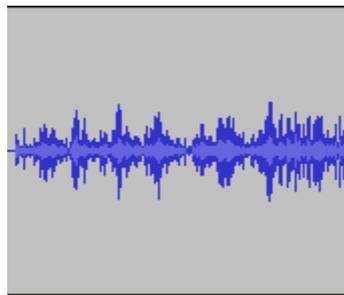
3 *f* *p*

5 *cresc.*

7 *p* *pp*

**Figura 3. Fragmento de la partitura de Nocturne Op.9 No. 2 por Frédéric Chopin**

Al reproducirlo en un programa especial, el audio se muestra de la siguiente manera:

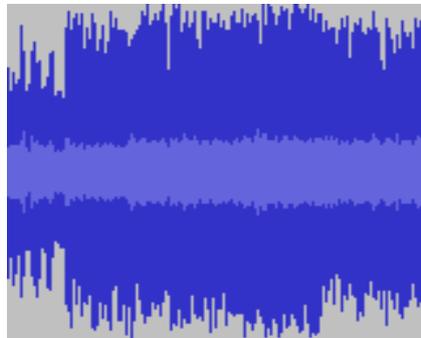


**Figura 4. Espectrograma de Nocturne Op.9 No. 2**

- **Canción 3:**
  - **Grupo:** Fruko y Sus Tesos
  - **Canción:** El Preso
  - **Género:** Salsa
  - **Fragmento Analizado:** Min 0:00 a Min 1:00

El preso es un clásico de la salsa colombiana. Es casi imposible escuchar esta canción sin querer bailar, la combinación perfecta entre los instrumentos de viento y la percusión son un ejemplo de salsa de muy buena calidad. Además acompañada de la voz de Fruko crea un ambiente totalmente bailable. Su tonalidad es F (Fa Mayor) y está en un tiempo de 106 bpm con una marca de tempo Andante (Un ritmo de caminata), lo suficiente para poder seguir el ritmo de la canción adecuadamente y que además tenga ese toque bailable y movable

Al reproducirlo en un programa especial, el audio se muestra de la siguiente manera



**Figura 5. Espectrograma de El Preso**

## **Efectos En El Cerebro-Cuerpo**

- **Hammer Smashed Face**

En el inicio de la canción se destaca un comienzo explosivo en el que todos los instrumentos entran simultáneamente, junto a un veloz ritmo que caracteriza las canciones de metal, lo que crea un ambiente acelerado, oscuro y pesado. Al escuchar esta introducción se genera mucha alteración, incita a conductas destructivas o ganas de mover el cuerpo de manera brusca o de golpear al ritmo de la música. Estas sensaciones se producen por la estimulación en la zona del cerebelo, el lóbulo frontal, la corteza premotora, el área motora suplementaria y

los ganglios basales, dado que allí se produce lo relacionado con el movimiento del cuerpo y nuestras acciones corporales,

A esto le precede una línea de bajo, cuya digitación se caracteriza por ser algo saturada y disonante lo cual genera una sensación de desorden, pero a la vez se produce una especie de ansiedad o expectativa de algo impactante que va a ocurrir. Esto sucede por el estímulo de la corteza orbitofrontal, ubicada en el lóbulo frontal, hallándose en ambos hemisferios cerebrales y situándose aproximadamente a la altura de las órbitas de los ojos.

Posteriormente entra de lleno en el primer verso de la canción con su estridencia característica y veloz ritmo, ahora acompañada de la voz tipo gutural, interpretada con una técnica llamada “Growl”; caracterizada por su pesadez al escucharse y por la difícil inteligibilidad que la mayoría de los oyentes experimentan cuando se cuenta con la opción de visualizar la letra. La zona encargada de crear expectativas reacciona igual en todos los casos una vez que se producen los acontecimientos ajustándose al momento.

A nivel teórico hay muy pocos estudios que demuestran el funcionamiento del cerebro humano a estímulos musicales, sin embargo Sharman y Dingle (2015), hicieron un experimento para conocer los efectos de la música fuerte en el procesamiento de la ira.

Los resultados mostraron que las calificaciones de hostilidad, irritabilidad y estrés aumentaron durante la inducción del enojo y disminuyeron después de la intensidad de la música, identificaron que la música extrema no enfureció a los participantes enojados, por el contrario, implicó un aumento de las emociones positivas.

- **Nocturne Op.9 No.2**

En esta pieza musical, se inicia con una anacrusa de corchea, la melodía conserva un ritmo constante y tranquilo, una melodía en la mano derecha cantada muy característica de Chopin que le da una profundidad emocional fuerte a la pieza, puede generar la sensación de tranquilidad, calma y felicidad. Esta canción tiene una onda acústica bastante pequeña, no es muy difícil de asimilar y resuelve todas las tensiones por lo que también es agradable escucharla.

Aquí también entra el efecto Mozart, ya que “Nocturne” al ser una canción compuesta principalmente para piano maneja notas de baja intensidad y tonalidad suave, además de esto tiene picos de emoción importantes, aquellos que forman más tensión sobre todo cuando se usan notas agudas, esto genera satisfacción al escuchar la pieza. El tempo que se maneja también es muy importante, pues este al ser andante tiene impresión en toda la canción, no hay momentos de silencios abruptos y tampoco aceleraciones por lo que crea un ambiente tranquilo y calmado, no provoca mucho movimiento en el cuerpo, en parte por la ausencia de percusión y otra por el instrumento usado y la forma en la que se toca el mismo. La amígdala que regula las emociones tiene impacto al escuchar este tipo de música pero también de generar placer o displacer al oírla. Por último se segrega serotonina que es responsable de generar felicidad o bienestar en nosotros.

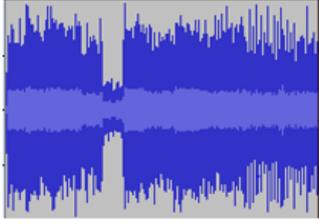
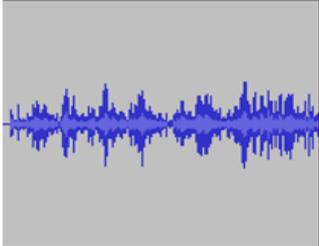
- **El Preso:**

Al iniciar la canción el piano genera una sensación de expectativa haciendo shell voicings, anticipando la entrada posterior de otros instrumentos, añadiendo una voz potente con tono provocativo y una línea de bajo que complementa el piano dándole cuerpo, esto genera que se estimule la corteza orbitofrontal.

Luego entran los diversos instrumentos de percusión y las trompetas, que le dan un aire más animado y rumbero a la composición, se evocan las ganas de moverse y bailar al ritmo de esta, lo que libera a su vez endorfinas y genera una sensación de felicidad al sentir el ritmo de la canción, a su vez, se estimula el lóbulo frontal que se encarga de la planificación del movimiento, la corteza premotora que se encarga de ser conscientes de nuestra posición espacial y de permitirnos recordar acciones anteriores, el área motora suplementaria que envía las instrucciones al cerebro de movernos, el cerebelo y los ganglios basales que nos mantienen en equilibrio y permiten la sincronización del movimiento.

La voz entra con un tono provocativo, cantando en una tesitura medio alta y potente, lo que hace que se sienta la energía, genere una profundidad emocional más fuerte, y le dé credibilidad a la canción junto con todos los instrumentos a toda intensidad, esto hace que se active el sistema límbico, y se segregan hormonas como la serotonina, dopamina, endorfinas y oxitocina.

### 3.3. Tabla Comparativa

Canción	Genero	Espectrograma/Onda	Efectos	Partes del Cerebro
Hammer Smashed Face	Brutal Death Metal		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Felicidad</li> <li>• Motivación</li> <li>• Expectativa</li> <li>• Alteración</li> <li>• Movimiento del cuerpo de manera brusca</li> <li>• Sensación de desorden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cerebelo</li> <li>• Corteza Orbitofrontal</li> <li>• Lóbulo Frontal</li> <li>• Corteza Premotora</li> <li>• Área Motora</li> <li>• Ganglios basales</li> </ul>
El Preso	Salsa		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Felicidad</li> <li>• Expectativa</li> <li>• Movimiento del Cuerpo (Baile)</li> <li>• Segregación de Hormonas</li> <li>• Serotonina, Endorfinas, Dopaminas y Oxitocina</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema Límbico</li> <li>• Cerebelo</li> <li>• Corteza Orbitofrontal</li> <li>• Lóbulo Frontal</li> <li>• Corteza Premotora</li> <li>• Área Motora</li> <li>• Ganglios basales</li> </ul>
Nocturne Op. 9 N°2	Música Clásica		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Felicidad</li> <li>• Tranquilidad</li> <li>• Melancolía</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema Límbico</li> <li>• Amígdala</li> <li>• Segregación de Serotonina</li> </ul>

**Tabla 1. Tabla Comparativa de las Composiciones**

### Conclusiones

Luego de realizar la investigación sobre las incidencias de la música en el cerebro se concluye que:

- Hay pocos estudios específicos sobre los efectos físicos de la música en el cuerpo y el cerebro, esto se debe a que hasta hace unos pocos años se empezó a investigar acerca del tema.
- Existe una relación entre las estimulaciones cerebrales y el cuerpo mientras se escucha música, además de esto la música que escuchamos influye en nuestras emociones y el manejo de nuestras acciones corporales.

- Hay efectos cerebro-corporales que se parecen entre los tres géneros de música, sin embargo cada uno tiene su distinción del otro, pues aunque puedan evocar cosas parecidas al escuchar las canciones se nota la diferencia de efectos principalmente en el movimiento del cuerpo.

## Referencias Bibliográficas

*Apuntes de Música 3A y B.* (s. f.). <http://colegiodemaria.com.ar>.  
<http://colegiodemaria.com.ar/materiales/3/musica/Apuntes-de-MUSICA-3AyB.pdf>

Baez, N. (2020, 23 agosto). *El efecto Mozart: ¿de verdad escuchar música clásica te hace más inteligente?* El Diario. [https://www.eldiario.es/sociedad/efecto-mozart-escuchar-musica-clasica-inteligente\\_1\\_6170018.html](https://www.eldiario.es/sociedad/efecto-mozart-escuchar-musica-clasica-inteligente_1_6170018.html)

*Psiquiatria.com Mesencéfalo.* (s. f.). [Psiquiatria.com/glosario/mesencefalo](http://Psiquiatria.com/glosario/mesencefalo).

Recuperado 29 de septiembre de 2021, de

<https://psiquiatria.com/glosario/index.php?url=mesencefalo>

Custodio, Nilton, & Cano-Campos, María (2017). Efectos de la música sobre las funciones cognitivas. *Revista de NeuroPsiquiatría*, 80(1),61-71.[fecha de Consulta 28 de Septiembre de 2021]. ISSN: 0034-8597. Disponible en:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=372050405008>

López Cano, Rubén (2005). Los cuerpos de la música.Introducción al dossier Música, cuerpo y cognición. *Trans. Revista Transcultural de Música*, (9),0.[fecha de Consulta 28 de Septiembre de 2021]. ISSN: . Disponible en:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=8220091>

Sharman, L. & Dingle, G. (2015). Extreme metal music and anger processing. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9 (272). doi: 10.3389/fnhum.2015.00272

Baxter, M. (1990, diciembre). *Manual de Supervivencia para Cantantes de Rock and Roll*. Hal Leonard.