



# Trabajo Final de Grado

## “Música y Cerebro”

### Monografía

Estudiante: Karen Gillespie Zampella C.I. 1.604.706-0  
Docente Tutor: Prof. Titular Sergio Dansilio De Simone  
Docente Revisor: Prof. Adjunto Álvaro Mailhos Gutiérrez

## Tabla de contenidos

Resumen	2
Antecedentes antropológicos	3
Bases musicales y relacionamiento con el cerebro	5
Mapas Neurales	7
Arquitectura funcional para el procesamiento musical	9
El desarrollo musical y el lenguaje	15
Música y aprendizaje	16
Teoría de las Inteligencias Múltiples	20
Rol de la Inteligencia Musical	25
El relacionamiento de la música y algunas lesiones cerebrales	28
Conclusiones	31
Anexos	32
Lista de Referencias	37

## **Resumen**

Esta monografía es el trabajo final de la Licenciatura de Psicología del Uruguay de la Universidad de la República.

El tema seleccionado es "Música y Cerebro", y el objetivo de la misma es la realización de una revisión bibliográfica, por lo que apunta a brindar una aproximación a la temática.

La música ha formado parte de la evolución del ser humano, contribuyendo a su desarrollo cognitivo y social. En las últimas décadas, gracias a la investigación científica realizada con los nuevos avances tecnológicos (técnicas de imágenes cerebrales, programas para el análisis de datos, etc.), se ha avanzado en el conocimiento de las estructuras del cerebro relacionadas con la música, su implicación en el procesamiento musical y el aprendizaje. Diversos estudios realizados tanto en individuos sanos como con lesiones congénitas o adquiridas han revelado mucha información al respecto. Si bien aún se desconoce con exactitud como es el funcionamiento del cerebro en relación a la música y sus posibles beneficios, la presente revisión brinda una aproximación a la temática como base para futuras investigaciones.

**Palabras clave:** música- cerebro- procesamiento musical- inteligencia musical

## **Abstract**

This monograph is the final work of the Uruguay Degree in Psychology at the University of the Republic.

The selected theme is "Music and Brain" and the purpose of it is to conduct a literature review, which aims to provide an approach to the subject.

The music has been part of the evolution of the human being, contributing to their cognitive and social development. In recent decades, thanks to scientific research with new technological developments (brain imaging techniques, programs for data analysis, etc.), there has been progress in the understanding of brain structures related to music, their involvement in music and learning processing. Several studies in healthy individuals with congenital or acquired injuries have revealed much information. While is still unknown exactly how the brain works in relation to music and its potential benefits, this review provides an approach to the subject as a basis for future research.

**Keywords:** brain-music-musical intelligence -musical processing

## **Antecedentes antropológicos**

Un origen divino ha sido atribuido a la música por la mitología griega. La palabra música deriva de “musa”, que tiene una connotación amplia: las actividades en la búsqueda de la verdad (ciencia) y la belleza (arte) involucran a la música como elemento primario. (Mitchel 2001). Con respecto a la memoria, es interesante recordar que los actores en los festivales de Atenas cantaban “La Ilíada” acompañados de una lira, tocado al ritmo del latido del corazón.

Para Pitágoras y sus seguidores, la música y la matemática son inseparables: aquellos que entienden los números tienen la clave para comprender todo el universo.

La música ha acompañado al ser humano desde tiempos inmemoriales, existen hallazgos de instrumentos musicales que datan de hace aproximadamente 50.000 años, es decir que la música ha existido previamente al surgimiento de la escritura y ha formado parte de su evolución, contribuyendo al desarrollo cognitivo del ser humano. Concretamente me refiero al descubrimiento de una flauta de hueso en Eslovenia que fue hecha del hueso del fémur de un oso europeo extinguido.(1) Se presume que la música es aún más antigua, la flauta no sería el primer instrumento, en cambio los instrumentos de percusión y el canto serían anteriores.

De acuerdo con Carlos Reynoso (2006), Blacking plantea que “la terminología musical puede ser un lenguaje con el cual describir la experiencia emocional humana...De este modo, bajo ciertas condiciones, el sonido de la música puede evocar un estado de conciencia que ha sido adquirido a través de procesos de experiencia social...” “Toda conducta y acción musicales deben verse en relación con su función adaptativa en un contexto evolutivo...” Y continuando con Reynoso, que cita a Anthony Seeger, “La música es entonces, un sistema de comunicación que involucra sonidos estructurados, producidos por miembros de una comunidad que se comunican con otros miembros. Alan Merriam define a la música como “cultura”. (Reynoso: pág. 76).

Reynoso plantea que la propuesta de Gourlay adquiere cierta estructuración y la misma sería conocida como el “A”, “B” y “C” de Gourlay. Donde “A” sería la “presencia afectiva” como la capacidad de la música para producir significados, “B” referido al campo de Blacking en el sentido de que la música tiene la capacidad para cambiar la vida, y enaltecer la. Y por último, “C” el campo de la condición, el contexto y la conceptualización.

“Buscando comprender, interpretar y recrear la música, llegamos a comprendernos y re-crearnos a nosotros mismos”. (Reynoso: pág. 96)

Daniel J. Levitin (2006) plantea que cuando pensamos la música en términos evolutivos deberíamos pensar en cómo era hace 50.000 años. Los instrumentos encontrados por los

1

arqueólogos nos dicen cómo nuestros ancestros hacían música y las pinturas rupestres nos dicen algo acerca del rol que desempeñó la música en la vida diaria. Algo interesante que se mantiene a lo largo de las culturas estudiadas es que música y danza son inseparables.

Blacking (1973) ha estudiado diversas culturas y argumenta que la distribución universal de la habilidad de hacer música en las sociedades africanas sugiere que “la habilidad musical es una característica general de la especie humana más que un raro talento”. Más aún, Cross (2001) escribe que la habilidad musical no puede ser definida solamente en términos de competencia productiva; virtualmente cada miembro de nuestra propia sociedad es capaz de escuchar música y mejorar su entendimiento de la música.

La música puede cambiar nuestro estado de ánimo. Las preferencias musicales también tienen un amplio componente social basado en nuestro conocimiento del cantante o músico o en las preferencias musicales de nuestros amigos y familiares. Históricamente y evolutivamente, la música ha estado involucrada con las actividades sociales.

Levitin cita al psicólogo cognitivo Steven Pinker y otros (1997) que sugieren que nuestro sistema de percepción musical fue esencialmente un accidente de la evolución y que está relacionado con la supervivencia y la selección sexual.

Pinker explica que la música promueve las habilidades del lenguaje y la audición, las emociones y nuestro sistema motor.

Fue muy controversial al decir que comparado con el lenguaje, la visión, el comportamiento social, el saber técnico y físico, la música podría ser quitada de nuestra especie y el resto de nuestro estilo de vida podría permanecer virtualmente incambiado.

---

<sup>1</sup> En agosto 2011 aparecía publicado un artículo en [Archaeometry](#) titulado "[Did Neanderthals Play Music? X-Ray Computed Micro-Tomography of the Divje Babe Flute](#)", en el que los investigadores tras realizar una [Tomografía axial computerizada](#), llegaron a la conclusión de que la flauta tenía inicialmente cuatro agujeros que habían sido perforados posiblemente con alguna herramienta de piedra; este nuevo análisis demostraba que las anteriores opiniones de algunos científicos que consideraban la acción de los carnívoros como la única responsable de la formación de los orificios en la flauta no se ajustan a la realidad, sino que las marcas de la superficie atribuidas a los dientes de los carnívoros son en realidad marcas post-deposicionales. Por lo tanto, los agujeros de la flauta fueron realizados por seres humanos con alguna herramienta.

Levitin plantea que cuando un respetado y brillante científico como Pinker realiza una afirmación de este tipo, la comunidad científica se cuestiona, Pinker nos hace pensar. De acuerdo con Ian Cross de la Universidad de Cambridge “Para Pinker, Sperber y Barrow, la música existe simplemente por el placer que nos da, sus bases son puramente hedónicas”. (Sacks, p.247)

A Levitin le gusta pensar que Pinker está equivocado. Comenta que Darwin creía que la música precedía al lenguaje.

Darwin reconoció la implicación de la teoría de la selección natural con la idea de la selección sexual: pensó que la música jugaba un rol en la selección sexual como lo explicó en “The Descent of Man” (1871). La música podría indicar salud biológica y sexual sirviendo para atraer pareja. Darwin creía que la música precedía al lenguaje y como significado del cortejo la equiparaba a la cola del pavo real.

Durante el cortejo, los animales muestran la calidad de sus genes, cuerpos y mentes, para atraer a la posible mejor pareja. Muchos de los comportamientos humanos específicos (como la conversación, la producción musical, la habilidad artística y el humor) están desarrollados para mostrar la inteligencia durante el cortejo. Miller (1999) sugiere que bajo las condiciones que han existido durante la evolución en las cuales la música y la danza estuvieron completamente entrelazadas, las habilidades musicales (danza y música) deben haber sido una señal de salud sexual en ambos frentes, mostrando un completo estado saludable tanto física como mentalmente. En segundo lugar, cualquiera que pueda ser experto en música y danza está diciendo que tiene suficiente comida y refugio como para tener tiempo para desarrollar esta habilidad. (p 249)

Improvisación y novedad combinadas en la ejecución musical o en la danza indican flexibilidad cognitiva señalando así su potencial para la caza, etc.

Las enfermedades mentales son conocidas por limitar la habilidad de bailar rítmicamente, tales como la esquizofrenia y el Parkinson por nombrar dos.

Otro argumento es la cohesión social de la música para promover sentimientos de unión y sintonía en el grupo. (Levitin pp 244-246)

### **Bases musicales y relacionamiento con el cerebro**

Levitin plantea que por razones que son culturales, tendemos a asociar las escalas mayores con emociones de alegría o de triunfo, y las escalas menores con emociones de tristeza o fracaso.

En las escalas musicales, existe una jerarquía de las diferentes notas que la integran, en la cual la primera es la tónica y la tercera es la que determina si la escala es mayor o menor de acuerdo con la distancia del intervalo entre las mismas. En una escala mayor la distancia entre la tónica y la tercera es de 2 tonos o 4 semitonos y en una escala menor la distancia es de un tono y medio o de tres semitonos. Generalmente las melodías comienzan y terminan con la tónica, mientras lo que nos da esa sensación de alegría o tristeza es si se están utilizando las notas de la escala mayor o menor respectivamente. Los acordes mayores y menores se forman con la tónica, la tercera (mayor o menor) y la quinta justa. (Williams, 50-52)

Carol Krumhansl (1979) y sus colegas que realizaron una serie de estudios estableciendo que las personas sin conocimiento de aprendizaje musical tienen incorporados los principios de esta jerarquía en sus cerebros, a través de la exposición pasiva a la música y las normas culturales.

Exponiendo a las personas a tonos bien diferenciados, parecería que ellos pueden relacionarlos con la escala que se toca y podrían recuperar sus juicios subjetivos de la jerarquía mencionada.(pp 21-40)

De acuerdo con Levitin, las neuronas en la corteza auditiva respondiendo a cada uno de los componentes del sonido, sincronizan sus rangos de encendido una con otra, creando las bases neurales para la coherencia de esos sonidos.

Como lo plantea el autor, a nivel neural, ejecutar un instrumento requiere la orquestación de regiones del cerebelo y el tronco cerebral tanto como los sistemas cognitivos superiores tales como la corteza motora (en el lóbulo parietal), las regiones de planificación de nuestros lóbulos frontales, la región más avanzada del cerebro.

La persona promedio parecería tener una memoria muy marcada para el tiempo musical. De acuerdo con el experimento realizado por Levitin y Perry Cook y publicado en 1996, les pidieron a las personas que cantaran sus canciones populares y de rock favoritas de memoria ya que estaban interesados en saber qué tan parecidas serían actualmente las versiones grabadas de esas canciones. Como línea de base, la variación en el tiempo estuvo alrededor del 4%, es decir que para una canción de 100 bpm (bit por minuto), si el tiempo varía entre 96 y 100 bpm, la mayoría de la gente no lo nota, lo cual le ocurre incluso a algunos músicos profesionales (aún bateristas). La mayoría de las personas participantes en el estudio (no-músicos) fueron capaces de cantar las canciones sin el 4% de su tiempo nominal.

Las bases neurales para esta precisión tan exacta están probablemente en el cerebelo, el cual se cree que contiene un sistema de cronómetros para nuestra vida diaria y que

sincroniza la música que estamos escuchando. (Levitin pág. 59). Esto significa que el cerebelo es capaz de recordar los grupos que utiliza para sincronizar la música tal como la escuchamos y puede rememorar esos grupos cuando queremos cantar una canción de memoria. Esto nos permite sincronizar nuestro canto con la memoria de la última vez que la cantamos. Los ganglios basales a los que Gerald Edelman (1989 pp 1 19-39) llamó “los órganos de la sucesión” (conjuntamente con hipocampo y el cerebelo) están ciertamente involucrados en la generación y forma del ritmo, tempo y métrica.

La métrica se refiere al modo en que los pulsos son agrupados conjuntamente. Cuando llevamos la métrica de un tema, ya sea con nuestras manos o con nuestros pies, algunos golpes son más fuertes que otros. El más fuerte es el dominante y le siguen otros más suaves dependiendo del tipo de compás. El compás más usado es el de 4 tiempos (Fuerte-débil-débil-débil), y usualmente el tercer tiempo es un poco más fuerte que el segundo y el cuarto. Y cuando se trata de un vals, es un compás de tres tiempos (fuerte-débil-débil). (Williams pp 14-27)

Por otro lado, según Levitin, el tronco encefálico y el núcleo coclear dorsal puede distinguir entre la consonancia y la disonancia: esta distinción ocurre antes que a nivel superior del cerebro, es decir que la corteza, sea involucrada. (Levitin p 72).

Nuestro sistema auditivo utiliza la serie armónica agrupando sonidos. Nuestros cerebros involucran en forma conjunta sonidos que comprenden más de diez mil años de evolución y que comparten propiedades acústicas incluyendo las series armónicas. Esto nos hace capaces de distinguir un timbre, es decir la diferencia entre el sonido de un oboe o un clarinete aún cuando la mayoría de nosotros no podemos distinguir las notas (tonos absolutos).

## **Mapas neurales**

Anatómicamente, el cerebro es inmensamente complejo: la estructura y las interconexiones de cada una de sus partes aún no está completamente comprendida. La psicología cognitiva, las técnicas de imagenología y las nuevas herramientas metodológicas son combinadas para explorar esta compleja estructura.

Levitin plantea que más de un siglo de investigación neuropsicológica nos ha permitido hacer mapas de las funciones de las diferentes áreas del cerebro y localizar algunas operaciones cognitivas. Prevalece la visión de que el cerebro opera como una red de módulos que se comunican entre sí, y de este modo se forman los pensamientos,



decisiones, percepciones y básicamente la conciencia. Los diferentes subsistemas son responsables de los diferentes sistemas de cognición. (Levitin p.82)

La representación neural de la conciencia y de la conciencia de sí mismo requiere tratar con algunas cuestiones más profundas en biología y poder apreciar el entendimiento de cómo el comportamiento es representado aún en los estadios más tempranos del desarrollo.

Desde la convergencia de la neurobiología y la psicología cognitiva, una nueva perspectiva se ha logrado en la percepción, el aprendizaje y la memoria, y como conocimiento de las dos disciplinas se expande, la descripción de “pensamiento” contribuirá a unificar el conocimiento biológico del comportamiento, Kandel y cols (1991).

El sentir del individuo como el sí mismo, o el ser lógico, es logrado por una conexión neural en una familia de distintas operaciones llevada a cabo independientemente en los dos hemisferios cerebrales. En un estudio de pacientes epilépticos, en los cuales se les había realizado una callosotomía (los dos hemisferios habían sido separados cortando el cuerpo calloso), se encontró que cada hemisferio llevaba adelante una conciencia independiente del self, Sperry (1975).

Levitin describe que la actividad musical involucra distintas regiones del cerebro y subsistemas neurales. Diferentes aspectos de la música son manejados por distintas regiones neuronales – el cerebro usa la segregación funcional para el procesamiento musical, y emplea un sistema de detección de características cuyo trabajo es analizar los aspectos específicos de la señal musical, como el tono, el tiempo, el timbre, etc.... Las diferentes dimensiones de un sonido musical necesitan ser analizadas para formar una representación coherente de lo que estamos escuchando ya que involucra estructuras del núcleo coclear, del bulbo raquídeo, el cerebelo, y de la corteza auditiva. Saber de qué estilo musical se trata, requiere regiones adicionales del cerebro, incluyendo el hipocampo y subsecciones del lóbulo frontal, particularmente la corteza frontal inferior. Para seguir el ritmo... están involucrados los circuitos de ritmo del cerebelo. Interpretar música, independientemente del instrumento que se ejecute, aun cuando se trate de la voz, involucra los lóbulos frontales para el planeamiento del comportamiento, tanto como la corteza motora en el lóbulo parietal y la corteza sensorial... La lectura musical involucra la corteza visual. Escuchar o evocar letras de canciones involucra los centros del lenguaje (área de Broca y Wernicke) como también otros centros del lenguaje en los lóbulos temporales y frontales. En un nivel más profundo, las emociones que experimentamos en

respuesta a la música involucran estructuras más primitivas, las regiones del vermis cerebelar y la amígdala. (Levitin pp 83-85)

Todas estas áreas están relacionadas, no se trata de una localización estricta, sino modular.(Fodor 1983)

### **Arquitectura funcional para el procesamiento musical**

El origen evolutivo de la música está establecido porque está presente en todos los seres humanos, ha estado por un largo período de tiempo e involucra estructuras especializadas del cerebro, incluyendo sistemas dedicados de memoria que pueden ser funcionales cuando otros sistemas de memoria fallan.

Oliver Sacks en su libro "Musicofilia" (2010) plantea que "Peretz considera que debe de existir una arquitectura funcional especial subyacente a la interpretación emocional de la música, una arquitectura que podría mantenerse intacta aún en los casos de amusia" (Sacks, p 347).. Robert Zatorre y su laboratorio han tenido como línea de investigación los detalles de esta arquitectura funcional mediante el análisis de imágenes cerebrales de sujetos mientras experimentaban una fuerte sensación emocional al escuchar música (por ej., ensayo de Blood y Zatorre 2001).

Isabelle Peretz y Max Coltheart (2003) proponen una arquitectura funcional para el procesamiento musical que tiene las propiedades típicas de una organización modular como el concepto de modularidad de las funciones cognitivas que fue formulado por Fodor (1983).

"Un módulo es, entre otras cosas, un sistema computacional informacionalmente encapsulado- un mecanismo inferencial cuyo acceso a la información de fondo, está restringido por rasgos generales de la arquitectura cognitiva" (Fodor, p.2).

Según el autor, los módulos mentales tienen las siguientes propiedades características: rapidez en la operación, automaticidad, dominios específicos, almacenamiento de la información (information encapsulation), especificidad neuronal y es innato. Considera que el almacenamiento de la información sería más importante que las otras características, mientras que la visión de Peretz y Coltheart sería que la especificidad de dominio sería una propiedad con igual importancia, considerándola no suficiente pero necesaria para que un sistema de procesamiento sea modular. Afirmar que hay un módulo de procesamiento musical es afirmar que hay un sistema de procesamiento de información mental que opera específicamente para el procesamiento musical.

Peretz y Coltheart (2003) explican que los módulos de entrada musicales están organizados en dos subsistemas paralelos y ampliamente independientes cuyas funciones son el contenido del tono y el contenido temporal, representado por la organización métrica tanto como la estructura rítmica de sus duraciones sucesivas. La información melódica y temporal es enviada al lexicón musical (el lexicon musical es un sistema representacional que contiene todas las representaciones de las frases musicales específicas de cada una a las que ha sido expuesto el individuo durante su vida) o al componente de análisis de expresión emocional. El mismo sistema guarda la información de cada nueva entrada musical. La salida del lexicón musical alimenta dos componentes distintos, dependiendo de los requerimientos de la tarea: para cantar buscará la letra que está almacenada en el lexicón fonológico y será integrado y planificado para la producción vocal. Si la tarea requiere evocar información no musical acerca de una selección musical como nombrar la tonada o evocar una experiencia desde la memoria el componente del conocimiento asociado almacenado será invocado en los recuerdos asociados. En paralelo con el proceso de la memoria, pero independientemente los módulos de la percepción alimentarán las salidas en un análisis de expresión emocional, permitiendo al que escucha reconocer y experimentar la emoción expresada por la música. Esta ruta emocional también contribuye al reconocimiento a través del lexicón musical. El análisis de la expresión emocional es un componente de procesamiento fundamental porque la música tiene la capacidad de generar fuertes respuestas emocionales. En suma, el modelo presentado también describe el flujo de las rutas de información a través de estos módulos. Fueron incluidos tres nuevos módulos de salida a partir del estudio de pacientes neurológicos: la representación del canto en pacientes afásicos y las habilidades de llevar el ritmo en adultos que padecen amusia congénita. El modelo, entonces, provee un marco plausible para investigar los mecanismos neurales del procesamiento musical, planteando que el daño en cualquiera de los módulos o de las rutas de información producirá una anomalía en el procesamiento musical. Ver Anexo 1 Modelo de Procesamiento Musical Modular.

Levitin describe el suceso musical de la siguiente manera: cuando se produce un sonido las ondas acústicas se transmiten a través de un medio -en este caso el aire- causando diferencias de presión. Estas moléculas de aire impactan en el tímpano activando señales eléctricas que son enviadas a la corteza auditiva.

Esto causa una cascada de eventos que alistan un grupo muy diferente de neuronas. Primero las neuronas de la corteza auditiva procesan el tono del sonido entonces podemos distinguir de qué sonido se trata. Un diferente grupo de neuronas es activado para

determinar la localización desde donde viene el sonido. Este y otros procesos invocan una respuesta visual de orientación: instantáneamente volteo hacia el lugar de donde proviene el sonido y, si es necesario alejarse, como resultado de la actividad de las neuronas en la corteza motora, orquestadas con neuronas del centro emocional y la amígdala, que me alertan del peligro. Adicionalmente, si se tratara de una melodía, involucraría otras regiones en el lóbulo temporal, incluyendo el surco temporal superior y el gyrus temporal superior de ambos hemisferios, ayudando a distinguir los diferentes timbres que escuchamos. Si quisiéramos decir de qué melodía se trata, el hipocampo ayudaría a evocar sonidos similares que hemos escuchado antes, haciéndose necesario acceder al diccionario mental lo que requiere usar conjuntamente estructuras de los lóbulos temporales, occipitales y parietales. En la medida en que nuevos grupos de neuronas son activados podemos atender las secuencias de tonos (corteza prefrontal dorsolateral, áreas de Brodmann 44 y 47), los ritmos (el cerebelo lateral y el vermis cerebelar) y la emoción (lóbulos frontales, cerebelo, amígdala y el núcleo accumbens, (parte de la red involucrada en los sistemas de placer y recompensa). Adicionalmente, la experiencia mental puede ser diferente en la medida en que se produzca en contextos distintos, o que se trate de un sonido como una bocina o una melodía específica.

El tímpano es la fuente de entrada para la percepción auditiva. El sonido es transmitido a través del aire por moléculas que vibran en determinadas frecuencias. Aún cuando no estamos específicamente prestando atención a ningún sonido en particular, podemos distinguir varios sonidos en nuestro entorno. Cómo hace el cerebro para saber qué es lo que pasa en el entorno desde esa mezcla de moléculas desorganizadas que llegan al tímpano? Y en particular ¿cómo lo hace con la música? El cerebro extrae características básicas de la música usando redes neurales especializadas que descomponen la señal en información acerca del tono, timbre, localización espacial, lo fuerte o suave de la música, el entorno reverberante, la duración de los tonos y el comienzo del tiempo para diferentes notas y para los diferentes componentes de los tonos. Estas operaciones son llevadas a cabo en paralelo por diferentes circuitos neurales que computan estos valores y que pueden operar en forma algo independiente unos de otros – esto es que el circuito del tono, no necesita esperar la duración del circuito para realizar sus cálculos. Esta suerte de procesamiento, donde solo la información contenida en el estímulo es considerada por los circuitos neurales, es llamado “procesamiento bottom-up”. Los atributos de la música se pueden diferenciar, cambiar uno sin tener que cambiar los otros, del mismo modo que podemos cambiar el color de los objetos sin cambiar su forma.

El procesamiento bottom-up de los elementos básicos ocurre en las partes periféricas y filogenéticamente más antiguas de nuestro cerebro; el término “low-level” se refiere a la percepción de atributos elementales o bloque de construcción de un estímulo sensorial. El procesamiento superior ocurre en partes más sofisticadas de nuestros cerebros que llevan la información neural desde los receptores sensoriales y desde un número de unidades de bajo procesamiento: esto refiere a la combinación de los elementos más simples en una representación integrada.

Levitin explica que el cerebro construye su propia versión de la realidad, basado sólo en parte en lo que está allí, y en parte en cómo interpreta los tonos que escucha como una función del rol que juegan en el sistema musical aprendido. Interpretamos el lenguaje de forma análoga. Aprendemos colecciones de sonidos que representan palabras. Del mismo modo, aprendemos ciertas secuencias de los tonos que van juntos y esperamos que sigan de ese modo. Esperamos ciertos tonos, ritmos, timbres, etc., que co ocurren basados en un análisis estadístico que nuestro cerebro ejecuta de acuerdo con nuestra experiencia.

De acuerdo con la teórica Eugene Narmour (1992), tenemos la capacidad de tener en la memoria el conocimiento de aquellas notas que deben ir juntas de acuerdo con la música con la que estamos familiarizados. Esta memoria se maneja en un contexto, no es sólo el conjunto de notas, sino lo que estamos escuchando. Es decir que hemos desarrollado esquemas musicales que incluyen un vocabulario de géneros y estilos, ritmos, progresiones de acordes y estructuras de frases, duración de los sonidos y qué notas típicamente siguen.

El cerebro representa toda la música y todos los demás aspectos del mundo en términos de códigos mentales o neurales. Los neurocientíficos tratan de descifrar este código y entender su estructura, y cómo lo traslada a la experiencia. Los psicólogos cognitivos tratan de entender estos códigos en un nivel superior, no a nivel de la comunicación entre neuronas, pero sí en forma general. (Levitin p.122)

Importantes experimentos conducidos por Stefan Koelsch, Angela Friederici y sus colegas (2000) hablan sobre los circuitos neurales involucrados en la estructura musical. Los experimentadores tocan secuencias de acordes estándares y al final acordes inesperados. La actividad eléctrica del cerebro asociada con la estructura musical es observada entre los 150 – 400 milisegundos y la asociada con el significado musical es alrededor de 100-150ms más tarde. El procesamiento estructural de la sintaxis musical ha sido localizado en los lóbulos frontales de ambos hemisferios en áreas adyacentes y que se

superponen con aquellas regiones que procesan la sintaxis del habla, como el área de Brocca. Las regiones involucradas en la semántica de la música -asociando una secuencia tonal- aparecen en las porciones posteriores del lóbulo temporal en ambos lados, cerca del área de Wernicke. (Levitin p.129)

El sistema musical del cerebro parece operar con independencia funcional del sistema de lenguaje . La evidencia viene de muchos estudios en pacientes lesionados, que pierden una de las facultades pero no ambas.

Escuchar música y prestar atención a sus características sintácticas<sup>2</sup>, su estructura, activa una región particular de la corteza frontal en el lado izquierdo llamado (pars orbitalis) una subsección de la región conocida como área de Brodmann 47. (Levitin p.132). La región que encontró Levitin en su estudio tiene algunas superposiciones con estudios previos de la estructura del lenguaje, pero también tiene activaciones únicas. Adicionalmente a la activación del hemisferio izquierdo, encontraron activación en áreas análogas del hemisferio derecho. Esto dice que la estructura musical requiere de ambos hemisferios, mientras que la estructura del lenguaje requiere principalmente el hemisferio izquierdo.

Levitin plantea que experimentos recientes sobre la memoria musical han dado pistas decisivas para ver como es la naturaleza y función de la memoria en los seres humanos.

El gran debate entre los teóricos ha sido si la memoria es relacional o absoluta. Los relacionistas plantean que nuestros sistemas de almacenamiento de información en la memoria es sobre las relaciones entre objetos e ideas, pero no necesariamente de los detalles entre ellos mismos. Es también llamada visión constructivista, que creen que la función de la memoria es ignorar los detalles irrelevantes, preservando lo esencial. Los defensores de la memoria absoluta, adhieren a la teoría “record-keeping” la misma argumenta que la memoria es como una videocámara o un grabador en el que se preservan todas o la mayoría de nuestras experiencias en forma precisa o con una fidelidad bastante precisa.

La música juega un rol en este debate -como lo notaran los psicólogos gestálticos hace más de un siglo- las melodías son definidas por las relaciones de tonos por ejemplo que sea alegre o triste (una visión constructivista) y aún, están compuestas de tonos precisos (una visión de “record-keeping”, pero solo si aquellos tonos son codificados en la memoria), es decir, si recordamos la melodía.

---

<sup>2</sup> Se refiere a la forma en que está escrita la música. FORMA: Resultado de la interrelación, a todos los niveles, de los planos armónico, melódico y rítmico del análisis. El análisis formal determina la arquitectura global y las principales articulaciones (secciones, frases,...) de una composición. (Diccionario Musical, 2005)

Ver también publicaciones realizadas por Patel (2003) y Koelsch (2000 y 2009) en referencia a la Sintaxis Musical

Los estudios de Robert Zatorre y sus colegas (2002) sugieren que cuando atendemos a una melodía, debemos ejecutar cálculos para registrar valores absolutos, detalles de su presentación -detalles tales como tono, ritmo, tiempo y timbre, y debemos estar calculando intervalos melódicos e información rítmica. Los centros de cálculo melódico en los lóbulos dorso temporales -arriba de los oídos- parecerían prestar atención al tamaño del intervalo y las distancias entre tonos tan pronto como escuchamos música, creando un patrón de “tono-libre” de todos los patrones que necesitamos para reconocer canciones en trasposición (esto quiere decir que la misma canción puede ser ejecutada en diferentes tonalidades sin que por ello perdamos nuestra capacidad de reconocerla). Los estudios de neuroimagen realizados por Levitin, muestran que las músicas que nos son familiares activan estas regiones y el hipocampo (relacionado con la codificación de la memoria y su evocación).

De acuerdo con los experimentos realizados por Menón (2003), que relata Levitin, escuchar música causa una cascada de activaciones en diferentes regiones del cerebro en un orden particular: primero la corteza auditiva para el procesamiento inicial de los componentes del sonido. Luego las regiones frontales, como la BA 44 y BA 47, que están involucradas en el procesamiento musical de la estructura y expectativa. Finalmente, existe una red de regiones, el sistema mesolímbico, involucrada en el despertar, el placer y la transmisión de opioides y la producción de dopamina culminando en la activación en el núcleo accumbens. Y el cerebelo y el ganglio basal son activados a lo largo del proceso, presumiblemente apoyando el procesamiento del ritmo y la métrica. La recompensa y el reforzamiento de escuchar música parece, entonces ser mediado por el incremento de los niveles de dopamina en el núcleo accumbens, y por la contribución del cerebelo en regular las emociones a través de sus conexiones con el lóbulo frontal y el sistema límbico.

La dopamina es liberada en el núcleo accumbens, está involucrada en la regulación de los estados de ánimo, en la coordinación del movimiento y con el sistema de recompensa.

Las teorías neuropsicológicas actuales asociadas al estado de ánimo positivo y el afecto con el incremento de los niveles de dopamina, son algunas de las razones de que algunos de los nuevos antidepresivos actúan sobre el sistema dopaminérgico.

La música claramente mejora los estados de ánimo, ahora sabemos el motivo.

## **El desarrollo musical y el lenguaje**

La música es la actividad que prepara nuestros pre humanos ancestros para la comunicación hablada y para todo lo cognitivo, representacional, flexibilidad necesaria para convertirnos en humanos.

La música involucra algunas de las mismas regiones neurales que el lenguaje, pero más allá de eso, involucra estructuras relacionadas con la motivación, la recompensa y la emoción.

De acuerdo con Michels (2001), Noam Chomsky (1957) sugiere que los humanos tienen algún programa innato que los prepara para el aprendizaje del lenguaje en general (Deacon 1997). Esta visión de Chomsky no tiene soporte científico basado en la neurociencia. Los lingüistas y psicólogos saben ahora que los mecanismos para los aspectos universales de la adquisición del lenguaje son determinados por la estructura del cerebro humano (Kandel y cols 1991).

Cantar y las actividades instrumentales ayudan a nuestra especie a refinar las herramientas motoras, a desarrollar la motricidad fina y el control requerido para el habla o el lenguaje de seña. Porque la música es una actividad compleja, Trehub (2003) sugiere que ayuda a preparar el desarrollo del niño para su vida mental posterior. Comparte muchas de las características del habla y puede ser una forma de practicar la percepción del habla en un contexto separado.

Cosmides y Tooby (1989) citados por Levitin, argumentan que la función de la música en el desarrollo del niño es ayudarlo a preparar su mente para actividades cognitivas y sociales complejas, ejercitando el cerebro para que esté listo para las demandas requeridas por el lenguaje y la interacción social. La música para el desarrollo del cerebro es una forma de juego, un ejercicio que involucra procesos altamente integrativos en la competencia exploratoria natural, preparando al niño para explorar eventualmente el desarrollo del lenguaje a través del balbuceo y luego en producciones lingüísticas y paralingüísticas más complejas.

Durante los primeros seis meses de vida, el cerebro no es capaz de distinguir claramente la fuente de las entradas sensoriales: visión, audición, y tacto están unidos en una representación sensorial unitaria. Las regiones del cerebro que se convertirán en la corteza auditivo, sensorial y visual son funcionalmente indiferenciadas y las entradas desde varios receptores sensoriales conectan a varias partes diferentes del cerebro, quedando pendiente el podamiento que ocurrirá después. "Como lo describiera Simon



Baron-Cohen, con todo este cruzamiento sensorial, los bebés viven en un estado de completo esplendor (sin el uso de drogas)". (Levitin p. 256)

## **Música y aprendizaje**

La música y la matemática tienen una ventana extendida en el aprendizaje mayor que la de la adquisición del lenguaje, que debe producirse no más allá de los 6 años. Estas ventanas son aproximadamente hasta los veinte años, debido al crecimiento sináptico. Luego, el podamiento sináptico abarca las conexiones innecesarias como es habitual.

La neuroplasticidad a partir de esa edad es menor que en años anteriores.

Entre los 8 y 14 años, el podamiento ocurre en el lóbulo frontal mayoritariamente, donde se asientan las funciones ejecutivas tales como el razonamiento, la planificación y el control de impulsos. La mielinización se completa alrededor de los 20 años.

Las lecciones de música en los niños crean circuitos neurales para el procesamiento musical y mejorando el entrenamiento, ayudan a escuchar mejor, y aceleran la habilidad de discernir formas y estructuras en la música, facilitando el saber qué música nos gusta y cuál no.

Pero, ¿cómo hacen los músicos profesionales para escuchar y ejecutar la música? La experticia musical es definida como un logro técnico de las herramientas tanto en la ejecución como en la composición. Michael Howe y sus colaboradores Jane Davidson y John Sloboda (1998), lanzaron un debate internacional cuando se preguntaron si la noción de talento es científicamente comprobable. Se plantearon si el talento está basado en condiciones innatas del cerebro o si es el resultado del entrenamiento.

Gottfried Schlaug y cols. (1995) en Harvard recolectó escaneos del cerebro de individuos con tono absoluto (aquellos que al escuchar la nota pueden reconocerla) y vio que una región en la corteza auditiva -el plano temporal- es más grande en estas personas que en las que no tienen tono absoluto. Esto sugiere que el plano temporal está involucrado en el tono absoluto o que la adquisición del tono absoluto causa el incremento del tamaño del plano temporal. El tema está claro en las zonas motoras del cerebro. Estudios realizados por Thomas Elbert (1995) mostraron que las regiones responsables del movimiento de la mano izquierda en violinistas se incrementaron como resultado de la práctica.

El talento musical se incrementa con la práctica como sucede en otras habilidades.

Anders Ericsson (1991) en la Universidad del Estado de Florida, amplió el tema de la experticia musical como un problema general en la psicología cognitiva para saber cómo

las personas se vuelven expertas en general. Su estudio plantea que para ser un experto en algo, se necesitan 10.000 horas de estudio. Su teoría de las 10.000 horas es consistente con lo que sabemos en referencia a cómo el cerebro aprende. El aprendizaje requiere la asimilación y la consolidación de la información en el tejido neural. Esto se confirma en la teoría de “múltiple-trazos” y en cualquiera de las variantes de las teorías de la memoria: la mejor memorización está relacionada con la cantidad de veces que se experimenta el estímulo. Hay aspectos neuroquímicos que también están asociados con los recuerdos, con su importancia, ya que tendemos a codificar como importantes aquellas experiencias con mucha emoción, ya sea positiva o negativa.

Cuando los músicos memorizan las canciones, están estableciendo esquemas y expectativas. Adicionalmente utilizan un modo de organizar la información similar al que utilizan los jugadores de ajedrez. Es un proceso de tomar unidades de información en grupos y recordar el grupo como algo más completo que las partes individuales, similar a como hacemos cuando queremos recordar un número de teléfono.

El sistema auditivo en los fetos está desarrollado funcionalmente alrededor de las veinte semanas después de la concepción. Lamont (2001) realizó un experimento en el cual las madres ejecutaban una pieza musical simple a sus bebés repetidas veces durante los últimos tres meses de gestación. Luego del nacimiento las madres no debían tocar estas canciones para sus bebés. Un año después, Lamont les hizo escuchar estas canciones mezcladas con otras y debía ver cuál preferían ellos. Lamont observó que los bebés preferían la música a la que habían sido expuestos antes del nacimiento. El grupo de control no mostró preferencias confirmando así los resultados. Ella también encontró que los mismos preferían la música movida a la lenta.

Estos hallazgos contradicen la noción de amnesia infantil en referencia a que no tenemos recuerdos anteriores a los 5 años. El cerebro de los niños aún no está completamente desarrollado, la especialización funcional del cerebro aún no está completa, las conexiones neurales están aún en proceso. La mente del niño tiene que asimilar tanta información como sea posible en el menor tiempo; hay importantes huecos en el entendimiento del niño, en la conciencia o en los recuerdos de eventos o para codificar la experiencia sistemáticamente. Sin embargo, parecería que la experiencia musical prenatal puede ser codificada en la memoria y ser accedida aún en ausencia del lenguaje o en la conciencia explícita de la memoria.

Glenn Schellenberg (2003) enfatizó la importancia de distinguir entre los efectos de la música a corto plazo y largo plazo. El llamado “efecto Mozart” refiere a efectos inmediatos, pero otras investigaciones han revelado los efectos a largo plazo de la actividad musical.

Escuchar música mejora o cambia ciertos circuitos neurales, incluyendo la densidad de las conexiones dendríticas en la corteza primaria auditiva. El neurocientífico Gottfried Schlaug (1995) mostró que la porción frontal del cuerpo caloso es significativamente mayor en los músicos con referencia a los no músicos, y particularmente en los músicos que comenzaron su entrenamiento en forma temprana. Esto refuerza la noción de que las operaciones musicales devienen bilaterales con el incremento del entrenamiento: los músicos coordinan y alistan estructuras neurales en ambos hemisferios.

Importantes estudios encontraron cambios microestructurales en el cerebelo luego de la adquisición de herramientas motoras, como las que adquieren los músicos, incluyendo un incremento del número y densidad de sinapsis. Schlaug (2005) encontró en los músicos una tendencia a tener cerebelos de mayor tamaño y un incremento de la materia gris que contiene los cuerpos celulares, axones y dendritas y que se entiende que es responsable del proceso de la información, en oposición a la materia blanca, la cual es responsable de la transmisión de información.

Aunque estos cambios estructurales en el cerebro no han sido probados para mejorar las habilidades en no músicos, escuchar música y la musicoterapia han mostrado poder ayudar a las personas en problemas psicológicos y físicos.

Los intervalos consonantes y disonantes son procesados por mecanismos separados en la corteza auditiva. Las neuronas en la corteza auditiva primaria sincronizan sus rangos de disparos durante los acordes consonantes, pero no durante los disonantes. Cómo pueden crear la preferencia para la consonancia aún no está claro. Aunque el sistema auditivo se desarrolla rápidamente y está completamente funcional a los cuatro meses luego del nacimiento, el desarrollo del cerebro requiere meses o años para alcanzar toda su capacidad en el procesamiento auditivo. Jenny Safran (2003) recolectó evidencia de que en los bebés pueden atender a tonos absolutos si la tarea lo requiere, sugiriendo una flexibilidad cognitiva previamente desconocida: pueden emplear diferentes modos de procesamiento -presumiblemente mediante diferentes circuitos neurales- dependiendo de que sería lo mejor para solucionar el problema.

También existen estudios en referencia a la melodía. La sensibilidad de los bebés hacia el contorno de la melodía estaría en paralelo a su sensibilidad a los contornos lingüísticos (prosodia). Se han documentado los modos en que los padres hablan diferente a los niños, en forma más lenta, en un rango más extendido del tono y en un tono más alto en diferentes culturas. Incluso utilizan una entonación exagerada. Esta forma de hablar, ayuda a distinguir las palabras sin la oración.

De acuerdo con Mike Posner (1970), los lóbulos frontales y el cíngulo anterior no están completamente formados en los niños, lo que genera una dificultad en atender a un estímulo cuando está presente un distractor. El sistema atencional, específicamente la red que conecta el giro cíngulo y las regiones orbitofrontales no pueden inhibir adecuadamente el estímulo distractor. Esto también sucede cuando los niños cantan canciones que tienen la misma palabra repetida junta varias veces. No pueden inhibir la información auditiva irrelevante en la complejidad que representan los sonidos llegando como una cascada de estímulos sensoriales. Deben tratar de seguir la parte de la canción que se supone que deben cantar sin distraerse por la repetición de la palabra. Posner demostró que ciertos ejercicios de atención y concentración adaptados de los usados por la NASA, pueden acelerar el desarrollo de las habilidades atencionales en los niños.

Las experiencias de las personas a lo largo de su vida involucran sensaciones, emociones y movimiento. El aprendizaje en primer lugar tiene lugar a través de los sentidos, y las emociones y el movimiento facilitan su consolidación en la memoria. (Hannaford, 1995).

Como lo plantea Lawlor & Handley (1996), una importante contribución a la teoría del aprendizaje, es a través de la programación neurolingüística, y se refiere a que las personas aprenden y piensan con preferencia a un sentido particular o a una combinación de sentidos. Aquellos que prefieren procesar la información visualmente son estudiantes “visuales”, aquellos que prefieren procesar la información a través de la audición, son estudiantes “auditivos”; y aquellos que prefieren el involucramiento físico son estudiantes “kinestésicos”. Las experiencias sensoriales, tanto externas como internas, forman el modo de imaginar y pensar de la persona. Como las nuevas experiencias modifican y cambian, hacen que las imágenes del mundo sean cada vez más complejas, entonces ocurre el nuevo aprendizaje. “El aprendizaje completo del cerebro involucra el acercamiento multisensorial, el cual provee la entrada al cerebro y el balance de los dos hemisferios cerebrales que procesan la información diferenciadamente” Fairbanks (1992).

De acuerdo con Michels, la visualización puede ser utilizada para:

- crear una imagen mental clara o una organización o un objetivo personal
- despertar e interés en una nueva disciplina o tema
- asistir en la comprensión de un proceso técnico
- crear una imagen mental clara de aprendizaje y realización de objetivos
- mejorar la forma de llevar adelante un plan específico
- estimular el pensamiento creativo
- mejorar la imagen de sí mismo para llevar a cabo el aprendizaje

Por lo tanto, es importante motivar a los individuos al uso deliberado de tantos sentidos como sea posible cuando visualizan las imágenes. La razón para ello es que la mente reacciona en forma clara ante la imagen multisensorial como si la misma fuera real, como si no fuera posible distinguir entre la imagen y el objeto real. Lawlor & Handley (1996)

Algunas personas a las que les resulta difícil esta tarea, pueden ayudarse con ciertas técnicas para la preparación de la visualización con música la que puede proveer:

- relajación física y muscular
- concentración
- calma mental / relajación mentales

A pesar de que la ciencia moderna ha subrayado la importancia del movimiento del cuerpo en el aprendizaje, los estilos de vida moderno están incrementando la dificultad de beneficiarse de esta información. De acuerdo con Hannaford (1995), además del stress generado por la existencia diaria de las personas, muchas personas utilizan drogas alternativas que decrecen su habilidad de aprender. Hay un importante número de factores que juegan un rol fundamental en el desarrollo del cerebro, antes y después del nacimiento los cuales están influenciando en la habilidad individual de aprender.

“La plasticidad neural es una característica del sistema nervioso humano, brindando un enorme potencial para el cambio y el crecimiento: le da a la gente la posibilidad de aprender y en respuesta al daño, la habilidad del re-aprendizaje.” Michels (2001).

El proceso de aprendizaje como individuos comienza interactuando con el entorno. En el cerebro este “aprendizaje” constituye una forma de comunicación entre neuronas. El proceso de las células nerviosas conectando y realizando redes en forma de patrones de comunicación, aquellas a través del proceso de mielinización, a través del uso regular, “autopistas”, es en realidad aprendizaje y pensamiento Hannaford (1995).

### **Teoría de las Inteligencias Múltiples**

Howard Gardner defiende su posición en el estudio de la inteligencia como inusual, pero no única, por la virtud del hecho de que él minimiza la importancia de los tests y la correlación de los scores en los tests (Gardner 1998). Su “Teoría de las Inteligencias Múltiples” (MI) puede ser considerada una visión alternativa de las competencias humanas que reflejan no cuán inteligente es un individuo, pero cómo un individuo es inteligente, basado en ideas desde la neurobiología, psicología, antropología, filosofía e historia (Rose

& Nicholl 1997). En su teoría MI, Gardner buscó ampliar el alcance del potencial humano fuera de los confines de los scores del IQ.

La teoría MI no es un programa hecho. Puede describir un metamodelo del progreso de la educación como un conjunto de programas, estrategias y técnicas. La esencia de la teoría es respetar las variadas diferencias entre las personas en las formas en que ellos aprenden. Durante las pasadas dos décadas, Gardner y sus colegas en el Proyecto Zero han estado trabajando en el diseño de las bases de la performance, educación para el entendimiento, y el uso de las inteligencias múltiples para desarrollar currículas más personalizadas, tanto en instrucción como en valoración. (Gardner 1998).

Originalmente Gardner definió siete inteligencias: lingüística, lógica - matemática, viso-espacial, musical, kinestésica, interpersonal e intrapersonal.

En 1997, agregó una octava, denominada "por la simple realización del acto de hablar": inteligencia naturalista/entorno.

Gardner especificó ocho criterios para cada inteligencia que habían sido considerados como la inteligencia de pleno derecho, y no simplemente un talento, herramienta o aptitud:

- Un núcleo de operación identificable o set de operaciones
- Una historia evolucionada o plausibilidad evolucionada
- Un desarrollo histórico distintivo con reconocibles/definibles realizaciones finales de estado
- La existencia de savants, prodigios y otros individuos excepcionales, distinguibles por la presencia o ausencia de habilidades específicas
- La potencial aislación por daño cerebral
- Soporte desde tareas psicológicas experimentales
- Soporte desde hallazgos psicométricos
- Susceptibilidad de codificación en un sistema simbólico

De acuerdo con Gardner (1998), ninguna de las originales siete inteligencias, ni en la aceptación de la octava inteligencia, completan todos estos criterios perfectamente, pero ellas satisfacen la mayoría de los criterios.

Las inteligencias usualmente trabajan juntas en formas complejas y deben ser colocadas, luego de un estudio formal, en su contexto cultural específico. (Armstrong, 1994).

Todas las personas poseen variantes de las ocho inteligencias las cuales pueden combinar y utilizar de forma personal. La naturaleza multicultural de esta teoría está subrayada por la descripción de la inteligencia como:

- la habilidad de resolver problemas reales de la vida
- la habilidad de generar nuevos problemas a resolver
- la habilidad de contribuir en algo o de ofrecer un servicio que es valorado dentro de su cultura (Campbell, Campbell & Dickinson 1996)

La mayoría de las personas pueden desarrollar cada inteligencia en un adecuado nivel de competencia. Gardner sugiere que dando la apropiada motivación, enriquecimiento e instrucción, virtualmente todos tienen la capacidad de desarrollar las ocho inteligencias en un razonable alto nivel de realización. Mientras que el desarrollo de las inteligencias, depende de tres factores principales:

- Dotación biológica que incluye factores genéticos hereditarios, daño cerebral antes, durante o luego del nacimiento.
- Experiencias personales de vida incluyendo experiencias con padres, maestros, pares, amigos y otros los cuales activan o desactivan el desarrollo de las inteligencias.
- Antecedentes culturales e históricos incluyendo el momento y lugar de nacimiento y crianza tanto como el contexto cultural e histórico de diferentes dominios (Armstrong, 1994).

La teoría MI hace posible identificar la naturaleza y soporte único de las capacidades y habilidades de cada estudiante. Puede ser considerado un “metamodelo” para organizar y sintetizar todas las innovaciones educacionales requeridas por muchos modelos educacionales alternativos. Esto también abre la puerta a una enorme variedad de sistemas y estrategias de enseñanza (Armstrong 1994).

La MI de Gardner no incluye una inteligencia espiritual porque posee problemas significativos en relación al contenido y Gardner no cuestiona doctrinas metafísicas o religiosas.

Investigaciones recientes han provisto bases científicas para apoyar la existencia de una inteligencia espiritual (SQ) (Zohar y Marshall 2000). El sistema neural básico de la inteligencia espiritual, junto con los dos sistemas neurales básicos de la inteligencia racional o intelectual y la inteligencia emocional, comprende todas las infinitas posibilidades humanas de inteligencias, de las cuales las de Gardner son variaciones de los sistemas neurales básicos y sus arreglos neurales asociados.

Estudios de MEG (encefalografías magnéticas), han revelado la existencia de oscilaciones relativamente rápidas de 40 Hz en todo el cerebro, en diferentes sistemas y niveles.

La presencia de la conciencia en el cerebro, es asociada con dicha actividad oscilatoria neural de 40 Hz, la cual desaparece cuando el paciente está en coma, Zohar y Marshall (2000)

Singer (1999) encontró que la sincronización de las oscilaciones en el rango de 40 Hz está involucrada en procesos cognitivos e incrementa la coherencia de la experiencia humana. Con respecto a la SQ, Zohar y Marshall (2000) describen estas oscilaciones de 40 Hz como su sustrato neural. En el mismo modo que los tractos neurales lineales o seriales habilitan lo racional, el procesamiento lógico de información (IQ) tiene lugar, y las redes paralelas neurales habilitan el procesamiento asociativo de información (EQ) tiene lugar, entonces los 40 Hz que se suceden a través de oscilaciones en el cerebro, proveen el significado en que toma lugar la experiencia junto con el lugar y el marco en un significado amplio (SQ).

De acuerdo con Zohar y Marshall (2000), ni la IQ ni la EQ, separadamente o en combinación pueden explicar la total complejidad de la inteligencia humana, el alma humana y la imaginación, no pueden considerar la pregunta Por qué?. SQ es usada para luchar con cuestiones como la bondad y la maldad y para imaginar posibilidades no realizadas: soñar, aspirar, quitar a la gente del lodo.

Los resultados de varios estudios revelan que los músicos generalmente tienen mejor rendimiento en los tests espaciales que los adolescentes y adultos que no son músicos, pero cómo esto resulta en cambios físicos en el cerebro y cómo esto puede mejorar las funciones cerebrales es aún desconocido (Shaw 2000 p. 255). El Análisis de energía eléctrica del cerebro (BESA), el cual es usado conjuntamente con las imágenes de resonancia magnética (MRI), para investigar las bases neurológicas de la percepción musical, puede proveer mucha información relativa a la distribución de la actividad cerebral relacionada con la música (Campbell 1997 p.128).

Las técnicas de imaginería cerebral, de acuerdo con Flohr y cols.I (2000 p.127), proveen valiosa información sobre el procesamiento musical tal como:

- Respuestas neurales de músicos entrenados son diferentes respecto a los escuchas no entrenados
- El ensayo mental activa el cerebro tanto como la práctica real lo hace
- El miedo y la ansiedad pueden ser reducidos por el uso de la música como catalizador para asistir al cerebro en provocar un efecto de cambio fisiológico en la química de la sangre



- La ejecución musical activa el control de las áreas motoras del cerebro en un grado mayor
- La organización de la energía del ritmo musical es efectiva en la ayuda de pacientes con Parkinson y daño cerebral para recuperar control de sus movimientos

“Los estudiantes de música tienen generalmente mejores promedios que la población escolar en general” (Wilcox 1999).

El nervio acústico es el primero en ser mielinizado (alrededor de los 5 meses en el útero) sugiriendo la primacía de la escucha sobre los demás sentidos (Madaule 1998). “El cerebro musical opera en el nacimiento y persiste durante toda la vida” (Hodges 2000).

Altenmüller y cols. (2000) clarificaron el significado de inteligencia refiriendo a la teoría de las Inteligencias Múltiples de Gardner. La lingüística, la matemática y la inteligencia espacial forman parte de los procedimientos de los tests de inteligencia. La inteligencia intrapersonal describe la habilidad de ser consciente de lo que está sucediendo en la propia mente individual y la inteligencia interpersonal se refiere a lo que está sucediendo en la mente de otros. La inteligencia del entorno refiere a la relación individual con la naturaleza, la música describe como un individuo responde a la música/sonido; la inteligencia kinestésica corporal es asociada con el movimiento corporal.

La relación entre la música y la matemática ha sido expresada en las enseñanzas de Pitágoras y sus seguidores.

- Contar los tiempos u organizar la digitación en la ejecución musical requiere operaciones matemáticas básicas
- En la mayoría de las situaciones, tocar un instrumento requiere el control de los movimientos del cuerpo en el espacio tridimensional. Es necesario un entrenamiento espacial en referencia a la coordinación del sí mismo, Altenmüller y cols. (2000)
- Una característica importante de la habilidad musical es que parece tener un fuerte componente genético, Kandel y cols. (1991).
- La inteligencia musical no puede ser incrementada por la educación musical pero sí puede ser desarrollada por la educación musical
- La transferencia a otros patrones de movimiento de las herramientas sensoriomotoras adquiridas durante la práctica musical, ha sido recientemente demostrada, Altenmüller y cols. (2000).

- Altenmüller y cols. (2000) plantean que la ejecución y aprendizaje musical requieren intrínsecamente una muy elevada demanda de procedimientos cognitivos.
- Dichas demandas refieren a la escucha, el control motor, la conciencia del cuerpo y las redes cerebrales implicadas en el procesamiento de las emociones.

La investigación y el entendimiento de los efectos del aprendizaje de la música han sido estudiados a través de los patrones de activación del cerebro y de las redes neurales, Altenmüller y cols. (2000).

Escuchar una melodía de un modo basado en los intervalos utiliza una estrategia cognitiva analítica, y es procesada principalmente por las áreas temporales auditivas izquierdas del cerebro. Escuchar una melodía de un modo basado en el contorno utiliza un modo holístico del pensamiento y es procesado principalmente por las áreas temporales auditivas derechas. En general las estructuras de tiempo son procesadas en una importante extensión por el lóbulo temporal izquierdo, mientras que las estructuras tonales son procesadas primariamente por las redes del lóbulo temporal derecho, Altenmüller (2001)

Con respecto a las estructuras temporales, dos niveles de organización pueden ser identificados: ritmo y métrica.

El ritmo es la relación entre las duraciones de los sonidos

La métrica se refiere a la recurrencia de pulsos o golpes regulares formando unidades de igual duración que pueden ser organizadas como compases.

Músicos y no músicos procesan la información de modo diferente. Durante la realización de un test de discriminación de tono realizado en 1989, Altenmüller encontró que los no-músicos están restringidos a una suerte de sentimiento acerca del contorno melódico y activan primariamente el lóbulo temporal derecho. Los músicos tienden a hacer uso de estrategias cognitivas analíticas y adicionalmente activan los lóbulos temporales y frontales izquierdos.

El modelo de Altenmüller (simplificado en la figura del Anexo 2) fue creado para ilustrar la interdependencia entre el incremento de la complejidad de las redes neurales involucradas en los procedimientos musicales (coordenada y) y el incremento de la complejidad del procesamiento de la información auditiva (coordenada x). Una dimensión adicional, relacionada con los efectos de la cultura puede ser sumada en una coordenada z.

Cuanto más complejas son las demandas de procesamiento, más se incrementa la complejidad de las redes neurales asociadas. Presumiblemente, los músicos profesionales

han desarrollado redes neuronales más complejas durante el procesamiento musical que los no profesionales. (Ver Anexo 2).

Las investigaciones proponen que las redes neurales relacionadas con el procesamiento de la información musical reflejan la biografía auditiva individual y concluyen que en el procesamiento musical, las áreas del cerebro están muy conectadas entre sí e individualmente bajo la percepción musical, Altenmüller y cols.(2000)

### **Rol de la Inteligencia musical**

Michels plantea que basado en las investigaciones disponibles, es plausible que el incremento de la actividad neuronal resultante del procesamiento musical mejore las habilidades cognitivas en general. Esto indica que la inteligencia musical parece jugar un rol vital en la educación completa del cerebro, dando ventajas tanto en el desarrollo como una inteligencia autónoma, como su rol en el desarrollo del cerebro en su totalidad.

A través del tronco cerebral, el nervio auditivo se conecta con los músculos del cuerpo, teniendo una influencia en el tono muscular, el equilibrio y la flexibilidad. La función vestibular del oído influencia los músculos oculares, afectando los movimientos visuales y faciales, tanto como la masticación y el gusto. A través del nervio vago, el oído interno conecta con la laringe, el corazón, pulmones, estómago, hígado, vejiga e intestinos delgado y grueso. Los efectos de la función del oído vestibular en el cuerpo sugieren que las vibraciones auditivas desde el tímpano interactúan con el sistema parasimpático para regular, controlar y esculpir los órganos mayores del cuerpo, Campbell (1997).

El rol del oído en el desarrollo de la postura vertical del humano, así como la orientación izquierda/derecha tienen un importante efecto en la escucha.

El sistema vestibular contribuye en el establecimiento de la imagen de sí, creando la conciencia del movimiento del propio cuerpo en el espacio tridimensional y habilitando a la persona a manejarse con la gravedad. Algunas veces referido como prelenguaje, provee una dimensión no-verbal en la escucha. Esta "forma de escucha" se ve perdida o disminuida en los niños con desórdenes del desarrollo o autismo.

La música puede ser considerada una combinación de ritmo y melodía. La dimensión rítmica induce movimientos que estimulan la función del sistema vestibular. La melodía puede ser asociada con el sistema coclear. El descubrimiento de las posibles combinaciones de sonido, las diferenciaciones tonales y mezclas de las voces humanas comienzan en el período pre-natal y se extienden a través de los años del desarrollo del habla y el lenguaje.

De acuerdo con Maudales (1998), las dificultades del lenguaje que involucran la escritura pueden ser asociadas con pobres herramientas de la escucha.

El desarrollo motor y lingüístico de los niños, puede ser facilitado y motivado desde el período prenatal, con estimulación coclear-vestibular tales como el canto, el habla y/u otros movimientos rítmicos de la madre.

La música puede ser utilizada para una variedad de propuestas musicales y no musicales:

- La música es una combinación de ritmo y melodía. Estimula los sistemas vestibulares y cocleares separadamente y de forma integrada (movimiento y canto).
- La música con predominancia de la melodía y poco o ausente ritmo es efectiva para la meditación
- La música con una predominancia del ritmo y pequeña o no diferenciación de tono (música con un ritmo marcado, como rap o rock) estimula el movimiento del cuerpo a través del sistema vestibular
- La música ofrece una dimensión única de espacio-tiempo
- La música con énfasis en la melodía estimula el corteza a través de la cóclea y puede ayudar en organizar y clarificar la fluidez del pensamiento
- Los sonidos musicales energizan el cerebro (cuanto más rica es la música en armónicos, mayor energía provee).

Un estudio exitoso en preescolares, publicado en 1997, que involucra a niños de tres años recibiendo seis meses de entrenamiento en piano, produjo una mejora en el razonamiento temporo-espacial que era 30% mayor que en el grupo de control. A la vista de estos resultados Shaw (2000) argumenta que la educación musical debería darse en las escuelas comenzando preferentemente en el preescolar, con el propósito de desarrollar el “hardware” necesario en los niños para el razonamiento temporo espacial.

Las experiencias musicales son multimodales, involucran la audición, la visión, la cognición, el afecto, la memoria y el sistema motor simultáneamente, todo lo cual es realizado por diferentes mecanismos neurales.

Las personas que son ciegas, sordas o están emocionalmente trastornadas, con retardo o afectadas por condiciones como la enfermedad de Alzheimer o el síndrome Savant, pueden tener una experiencia musical significativa, a pesar del grado de enfermedad o inhabilidad, Hodges (2000)

“La danza colectiva formal realza la escucha de la música y maximiza el efecto físico beneficioso de la música en los participantes”, Odam (1995)

Para un efectivo aprendizaje, el conocimiento desde las neurociencias (incluyendo períodos de plasticidad neural y las diferencias de género) e información acerca de cómo el movimiento corporal, la expresión emocional, la nutrición y el entorno social y físico influyen el aprendizaje, contribuiría con el “elemento humano” de enseñar y aprender música.

Jourdain (1997) señala que en los adultos que comenzaron a tocar el piano antes de los 8 años, el cuerpo calloso es 15% más grande que en aquellos que comenzaron más tarde. Este incremento del 15% sugiere un marcado crecimiento en el flujo de información.

De acuerdo con Campbell (1997), los investigadores encontraron que el entrenamiento vibro-acústico incrementa el rango de movimiento en la espina dorsal, brazos, caderas y piernas en pacientes que sufren condiciones espásticas severas.

El cuerpo humano (como sistema total) vibra en un rango fundamental de aproximadamente 7,8 a 8 Hz, el cual es inaudible. La tierra vibra en esta misma frecuencia y los sistemas nerviosos de todas las formas de vida están en sintonía con esta frecuencia fundamental, Halpern & Savary (1985).

A pesar de que la mayoría de la gente disfruta escuchar música, tienen un desconocimiento acerca del impacto que genera en ellos. Como una síntesis, ver anexo 3, una tabla compilada por Campbell (1997) que ilustra algunos de los efectos de la música.

“La música no es una mera estructura acústica en el tiempo” o un estímulo artificial creado en un laboratorio. Es un fenómeno de la experiencia subjetiva humana, basado en un completo set de operaciones perceptivas y cognitivas representadas en el sistema nervioso central”, Altenmüller (2001)

## **El relacionamiento de la música y algunas lesiones cerebrales**

### Enfermedad de Alzheimer

Las personas con enfermedad de Alzheimer pueden recordar canciones que habían escuchado en su adolescencia. La explicación del motivo por el cual recuerdan estas canciones estaría dada por el hecho de que se trata de un período muy cargado emocionalmente y en general, recordamos mejor las cosas que tienen un mayor componente emocional. Parte de la razón está en la maduración y podamiento neural, es alrededor de los 14 años en que el cableado de nuestros cerebros musicales está alcanzando niveles de complejidad adulta.

En la adolescencia escuchamos la misma música que nuestros pares, esto está relacionado con el desarrollo social, la cohesión social, la pertenencia al grupo y la distinción.

Sacks (2010), plantea que "...se diría que la respuesta emocional a la música está muy extendida, y probablemente no es solo cortical sino subcortical, de manera que, incluso en una enfermedad cortical difusa como el Alzheimer, la música aún puede percibirse , disfrutarse y provocar una respuesta." (Sacks, p. 417)

### Síndrome de Williams y Trastornos del Espectro Autista

Ursula Bellugi (2001) realizó importantes estudios con individuos que padecen Síndrome de William (WS) y Trastornos del Espectro Autista (TEA) y aunque los individuos con Síndrome de Williams tienen daño intelectual, son particularmente buenos en música y particularmente sociables. Levitin plantea que es controversial si TEA tiene bases genéticas o no. Una de las características de los TEA es la inhabilidad para empatizar con otros, comprender las emociones o la comunicación emocional. Su habilidad para "leer" las emociones de otros está significativamente dañada y esto está extendido para apreciar cualidades estéticas del arte y la música. Aunque algunas personas con TEA ejecutan música y algunos lo hacen con una excelente técnica ellos no reportan ser emocionalmente movidos por la música.

WS y TEA serían dos síndromes complementarios unos muy musicales y sociables y los otros lo contrario. Allan Reiss (2000) mostró que el neocerebelo es más grande en WS y más pequeño en TEA que en los individuos normales (controles).

En las imágenes cerebrales de individuos con WS escuchando música, Levitin observó que ellos utilizan un amplio set de estructuras neurales mayor que cualquier otra persona.

La activación de su amígdala y el cerebelo, los centros emocionales del cerebro, son significativamente mayores que en los controles. Hay mayor activación neural y más activación neural extendida.

Oliver Sacks plantea que "la indiferencia al poder emocional de la música podría darse en gente que padece el síndrome de Asperger.... Hay pruebas, de hecho , de que las partes mediales del cerebro que participan en las emociones profundas, la amígdala en particular, podrían estar poco desarrolladas en quienes padecen el síndrome de Asperger". (Sacks, 2010)

## Amusia

La amusia congénita es un desorden en el procesamiento musical generalmente relacionado con el procesamiento del tono. Un estudio reciente cambió esta visión argumentando que se trataría de una consecuencia de un déficit del procesamiento espacial. En el estudio liderado por Isabelle Peretz "The amusic Brain: Lost in music, but not in space" (2010), la autora y sus colaboradores concluyen que se trata de un desorden neuro genético que afecta el procesamiento de la selectividad del tono dado por una conectividad reducida en las redes fronto-temporales derechas y los genes. Plantean que los resultados sugieren que las representaciones tonales y visuo-espaciales son independientes por lo que no co ocurren déficits tonales con déficits espaciales en la amusia congénita.

## Lesiones cerebrales adquiridas

Uno de los aspectos más importantes en sobrevivientes de lesiones cerebrales es controlar la ansiedad, como lo señala Salas Riquelme (2008) "...la disminución de la ansiedad y confusión de los pacientes es un elemento central del trabajo psicoterapéutico..." (p.295)

En la página del Centro de neurorrehabilitación interdisciplinar para ictus y traumatismos craneoencefálicos se informa que: "La música tiene la capacidad de provocar en todos nosotros respuestas emocionales. Las emociones pueden clasificarse en dos dimensiones, según su valencia (positivas o negativas) y su intensidad (alta o baja). Las emociones positivas inducen conductas de aproximación y las negativas, conductas de retirada. Ambas respuestas están mediadas por el córtex prefrontal ventromedial".

En un artículo publicado en la revista "Estudios Psicológicos" (1995), Torres, José A.; Virues, T.; Fernández de Juan, T., nos informan que se examinaron las repercusiones en el EEG (en el nivel de actividad de alfa) de distintos fragmentos musicales, ansiogénicos y ansiolíticos, escuchados binaural mente (denominados estados B y C, respectivamente) en dos grupos: sujetos portadores de ansiedad patológica y sujetos normales. Treinta y dos sujetos (20 mujeres y 12 hombres) fueron utilizados para estudiar el comportamiento de la actividad de alfa y su relación con la disminución de la ansiedad. Distintas pruebas psicológicas (IDARE P, IDARE E y EAP) y el registro del bio-trainer, o biofeedback (conectado durante todo el experimento) fueron empleados para cotejar los resultados

bioeléctricos obtenidos. Un novedoso software fue usado para el «mapeo» cerebral de los datos neurométricos que cuantitativamente apoyó las variaciones constatadas subjetivamente. Los resultados mostraron que los cambios cualitativos dentro de las pruebas psicológicas utilizadas se corresponden con las variaciones del EEG (aumento del nivel de la actividad de alfa), lo cual apoya el efecto beneficioso de las selecciones musicales escogidas. Esto subraya las posibilidades terapéuticas de la inducción musical para reducir el tratamiento psicofarmacológico (en aquellos casos en que éste fuera necesario), como una manera complementaria de afrontar los síntomas de la ansiedad patológica.

Finalmente, Levitin plantea que la historia de nuestro cerebro musical es la historia de una exquisita orquestación de las regiones del cerebro, involucrando tanto partes más antiguas como las más modernas, y regiones como el cerebelo y los lóbulos frontales. Involucra una precisión coreográfica de las relaciones neuroquímicas y la comprensión entre los sistemas lógicos de predicción y los sistemas de recompensa. Cuando escuchamos un tema que nos gusta, se activan los recuerdos de emociones vividas. Su cerebro musical es como Francis Crick dijo, “conexiones”. (p.192)



## **Conclusiones**

El objetivo del presente trabajo fue realizar una aproximación a la temática a través de una revisión bibliográfica. Al ser un tema tan amplio y con tantos autores destacados que han realizado diversas investigaciones al respecto, resulta complejo el abordaje del mismo. Aún así y a pesar de las dificultades en el acceso, selección y traducción de la información recabada, he disfrutado y aprendido un poco más en relación a la complejidad del cerebro musical, y los procesos cognitivos relacionados, así como también el desarrollo del lenguaje y el aprendizaje.

El tema es realmente apasionante y si bien existe mucha bibliografía al respecto, aún no se ha comprendido cabalmente cómo opera el cerebro el procesamiento musical.

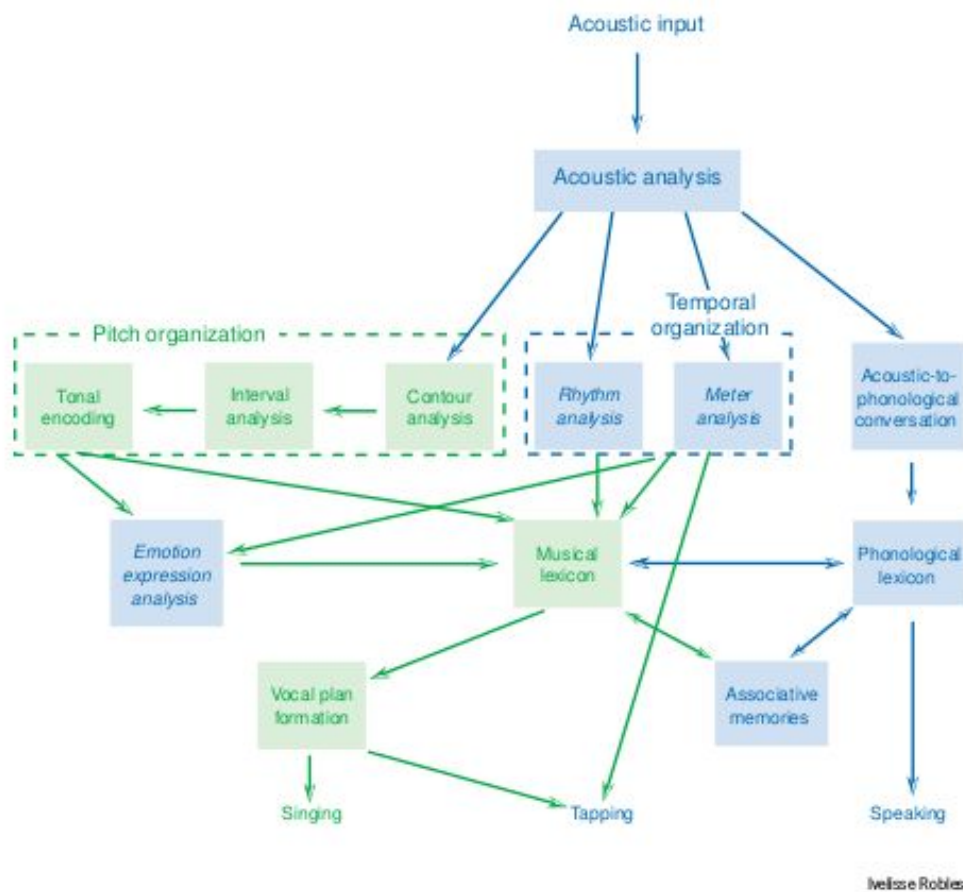
Los hallazgos científicos en la materia se renuevan constantemente, por lo que encontré que algunas informaciones recabadas inicialmente, ya no tenían validez más allá de lo anecdótico.

Sin duda que en todo lo expresado se puede profundizar más y se pueden plantear diferentes hipótesis para la dilucidación de distintos aspectos involucrados.

Lo más destacable es el modelo de procesamiento musical planteado por Peretz y Coltheart, ya que plantea un marco plausible para futuras investigaciones y sin duda que cumple con lo planteado por Fodor en relación a la modularidad, y a Cricks en el sentido de que en referencia al cerebro musical, “hay que buscar las conexiones” (como se lo planteó a Levitin en una charla informal).

# Anexo 1

## Modelo de Procesamiento Musical Modular (Isabelle Peretz y Max Coltheart)

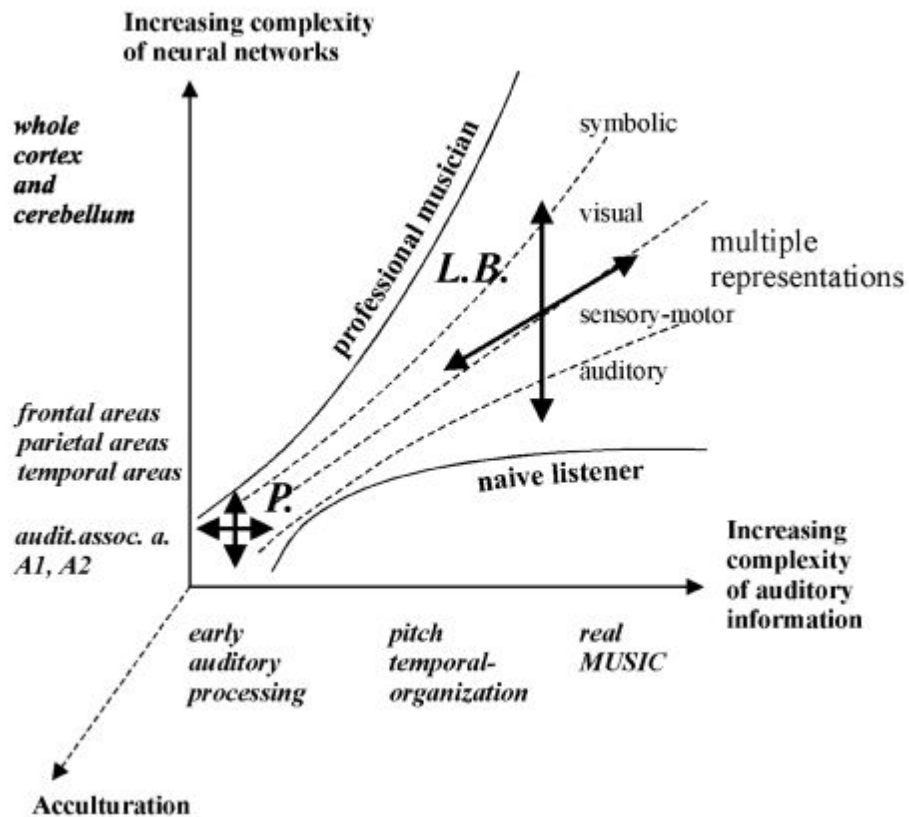


Modelo de procesamiento musical modular. Cada caja representa el componente de procesamiento, y las flechas representan las rutas del flujo de información o la comunicación entre los componentes de procesamiento. Una anomalía neurológica puede dañar el componente de procesamiento o interferir con el flujo de información entre dos cajas. Todos los componentes cuyos dominios parecen ser específicos de la música están en verde, los demás en azul. Hay tres componentes neurales individualizados en *italicas*: análisis del ritmo, análisis de la métrica y análisis de la expresión emocional cuya especificidad en relación a la música es actualmente desconocida. Están representadas en azul, pero futuras investigaciones podrán proveer evidencia para representarlas en verde.

Fuente: Nature Neuroscience, Vol. 6, N 7, July 2003

## Anexo 2.

### Modelo de centros musicales del cerebro. (Altenmüller)



#### Centros musicales en el cerebro.

Altenmüller (2001)

Fuente: "The role of the musical intelligence in whole brain education" Michels (2001)

## Anexo 3.

### Algunos de los efectos terapéuticos de la Música.

#### Campbell

##### Therapeutic uses of music

POWER OF MUSIC	IMPACT OF MUSIC
<i>Music masks unpleasant sounds and feelings</i>	Music can be used to repel or override invasive noise: the voice can be used to 'massage' away painful sounds
<i>Music can slow down and equalise brain waves</i>	Brain waves can be modified by both music and self-generated sounds. Playing recorded music can facilitate: <ul style="list-style-type: none"> <li>• the creation of a dynamic balance between the left- and right- brain functions</li> <li>• 'focusing' and increasing mental organisation: restoring order to the brain waves</li> <li>• shifting states of consciousness</li> <li>• moving awareness from the left- to the right hemisphere: to 'loosen up' the individual</li> </ul>
<i>Music affects respiration</i>	By slowing down the tempo of music, or by listening to music with longer, slower sounds, it is usually possible to slow down the breathing and allow the mind to calm down
<i>Music affects the heartbeat, pulse rate and blood pressure</i>	Music acts as a natural pacemaker to the heart, which responds to the musical variables of frequency, tempo and volume. The converse is also valid: the heartbeat can determine an individual's musical preferences. Although the mechanism is not entirely understood, it is possible to use a variety of musical styles to reduce blood pressure by as much as ten percent
<i>Music reduces muscle tension and improves body movement and co-ordination</i>	Due to the connection between the inner ear and body muscles by the auditory nerve, muscle strength, flexibility and tone, are influenced by sound and vibration (see 5.8.5). In a study of students in an aerobics class, researchers reported that music increased the students' strength and improved their ability to pace movements, with the rate and precision of movement tending to match the rhythm and tempo of the music. In addition to this, their mood and motivation were enhanced
<i>Music affects body temperature</i>	Sounds and music exert an influence on body temperature: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>transcendent</b> music can create a flood of warmth</li> <li>• <b>loud</b> music with a <b>strong beat</b> is capable of raising body heat by a few degrees</li> <li>• <b>soft</b> music with a <b>weak beat</b> can lower the body temperature</li> </ul>
<i>Music can increase endorphin levels</i>	Recent biomedical research suggests that endorphins are able to lessen pain and induce a natural 'high'. The exhilaration produced while listening to certain music (movie sound-tracks, religious music, marching bands, drumming ensembles) are the result of endorphin release by the pituitary gland, boosting the spread of electrical activity in a region of the brain connected to both the limbic and autonomic control centres
<i>Music can regulate stress-related hormones</i>	Anesthesiologists report a significant decline in the level of stress hormones in those listening to relaxing, ambient music. In some cases the need for medication is replaced
<i>Music and sound can boost the immune system</i>	Current research in immunology indicates that insufficient oxygen in the blood may be a major cause of immune deficiency and degenerative disease. Certain types of music (including singing, chant, and various forms of vocalisation) can boost the oxygen intake of cells, increasing the lymphatic circulation in some cases to as high as three times the normal rate

<i>Music changes the individual's perception of space</i>	Campbell (1997:73) claims that music can affect the way people experience the space around them: it can make the environment feel lighter, more spacious, elegant, orderly, efficient and more active
<i>Music can change the individual's perception of time</i>	In certain settings where time is dragging, 'up-tempo' music can seem to make time pass more quickly. A stressful atmosphere can be 'softened' by the use of highly romantic or New Age music, sometimes creating the
<i>Music can strengthen memory and learning</i>	In much the same way that music can extend the individual's stamina when exercising, so too can it extend the stamina when studying. Memory can be enhanced by the use of music
<i>Music can improve productivity</i>	The training time for some firms has been virtually cut in half by the use of creative music programmes. An increase in efficiency and accuracy has also been reported
<i>Music enhances romance and sexuality</i>	Music can inspire or extinguish passion. Music that creates a leisurely emotional environment would be suitable
<i>Music stimulates digestion</i>	Researchers have found that rock music encourages people to eat faster, and a larger volume of food than normal. Fast-food chains tend to use bright and briskly-paced music for a quick 'turnover' of customers. A certain restaurateur uses a harpist, violinist and pianist to 'pace' each course of the meal, with a Strauss waltz to "move their conversations out of the restaurant"
<i>Music fosters endurance</i>	For many centuries, people have worked to the accompaniment of songs. Audio tapes that promote the synchronisation of cardio-vascular and muscular activity, are available for sport that requires stamina: cycling, jogging, skiing
<i>Music enhances unconscious receptivity to symbolism</i>	The sound-track of a film is of vital importance to its success. New experimental therapies make use of music to effect relaxation, and tap into the 'unconscious' to release traumas
<i>Music can generate a sense of safety and well-being</i>	The popular music of each generation declares its collective concerns, and creates a sonic sanctuary. Campbell (1997:77) claims that contemporary youth uses music as a refuge, through high volume, high energy and forbidden lyrics, contemporary hip-hop, rap and punk, young people feel insulated in a world that appears overly materialistic and hypocritical to them.

Fuente: "The role of the musical intelligence in whole brain education" Michels (2001)

## Lista de Referencias

- Altenmüller, E.; Bangert, M.W.; Liebert, G; Gruhn, W. (2000) *Mozart in us: how the brain processes music*. In: Medical problems of performing artist 15 (2000:99-106). Philadelphia: Hanley & Belfus
- Altenmüller, E (2001) *How many music centers are in the brain?* New York Annals of the New York Academy
- Armstrong, T. (1994) *Multiple intelligences in the classroom* Alexandria: ASCD
- Bellugi, U.; Korenberg, J.R.; Klima, E.S. (2001) *Williams syndrome: an exploration of neurocognitive and genetic features a Laboratory for Cognitive Neuroscience*, The Salk Institute for Biological Studies, 10010 N. Torrey Pines Road, La Jolla, CA 92037, USA b Cedars-Sinai Medical Center and University of California, Los Angeles, CA, USA Clinical Neuroscience Research 1 (2001) 217±229
- Bellugi, U.; Levitin, D. (1998) *Musical abilities in individuals with Williams syndrome*. Music
- Blacking, J. (1973) *How musical is man?*, Seattle y Londres, University of Washington Press
- Campbell, D. (1997) *The Mozart Effect: tapping the power of music to heal the body, strengthen the mind, and unlock the creative spirit* New York. Avon Books
- Campbell, D. (1998) *El efecto Mozart*. Barcelona, España. Ediciones Urano.
- Campbell, L.; Campbell, B.; Dickinson, D. (1996) *Teaching and Learning through multiples intelligences* Needham: Simon & Schuster
- Chomsky, N. (1957) *Syntactic Structures*. The Hague, Netherlands: Mouton. About the innateness of a language capacity in the human brain.
- Cosmides L.; Tooby J. (1989) *Evolutionary psychology and the generation of culture, Part II Case Study: A computational theory of social exchange. Ethology and Sociobiology*
- Crandall, J. (2005) *Musicoterapia La autotransformación por medio de la música* Madrid, España. Ediciones Neo Person
- Cross, I. (2001) "Music, mind and evolution", *Psychology of music*, pp 95-102 *Perception* 15 (4) :357-389
- Diccionario musical extraído de: Roca, D. y Molina, E. *Vademecum musical. Metodología IEM* Enclave Creativa, Madrid 2005
- D'Errico et al., (2003) *Archaeological Evidence for the Emergence of Language*. Symbolism and music an alternative multidisciplinary perspective (2003)
- Elbert, T.; Pantev, C.; Wiembruch, C.; Rockstroh, B.; Taub, E. (1995) *Increased cortical representation of the fingers of the left hand in string players* *Science* 270 (5234):305-307

Ericsson, K. A., and J. Smith, eds. (1991) *Toward a General Theory of Expertise: prospects and Limits*. New York: Cambridge University Press

Fairbanks, D.M. (1992) *Basics of accelerated Learning*. In: Draught B. 8ed) *Info-line: practical guidelines for training and development professionals* (Issue 9209, September 1992) Virginia: ASTD

Flohr, J.W. (2000), Hodges, D. & Miller, D.C. (2000) *Current research on music and the brain*. In: Proceedings of the International Society for Music Education (2000:127-133)

Fodor, Jerry A. (1983) *La modularidad de la mente.: Un ensayo sobre la Facultad de Psicología*. Cambridge, Mass .: MIT Press. ISBN 0-262-56025-9

Gardner, H. (1998) *Are there additional intelligences? The case for naturalist, spiritual and existential intelligences*. In: Kane, J. (ed) *Education, Information and transformation essays on learning and thinking* (1998: 111-131) New Jersey: Merrill

Gaynor, Mitchell (2001) *Sonidos que curan*. Barcelona, España. Ediciones Urano.

Halpern, S.; Savary, L. (1985) *Sound health: music and sounds that make us whole*. San Francisco: Harper & Row

Hannaford, C. (1995) *Smart moves: why learning is not all in your head*. Virginia: Great Ocean

Hodges, D.A. (2000) *Implications of music and brain research* In: Music Educators Journal (87(2):17-22)

Howe, M.J.A.; Davidson, J.W.; Sloboda, J.A. (1998) *Innate talents: Reality or myth?* Behavioral & Brain Sciences 21 (3):339-442

Huron, David (1999) *Music Cognition Handbook: A Glossary of Concepts*

Jourdain, R. (1997) *Music, the brain, and ecstasy: how music captures our imagination*. New York. William Morrow

Kandel, Eric R.; Schwartz, James H.; Jessell, H. Thomas (2000) *Principles of Neural Science*. New York, United States of America. McGraw-Hill

Koelsch, S.; Maes, B.; Friederici, A. D. (2000) *Musical Syntax is processed in the area of Broca: an MEG study NeuroImage 11 (5):56*

Koelsch, S. (2009). "Music-syntactic Processing and Auditory Memory – Similarities and Differences between ERAN and MMN". *Psychophysiology*, 46(1): 179-190.

Krumhansl, CL. (1990) *"Cognitive Foundations of Musical Pitch"* New York Oxford University Press

Lamont, A.M. (2001) *Infants' preferences for familiar and unfamiliar music: A socio-cultural study. Paper read at Society for Music Perception and Cognition, August 9, 2001, at Kingston, Ont. On infants prenatal musical experience.*

- Lawlor, M. & Handley, P. (1996) *The Creative Trainer: holistic facilitation for accelerated learning*. London: McGraw-Hill
- Levitin, Daniel (2010) *This is your Brain in Music*. London, England. Penguin Books Ltd.
- Levitin, D.; Menon, V. (2003) *Musical structure is processed in "language areas of the brain: A possible role for Brodmann Area 47 in temporal coherence*. *NeuroImage* 20 (4):2142-2152
- Levitin, D.; Cook, P.R. (1996) *Memory for musical tempo: Additional evidence that auditory memory is absolute*. *Perception and Psychophysics* 58:927-935
- Madaule, P. (1998) *Listening training and music education* In: *Early childhood connections: journal of music -and movement- based learning* (Vol 4 N° 2, Spring 1998,pp 32-41)
- Menon, V.; Levitin, D. (2005) *The rewards of music listening: Response and physiological connectivity or the mesolimbic system*. *NeuroImage* 18 (1): 74-82 Studies that showed cerebellar activations to music listening.
- Michels, Patricia. (2001) *The role of the musical intelligence in whole brain education* University of Pretoria
- Miller, G.F. (1999) *Sexual Selection for Cultural Displays*. In *The Evolution of Culture*, edited by R. Dunbar, C. Knight and C. Power. Edinburgh: Edinburgh University Press
- Narmour, Eugene (1992) *El análisis y la Cognición del Melódico Complejidad: El Modelo Implicación-Realization* University of Chicago Press
- Nyan, T. (2004) *Meanings at the text level: a co-evolutionary approach* Vol. 2 *Contemporary studies in descriptive linguistics* Editorial: Peter Lang AG, European Academic Publishers
- Odam, G. (1995) *The sounding symbol: music education in action* Cheltenham; Stanley Thornes
- Patel, A.D. (2003). *Language, music, syntax and the brain*. *Nature Neuroscience*. 6(7):674-681
- Posner, M.L. (1970) *Retention of abstract ideas*. *Journal of Experimental Psychology* 83:304-308
- Reiss, AL.; Eliez, S.; Schmitt, JE.; et al. (2000) *Neuroanatomy of Williams syndrome: a high-resolution MRI study*. Special issue: *Linking cognitive neuroscience and molecular genetics: new perspectives from Williams syndrome*. Bellugi U, St George M, editors. *J Cogn Neurosci* 2000:65±73.
- Reynoso, Carlos (2006) *Antropología de la Música de los géneros tribales a la globalización Vol. 1. Teorías de la simplicidad* Buenos Aires, Argentina. Editorial SB



- Rose, C.; Nichol, M.J. (1997) *Accelerated learning for the 21st century: the six-step plan to unlock your master-mind* New York: Dell
- Sacks, Oliver (2010) *Musicofilia Relatos de la música y el cerebro*. Barcelona, España. Editorial Anagrama
- Saffran, J.R. (2003) *Absolute Pitch in infancy and adulthood: the role of tonal structure*. *Developmental Science* 6 (1): 35-47
- Salas Riquelme, Christian. (2008) *Psicoterapia e intervenciones terapéuticas en pacientes con lesiones cerebrales adquiridas*. *Revista Chilena de Neuropsiquiatría*; 46(4):293-300
- Shaw, G.W.(2000) *Keeping Mozart in mind*. San Diego: Academic Press
- Schlaug, G.; Jancke, L.; Huang, Y.; Steinmetz, H. (1995) *In vivo evidence of structural brain asymmetry in musicians* *Science* 3 February 1995: vol. 267 (5198): 669-701
- Schlaug, G.; Norton, A.; Overy, K.; Winner, E. (2005) *Effects of Music Training on the Child's Brain and Cognitive Development* *Annals of the New York Academy of Sciences* Volume 1060, The Neurosciences and Music II: From Perception to Performance pages 219–230, December 2005
- Singer, W. (1999) *Neurobiology; striving for coherence*. In: *Nature* (1999.02.04, Vol. 397)
- Schellenberg, E.G. (2003) *Does exposure to music have beneficial side effects?* In *The Cognitive Neuroscience of Music*, edited by I. Peretz and R.J. Zatorre. New York: Oxford University Press
- Shreeve, James (1966). *Music of the hemispheres*, Discover
- Sperry, Roger W. (1975) *Lateral Specialization in the Surgically Separated Hemispheres*. Chapter 1 in: *Hemispheric Specialization and Interaction*. Edited by B. Milner. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 1975: 005-019
- Temperley, David (2001). *The Cognition of Basic Musical Structures*. Mit Press
- Revista española "Estudios Psicológicos" (Vol. 16 N° 1 Marzo 1995)
- Trehub, S.E. (2003) *Musical predispositions in infancy*. In *The Cognitive Neuroscience of Music*, edited by I. Peretz and R.J. Zatorre. Oxford: Oxford University Press. on early infant musical experience.
- Wilcox, E. (1999) *Straight talk about music and brain research* In: *Teaching music* (Vol.7, N° 3, December, 1999)
- Zatorre, R.J.; Belin, P.; Penumbe, V.B. (2002) *Structure and function of auditory cortex: Music and Speech*. *Trends in Cognitive Sciences* 6 (1):37-46
- Zohar, D; Marshall, I (2000) *SQ spiritual intelligence the ultimate intelligence* London: Bloomsbury

Bellugi, Ursula; [www.salk.edu/faculty/bellugi.html](http://www.salk.edu/faculty/bellugi.html)

English Spanish Dictionary Recuperado de <http://www.wordreference.com/es/en/translation.asp>

Experiencias con música en el Hospital Universitario Virgen del Rocío (España).

Recuperado de <http://www.youtube.com/watch?v=1D--W-CWVSc>

INECO beneficios de la música Recuperado de <http://www.youtube.com/watch?v=SQvcP6NrNyk>

<http://infolesioncerebral.wordpress.com/2012/09/14/musica-y-cerebro/>

<http://www.youtube.com/watch?v=eQGqNlevh2><sup>0</sup> (National Geographic, Daniel Levitin, música y cerebro Sting)

<http://adpps.com/descargas/trabajos/001-ElImpactoDeLaMusicaEnLasEmociones-SaraOxenstein.pdf>

Peretz, Isabelle; Coltheart, Max “*Modularity of music processing*” (2003) Nature Publishing Group Recuperado de <http://www.nature.com/natureneuroscience>

Peretz, Isabelle y cols. “*The Amusic Brain: Lost in Music, but Not in Space*” (2010) PloS ONE Recuperado de <http://www.plosone.org>