

NEUROANATOMÍA Y NEUROFISIOLOGÍA DEL APRENDIZAJE Y MEMORIA MUSICAL.¹ **NEUROANATOMY AND NEUROPHYSIOLOGY OF LEARNING AND MUSICAL MEMORY.**

Raúl Ibarra Ovando ².
Guadalajara, Jalisco, México.

RESUMEN:

El presente trabajo de recopilación, pretende mostrar las principales estructuras o elementos que intervienen tanto en el aprendizaje como en la memoria musical.

Palabras clave: Neuroanatomía, neurofisiología, aprendizaje, música.

ABSTRACT:

The present compilation, shows the main structures or elements involved in learning and memory in music.

Keywords: Neuroanatomy, neurophysiology, learning, music.

I.- INTRODUCCIÓN

La música y las matemáticas ocupan áreas similares en el cerebro. En el libro de Howard Gardner : “ Marcos a la Mente “, el autor dice que la Música y las Matemáticas comparten los mismos elementos, tales como Proporciones, Radios Especiales y Patrones Recurrentes.

Por ejemplo, en la música se utilizan habilidades matemáticas menores para contar los ritmos en una medida, y habilidades matemáticas mayores para analizar :

- a) la forma y estructura musical
- b) como pueden repetirse o transformarse los patrones musicales.

-Razonamiento Abstracto :

Utilizamos nuestro cerebro para recibir la información de nuestro medio ambiente, la cual es analizada y procesada en diferentes formas. Una de ellas es “ Abstractamente “.

El Razonamiento Abstracto es el proceso de llegar a conclusiones a través del uso de símbolos o generalizaciones, los cuales se utilizan al manejar los números para resolver problemas matemáticos. En

¹ Recibido el 30 de noviembre y aceptado el 2 de diciembre del 2008.

² E-mail: willshak5280@yahoo.com.mx

Música, se utiliza el Razonamiento Abstracto cuando al leer una partitura, se traduce la música impresa en símbolos específicos y duraciones de sonido. La capacidad para “ leer rápidamente “ esos símbolos de notas, y entendiendo como deben de sonar, depende de la utilización de dicho Razonamiento.

-Habilidad Espacial :

Otra forma de aprender es mediante la capacidad de percibir o resolver problemas asociados con las relaciones que existen entre objetos o figuras, incluyendo : Posición, Dirección, Tamaño, Forma y Distancia. La habilidad espacial se utiliza para resolver rompecabezas, o colocar un objeto aparte y regresarlo a su lugar, o reorganizar mentalmente el mobiliario en una habitación, antes de tocar cualquier cosa. O sea, la habilidad para tomar una imagen real o mental con diferentes objetos; y ser capaz de colocar, y revisar los objetos que existen en ella.

-Utilizando la Habilidad Espacial en la Música :

- a).- Componiendo o Escuchando Música : Para ser capaz de colocar, valorar y revisar las frases complejas y las secciones de una composición musical.
- b).- Identificando la Música : La capacidad de observar los Patrones de la música impresa y reconocer una canción o pieza en especial. Las personas con un pequeño adiestramiento, pueden utilizar su habilidad espacial para aprender los diferentes elementos que intervienen en la estructura de una pieza musical.
- c).- Al Experimentar la Música : Al mover su cuerpo y haciendo gestos, Ud. Está traduciendo la música que ve o que escucha. La Música y el movimiento van juntos. Al tocar las teclas del piano, su cerebro procesa los sonidos que Ud desea tocar, y los traduce en finas habilidades musicales. Ud utiliza la capacidad de coordinación de sus manos y dedos para tocar la tecla correcta en el momento adecuado.

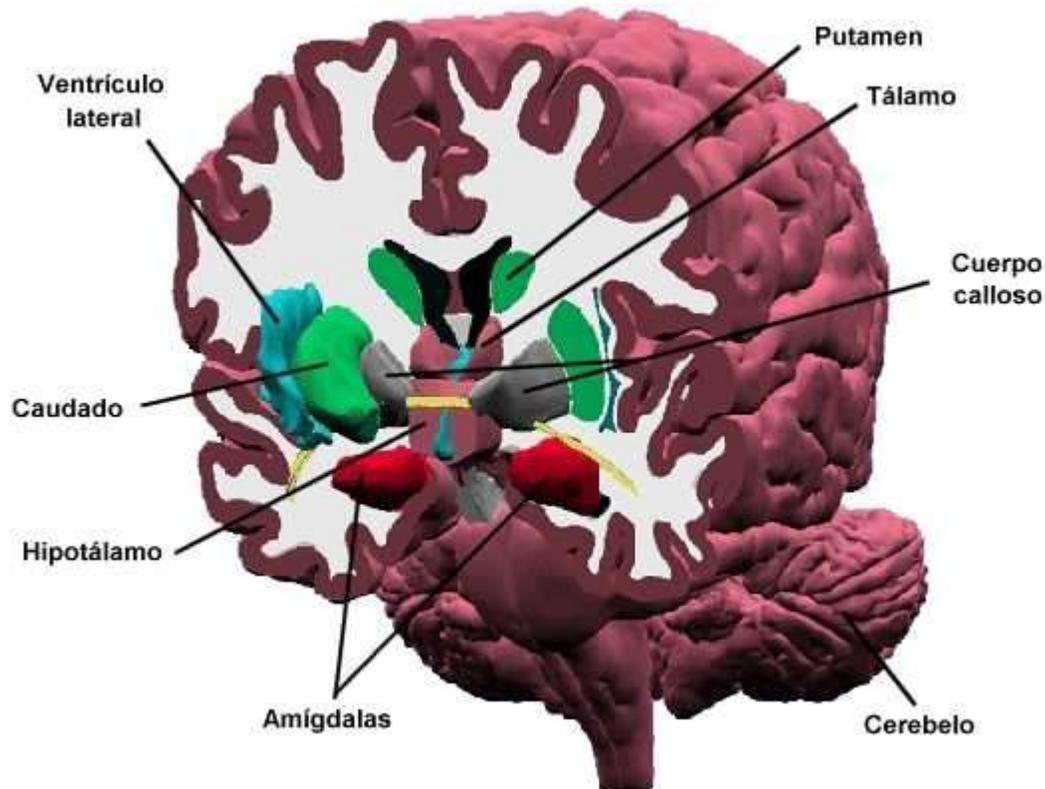
II.- BASES NEUROANATÓMICAS Y NEUROFISIOLÓGICAS :

William J. Cromie explica en - Como su Cerebro Escucha la Música : “ El sonido transmitido al oído interno es desmenuzado de acuerdo con el espectro de frecuencias que forman los sonidos, desde las frecuencias más bajas hasta las más altas. Niños que estudian música resuelven mejor problemas, que aquellos que no tienen ese entrenamiento. Todos los humanos tienen una capacidad innata para procesar la música. Existe la teoría de que los humanos vienen al mundo con el cerebro ya estructurado para aprender el lenguaje. El desempeño musical abarca muchas habilidades cognitivas, preceptuales y motoras. Estas habilidades pueden transferirse a diferentes formas de actividades intelectuales ”.

Mon – Chaio – Lo en su trabajo acerca de la Música y sus Efectos en el Cerebro Humano, nos dice : “ Nuestro cuerpo trata en forma natural de sincronizarse con los sonidos y ritmos externos. Los expertos en música de relajación sugieren que el tiempo de 60 a 90 latidos por minuto es el ideal para la relajación pues concuerda con la frecuencia cardiaca. Niños menores de 3 años que son expuestos a la música clásica posteriormente son mejores estudiantes de ciencias, de matemáticas y con coeficientes intelectuales más altos. Puesto que la música está tan orientada hacia las matemáticas, los expertos piensan que al escucharla, los niños están ejercitando – la misma parte – del cerebro que maneja las

matemáticas, lógica y el razonamiento de alto nivel. Aquí podemos mencionar que el programa Kindermusik para Principiantes permite el aprendizaje de niños de 3 y medio a 5 años, asociando la música con el juego estructurado, lo cual los prepara y motiva para todo tipo de aprendizaje.

Las áreas del cerebro involucradas en la audición, memoria, e incluso visión – particularmente aquellas en el hemisferio derecho – coordinan la percepción y memoria musical. Simplemente escuchando música provoca un aumento en el flujo sanguíneo en el lóbulo temporal derecho, que se asocia con la Audición, así como en la parte posterior del hemisferio derecho que se relaciona con la Visión (puesto que el estímulo musical genera una imagen visual). La música estimula una región en el hemisferio izquierdo llamada área de Broca y que se relaciona con el Lenguaje (no solo identifica los sonidos del lenguaje, sino todos los conocidos). Por el contrario, el Timbre y sus cambios son fundamentalmente identificados en el hemisferio derecho ". De acuerdo con un estudio realizado por investigadores estadounidenses y belgas, dirigidos por Petr Janata, del Centro de Neurociencia Cognitiva de Dartmouth, New Hampshire y publicado en la revista Science de Diciembre 13, 2002 ; fue posible elaborar por primera vez un mapa de las regiones del cerebro humano responsables de percibir la música. Ellas son :



a) Corteza Prefrontal Rostromedial.

Recuerda y procesa los tonos. Responsable del aprendizaje de las estructuras musicales.

b) Lóbulo Temporal Derecho.

Procesamiento básico del sonido. Separa la armonía musical de otros estímulos auditivos.

c) Sistema Límbico.

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

Asimismo, Manfred Clynes, PhD (citado por Margaret Seleme de Guevara) nos dice en su libro - La Música, la Mente y el Cerebro -, 1982 : “ La música compromete a nuestro cerebro en su totalidad. La estructura, los intervalos, la calidad y el timbre armonioso de la música y los patrones espaciales temporales de largo plazo son reconocidos por nuestro hemisferio no-dominante (en la mayoría de nosotros el hemisferio derecho). Por otro lado, las signaturas de corto plazo de la música como ser el volumen que cambia rápidamente, la trayectoria exacta y rápida del tono, el tempo (pacing) y la letra son reconocidos por el hemisferio dominante (en la mayoría de nosotros el izquierdo) “.

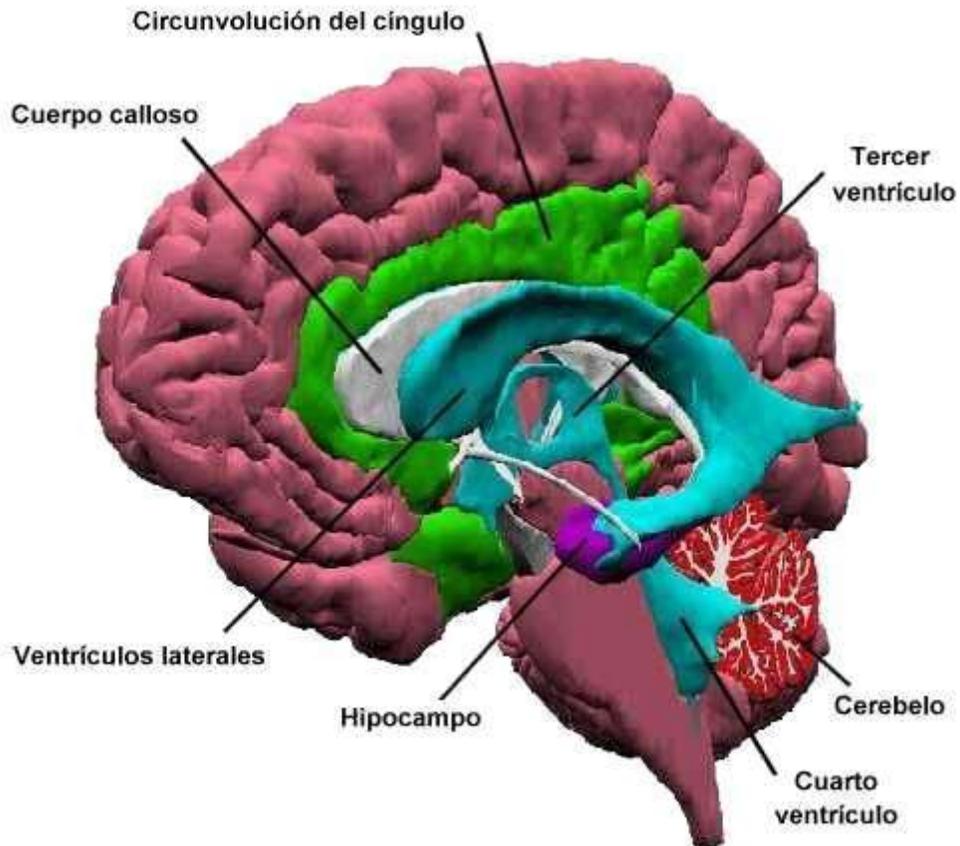
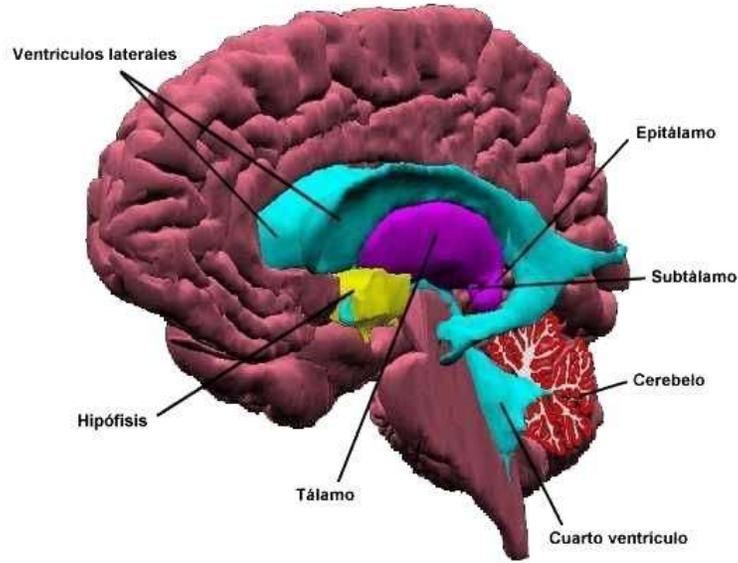
Robert J. Zatorre (citado por Bruce Bowers), neurocientífico del Instituto Neurológico de Montreal y sus colegas, encontraron que las áreas del cerebro que participan en la audición, recuerdo e incluso visión – particularmente las del hemisferio derecho – coordinan la percepción y memoria musical. Simplemente escuchando melodías, aumenta el flujo sanguíneo cerebral en el lóbulo temporal derecho que es el que participa en la audición, así como en el área posterior del hemisferio derecho previamente asociada con la visión.

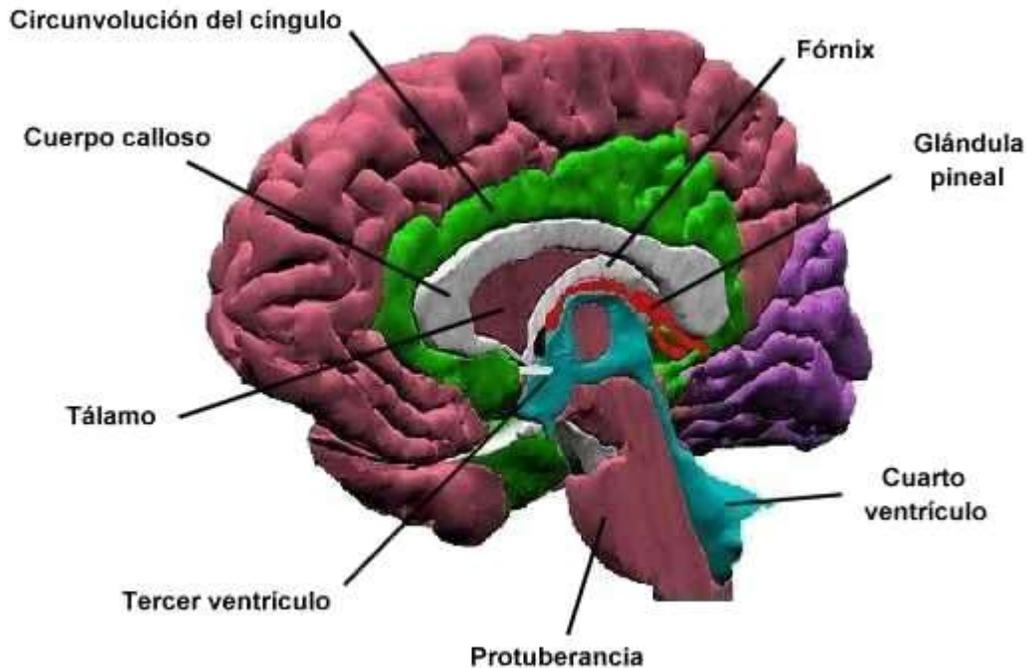
Porciones adicionales de las capas externas e internas del cerebro, nuevamente fundamentalmente en el lado derecho, mostraron cambios en el flujo sanguíneo cerebral durante las comparaciones de tono. Las comparaciones entre la primera y última nota, que fueron las que crearon las mayores demandas en la memoria de los voluntarios que participaron en este estudio, produjeron cambios en el lóbulo temporal sugiriendo el funcionamiento de un sistema cerebral dedicado a la memoria de corto plazo para los sonidos.

Norman M. Weinberg explica en su artículo Música y el Cerebro : “ infantes tan jóvenes como de 2 meses voltearán hacia sonidos consonantes o agradables, y se alejarán de los disonantes. La música abarca muchas áreas distribuidas a lo largo del cerebro, incluyendo aquellas que normalmente están involucradas en otro tipo de conocimientos. Una región en el lóbulo frontal permite la construcción de la sintaxis tanto de la música como del lenguaje. La corteza auditiva del lóbulo temporal se encarga de recibir la información enviada por medio del nervio auditivo y que es transformada por la coclea del oído interno de sonidos complejos a sus frecuencias elementales.

La respuesta a la música como tal es más complicada. Ella consiste en una secuencia de tonos, y su percepción depende de reunir las relaciones entre los sonidos. Muchas áreas del cerebro están involucradas en procesar los diversos componentes de la música. Por ejemplo, el Tono incluye tanto las

frecuencias como las intensidades de un sonido. Las respuestas de neuronas auditivas dependen de la localización de - cierto tono - dentro de una melodía ; pudiendo ser más intensa cuando - dicho tono - es precedido por otros tonos más que cuando es el primero. Además, las células reaccionan en forma diferente al mismo tono cuando es parte de una melodía ascendente (de tonos bajos a altos). En relación al Ritmo, el lóbulo temporal izquierdo parece procesar estímulos más breves que el lóbulo temporal derecho y por lo tanto estaría más involucrado cuando la persona está tratando de discernir el ritmo al escuchar sonidos musicales más breves. Las regiones auditivas del lóbulo temporal derecho se activan cuando se enfoca en los aspectos de la Armonía. Al Timbre también se le asigna una preferencia en el lóbulo temporal derecho. La discriminación entre diferentes timbres también se da en esa zona. Ciertas neuronas se vuelven extra sensibles a sonidos que atraen la atención y que son almacenados en la memoria. El aprendizaje - reajusta o resintoniza – el cerebro de tal forma que más neuronas responden mejor a sonidos conductualmente importantes. Este proceso de ajuste neuronal se extiende a lo largo de la corteza, editando el mapa de frecuencia de tal manera que una mayor área de la corteza procesa los tonos importantes. El aprendizaje por - reajuste o resintonía - puede ayudar a explicar porque podemos reconocer rápidamente una melodía conocida estando en un cuarto ruidoso y también porque las personas que sufren pérdida de la memoria por enfermedades neurodegenerativas como la de Alzheimer pueden recordar aún música que habían aprendido en el pasado. Incluso cuando no está presente el sonido, todos podemos – escuchar – una melodía al recordarla. Piense en cualquier pieza de música que Ud. conozca y - tóquela – en su cabeza. ¿ En que parte del cerebro se está tocando ?. Muchas de las mismas áreas en los lóbulos temporales que se involucran al escuchar una melodía también lo hacen simplemente al recordarla. Así como algún entrenamiento aumenta el número de neuronas que responden a un sonido cuando este se vuelve importante, el aprendizaje prolongado (como en el caso de los músicos) produce respuestas más marcadas y cambios físicos en el cerebro. Los músicos, que generalmente practican durante muchas horas al día por años muestran tales efectos, sus respuestas a la música difieren de aquellas de los no –músicos; también muestran un mayor desarrollo de ciertas áreas de sus cerebros. Se ha encontrado que cuando los músicos escuchan una melodía en el piano, cerca de un 25 % más de sus regiones auditivas en el hemisferio izquierdo responden, a diferencia de las personas no – músicas. Asimismo, esta expansión del área de respuesta es mayor entre más joven se inicien las clases. Estudios en niños sugieren que la experiencia musical temprana puede facilitar el desarrollo.





El registro de respuestas cerebrales en niños de 4 y 5 años de edad a tonos puros de piano, violín y tonos puros demostró que aquellos que habían recibido una mayor exposición a la música en sus hogares mostraron una mayor actividad cerebral auditiva, en comparación con niños 3 años mayores que no habían recibido dicho entrenamiento. Los músicos pueden mostrar mayores respuestas a los sonidos, en parte porque su corteza auditiva es más extensa. El volumen de la corteza auditiva en los músicos puede llegar a ser 130 % mayor. Los porcentajes de volumen aumentan en proporción a los niveles de entrenamiento musical, sugiriendo que el aprender música aumenta proporcionalmente el número de neuronas que la procesan. Además, el cerebro de los músicos dedica más áreas hacia el control motor de los dedos utilizados para tocar un instrumento. Las regiones cerebrales que reciben impulsos sensoriales del 2º al 5º dedos (índice a meñique) de la mano izquierda son significativamente más grandes en violinistas (que son precisamente los dedos que se utilizan para realizar movimientos rápidos y complejos al tocar el violín). En contraste, no hay agrandamiento de las áreas de la corteza cerebral que reciben impulsos de la mano derecha, la cual controla el arco y no requiere movimientos especiales de los dedos. El cerebro de trompetistas profesionales reacciona en una forma más intensa solo al sonido de una trompeta, y no por ejemplo – a la de un violín. El Cuerpo Calloso Anterior, que contiene la banda de fibras que interconectan las 2 áreas motoras, es mayor en músicos que en no- músicos. Nuevamente, el tamaño del incremento es mayor entre más joven se empiezan las lecciones musicales. El tamaño de la corteza motora, así como la del cerebelo (región en la parte posterior del cerebro) – que participa en la coordinación motriz – es mayor en los músicos. El lóbulo temporal es necesario para comprender la melodía, pero no para producir una reacción emocional, la cual se produce por debajo de la corteza cerebral, e involucra partes de los lóbulos frontales. Existen diferentes reacciones tanto emocionales como

fisiológicas al escuchar diferentes tipos de música. Los Acordes Consonantes activan el área orbitofrontal del cerebro (que forma parte del sistema de recompensa) del hemisferio derecho, y también parte del área por debajo del cuerpo calloso; a diferencia de los Acordes Disonantes que activan la zona de la circunvolución del parahipocampo derecho. Por lo tanto al menos 2 sistemas, cada uno relacionado con un diferente tipo de emoción , entran en función cuando el cerebro procesa emociones relacionadas con la música. Ella produce placer al activar algunos de los – Sistemas de Recompensa – que son estimulados por la comida, el sexo, y las drogas adictivas.

La música tiene una base biológica y el cerebro tiene una organización funcional a la música. Muchas regiones del cerebro participan en aspectos específicos del procesamiento musical, ya sea apoyando la percepción (tal como aprendiendo una melodía) o evocando las reacciones emocionales. Los músicos parecen tener especializaciones adicionales, particularmente hiperdesarrollo de algunas estructuras cerebrales. Estos efectos demuestran que el aprendizaje – reajusta o resintoniza – el cerebro, aumentando tanto las respuestas de neuronas individuales y el número de neuronas que reaccionan fuertemente a sonidos importantes para el individuo “. De acuerdo con Kristin Leutwyler, en Explorando el Cerebro Musical : “ La música – al igual que el lenguaje – estimula muchas áreas del cerebro, incluyendo regiones normalmente involucradas en otro tipo de funciones. El cerebro no tiene un centro “específico de la música “. La musicalidad reside fundamentalmente en un lado del cerebro – el hemisferio derecho. La corteza auditiva en el hemisferio derecho discrimina cambios locales en la duración de las notas y en su separación, en tanto que la agrupación por Ritmo abarca áreas en ambos hemisferios. Pero la música va más adentro de la corteza auditiva y visual, hasta el sistema límbico que controla las emociones. Música con un tiempo rápido en una clave mayor, produjo todos los cambios asociados con alegría; en contraste, un tiempo lento y una clave menor produjo tristeza. La música disonante produce emociones desagradables, mientras que las melodías consonantes estimulan estructuras del sistema límbico asociadas con el placer. Posiblemente la música se vuelve una ventaja al estimular nuestros mecanismos primitivos de coordinación, estimulando nuestra necesidad de encontrar patrones en el medio ambiente (reconocimiento de Patrones) “. Geetanjali Vaidya, nos dice en Música, Emoción y el Cerebro : “ Ritmos rápidos junto con disonancia producen Temor. Niños tan pequeños hasta de 4 meses muestran reacciones negativas (desagradables) a la disonancia. Los diferentes grados de disonancia causan una mayor actividad en las regiones paralímbicas, que se asocian con los procesos emocionales.

La música puede disminuir los niveles de cortisol (asociado con el stress) y elevar los niveles de melatonina (que puede producir sueño) “.

William J. Cromie, explica en Música en el Cerebro – los investigadores exploran la biología de la música : “ Los bebés responden a la música desde su vida intrauterina. La percepción musical surge de la interacción de actividad en ambos lados del cerebro. La región del cerebro que se dedica a la identificación del tono perfecto también está involucrada en la percepción del lenguaje. El lado izquierdo del cerebro se encarga de procesar los cambios rápidos en la frecuencia e intensidad, tanto en música como en palabras. Ambos lados del cerebro son necesarios para la percepción completa del ritmo. La corteza frontal también juega un papel en la percepción del ritmo y la melodía. Algunos investigadores suponen que la música y el lenguaje antecedieron al lenguaje “.

Howard Gardner, nos dice en : Estructuras de la Mente, La Teoría de las Inteligencias Múltiples : “ De todos los dones con que pueden estar dotados los individuos ninguno surge más temprano que el talento musical. Aunque ha sido corriente la especulación sobre el tema, sigue siendo incierto precisamente por qué el talento musical surge tan temprano, y cuál podría ser la naturaleza de este don. Los infantes desde los 2 meses de edad ya pueden igualar el tono, volumen y contornos melódicos de las canciones de sus madres, y los infantes de 4 meses pueden también igualar la estructura rítmica. Entre los Anang de Nigeria los infantes de apenas 1 semana de edad son iniciados en la música y en la danza por sus madres. Las habilidades lingüísticas están lateralizadas casi en forma exclusiva al hemisferio izquierdo en los individuos normales diestros, la mayoría de las capacidades musicales, incluyendo la capacidad central de la sensibilidad al tono, están localizadas casi en todos los individuos normales en el hemisferio derecho. La habilidad para percibir y criticar las interpretaciones musicales parece apoyarse en las estructuras del hemisferio derecho. Algunos músicos han tenido dificultades después de sufrir daños en el lóbulo temporal izquierdo. En casi todas las pruebas con individuos normales, las habilidades musicales están lateralizadas al hemisferio derecho. Cuanto mayor preparación musical tenga un individuo es más probable que utilice al menos parcialmente los mecanismos del hemisferio izquierdo para resolver una tarea que el novicio ataca en forma primordial empleando los mecanismos del hemisferio derecho. Incluso los músicos realizan el análisis de acordes con el hemisferio derecho, no con el izquierdo. Por otra parte, todavía no está del todo claro - por qué - con el adiestramiento aumentan los efectos del hemisferio izquierdo. Mientras que el procesamiento físico de la música puede cambiar de lugares, también es posible que el sólo fijar etiquetas verbales a fragmentos musicales haga aflorar un dominio – aparente - del hemisferio izquierdo para el análisis musical. Los músicos adiestrados pueden utilizar clasificaciones lingüísticas “ formales “ como auxiliares en los casos en que los sujetos no adiestrados deben apoyarse en capacidades de procesamiento puramente figuradas. Sin embargo, lo que se debe recalcar es la sorprendente diversidad de representaciones neurales de la habilidad musical que se encuentra en los seres humanos.

Es concebible que el sistema nervioso pueda ofrecer pluralidad de mecanismos para realizar estas funciones. La música califica como una capacidad intelectual autónoma. Ninguna de las afirmaciones relativas a la falla musical indican cualquier conexión sistemática con otras facultades (como los procesamientos lingüístico, numérico o espacial) ; en este sentido, la música parece –sui generis -, igual que el lenguaje natural. Los patrones de falla singular en la habilidad musical proporcionan una impresionante serie de pruebas a favor de la autonomía de la inteligencia musical. Las diversas series de pruebas indican que, como el lenguaje, la música es una competencia intelectual por separado. Existen relaciones interesantes e integrales entre la música y otras esferas del intelecto, como son : a) con los sistemas simbólicos humanos y competencias intelectuales (Richard Wagner), b) con el lenguaje corporal y los gestos. Los niños más pequeños relacionan de manera natural la música con el movimiento del cuerpo y la danza, c) con la inteligencia espacial. La localización de las capacidades musicales en el hemisferio derecho indica que determinadas habilidades musicales pueden estar íntimamente relacionadas con las capacidades espaciales. Los compositores dependen de poderosas habilidades espaciales, que se requieren para postular, apreciar y revisar la compleja estructura de una composición, d) con la vida sentimental, y e) con la esfera matemática. Ya desde los descubrimientos clásicos de Pitágoras, las relaciones entre la música y las matemáticas han atraído la imaginación de los individuos que reflexionan. Para apreciar la operación de los ritmos en la obra musical, es necesario que el individuo

posea cierta competencia numérica básica. Las interpretaciones requieren cierta sensibilidad a la regularidad y relaciones, que a veces pueden ser bastante complejas. Pero esto se mantiene como razonamiento matemático sólo en una categoría hasta cierto punto baja. Existen elementos claramente musicales, si no de “altas matemáticas” en la música que no deben de minimizarse. Cuando se trata de una apreciación de las estructuras musicales elementales, y de cómo se pueden repetir, transformar, insertar o contraponer entre sí de cualquier otra manera, uno encuentra el pensamiento matemático en una escala un tanto más elevada. La música merece ser considerada como ámbito intelectual autónomo “. Finalmente, Thomas H Leahey explica en el capítulo 11 : Neurofisiología del Aprendizaje y la Cognición, de su libro - Aprendizaje y la Cognición : “ El Hipocampo, junto con la Amígdala, forman el Sistema Límbico. Su función psicológica esencial es establecer rápidamente conexiones (a menudo en un solo ensayo) entre patrones de acontecimientos ordinariamente no relacionados mediante el establecimiento de representaciones flexibles de estímulos múltiples que resultan así asequibles a los múltiples sistemas de respuesta. Interviene en el aprendizaje de propósito general. Parece desempeñar el papel central en la consolidación de la memoria. Las demás estructuras que también intervienen en los procesos de Aprendizaje y Memoria son :

- a) Lóbulo Temporal Medial (Diencefalo) – Memoria Declarativa o Explícita : para Hechos y Acontecimientos.
- b) Núcleo Estriado – Memoria No Declarativa o Implícita : para Habilidades y Hábitos.
- c) Neocorteza – Memoria No Declarativa o Implícita : para Facilitación (priming).
- d) Amígdala – Memoria No Declarativa o Implícita : para Respuestas Emocionales (condicionamiento clásico).
- e) Cerebelo – Memoria No Declarativa o Implícita : para el control de la Musculatura Esquelética (condicionamiento Clásico).
- f) Vías Reflejas - Memoria No Declarativa – Implícita : para el Aprendizaje No Asociativo.

El Hipocampo aunque no es el lugar de almacenamiento de la memoria, desempeña un papel importante en la creación de los recuerdos.

Desde el punto de vista de la NEUROFISIOLOGIA, las ondas cerebrales (detectadas mediante el encefalograma) se dividen en 4 categorías : beta (las más rápidas), alpha, theta y delta.

-Alpha :

Aquellas entre los 7.5 y 13 ondas por segundo (Hz). Generalmente se ven mejor en las regiones posteriores de la cabeza en ambos lados, siendo de una amplitud mayor en el lado dominante. Surgen al cerrar los ojos y al relajarse, y se suprimen al abrir los ojos o alertándose por cualquier mecanismo (pensar, calcular). Es el ritmo mayormente visto en adultos normales relajados – está presente durante la mayoría de la vida especialmente más allá de los 30 años cuando dominan el trazo encefalográfico en estado de reposo. Permiten visualizar escenas en el interior de nuestra mente, la imaginación se activa y la persona se encuentra tranquila y relajada. Se presenta en la relajación y meditación profundas.

-Beta :

Equivalen a “ actividad rápida “. Tienen una frecuencia de 14 o más Hertz. Generalmente se ven en ambos lados con distribución simétrica y son más evidentes frontalmente. Se acentúan por los medicamentos sedativos – hipnóticos especialmente las benzodiazepinas y los barbitúricos. Pueden estar ausentes o reducidas en áreas con daño en la corteza cerebral. Generalmente se consideran como un ritmo normal. Es el ritmo dominante en pacientes que están alertas o ansiosos o cuando tienen los ojos abiertos. Se pueden dividir en “ buenas “ Beta (estados de gran claridad) y “ malas “ Beta (conductas compulsivas hiperactivas).

-Theta :

Tienen una frecuencia de 3.5 a 7.5 Hz y se consideran como de actividad “ lenta “. Son anormales en adultos despiertos pero perfectamente normales en niños hasta los 13 años y en el sueño. Pueden verse como un trastorno focal en lesiones localizadas por debajo de la corteza cerebral; y en distribución generalizada en un trastorno difuso, en la encefalopatía metabólica, o trastornos profundos en la línea media, o a veces en la hidrocefalia. En estados altamente creativos, con intuiciones súbitas que nos dan aparentemente visualizaciones internas y soluciones nuevas a viejos problemas no resueltos (el estado Eureka !). Asimismo, nos pone en contacto con recuerdos reprimidos de estados altamente emocionales que mantenemos reprimidos bajo nuestro nivel de conciencia – reintegrando, reorganizando y unificando esta información de energía fragmentada.

-Delta :

Son de 3 Hz o menos. Tienden a ser las más altas en amplitud y las que tienen las ondas más lentas. Son bastante normales y son el ritmo dominante en infantes y en las etapas 3 y 4 del sueño. Pueden aparecer localizadas solo en ciertas zonas por lesiones por debajo de la corteza cerebral y en distribución general en las lesiones difusas, encefalopatía metabólica con hidrocefalia o en lesiones profundas en la línea de en medio. Generalmente son más prominentes frontalmente en adultos (como por ejemplo : Delta Frontal Intermitentemente Rítmico) y posteriormente en niños (ej. : Delta Occipital Intermitentemente Rítmico). Corresponden al procesamiento subconsciente de información y al rastreo subconsciente del medio ambiente para encontrar información importante para la supervivencia.

“ El hipocampo ha sido implicado fuertemente en el aprendizaje y la memoria en muchos organismos “ (John R. Anderson : Aprendizaje y Memoria – Un enfoque integral).

-Repentización Musical :

Repentizar es el acto de leer música e interpretarla inmediatamente. Al igual que la lectura oral, esta habilidad hace un uso muy grande de la Memoria Operativa, puesto que las notas musicales deben conservarse en la memoria operativa durante unos pocos segundos antes de que puedan interpretarse en el instrumento. El músico que memoriza una pieza entera y la interpreta de memoria utiliza la Memoria a Largo Plazo. En la capacidad de repentizar están implicados varios factores. Durante la repentización la información sobre la música escrita se agrupa en unidades en la memoria operativa. El músico experimentado puede recurrir al conocimiento sobre la teoría de la música, así como a su experiencia de interpretación para reunir esos estímulos visuales en unidades más grandes y más útiles; por ejemplo : la codificación de todas las notas en ambas claves para una medida completa como una unidad, mientras

que el músico menos experimentado podría tener que codificar cada nota, cada clave y cada indicador de compás como una unidad separada. Esto ofrece un argumento científico a la importancia de estudiar teoría musical, al menos por su utilidad en la ejecución. Existen grandes diferencias en cuanto a la dificultad de repentizar diferentes tipos de música, siendo los géneros musicales más predecibles los más fáciles y los menos predecibles los más difíciles. Por ejemplo, la música de cámara barroca es bastante fácil porque hay mucha semejanza en las diferentes partes de una pieza determinada. Los límites a la composición en aquella época eran tan grandes que la posibilidad de predecir es mucho mayor que, por ejemplo, la música atonal del siglo XX, que sigue muchas menos reglas. Por tanto, esta última es mucho más difícil de repentizar porque las unidades de información en la memoria operativa deben de ser mucho menores. Hay también mucha menos redundancia en la música moderna.

SUGERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Música y el Cerebro Humano :

- Cromie, William J : How Your Brain Listens to Music. Harvard Gazette Archives. 1997
- Scientific American : Music and the Brain. October 25, 2004
- Bower, Bruce : Brain Images Reveal Cerebral Side of Music, positron emission tomography scanning reveals activity that occurs when listening to music. – Science News.
- Chaio, Lo : Music and its Affects on the Human Brain. River Ridge High School.
- Seleme de Guevara, Margaret : Aprendizaje Basado en Como Aprende el Cerebro. El Efecto de la Música en Nuestro Cerebro. Part 4.
- Adams RB y P, Janata. : A Comparison of Neural Circuits Underlying Auditory and Visual Object Categorization: Neuroimage. 2002 Jun; 16 (2) : 361 – 77.
- Janata P., Tillman B, Bharucha JJ : Listening to Polyphonic Music Recruits Domain – General Attention and Working Memory Circuits. Cogn Affect Behav Neurosci. 2002 Jun; 2 (2) : 121 – 140.
- Janata P., Birk JL, Van Horn JD, Leman M, Tillman B., Bharucha JJ : The Cortical Topography of Tonal Structures Underlying Western Music. Science 2002 Dec 13;298 (5601) : 2167 – 70.
- Tillman, B, Janata P, Bharuchha JJ : Activation of the Inferior Frontal Cortex in Musical Priming : Brain Res Cogn Brain Res. 2003 Apr 16 (2) : 145 – 161.
- Tillman B., Janata P., Birk, J., Bharucha JJ : The Costs and Benefits of Tonal Centers for Chord Processing : J Exp Psychol Hum Percept Perform. 2003 Apr; 29 (2) : 470 – 482.
- Janata P., Grafton ST. ; Swinging in the Brain; Shared Neural Substrates for Behaviors Related to Sequencing and Music. Nat Neurosci. 2003 Jul; 6 (7) : 682 – 7.
- Tillman B., Janata P., Bharucha JJ. : Activation of the Inferior Frontal Cortex in Musical Priming. Ann N Y Acad Sci. 2003 Nov; 999 : 209 – 211.
- Vaidya, Geetanajali : Music, Emotion and the Brain.
- Cromie, W. : Music on the Brain – researchers explore the biology of music. Harvard Gazette Archives, 2001.
- Blood, A.J., et al : Emotional Responses to Pleasant and Unpleasant Music Correlate with Activity in Paralimbic Brain Regions. Nature Neuroscience, 2, 382-387.
- Intensely Pleasurable Responses to Music Correlate with Activity in Brain Regions

- Implicated with Reward and Emotion. Proceedings of the National Academy of Science.
- 98, 112818 – 11823.
- Heslet, Lars : Our Musical Brain. Musica Humana .
- What Makes Music so Significant ?. transcription of episode of Closer to Truth. Interview
- with Jeanne Bamberger, Robert Freeman, and Mark Tramo, conducted by Robert Kuhn.
- Lemonich, M : Music on the Brain. Biologist and psychologist join forces to investigate how and why humans appreciate music. Time Reports. 2000.
- Levitin, D. J. : In Search of the Musical Mind. Cerebrum, 2000, vol 2, No 4.
- Jude Tramo, Mark : Biology and Music – enhanced – Music of the Hemispheres. Science,
- The Biology of Music. The Economist. 2000
- Exploring the Musical Brain. Scientif American. 2001.
- O'Donell, L. : The Power of Music.
- Gardner, Howard : Estructuras de la Mente. La teoría de las inteligencias múltiples. Cap. VI – Inteligencia musical. 2ª. ed. F.C.E., México. 1994.
- Leahey, T.H. y R.J. Harris : Aprendizaje y Cognición. Cap. 11 – Neurofisiología del Aprendizaje y la Cognición. 4ª. ed. Prentice Hall. Madrid, 1998.
- Sadie, Stanley, Editor : The New Grove Dictionary of Music and Musicians. 2th. Ed. Mc. Millan Pub. New York, 2001, vol. 15, p. 379 – 381 :