



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
Programa de Maestría y Doctorado en Música

Facultad de Música
Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico
Instituto de Investigaciones Antropológicas

LA RELACIÓN ENTRE LOS PROCESOS DE LECTO-ESCRITURA Y LA MÚSICA
DESDE LA PERSPECTIVA NEUROCOGNITIVA

TESINA
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE
MAESTRA EN MÚSICA (COGNICIÓN MUSICAL)

PRESENTA
VALERIA GALVAN CELIS

TUTOR
DRA. ALMA GABRIELA DZIB AGUILAR
(LEARNING & NEURO-DEVELOPMENT RESEARCH CENTER)

MÉXICO, D. F. OCTUBRE 2015



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos

Antes que nada a Dios por darme la oportunidad de cursar esta maestría en Cognición Musical que abrió mi perspectiva hacia la música y la psicología.

A mi esposo Luis Felipe por su apoyo y amor incondicional, por su paciencia y espera en horas de continuo trabajo, por siempre esperarme para platicar aunque fuera después de una larga sesión de acomodo de ideas.

A mi querida asesora Alma, que desde antes de ser aceptada en la maestría de Música confió en mi proyecto, y dio guía a mis primeras ideas, por ser mi compañera de aprendizajes y descubrimientos, por su paciencia en todo momento y por plantearme retos nuevos que me mantuvieron emocionada y entusiasmada en toda la maestría, por ser además de un motivo por aprender el impulso de muchas ideas que seguirán...

A Irina Mikhailova y de nuevo a la Dra. Alma Dzib Goodin por ser parte de este equipo conformador de ideas, por compartir desde su perspectiva la construcción del conocimiento interdisciplinar, que sigamos compartiendo ideas y contribuyamos a generar más inquietudes en el campo musical, psicológico, lingüístico y neurocientífico.

A Daniel y Kathleen del Learning and Neuro-Development Research Center, por acompañarme en este proceso de maestría, por su ayuda y disposición en todo momento, por sus sugerencias y aportaciones siempre.

A mis hermanas Chivis y Adri por siempre darme ánimos en la toma de mis decisiones, por compartir mi alegría durante estos dos años de aprendizajes, a Chivis por siempre brindarme su apoyo y ayuda, por sus maravillosos diseños y por acompañarme en mis desvelos para dejar lo mejor posible este proyecto, a Adri, por su ejemplo y perseverancia, por ser una mujer trabajadora y tenaz.

A mis padres Silvia y Rafael por darme el amor y la educación que me dieron durante los años más importantes de mi vida, por ser los pilares que mantuvieron siempre a hijas estudiosas y emprendedoras, por ser un ejemplo con su amor y cariño, por hacernos mujeres de bien y por enseñarnos siempre a luchar por lo que deseábamos.

A mis maestros que formaron parte de esta aventura de maestría en Música, por su tiempo y por compartir tantos conocimientos e ideas, por criticar mi trabajo y aportar su punto de vista: Dr. Enrique Octavio Flores, Dra. Georgina Mercado, Dr. Eduardo Castro-Sierra, Mtra. Gabriela Pérez.

A mis lectores por criticar y apoyar en la reestructuración de mi proyecto de tesina, por compartir sus experiencias en este proceso, por compartir sus artículos para complementar ideas, por su tiempo, por sus sugerencias y por contribuir a seguir

formando profesionistas en el área de Música: al Dr. Eduardo Castro-Sierra, Dr. José Manuel Bautista, Dra. Miviam Ruíz, Mtra. Coral Guerrero, Dr. Enrique Octavio Flores.

Al Dr. Roberto Kolb por brindarme la oportunidad de hacer sonar mis ideas, por animarme a titularme por la publicación de artículo en revista indizada, por dar impulso y continuidad a mi proceso, por creer en mi potencial.

A mis amigos entrañables por sus pláticas amenas, por escuchar mis anhelos y proyectos, gracias por estar siempre en el momento justo: Luis Daniel, César, Marco, Rober, Ana Belém, Mopri, Paty, y por todos los que han formado parte de mi vida.

A la UNAM, en específico a la ahora Facultad de Música, por ser parte de mi vida desde que era pequeña, por ser un espacio de oportunidades y de grandes logros, por ser la máxima casa de estudios abierta para todos, y por todo lo que brinda a sus estudiantes.

Dedicatorias.

A mi esposo Luis Felipe por su amor y su música que siempre me acompañaron en este proceso de construcción de ideas para el proyecto, por hacer mis días más amenos después de largas sesiones de trabajo.

A mis padres Silvia y Rafael por compartir mi alegría y mis expectativas a lo largo de la maestría, por ser siempre un apoyo para mí y ejemplo de vida.

A mi querida asesora Alma por confiar siempre en mi proyecto, por ser parte de días buenos y otros no tan buenos, por permitirme la oportunidad de compartir mis ideas, por siempre ser un impulso para la investigación.

A mis maestros que formaron parte de mi vida y fueron tutores resilientes cuando más los necesité: A José Luis Rojas, epdc. Gabriel Saldívar, Mtra. Lupita Campos, Citlali Camacho, Guadalupe Lobo, Alma Dzib, Alejandra Castillo, Martha Torres.

A mis maestras de italiano y francés Brigita d'Amico y Nicole Thocherie por ser parte de este proceso, por compartir mis logros y esfuerzos al aprender un idioma extranjero, donde se conoce una forma distinta de escuchar y ver el mundo.

A mis hermanas Silvia y Adriana por ser mis compañeras y mis amigas de la vida, por compartir logros y retos.

A mis compañeros y amigos de maestría a Luis Daniel y César por compartir sus proyectos, por ser parte de este proceso, por acompañarme desde las primeras ideas de mi investigación hasta el momento de cierre, por escucharme y darme su crítica, por su consejo oportuno cuando más lo necesité, por sobrevivir a la maestría...

A mi querida Facultad de Música UNAM por ser parte de mi vida desde el CIM y por darme la oportunidad de ser parte de su matrícula estudiantil, seguro nos seguiremos encontrando en el camino...

Índice

I	PRESENTACIÓN	I
1.	Comenzando un poco de historia: Evolución de los Sistemas Sensoriales	1
1.1	Prosodia: la música del lenguaje	8
1.2	Sistemas auditivos y visuales desarrollo intra uterino y postnatal	15
1.3	Estructuras cerebrales compartidas por el lenguaje y la música	19
1.3.1	Áreas cerebrales implicadas en la música	25
1.4	Cualidades acústicas del lenguaje y la música a nivel cerebral	29
1.5	Importancia de los periodos críticos y del ambiente	36
1.5.1	La importancia del ambiente en la adquisición de los procesos de lecto-escritura tanto del lenguaje como de la música	40
1.5.2	El proceso lecto-escritor	53
1.5.3	Procesos de lecto-escritura en la música	58
1.6	Estudios de efectos de la música sobre los procesos de lecto-escritura	63
	Conclusión	67
	Referencias	75
	ANEXO 1. Artículo: La relación de los procesos de lecto-escritura y música desde la perspectiva neurocognitiva	

PRESENTACIÓN

El presente trabajo da cuenta del sustento teórico con el cual se desarrolló el artículo publicado en la Revista Chilena de Neuropsicología titulado “*La relación entre los procesos de lecto-escritura desde la perspectiva neurocognitiva*”. Dicho artículo es producto del trabajo realizado durante la Maestría en Cognición Musical en la Facultad de Música de la UNAM y distintos intercambios con investigadores de Rusia y los Estados Unidos.

El artículo antes mencionado, analiza las relaciones anatómico-funcionales de los procesos de lecto-escritura y el proceso musical, los cuales evolutivamente han compartido estructuras desarrolladas a partir de las interacciones con el ambiente. Por ende, se han determinado habilidades que surgen de la función ambiental ante las necesidades en el medio en que se desenvuelven las personas.

Dicha propuesta, permite reconocer la importancia que la música puede tener en el proceso de aprendizaje de la lecto-escritura, pues tanto el lenguaje como la música comparten elementos acústicos como el tono, el ritmo y el acento. En el caso del lenguaje hablado conforman la prosodia, y son elementos clave en el proceso lecto-escritor para el reconocimiento de las pausas y la cadencia; además, a través de los signos de puntuación, permiten el proceso de la lectura.

Para ello se considera el aspecto neurológico de dicha dependencia, que si bien ha sido ampliamente estudiado y ha reconocido que la música beneficia el proceso de aprendizaje, no es suficiente para establecer una relación clara entre ambos procesos, pues los estudios de neuroimagen sólo dan cuenta de un momento específico de la serie de eventos que surgen ante un estímulo verbal o musical, sin embargo, permiten reconocer que existen estructuras compartidas para todos los procesos dependientes de pautas acústicas y visuales.

Desde la psicología, diversos estudios dan cuenta de las relaciones funcionales entre la música y el lenguaje sin embargo, hace falta explicar el porqué de dicha relación. Ante ello, la principal aportación de este artículo es que permite reconocer el paso evolutivo de ambos procesos y comprender por qué existen interacciones funcionales no

sólo entre la música y la lengua materna, sino incluso entre otros lenguajes como el matemático.

A continuación, se presentan los conceptos teóricos que permitieron fundamentar el artículo que se pone a consideración, comenzando con una rápida visión evolutiva, seguida del reconocimiento de la prosodia, como punto en común entre el lenguaje y la música al ser considerada como la música del lenguaje.

Por supuesto no puede faltar una revisión de los sistemas auditivos y visuales que están implicados en la música y el lenguaje; las estructuras cerebrales implicadas y compartidas en ambos procesos; las cualidades acústicas del lenguaje y la música a nivel cerebral, así como la importancia de los periodos críticos como momentos oportunos de aprendizaje de la lecto-escritura y la música.

Se da especial énfasis a la importancia del ambiente en la adquisición de los procesos de lectura, el proceso lecto-escritor, así como el proceso de lectura de la música y por último los estudios sobre los efectos de la música en el proceso de lecto-escritura, a manera de cierre, las conclusiones de este trabajo, seguidas de las referencias empleadas y como anexo, el artículo publicado.

Sin más que decir, comencemos con una historia que implica miles de años de evolución de la especie humana.

1. Comenzando un poco de historia: Evolución de los Sistemas Sensoriales

Desde el punto de vista evolutivo los sonidos naturales fueron los primeros en deleitar a los oídos con ondas sonoras y, aunque éstos siguen existiendo, la corteza cerebral comenzó a dar cuenta de otras formas acústicas que pudieran ser compartidas y transmitidas de generación en generación, guardando significados específicos a nivel cultural. Ante esto, se puede decir que primero fue el lenguaje a nivel acústico y posteriormente se crearon signos que permitieran la representación visual de esos sonidos y con ello pudieran ser recordados (Dzib Goodin, 2013a).

Si se le mira con cuidado, el sistema auditivo es una combinación de procesos mecánicos e impulsos nerviosos. El prototipo actual ha requerido del diseño de una relación perfecta entre pequeños huesos y las células ciliadas capaces de enviar información al nervio auditivo y de ahí a la corteza auditiva. El sistema es perfectamente eficiente para determinar el lugar en que un objeto ha emitido un sonido, puede ubicar la intensidad y decidir si un sonido es peligroso o amigable.

Ésto es posible, porque corresponde a una ganancia evolutiva desde hace millones de años, con la que los seres humanos al igual que otras especies, lograron sobrevivir de los depredadores gracias al perfeccionamiento de éste y otros órganos sensoriales (Dzib Goodin, 2014; Carlile, 2014). A ello es posible agregar que, para el ser humano, no todos los sonidos son tratados de la misma forma, ya que ha aprendido a distinguir entre los sonidos del ambiente, la música y el lenguaje.

Para esa conquista puesta al servicio de las especies con fines de pervivencia, el oído tuvo que adaptarse para ser usado de un medio acuático a un medio aéreo y esto fue posible gracias al diseño del oído medio que se desarrolló de los arcos branquiales y que en su versión mamífera corresponde a una cadena de tres huesecillos (martillo, yunque y estribo), que transmiten vibraciones producidas por el sonido en el aire, cuyo efecto es recibido en la membrana timpánica ubicada en el oído interno, y finalmente en esa estructura, las vibraciones se traducen en impulsos nerviosos (Mallo, 2001).

En tal caso, para llegar al nivel de sofisticación actual, fue necesario el cambio genético de controles moleculares a diferentes niveles, incluyendo la producción y

diferenciación de las células de la cresta neural, la modulación de los mecanismos de proliferación y supervivencia, el control de interacciones entre los tejidos y el establecimiento de procesos de modelado en los arcos branquiales.

En este sentido, muchos genes se vieron involucrados en los factores de transcripción y señalización de moléculas pertenecientes a distintas familias y receptores (Mallo, 2003). Estos han requerido de procesos de plasticidad en primer lugar, ya que un comportamiento flexible da como resultado el aprendizaje de diversos mecanismos mentales que permiten la variabilidad de la complejidad cognitiva, misma que varía en relación a los medios sociales (Schellenberg y Weiss, 2013).

Además, como consecuencia una variedad biológica, el oído adquirió la neurogénesis y el desarrollo de células ciliadas, gracias a factores de transcripción pro neural de hélice-bucle-hélice conocidas como bHLH que se requieren en diversos contextos de desarrollo, por lo que producto de la evolución se creó el oído de los vertebrados en estructuras tridimensionales que permiten extraer aspectos específicos de los estímulos mecánicos necesarios para la relación entre el sistema vestibular y la audición (Romand y Varela-Nieto, 2003).

Uno de estos factores conocido como *Atoh1*, está implicado en la diferenciación de las neuronas, en células secretoras en el intestino, y en mecanorreceptores, incluyendo las células ciliadas auditivas. Junto a ello se encuentran dos genes bHLH estrechamente relacionados, *Neurog1* y *NeuroD1*, que junto a *Atoh1* regulan el desarrollo neurosensorial en el oído así como la neurogénesis en el cerebelo (Mulvaney y Dabdoub, 2012).

Sin embargo, hace falta algo más para crear un sistema eficaz para las especies. Imagine que oír sonidos no es suficiente para sobrevivir en medio de la noche con todo tipo de criaturas hambrientas acechando; pues hacía falta un par de ojos para poder huir de los depredadores. Se puede decir, que durante muchos años no había seres humanos, sólo especies en el océano con insuficiente luz para ver, por lo que el ojo necesitó estructuras y sistemas sólo para ver con escasa luminosidad, y que aún se usan para ver en la oscuridad: esas células se llaman bastones.

Con el tiempo, esos ojos primitivos tuvieron que adaptarse a la luz, ya que las especies dejaron el nicho acuático para adentrarse en tierra firme, por lo que necesitaron células nuevas para ver en un entorno más iluminado, fue entonces que los ojos comenzaron a ver los colores, y es por eso que actualmente el ojo humano puede percibir frecuencias de luz entre los 400 y los 650 nanómetros, producto de adaptaciones del sistema para dar respuesta al medio para las que fueron necesarios, tal vez, millones de años (Nilsson y Pelger, 1994).

A ello se ha de agregar el rol de la percepción visual en el desarrollo de los núcleos del cerebro medio en mamíferos, y el colículo superior que permiten la percepción espacial y su correspondencia viso-espacial. Aunque no necesariamente se desarrollan juntas, como lo muestran estudios con personas ciegas, quienes son capaces de orientarse en el espacio a pesar de no ver. A diferencia, un bailarín no es capaz de hacer piruetas en el aire sin puntos visuales de referencia, lo que indica que el entorno es clave para el desarrollo de la relación entre los sistema auditivo-espacial y visual (Carlile, 2014).

En el caso de los humanos, la visión dio un brinco mayor cuando se descubrió el fuego, ya que las células visuales tuvieron que adaptarse a una gama más amplia de colores, pues se añadieron la gama de amarillo y rojo, y esto significa que los humanos fueron capaces de distinguir entre los frutos verdes y las frutas maduras, lo que dio un vuelco genético para la especie (Dzib Goodin, 2014).

Es así que estos dos sistemas, el oído y la vista, aprendieron a trabajar juntos, por lo que cuando se escucha un ruido, los ojos buscan ese ruido apoyados por el sistema motor del cuello. Es por ello que se estudia el movimiento como proceso complejo que las especies tienen para sobrevivir, algunos mamíferos como las ardillas o conejos tienen que actuar con rapidez para evitar ser la cena de sus depredadores, pero los seres humanos tuvieron que moverse para encontrar un lugar mejor para vivir, procurar comida y cuidar a sus bebés, en este sentido se volvió indispensable la relación óculo-motora, para todas aquellas habilidades en la necesidad de mover los ojos para concentrarse en un objeto.

Al respecto, Mazel (1991) considera que las impresiones sonoras que se perciben por medio de los sentidos son más activas que las visuales; éstas influyen directamente en

el sistema nervioso ya que el ser humano tiende a asociar el sonido con alguna acción. Por ejemplo, para que el árbol suene, el viento debe moverlo; para que algún ser viviente sea escuchado, debe emitir algún sonido.

En este sentido, puede decirse que el sonido es *per se*, portador de señal de un acontecimiento, proceso o fenómeno. De aquí que la naturaleza activa del sonido sea una de las causas que da fuerza a la música sobre la psique humana.

De este modo, surge una inquietud, ¿cómo llegó la música al entorno? Se dice que fue gracias a la necesidad de reconocer y recordar el ambiente sonoro natural, pues las muchas especies podían emitir sonidos específicos. Por ejemplo, entre las aves canoras, el canto generalmente privativo del macho, parece integrarse a dos funciones relacionadas con la selección sexual darwiniana, cuya finalidad es atraer a las hembras y marcar su territorio frente a otros machos y mantenerlos alejados. Por otro lado, también puede diferenciar entre familias y extraños. Ejemplo de ello se presenta entre los gibones, pues ambos miembros de la pareja cantan y las canciones constituyen una especie de dúo, cuya finalidad es mantener y promover el vínculo monógamo y alejar a parejas competidoras.

Este tipo de cantos han sido vistos como ventaja evolutiva, por lo que los mamíferos no se quedaron atrás, pues entre las ballenas jorobadas, o yubartas, sólo los machos cantan para cortejar a las hembras fértiles, aún cuando otras especies de ballenas también se comunican a través del canto. Por tanto, se puede decir que la música se ha manifestado con fines evolutivos y comportamentales en especies animales (Alonso Cánovas et al., 2008).

Con este tipo de comunicaciones entre las especies, los etólogos comienzan a asociar el comportamiento con la evolución, intentando dar una explicación de cómo el comportamiento se vuelve adaptativo a determinadas circunstancias o contextos. De tal forma que la música y el lenguaje corresponderían a comportamientos evolutivos de acuerdo a necesidades contextuales de la especie humana (Huron, 2003).

A todo esto se agrega un punto crucial que fue la modulación de gestos. En los seres humanos, ya se contaba con ojos para observar, y con la capacidad de movimiento, por lo que los gestos fueron probablemente la forma más primitiva de comunicación,

misma que aún existe en otras especies, pues estos son empleados como pistas visuales de las expresiones emocionales de otros miembros de la especie.

Así lo sugiere Cross (2010) cuando explica que la conversación con gestos aún caracteriza las interacciones comunicativas entre animales, por lo que supone que fue el principio de una comunicación que se limitaba a “*saber cómo*”, pero en el caso de los humanos, cambió al “*saber qué*”, lo cual requirió que de un proceso de comunicación inconsciente se diera paso al uso de símbolos, con el fin de responder de manera efectiva a una especie que descubrió rápidamente las ventajas de la socialización (Teki et al., 2013; Thompson-Schill et al., 2013).

Si este es el caso, ¿dónde estaba el lenguaje en toda esta gama emocional?, ¿girando en el ambiente? Dunbar (2003) explica que el lenguaje surge primero como la reproducción de sonidos del ambiente, ya que al igual que en otras especies comenzó a modularse al parecer como protección porque la voz se convirtió en un medio eficaz para la comunicación de peligro o advertencia entre los miembros de los grupos.

Con la modulación se logró un grupo restringido de sonidos, pero pasaron muchos años antes de que un cambio genético diera paso a un lenguaje estructurado, en este caso, gracias a las proteína P2 que dio paso al gen FOXP2, el cual se localiza en el cromosoma 7 (7q31, en el locus SPCH1), y que permitió el desarrollo de la relación pulmonar con el cerebro que es tan importante para emitir vocalizaciones. Debido a ello, FOXP2 se expresa en varias áreas del cerebro, entre las que se encuentran los ganglios basales y la corteza frontal. Su papel principal se encuentra en la maduración del discurso y el desarrollo del lenguaje en infantes.

Este cambio genético dio paso a la historia de la especie, ya que permitió el control entre la laringe, la boca y la regulación cerebral (Enard et al., 2002; Font Rotchés, y Cantero Serena, 2008).

Por lo anterior, se puede decir que la música tiene un origen filogenético que se manifestó desde sencillos repertorios sonoros en los ancestros del ser humano, quienes articulaban con la úvula y contraían la faringe produciendo sonidos guturales para comunicarse con sus congéneres.

La información que se transmitía mediante sonidos guturales era basada en las memorias del sujeto, era eminentemente emocional y comunicaba la defensa del territorio, daba avisos de la presencia de depredadores, el cortejo o la relación. Sin duda se reconoce su carácter emocional que da fuerza a los mensajes canalizados por la música y su facilidad para emerger o grabarse en la memoria como señales significativas entre la comunidad (Baumgartner et al., 2006).

Bajo este contexto, otro sistema fue creado, como lo aborda Díaz (2010), ya que la música ha sido creada, apreciada y danzada debido a sus poderosos efectos sobre las emociones, los sentimientos, los estados de ánimo y las figuraciones mentales cuya correspondencia vincula de maneras múltiples a los seres humanos.

Desde la época del Barroco, entre 1600 y 1750, se describió que las claves mayores y los tiempos rápidos causan alegría, mientras que las claves menores y los tiempos lentos, producen tristeza o que la disonancia genera ansiedad y miedo. Se puede decir entonces, que el impacto emocional de la música es mucho más complejo debido a las modulaciones no sólo de las claves del ritmo, la armonía o la melodía, sino por las variaciones culturales, individuales y ambientales del auditorio, en general, y de cada escucha, en particular, lo cual le brinda una ventaja cultural sin precedente.

Con la especialización de funciones corticales gracias a eventos genéticos y a la mediación del ambiente, la música surge entre los seres humanos probablemente intentando reproducir o recordar los sonidos del ambiente, y explorando las bondades de la voz humana, lo que pronto se convirtió en un medio para dar cuenta de los comportamientos complejos del ser humano, dada su presencia como acompañamiento a las danzas rituales (Cross, 2010).

De esta forma, fue creando su propio sistema de signos para poder recordar, reproducir y compartir las creaciones a las generaciones posteriores, bajo un principio muy similar al de la escritura de la lengua materna. Por lo anterior, se puede decir que el lenguaje musical, así como las matemáticas y otros idiomas, ha desarrollado sistemas que permiten a las personas comprenderse unas a otras (Besson et al., 2011).

Al ser la adaptación al ambiente una necesidad para todas las especies con el fin de pervivir, es necesario que las redes neuronales se ajusten a las necesidades de respuesta que el aprendizaje contextualizado requiere, por lo que, en tal contexto, la lengua materna, como proceso adaptativo de la especie humana, ha desarrollado una red neuronal específica que ha de flexibilizarse ante la presencia de un código lingüístico ya sea a nivel auditivo y/o visual (Galván Celis, et al., 2014).

De ahí que el ambiente sea el que va creando conexiones específicas que permiten el desarrollo de la comprensión o producción lingüística o musical, a través de necesidades en el contexto, excepto en situaciones en que existe un daño cerebral tal, que impida la entrada sensorial o la percepción de los estímulos, en cuyo caso las respuestas se adaptan de otras formas (Dzib Goodin, 2013b).

En tal sentido, es posible decir que el lenguaje, cualquiera que éste sea, depende del ambiente intercultural, y es capaz de influenciar los procesos cognitivos con el fin de adaptar respuestas o procesos complejos como la lectura, la escritura, o bien la comunicación de ideas y sentimientos en su modalidad auditiva o visual; siempre y cuando se haya adquirido el código específico para emplearlo, y sea necesario para la comunicación o comprensión efectiva de ideas basadas en principios establecidos por la gramática y la sintáxis (Umia-Runge et al., 2014; Matsunaga et al., 2014; Moreno et al., 2011; Moreno, 2009).

Con esta historia evolutiva, la música y el lenguaje compartieron vías a nivel cerebral, bajo dos principios, por un lado comparten la corteza auditiva y por otro, la capacidad de descomponer las unidades acústicas que son compartidas por ambos procesos (Dehaene-Lambertz et al., 2010).

En este sentido, el cerebro ha adaptado su capacidad para el reconocimiento del lenguaje y la música. Si bien es cierto que sólo unos cuantos están inmersos en el lenguaje musical, y se destacan como creadores e intérpretes, todos pueden disfrutarla. Se añade que pasa lo mismo con las habilidades literarias, pues solamente algunos logran escribir poesías, versos o novelas que mueven las fibras emocionales y cognitivas de los

espectadores y a partir de éstas se pueda disfrutar de las historias que los escritores son capaces de producir (Moreno et al., 2008; Patel, 2010).

La música y el lenguaje, por tanto, son características universales de la sociedad humana, se pueden manifestar vocalmente, y de manera escrita. Corresponden a sistemas jerárquicos combinatorios que implican el fraseo expresivo, son dependientes de reglas que proporcionan la recursividad y generan un número infinito de expresiones de un conjunto finito de elementos. El fraseo expresivo, se refiere a cómo las propiedades acústicas de ambas expresiones habladas y frases musicales se pueden modular para transmitir énfasis y emoción (Mithen, 2006).

Esto, gracias a un proceso que une a esas dos historias evolutivas de manera cotidiana, se le conoce como *prosodia*.

1.1 *Prosodia: la música del lenguaje.*

La historia anterior permite comprender que la música y el lenguaje tienen elementos comunes en la evolución de la especie humana. En este sentido, Moreno (2009) explica que tanto la música como el lenguaje comparten en primera instancia el uso del sistema auditivo, así como cuatro parámetros acústicos que son la frecuencia fundamental, las características espectrales, la intensidad y la duración.

Al respecto, Font Rotchés y Cantero Serena (2008) desglosan una serie de características que conforman la melodía del habla y hacen referencia a los fenómenos fónicos como el acento, el ritmo y la entonación, mismos que afectan unidades en los segmentos sonoros (vocales y consonantes), y se denominan fenómenos prosódicos o suprasegmentales. El uso de estos elementos permite al locutor emitir discursos eficaces para la comprensión del receptor, proporciona una estructura rítmica y melódica dentro del discurso e informa sobre cómo se deben integrar y segmentar los sonidos para su entendimiento.

En este sentido, se define a la prosodia, como el énfasis o entonación o melodía del lenguaje. Por su parte, Lafarga (2008) la define como el componente musical del habla que denota actitudes, intenciones, emociones o atribuciones del hablante, cuya característica es

que no transmite información específicamente lingüística, pero informa sobre estados emocionales de quien la usa.

Lo anterior se puede observar a través del discurso que emite un locutor a un receptor. En éste, es posible reconocer una estructura rítmica por medio de pausas, énfasis o entonaciones. Cuando se habla, si se utiliza un cierto contorno melódico compuesto de pausas y ritmo específico, se agregan las entonaciones ascendentes o descendentes que permiten al escucha intuir la intención del locutor (Fonseca-Mora, 2013).

Esta relación se da a nivel neuro-cognitivo, pues los procesos del habla, así como la prosodia lingüística, refieren a la entonación melódica del habla asociada a la puntuación y estructuración lingüística y son procesados por el hemisferio izquierdo, mientras que la prosodia afectiva, la cual presenta mayor cantidad de características musicales, es procesada por el hemisferio derecho (Gallardo, citado en Jordana, 2008).

La prosodia debido a su relación entre el lenguaje y la música proporciona una estructura rítmica y melódica dentro del discurso e informa cómo se deben integrar y segmentar los sonidos para su entendimiento. Las siguientes frases permiten distinguir esto: *¿cómo amaneciste?*, comparado con *¡cómo!*, *¿amaneciste?*, gracias a ello es posible distinguir cuándo una emoción se hace presente en la entonación o énfasis y cambia el sentido de lo que una palabra puede significar (Dzib, 1997).

De esta forma, es posible analizar que las relaciones existentes entre la música y el lenguaje, corresponden a la similitud entre sus componentes fonológicos, sintácticos y semánticos, mismos que permiten observar paralelismos entre las estructuras musicales y las estructuras fonológicas y prosódicas del lenguaje. Esto es porque ambos procesos se producen por sonidos organizados en el tiempo y la representación visual de ellos permite un signo único para cada uno de sus componentes. Así, en el lenguaje, la agrupación en letras conforma palabras, las palabras a su vez se integran a las frases y luego versos, mientras que, en la música, esta jerarquía se presenta en notas, frases, motivos y secciones (Lerdahl, 2003).

Desde una perspectiva cognitiva, el lenguaje y la música se relacionan por los elementos que los constituyen; en la música, el *elemento temporal* incluye el *ritmo y la métrica*, el *elemento melódico* incluye el *contorno melódico, el tono y el intervalo* y por último el *elemento armónico* involucra *los acordes*, y es claro que cada uno de estos elementos implica un tipo de procesamiento.

Por su parte, en el lenguaje, existen cuatro niveles diferentes de procesamiento: el *nivel fonético-fonológico*, que comprende niveles segmentarios (fonemas) y supra segmentarios (prosodia), *el nivel morfosintáctico*, que abarca la combinación de fonemas en morfemas y de morfemas en palabras, *el nivel sintáctico*, que regula el orden y las relaciones entre las palabras, y *el nivel léxico semántico*, que permite el acceso al significado de las palabras y las frases. Estos niveles corresponden a elementos esenciales para la organización del lenguaje (Besson y Schön, 2003).

Diversos estudios muestran que el reconocimiento prosódico surge a muy temprana edad, ya que está conformado por diferentes elementos que permiten su entendimiento mientras que, de acuerdo con Jordana (2008), la capacidad musical se desarrolla desde los primeros meses de vida, ya que el bebé utiliza sus experiencias sonoras para identificar su lengua materna, partiendo de lo que conoce y comparte con éste, ritmo y entonación (Feu y Piñero, 2008).

Gracias a ello, la música permite sensibilizar al infante ante los estímulos sonoros, que obtiene y guarda en su memoria desde edades muy tempranas, desarrollando así la capacidad de escuchar y distinguir los sonidos del lenguaje a través del canto, que emplean los padres y los cuidadores para promover el aprendizaje del lenguaje, el desarrollo de capacidades psicomotrices y sociales, la afectividad y la creatividad. Por ello, su experiencia le brinda elementos para comunicar las experiencias del medio con sus pares, y con los adultos que le rodean, para, poco a poco, ir aprendiendo la estructura gramatical del lenguaje (Feu y Piñero, 2008).

De la misma forma, en la música también han existido teorías que buscan entender la estructura gramatical de la misma. En 1983, el compositor y teórico musical, Fred

Lerdhal, y el filósofo del lenguaje, Ray Jackendoff, previamente colaborador de Noam Chomsky, se interesaron por la naturaleza de la representación musical, por lo que propusieron la llamada *gramática-M*, la cual, siguiendo un conjunto de reglas subconscientes, permite al escucha entender conscientemente una pieza (Díaz, 2010).

La principal inquietud de estos autores, era el tema de la semántica y la sintaxis musical, es decir, su significado y estructura, por lo que la teoría gramática- M, tiene como objetivo identificar las normas específicas por las cuales un oyente genera una estructura superficial de la música.

Dicha teoría ofrece una gramática musical en un elaborado conjunto de reglas que explican cómo los oyentes escuchan sonidos, desde tonos de diferentes duraciones y sonoridad como música organizada. La aplicabilidad de la teoría se limita a la música tonal y la gramática musical, ya que se centra sólo en los aspectos organizados jerárquicamente de la música. La teoría se conforma de cuatro componentes, cada uno dedicado a uno de los cuatro tipos de estructura jerárquica: estructura de agrupación, estructura métrica, reducción de lapso de tiempo y reducción de prolongación, y cada uno es objeto de un conjunto de reglas específicas (Sloboda, 2012).

A su vez, la teoría de Gramática – M se basa en cuatro supuestos:

1. La música se construye bajo una gramática que consiste en conjuntos de reglas y restricciones explícitas o implícitas, las cuales determinan la formación de secuencias musicales.
2. La representación es jerárquica: la gramática determina elementos dentro de una secuencia musical.
3. La tonalidad, la métrica y el ritmo son psicológicamente principios organizativos reales, posiblemente universales, los cuales corresponden a tendencias naturales de los aspectos perceptivos de la entrada acústica.
4. Diferentes procesos, como la composición, la interpretación y la percepción, acceden a la misma representación nuclear, pues existen modos de representación específica para cada actividad (Sloboda, 2005).

Por lo anterior, se puede decir que tanto la música como el lenguaje tienen un orden específico con reglas claras que llevan a su percepción y entendimiento, ya que ambos se analizan de acuerdo a sus elementos estructurales, por lo que grandes teóricos de la psicolingüística, como Chomsky, y de la música, como es el caso de Schenker, musicólogo alemán, han llevado a profundizar sobre esta relación. Dichos autores, se interesaron en la obtención de estructuras entre la lengua y la música y por la capacidad de crear representaciones abstractas a partir de estos lenguajes.

Esto lleva a pensar que la música y el lenguaje pueden verse de modo similar de acuerdo a sus componentes fonológicos, sintácticos y semánticos. Tomando esto en consideración, Dzib Goodin (2011a) menciona que los niños pueden interpretar el sentido de una palabra, guiándose sólo por la entonación que la persona hace cuando se dirige a ellos, y de manera intuitiva comprende la intención del hablante.

Para probar el efecto de la prosodia sobre las frases, Patel, Foxton y Griffiths (citados en Thompson, Schellenberg y Husain, 2004), presentaron secuencias de tonos no lingüísticos derivados de muestras de voz a individuos con sordera al tono, la cual se conoce como amusia perceptiva, misma que implica la pérdida de la habilidad para discriminar los tonos.

Dichas secuencias de tonos estaban involucradas en el desplazamiento de tono que iba de arriba hacia abajo en las frases habladas, al igual que con los análogos de tono discretos de la voz. Las conclusiones de dicho estudio muestran que las personas con sordera al tono, tienen dificultades para discriminar estos desplazamientos análogos de las frases habladas; sin embargo, la presencia de información lingüística permite a los individuos discriminar la frase sobre la base de contorno.

Por ello, es posible decir que la superposición neural entre la música y el habla no se limita al tono, pues la capacidad de decodificar la prosodia del habla podría involucrar una serie de procesos que están implicados en la escucha de música; entre ellos, por

ejemplo, la sensibilidad al contorno melódico, el volumen, el tempo y el ritmo (Illie y Thompson, 2006).

En otros estudios, como los de Thompson et al. (2004), se encontró que los adultos con entrenamiento musical son significativamente mejores para decodificar la connotación emocional del discurso en un idioma desconocido. En su estudio, los participantes no podían entender el contenido verbal de una expresión; sin embargo, se basaron en las características prosódicas, como el contorno de tono, la sonoridad y las propiedades temporales que tienen un significado musical, las cuales les permitieron comprender la intención de las frases.

En el mismo estudio, los autores encontraron que niños de siete años que habían tomado al menos un año de lecciones de piano, fueron mejores en la interpretación de los estados emocionales transmitidos por la prosodia del habla en su propia lengua, así como en una lengua extranjera, comparados con niños que no recibieron formación musical.

Los resultados implican que el aprendizaje musical, involucra recursos neuronales asociados tanto con la música como el lenguaje, de manera que la habilidad adquirida mejora la capacidad para decodificar la prosodia del habla. Por lo tanto, la capacidad de percibir intenciones emocionales sobre la base de tono de voz es esencialmente una habilidad musical (Illie y Thompson, 2006).

Bajo este contexto, las investigaciones de Font Rotchés y Cantero Serena (2008), sugieren un método de análisis melódico del habla, y definen los fenómenos prosódicos como el acento, que se explica destacando una vocal por encima de las demás, de modo que en una palabra es posible distinguir vocales tónicas y átonas por ejemplo: hablAr, comEr, jugAr (las mayúsculas indican las vocales tónicas y las minúsculas las átonas). A ello, se agrega otro elemento que es el ritmo, esto es, la recurrencia de los acentos en un enunciado, y la entonación, los que juntos constituyen las variaciones de tono relevantes en el discurso oral, mismo que está ligado al significado de la tristeza, la sorpresa, la ironía, el miedo, la alegría, etc.

De esta forma, es posible distinguir una oración declarativa, afirmativa, imperativa, etc. Al respecto, Font Rotchés y Cantero Serena (2008), concluyen que los fenómenos prosódicos del acento, el ritmo y la entonación, proporcionan una estructura rítmica y melódica que hace posible comprender el lenguaje, mientras que la función expresiva del discurso a partir de la memoria agrega rasgos emocionales mediante la entonación, creando habilidades, como el control de la velocidad, el volumen, las pausas, así como los aspectos de comunicación no verbal como el gesto.

A ello se agrega la validez ecológica de la música, como un componente usual del ambiente y como elemento de aprendizaje de las habilidades lingüísticas, ya que todas las culturas tienen al mismo tiempo un sello lingüístico. Este está dado a partir de la prosodia y un aporte musical específicos, siendo estas características en algunas ocasiones más rítmicas y en otras más vocales, de manera similar a como sucede en el lenguaje natural, pues se trata de características culturales medio ambientales, que crean estímulos sonoros a las que los niños están expuestos (Zuk et al., 2013).

Sobre esta idea, Ayotte, Peretz y Hyde (citados en Thompson, 2009) evaluaron las habilidades de 11 personas con amusia congénita, la que implica una dificultad para percibir el procesamiento de los tonos, conocida también como “*auténtica sordera al tono*” que aparece desde el nacimiento, al usar tareas que consistían en la discriminación de frases habladas que diferían sólo en el contorno tonal.

La frase empleada consistía en diferenciar una interrogación de una afirmación, por ejemplo: “¿él habla francés?”, comparada con: “él habla francés”. El contorno alteraba el sentido de la frase hablada. Los hallazgos muestran que la tarea de discriminación tuvo un desempeño de procesamiento normal, lo que sugiere que la entonación del habla fue reconocida sin problema por los pacientes. Sin embargo, cuando la información lingüística se eliminó de las frases y se sustituyó por una serie de tonos musicales que coincidían con los emplazamientos de cada sílaba (análogos al tono discreto de las frases habladas), la capacidad de discriminar pares de secuencias se vio afectada.

La explicación a esta disociación es que los recursos neuronales implicados en la detección del contorno melódico musical difieren de los recursos neurales implicados en la

detección de cambios en el contorno melódico que se produce en el habla. A pesar de ello, aún no queda claro si la disociación resulta porque las frases habladas proporcionadas contenían información lingüística, o bien porque contenían desplazamientos en el tono en lugar de tonos discretos (Thompson, 2009).

Estos datos resultan interesantes pues, de acuerdo con Stewart (2011), se ha visto que el déficit de procesamiento de contorno melódico rara vez afecta la comprensión del habla en la vida cotidiana en el caso de un lenguaje no tonal, como el inglés. Sin embargo, las consecuencias son relevantes para los hablantes de lenguas tonales, como el cantonés o el mandarín, que se caracterizan por los contrastes entre los diferentes tonos léxicos empleados fundamentalmente para dotar valor semántico.

Con este recorrido, queda claro que la música y el lenguaje comparten características acústicas y diversos componentes tanto estructurales como de apreciación. A ello se agrega que su desarrollo se presenta gracias a una carga genética puesta al servicio de las especies, siendo el lenguaje un elemento primordial en el desarrollo del ser humano. Sin embargo, al revisar la historia evolutiva se ha dicho que a la audición se sumó la visión, ¿qué hay de ello? A continuación se podrá comprender esta relación.

1.2 *Sistemas auditivos y visuales desarrollo intra uterino y postnatal.*

Los seres humanos conforman una especie social donde se mantienen vínculos entre sus miembros gracias a la comunicación. A diferencia de esto, entre los primates como los chimpancés y los babuinos, el acicalarse suele ser una forma de reforzar los vínculos grupales. Los homínidos, al formar grupos más numerosos, desarrollaron una estrategia vocal más eficaz que conectaba a más individuos y que requería de menos esfuerzo, lo cual brindó ventajas evolutivas, por lo que esta estrategia puede considerarse la precursora del lenguaje humano. Este hecho posiblemente dio paso al canto como primera forma musical entre los humanos (Dunbar, 2003).

Al respecto, Carrasco (2004) menciona que desde el vientre materno los bebés pueden identificar sonidos y diferencias rítmicas de su lengua materna. Esta percepción en

los cambios rítmicos se manifiesta a partir de los movimientos en el vientre durante los primeros meses de gestación.

Siendo así, los seres humanos desde muy temprana edad tienen contacto con los sonidos de su lengua materna: sus primeras experiencias provienen del entorno familiar. Ante ello, Lafarga (2008) explica que desde la quinta semana de gestación se forma el oído externo, pero las asimetrías cerebrales no son evidentes sino hasta el sexto mes, que es cuando el feto es capaz de diferenciar frecuencias graves, ruidos y ritmos corporales diversos como latidos, pasos, etc., mientras que en la semana trigésimosexta de gestación, el feto escucha como si se hablara bajo el agua y se pierden frecuencias superiores a 400Hz debido a que el líquido amniótico deforma la señal sonora. A pesar de eso, al feto le es posible percibir los contrastes fonéticos de un idioma.

Posteriormente, una vez fuera del vientre, la lengua materna permite atraer la atención del niño mediante contornos entonativos que ayudan a la distinción de estructuras rítmicas; además, favorece que los niños distingan matices del habla, duración de las vocales, acento lingüístico, contornos de entonación y distinciones fonéticas sutiles.

Al respecto, Papoušek (citado en Español, 2010) menciona que los padres utilizan un habla dirigida a sus hijos desde que son bebés, la que se va modificando conforme se desarrolla el niño durante los primeros dos años de vida. Esta habla funciona principalmente como andamiaje para la adquisición del lenguaje, y es un recurso relevante de estimulación musical, ya que la voz humana ofrece una fuente rica para varias melodías en términos de tempo, ritmo, duración, pausas, alturas intervalos y acentos. Estas primeras expresiones verbales son un habla rítmica, con frases cortas y bien segmentadas, que tiene la finalidad de llamar la atención del bebé y dirigir el momento de su turno en los diálogos.

Se debe resaltar, por otro lado, que tanto en la música como en el lenguaje se reconoce el emisor y el receptor, es decir: quién envía y quién recibe el mensaje. Mientras que la música forma parte de estas interacciones dialogales que se establecen entre una madre y su hijo por medio del canto, en las reuniones familiares, en las fiestas, en los rituales religiosos, en las rondas infantiles, etc., dichas manifestaciones muestran que la música va acompañada de movimientos rítmicos, acordes y melodías que conforman

incluso la danza, lo que pudo evolucionar como un sistema de comunicación relativo a alianzas sociales; por lo que se distingue, entonces, que la música tiene diferentes funciones comunicativas y su función biológica consiste en promover la vinculación afectiva entre los miembros de un grupo (Alonso Cánovas et al., 2008).

Sin embargo, en el plano cultural, es posible reconocer que esta situación crea diferencias, ya que, mientras existen grupos de idiomas que comparten sonidos y signos que comunican, en el caso de la música su lenguaje es universal. Para entender esto, es necesario destacar que la red auditiva comienza su desarrollo durante el último trimestre de gestación, la cual permite al feto reaccionar ante el sonido del discurso de su madre o la música, estímulos que fluyen en el ambiente, mismos que son recuperados por los circuitos neuronales y bases genéticas establecidas en la especie, lo que crea una clara diferenciación entre los sonidos netamente musicales de aquellos que son lingüísticos (Johansson, 2008).

Una vez fuera del vientre, entra en juego la visión del niño, que funciona en un ambiente donde los sonidos comienzan a relacionarse con los objetos. Las primeras manifestaciones sonoras y lingüísticas las proporcionan los padres a sus hijos mediante expresiones vocales ralentadas y dulces. Estas consisten en cantinelas con estructura rítmica, muestran una similitud a los fonemas que se emplean en la lengua materna del niño y llevan a una proximidad de los infantes a esos sonidos a través de la imitación a nivel sonoro y visual, ya que los sonidos van acompañados de movimientos de los labios y de expresiones gestuales (Pugh et al., 2013; Owens, 2006).

Ante esto, Thompson (2009) explica que, desde antes del primer año de vida, los bebés son capaces de percibir y recordar melodías que escuchan, principalmente si la melodía sube o baja en el tono, ya que tienen una sensibilidad especial al contorno melódico, que les permite recordar con mayor facilidad a las melodías, pues tienen un significado adaptativo para el habla.

En este sentido, Sternberg (2011) menciona que es probable que los bebés ya perciban una estructura rítmica de su lenguaje debido en parte a la combinación de circuitos a nivel cerebral, tanto auditivos, como visuales, que se desarrollan gracias a la

exageración prosódica que los adultos tienden a desarrollar frente a los bebés, como una forma natural de enseñanza del lenguaje y como necesidad comunicativa de la especie (Dehaene, 2011; Dzib Goodin, 2011b; Dzib Goodin, 2006).

Si bien antes de los 6 meses de edad no pueden entender aún el lenguaje, los bebés muestran preferencia al discurso entonativo ofrecido a través de la prosodia. Ésta funciona como un sistema de comunicación primitiva, que utiliza la madre con su hijo, para proporcionar aprobación, comodidad, atención, mensajes emocionales, etc.

Cabe destacar que la estructura de discurso entonativo, es muy similar en todas las culturas, y la sensibilidad temprana a los patrones de contornos en el habla pueden tener dos consecuencias importantes en el desarrollo. En primer lugar, porque puede mejorar la unión entre los bebés y sus cuidadores ya que refuerza la naturaleza de las interacciones emocionales y, en segundo lugar, porque facilita la adquisición del lenguaje, proporcionando un contexto emocional a los mensajes semánticos, llamando la atención sobre palabras, frases y señalización de puntos de novedad semántica (Fernald et al. citados en Thompson, 2009).

Ante esto, Soria-Urios, Duque y García-Moreno (2011), agregan que los niños menores de un año, muestran sensibilidad ante las escalas musicales y la regularidad temporal, procesan con mayor facilidad los *intervalos consonantes*, que se definen como la distancia entre dos notas que no genera tensión, distancias que pueden ser terceras mayores y menores, cuarta quinta y octava justa, sexta mayor y menor, que entre los *disonantes*, definidos como una tensión armónica producida por dos o más notas, como segundas y cuartas aumentadas, así como quintas disminuidas.

Esta clasificación depende de la complejidad de la relación matemática de la frecuencia sonora de las notas que lo componen. Además, se encuentra que los infantes son capaces de percibir una estructura tonal, así como breves disrupciones en una melodía.

Como se puede ver, todas estas capacidades se dan en el niño antes de que su lenguaje o su capacidad de habla se estén desarrollando. Este dato es evidencia de que la música tiene redes propias de procesamiento acústico, que pueden ser consideradas las bases para la diferenciación prosódica del lenguaje.

Eventualmente, y conforme los infantes se van desarrollando, los sonidos se convierten en símbolos gráficos, que darán paso al proceso de la lecto-escritura (Dehaene et al., 2010; Chandrasekaran y Kraus, 2010; Dehaene et al., 2005; Contreras, 2003).

Bajo esta perspectiva, y debido a la complejidad de la comunicación humana, el cerebro crea circuitos de apoyo. Por este motivo, vale la pena revisar la perspectiva neurocognitiva del tal proceso.

1.3 Estructuras cerebrales compartidas por el lenguaje y la música

El cerebro humano conforma una estructura fundamental y distintiva en la evolución. Esto ha permitido a la especie humana adaptarse al contexto medio ambiental el cual le demanda aprendizajes específicos para la pervivencia de la especie (Dzib Goodin, 2013a).

Desde la perspectiva ecológica de la cognición es posible analizar los fenómenos a partir de 4 niveles de explicación que son la filogenética, la ontogenética, la función y la proximidad de los fenómenos, la que en este caso permite una comprensión de la relación entre la música y el lenguaje. Dicha perspectiva fue propuesta por Tinbergen, por la cual obtuvo un premio Nobel (Dzib Goodin, 2013a). Es así que se vuelve importante comprender el funcionamiento del cerebro para reconocer cómo las vías neuronales se desarrollan hasta producir el lenguaje en cualquiera de sus manifestaciones.

Las redes, o vías, se conforman de neuronas. En el caso de la corteza cerebral, cada neurona cortical, establece unas 20,000 conexiones con otras células nerviosas ubicadas en todo el cuerpo conformando circuitos que reciben una cantidad enorme de mensajes e información del exterior, la cual genera y guarda para producir respuestas adaptativas de acuerdo al contexto en que se encuentre (Patel, 2010).

Imagen 1: el cerebro humano

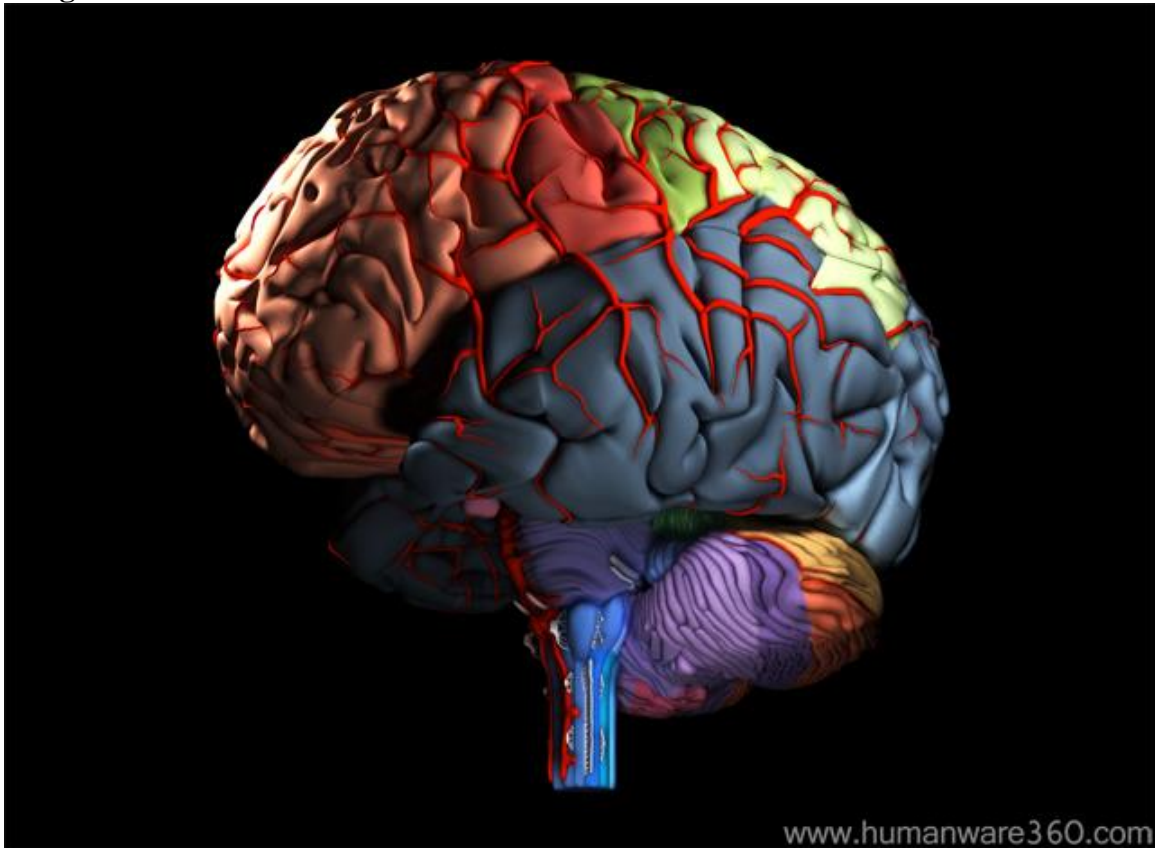


Imagen cortesía del Learning & Neuro-Developing Reserach Center. Todos los Derechos Reservados

Tiene un peso aproximado de 1400 gramos, y posee millones de neuronas que permiten traducir la información recibida del medio ambiente y guardarla para dar respuesta al mismo. Tiene, además, funciones prefijadas genéticamente, las cuales conforman intrincados circuitos, mismos que se adaptan dependiendo de las necesidades del ambiente.

Topográficamente, se ha dividido al cerebro humano en dos hemisferios cerebrales que conforman la estructura cerebral más gruesa: el izquierdo y el derecho. Se encuentran separados por el cuerpo calloso, y en ellos se ubican los lóbulos frontales, parietales, temporales y occipitales, que corresponden aproximadamente con la ubicación de los huesos craneales.

Existe también una estructura denominada *corteza cerebral* en la cual se localizan las funciones superiores, como son el lenguaje, el pensamiento, la memoria y la imaginación; existen otras divisiones cerebrales, las cuales se denominan dependiendo desde dónde se las vea. Hacia la parte inferior, se habla de una región ventral mientras que la región que se ubica hacia la parte superior se llama dorsal, pero se la puede rotar, lo que

permite hacer referencia también a la parte anterior, o frontal, y posterior, u occipital, del cerebro.

Al proceso de lenguaje se le ha caracterizado por una lateralización a nivel cerebral, predominantemente hacia el hemisferio izquierdo, específicamente en una estructura frontal inferior denominada *área de Broca*, la que, junto con la corteza motora, permite la producción del discurso, y apoyada en una estructura temporo-parietal posterior, o *área de Wernicke*, especializada en la comprensión de las palabras. Gracias a la interacción de estas áreas con el hemisferio derecho, es posible agregar la prosodia como elemento sustancial para la comprensión del lenguaje (Tan et al., 2010; Levi, citado en Puente y Fernando, 2000; Dzib Goodin, 2011c; Dzib Goodin, 2013b; Owens, 2006).

Uno de los muchos logros evolutivos y adaptativos del cerebro humano, ha sido justamente el desarrollo del lenguaje, pues anteriormente la especie humana no era dependiente del habla. Este proceso se debió, posiblemente, a una necesidad adaptativa al entorno cultural, mismo que llevó a la conformación de los procesos del lenguaje, creando adaptaciones cognitivas mayores a nivel cerebral como respuesta al ambiente (Ho et al., 2003; Dehaene et al., 2005; Dzib Goodin, 2011a).

Al respecto, Dehaene-Lambertz et al. (2010) mencionan que el surgimiento del procesamiento lingüístico en la especie humana se debió a una red lateral izquierda en el área perisilviana que se activa desde muy corta edad, incluso mucho antes de que los niños escuchen las frases habladas en su lengua materna, por la interacción previa que tienen con ésta dentro del vientre de su madre.

Hablando específicamente del lenguaje, Geschwind (citado en Stenberg, 2011), un destacado neurólogo del comportamiento, propuso un modelo, conocido como de Geschwind-Wernicke, para explicar la organización cerebral del lenguaje a partir de las lesiones encontradas en distintos pacientes con problemas lingüísticos.

Dicho investigador explicó que cuando se escucha una palabra, surge una secuencia de eventos que comienzan cuando los sonidos viajan por el oído interno, la estimulación

llega al nervio auditivo, y de allí se transportan las señales a la corteza auditiva primaria del lóbulo temporal (áreas 41 y 42 de Brodmann), para que de ahí viajen a regiones de la memoria y a áreas de asociación del cerebro, en los sitios donde se unen los lóbulos temporal, occipital y parietal. Es aquí donde se empieza a dar sentido a lo que se escuchó, y se asigna significado gramatical a cada palabra. Esta información procesada, viaja al área de Wernicke, luego se traslada al área de Broca y de forma simultánea a la corteza frontal donde se hace consciente (Jäncke, 2012; Dzib Goodin, 2011c; Dehaene y Pinel, 2009).

Imagen 2: Estructuras cerebrales del lenguaje

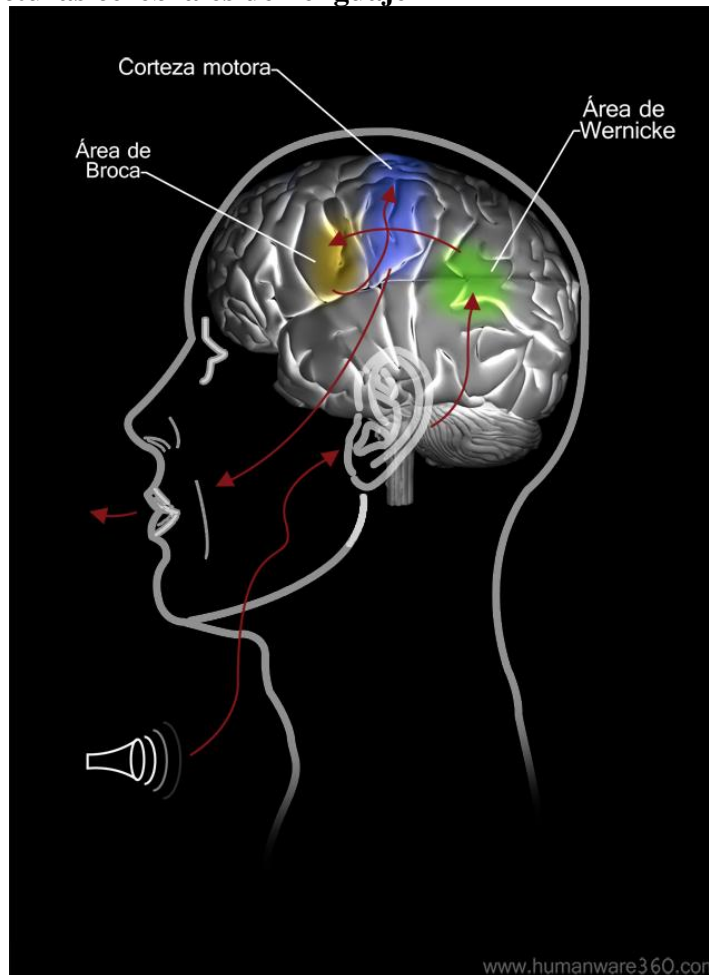


Imagen cortesía del Learning & Neuro-Developing Reserach Center. Todos los Derechos Reservados

Los procesos que permiten el lenguaje se llevan a cabo en distintas áreas de asociación, siendo las mejor identificadas las áreas de Broca y de Wernicke. El área de Broca permite la producción del habla, mientras que el área de Wernicke depende de la comprensión del lenguaje. Ambas se encuentran localizadas en el hemisferio dominante (generalmente, el izquierdo).

El área de Broca se encuentra formada por la parte triangular y la parte operocular del giro frontal (áreas de Brodmann 44 y 45), mientras que el área de Wernicke se localiza en la sección posterior del giro temporal superior, usualmente en el hemisferio izquierdo (área 22 según la clasificación de Brodmann).

Por esta razón, la activación del área de Wernicke permite al cerebro identificar los fonemas como una parte fundamental del lenguaje, pues, para asignar a cada fonema una categoría simbólica, se han de activar otras dos zonas del hemisferio izquierdo: el giro supramarginal para el análisis morfosintáctico, y el pliegue curvo para el análisis semántico. A este pliegue curvo, también se le conoce como área 39 de Brodmann o giro angular, considerado parte del área de Wernicke, y que se encuentra entre la porción posterior del surco intraparietal y la rama horizontal de la cisura de Silvio (Puente y Ferrando, 2000).

A partir de diversos estudios, se ha encontrado que el área de Broca se encarga de la producción del lenguaje, mientras que el área de Wernicke de la comprensión del mismo. Además, esta última sirve para interpretar el lenguaje, la música, las imágenes visuales o las cuestiones táctiles cuando son flujos de información que requieren elementos semánticos o bien cuyas respuestas al medio externo requieren de expresiones onomatopéyicas (Tan et al., 2010; Wagner, y Watson, 2010).

La importancia del reconocimiento de los sitios de control citoarquitectónico del sistema nervioso es que permite reconocer la flexibilidad de las conexiones neuronales en cualquiera de los procesos que se desarrollen, mismas que se extienden o se limitan dependiendo de las necesidades dentro del medio ambiente.

Si bien cada área está bien delineada, cada una de éstas se puede modificar, ya sea, por ampliación o para su uso en otras tareas a partir de reconexiones neuronales, cambios proteínicos o lesiones en las áreas corticales. De ahí la importancia de los mapas realizados por Brodmann que permitieron reconocer estructuras asociadas a procesos específicos y, con ello, la posibilidad de analizar la estructuración de los procesos que se llevan a cabo en el cerebro.

En el caso específico que ocupa a este trabajo, dicho mapa se vuelve relevante al reconocer que existen circuitos compartidos por los procesos de lecto-escritura, tanto de la música como del lenguaje.

Imagen 3: Áreas de Brodmann

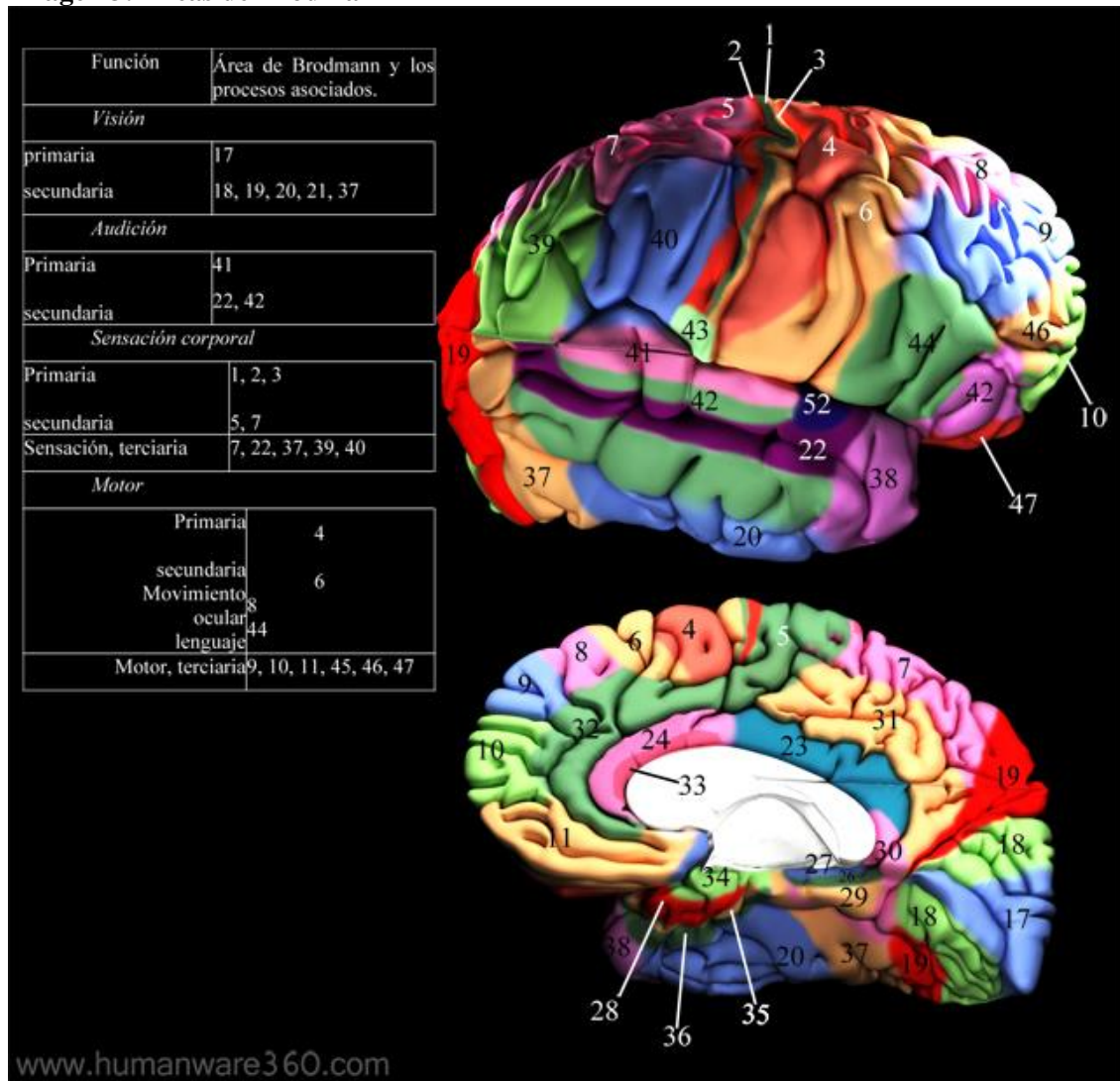


Imagen cortesía del Learning & Neuro-Developing Reserach Center. Todos los Derechos Reservados

Un área de Brodmann es una región de la corteza cerebral definida con base a su citoarquitectura y cada una de ellas fue definida y numerada del 1 al 52 por Korbinián Brodmann en 1909 usando la tinción de Nissl.

Ante la complejidad de la producción y la comprensión del lenguaje, se contrapone el sutil laberinto que implica el reconocimiento musical; ante lo cual es necesario analizar las estructuras cerebrales que lo conforman.

1.3.1 Áreas cerebrales implicadas en la música

De acuerdo con Tan, Pfordresher y Harré (2010), las estructuras implicadas en la música se encuentran ubicadas en la neocorteza. Si bien, todo el cerebro está involucrado en el comportamiento musical, existen actividades complejas que protagonizan las acciones auditivas y motoras, y en donde están involucrados los lóbulos temporales y frontales.

En este sentido, se ha reconocido que las áreas de la corteza primaria están asociadas con la escucha de la música (en el lóbulo superior frontal) y, gracias a la corteza primaria auditiva, es posible reconocer el sonido que se escucha; mientras que el control motor está asociado con el lóbulo frontal caudal y ventral, con una gran participación del cerebelo, del que forma parte el rombencéfalo, y es significativo en aspectos de experiencia y desempeño musical (Ladd, 2013; Liu et al., 2010).

Las investigaciones sobre los efectos neurobiológicos de la experiencia musical se han centrado principalmente en la plasticidad neuronal de la corteza, cuando la música es empleada en pacientes que han perdido la capacidad de emplear el habla como medio de expresión (Chandrasekaran, y Kraus, 2010).

Estudios recientes muestran la activación de estructuras en el área motora, cuando se emplea la música en pacientes con afasia de Broca, por lo que se ha sugerido una teoría motora de la percepción del ritmo como paralela a la teoría motora de la percepción del habla, ya que el sistema motor juega un papel específico en la discriminación del lenguaje y la vocalización (Stewart et al., 2006; Johansson, 2008; Jaäncke, 2013; Lévêque et al., 2013; Kajihara et al., 2013), aunque también se ha encontrado que las habilidades musicales apoyan la comprensión del lenguaje, lo que sugiere que la relación es recíproca en la percepción y el reconocimiento de la cadencia de las palabras (Besson et al., 2011; Zatorre et al., 2007).

Diversos estudios neuro-anatómicos muestran que existe una activación cerebral en la misma área cuando se escucha música, o bien, si se escucha un discurso, por lo que éstos hacen suponer que la especialización se debió al aprendizaje en los entornos naturales, que llevan al cerebro a crear diferencias entre música, lenguaje o ruido ambiental, creando así parámetros de respuesta diferenciados. En este sentido, desde muy temprana edad es

posible reconocer estructuras corticales perfectamente organizadas para el lenguaje, especialmente en la región temporal superior izquierda, que depende de la corteza auditiva primaria, así como el giro temporal superior y la ínsula. Estas estructuras son compartidas por la audición musical y el lenguaje (Stewart et al., 2006; Stewart et al., 2008; Dehaene-Lambertz et al., 2010; Kouider et al., 2010; Franzmeier et al., 2012).

Gracias a los avances logrados durante el siglo XX en el área de neuro-imagen, la neurociencia cognitiva comenzó a explorar los mecanismos neurales involucrados en la percepción y la producción de la música, ya que se observó que la música produce demandas únicas al sistema nervioso, lo que ha permitido avances en la comprensión de los efectos de la música, principalmente en personas con lesiones cerebrales por medio de imágenes cerebrales (Peretz y Zatorre, 2003).

Se encuentra, por ejemplo, que las funciones cognitivas de la música tienen similitudes y diferencias con el lenguaje. Entre las diferencias se encuentra que existen canales neuronales separados para ambos procesos, con una localización específica para la percepción de elementos temporales, melódicos, memorísticos y de respuesta emocional (Peretz y Coltheart, citados en Justel y Díaz Abraham, 2012).

Para estudiar este fenómeno, Peretz y Coltheart (2003) diseñaron un modelo de arquitectura funcional del procesamiento de la música, a partir del cual analizaron las deficiencias relacionadas a ésta, principalmente en quienes padecían amusia, la cual es considerada como un daño cerebral. Los hallazgos de estos autores sugieren que existe un módulo mental específico para el procesamiento de la música y, de esta forma, distintas regiones cerebrales encargadas de procesarla. Basados en estudios donde las respuestas dependen de la percepción de melodías monofónicas (de una sola voz), encontraron que la recepción de la música se organiza en dos sistemas que operan de manera independiente y en paralelo: el sistema melódico y el sistema temporal.

Los autores exploraron también funciones del procesamiento de la música y el lenguaje, con la idea de explicar si existe la modularidad de la mente. Basados en la teoría de Fodor (citado en García y Carpintero, 2000), profundizaron sobre la idea de que la arquitectura funcional de la mente estaba conformada por módulos especializados en

percibir y procesar informaciones pertenecientes a dominios específicos, ya fueran sonidos verbales, musicales o de otros tipos.

Con esta hipótesis, el grupo de Peretz y Zatorre (2007) demostró la segmentación neuropsicológica de las diferentes funciones musicales en pacientes después de una lesión; encontrando que, en ellos, la música es procesada mediante un sistema modular en donde distintas áreas del cerebro se encargan de procesar los diferentes componentes. Las estructuras de tiempo parecen ser resueltas por el lóbulo temporal izquierdo, mientras que las estructuras de tono son analizadas en las redes del lóbulo temporal derecho.

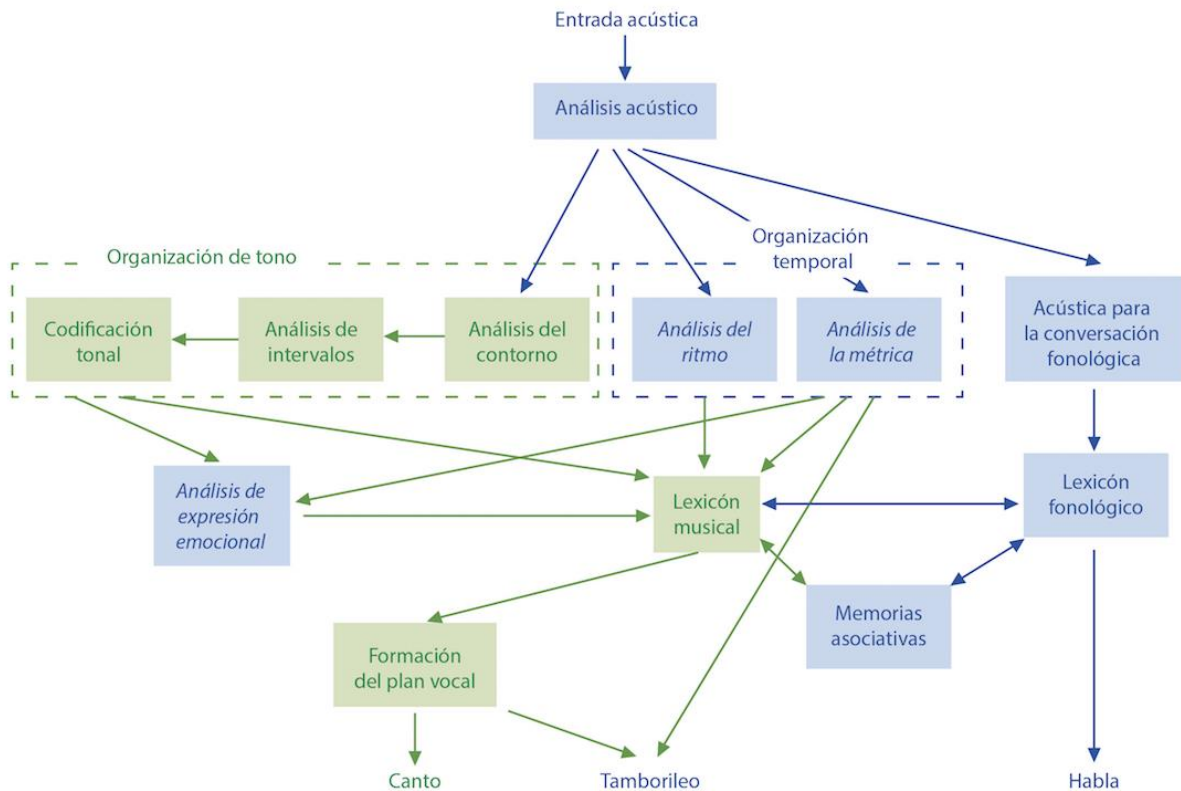
Con estos hallazgos, Peretz y Coltheart (citados en García-Casares, 2011), en su modelo de procesamiento de la música, definen dos sistemas de procesamiento musical:

- El sistema melódico (SM), el cual se encarga del procesamiento de la melodía, la que discrimina a su vez por medio de dos componentes fundamentales: los tonos (cada una de las notas de dicha melodía) y los intervalos (relación y distancia entre las notas en dirección ascendente o descendente), por lo que para procesar la melodía es necesario integrar a ambos en un mecanismo de percepción global.
- El sistema temporal (ST), por otra parte, que enmarca la melodía conformada en el sistema melódico en el tiempo a través del ritmo (duración de las notas), y la métrica musical (partes fuertes y débiles por unidad de tiempo conformando el compás musical). Este sistema es finalmente integrado en un mecanismo de percepción global.

Los sistemas descritos actúan conjuntamente y de esta forma un cerebro dañado puede selectivamente extraviar el cómo (SM) y el cuándo (ST) de la percepción de la música. Ambos sistemas conforman redes que envían información al lexicón musical (almacén de información musical que se recibe durante toda la vida y permite el reconocimiento de una canción) con el fin de crear un reconocimiento efectivo de lo que se escucha.

A todo ello cabe agregar que, si la canción hace recordar un viaje o una experiencia previa al individuo, entonces activará la memoria asociativa relacionada también con el lexicón musical, como se muestra en la imagen 4.

Imagen 4. Modelo Modular del procesamiento de la Música.



Modelo modular del procesamiento de la música. Cada cuadro representa un componente del procesamiento, mientras que las flechas representan las vías de información que fluyen o la información entre los componentes. Una anomalía neurológica puede dañar un componente del procesamiento (cuadro) o interferir con la fluidez de la información entre dos cuadros. Todos los componentes cuyos dominios parecen ser específicos, están en verde, los otros están en azul. Hay tres componentes neurales individualizados en cursiva: análisis del ritmo, análisis de la métrica y análisis de expresión emocional, cuya especificidad para la música aún se desconoce.

Tomado de Soria-Urios, Duque y García-Moreno (2011). Música y cerebro: fundamentos neurocientíficos y trastornos musicales. *Revista de neurología*. 52 (1), 45-55.

Diseño original en inglés de Ivelisse Robles, traducido al español por Valeria Galván

Bajo estos principios, Peretz y Coltheart (2003) explican que cuando se recibe la entrada de un estímulo acústico, se analiza la organización temporal y el tono de una melodía, pues el análisis acústico es imprescindible para enviar la información a cada uno de los módulos que se encargan de los componentes, y que permitan reconocer dicha melodía.

Si, por otro lado, se analiza una canción, entonces se agrega a este proceso la letra de la misma, ésta pasa por el sistema del procesamiento del lenguaje, y el componente musical es analizado por los subsistemas de organización temporal (ritmo y compás) y

organización del tono (análisis del contorno y los intervalos que llevan a codificar el tono). Ambas formas de análisis llevan al lexicón musical, lo que permitirá un análisis de la expresión emocional y el ritmo influirá a mover el pie al ritmo de los instrumentos (tamborileo).

Por otro lado, si se canta la canción, el lexicón musical se conectará con el sistema fonológico de manera que ambos formen una planificación vocal que llevará al canto.

A partir de hallazgos como éstos, comienzan a ampliarse los estudios que buscan relación entre las bases neuronales de la música con el lenguaje; en este sentido, para Altenmüller (citado en Peretz y Zatorre, 2007), y Kivy (2007) la música está profundamente relacionada con los procesos cognitivos, por lo que es considerada un proceso perceptual y cognitivo cuyas redes neuronales se extienden a otros sistemas y se integran a las experiencias previas con la ayuda de sistemas de memoria y, gracias a esto, es posible percibir o sentir una especie de significado mientras se escucha.

Pese a lo anterior, parece que ambos dominios cognitivos funcionan bajo las mismas bases, pues hasta ahora este documento se ha dedicado a explicar las amplias similitudes entre la música y el lenguaje a nivel evolutivo; sin embargo, es claro que son similares también en términos acústicos.

Mientras que existen 6500 idiomas hablados en el mundo, la música es un lenguaje universal, que se basa en cualidades sonoras que se distinguen de la lengua materna. Por este motivo, a continuación se explicarán algunas de las similitudes acústicas de ambos sistemas y la forma en que éstas se procesan a nivel cerebral.

1.4 Cualidades acústicas del lenguaje y la música a nivel cerebral.

Evolutivamente, el cerebro no está diseñado para ser bilingüe; tiene redes neuronales independientes para cada lenguaje y, por ende, no está diseñado para leer, escribir, producir música o convertirse en un experto en matemáticas. Para lograr esto, emplea las mismas redes neuronales con el fin de adaptarse a las necesidades del ambiente lingüístico,

optimizando así al máximo las funciones neuro-estructurales de coordinación de acciones específicas (Dzib Goodin, 2013).

Esto resulta evidente en personas bilingües, quienes desarrollan sub-redes superiores conectadas que no existen en personas monolingües. Si se considera que el bilingüismo corresponde al aprendizaje de una segunda lengua en cualquiera de sus expresiones, hablada o escrita, se podrá decir que al aprender música y lenguaje se han de desarrollar redes neuronales específicas ligadas a redes previas para su comprensión (Galván Celis et al., 2014; Mandell et al., 2007).

Como ya se ha mencionado, al observar las relaciones entre la música y el lenguaje, se pueden reconocer tres aspectos que ambos comparten a partir de los elementos acústicos propios de cada uno. En primer lugar, dependen de la percepción y la producción de sonidos, en segundo lugar, estas características permiten dar paso a estructuras combinatorias o a la formación de secuencias complejas y, en tercer lugar, parten de unidades básicas que llevan a la expresión o la interpretación de intenciones y significados que subyacen a las secuencias sonoras (Pasqual, 2008; Igoa, 2010).

Al analizar los componentes que crean dicha capacidad, se encuentra entre ellos al tono, el cual se puede reconocer como el acento tónico o musical, que es el relieve que se impone a una sílaba, palabra o nota mediante la manipulación de la fuente de sonido. Este es definido como un elemento fundamental en todas las culturas, y también es compartido en la percepción del lenguaje.

El tono corresponde a la experiencia perceptual relacionada con la frecuencia de las vibraciones en sonidos. La capacidad de percibir el tono, se basa en la capacidad del oído de codificar las frecuencias de estímulos físicos. El ser humano puede detectar tonos de un intervalo aproximadamente de 20 a 20,000 hertzios (Hz, esto es, la frecuencia de una onda que expresada en ciclos u oscilaciones por segundo). Sin embargo, cabe mencionar que esta capacidad varía mucho de persona a persona y disminuye con la edad (Tan et al., 2010).

En este sentido, Soria-Urios et al. (2011) explican que el tono también se refiere a un sonido musical diferenciado y la secuenciación de diversos tonos es lo que permite percibir una melodía.

Las estructuras cerebrales encargadas del procesamiento del tono corresponden a las áreas auditivas primarias (áreas 41 y 42 Brodmann) y secundarias (áreas 22 y 42 Brodmann), ubicadas en el lóbulo temporal, concretamente en los giros transversos de Heschl, las cuales se encuentran predominantemente en el hemisferio derecho. En ellas se representan los tonos graves y agudos que permiten detectar cambios de frecuencia y de localización de la fuente sonora. De ahí, los estímulos pasan al área auditiva secundaria.

Una vez que la información auditiva pasa al área auditiva secundaria (área 22 y 42 Brodmann) ha de continuar su recorrido al área asociativa superior (área 22 Brodmann), en donde se interpretan los sonidos asociados a la comprensión del lenguaje hablado. Cabe mencionar que el reconocimiento de la tonalidad también involucra la activación de regiones frontales así como del tálamo.

Sobre las estructuras cerebrales relacionadas en el procesamiento de tonos, existen estudios como los de Binder et al. (citados en Besson y Schön, 2003), quienes comparan la relación entre el procesamiento de los tonos y las palabras por medio de imágenes de resonancia magnética funcional (fMRI). Dichos investigadores encontraron que el surco temporal superior izquierdo, la circunvolución temporal media, el giro angular y el lóbulo frontal lateral tienen una fuerte actividad en el *procesamiento de palabras y tonos*. Además, ambos tipos de estímulos activan el giro de Heschl, en el plano temporal superior, así como el planum temporale, los que están involucrados de manera similar en el *procesamiento auditivo tanto de palabras como de tonos*.

Otro estudio relacionado con el procesamiento de los tonos, fue realizado por Gandour et al. (citados en Besson y Schön, 2003), quienes buscaban la discriminación de palabras tailandesas entre participantes ingleses y tailandeses. Se demostró que sólo los hablantes nativos tailandeses manifestaron activación en el opérculo frontal izquierdo (áreas Brodmann 44/45), con lo que concluyeron que los *tonos léxicos* son significativos para los hablantes nativos tailandeses pero no para los angloparlantes. Sin embargo, fue

interesante mostrar que tanto para los hablantes tailandeses como ingleses diversas estructuras cerebrales se activaron durante la *discriminación de la tarea de tonos y palabras*, entre éstas se encontró una fuerte actividad en la circunvolución cingular anterior izquierda (área Brodmann 32), la circunvolución temporal izquierda y derecha (área Brodmann 22) y el cerebelo derecho.

Otros resultados más generales indicaron que las regiones auditivas primarias (áreas Brodmann 41 y 42) responden de manera similar a *la voz y a la música*, mientras que regiones auditivas secundarias (área Brodmann 22) se activan al escuchar y entender palabras, así como cuando se escuchan escalas musicales y el acceso a representaciones melódicas (Peretz y Zatorre, 2003).

Sobre esta idea, Zatorre y Salimpoor (2013) explican que la percepción de la música comparte leyes universales de la percepción auditiva. Por ejemplo, la percepción de una frase musical, está influenciada automáticamente por factores tales como la agrupación de notas discretas en secuencias como el contorno melódico y la sensación de cierre, que acompañan a la reproducción de una cadencia al final de una frase. Algunos de estos factores son universalmente compartidos con la música y el lenguaje verbal debido a que están culturalmente compartidos.

La importancia de considerar los estudios anteriores, es resaltar que el lenguaje oral se aprende a través de la comprensión de los tonos y su combinación al crear palabras, los cuales se unen con cierta estructura para su reconocimiento. Se agrega que la melodía del lenguaje oral activa áreas cerebrales que se han visto relacionadas con la percepción de estímulos sonoros, la que, de acuerdo a sus componentes, se relaciona con la percepción de la música al compartir vías neuroanatómicas con el lenguaje.

Al tono se agrega el timbre, que es una cualidad acústica que permite distinguir entre diferentes instrumentos o voces, y se reconoce como el *color del sonido* (Peña-Garay, 2005; Stewart et al., 2006; Jäncke, 2012; Soria-Urios et al., 2011). Este último permite distinguir, por ejemplo, entre el sonido de una trompeta y el de una flauta, que tocan al mismo tono, volumen y duración. Es por ello que en diversas culturas, los compositores organizan los sonidos de forma tal, que sea posible reconocer el contraste

entre los diferentes instrumentos. Estas estrategias se utilizan de manera sistemática en el caso de los ensambles de instrumentos occidentales, africanos y javaneses.

Un estudio notable en este sentido fue el realizado por el teórico musical y compositor Robert Cogan en 1984, quien llevó a cabo el análisis espectral de la música sinfónica, y propuso una teoría de contrastes tímbricos inspirados en la fonética lingüística. De esta forma, y dado que cada cultura tiene un sello característico en el lenguaje, esto se ve reflejado también en su música. Algunos estudios realizados sobre la percepción del timbre musical se han basado en gran medida en los juicios de similitud que Cogan comenzó con sus estudios (Patel, 2008).

Por otra parte, al tono y el timbre se agrega la estructura temporal, la cual se refiere al ritmo y la métrica. De ello, se puede decir que el ritmo organiza los eventos musicales en patrones y formas, mientras que la percepción del ritmo en la música, suele ser estudiada mediante el uso de tareas métricas que desempeñan una función organizacional, y que tiene su contraparte en la fonología de la lengua a través de la prosodia.

Las áreas cerebrales involucradas en la percepción y el procesamiento del ritmo son el cerebelo, los ganglios basales, el córtex premotor dorsal, la corteza premotora y el área motora suplementaria, las mismas que se encargan del control motor y la percepción temporal. Para el análisis del ritmo interactúan el sistema motor y el auditivo, que se activan, ya sea, al escuchar o imaginar música (Soria-Urios et al., 2011).

De ahí, se puede decir que la percepción del ritmo tiene una base neural tanto para el procesamiento de la música como del lenguaje; específicamente, el área de Broca se relaciona con la actividad motora asociada al lenguaje, la misma que se activa cuando se reproduce música, o bien, cuando los músicos realizan una tarea rítmica (Font Rotchés y Cantero Serena, 2008; Huss et al., 2011; Goswami et al., 2013).

Sin embargo, la organización temporal de una pieza musical se basa en dos relaciones fundamentales: por un lado, en fraccionar una secuencia en grupos basándose en su duración temporal y, por otro, en la extracción de una regularidad temporal subyacente, o compás.

Al respecto, y resaltando una relación a nivel acústico y visual, Musacchia, Sams, Skoe y Kraus, (2007) explican el ritmo también como la congruencia que guardan los movimientos de la cara y el cuerpo cuando se escucha un discurso. En este caso, se pone especial atención a los movimientos que transmiten señales en el tiempo, como el ritmo, el fraseo y el contenido emocional, los que, al hacer énfasis en las palabras, crean efectos neurofisiológicos debido a la influencia visual en lo auditivo.

En este sentido, se encuentran los estudios realizados por Koelsch et al. (2006) sobre el procesamiento de efectos perceptuales en espejo, es decir, cuando se observan movimientos de los labios al decir una palabra o músicos tocando un instrumento o cantando a la par con sonidos incongruentes o modificados que diversos participantes deben escuchar para identificar el tono emocional.

A todos estos se agrega, además, la emoción como una de las características más estudiadas en la música. Como ejemplo de ello, es posible citar un estudio empleando fMRI, llevado a cabo por Koelsch et al., (2006) en el cual se comparaban estímulos con música agradable con estímulos con música desagradable, observando la activación en las áreas meso-límbicas, incluyendo la amígdala, así como la corteza auditiva, y encontrándose que la actividad en la corteza auditiva procede de la misma red neuronal usada para el lenguaje.

A este correlato se le conoce como prosodia, por lo que se puede definir que el nivel de representación lingüística de las propiedades acústico-fonéticas de una expresión, abarca diversos fenómenos como el tono, las pausas de entonación, el ritmo y los silencios, mismos que conforman la comunicación y el significado emocional en el lenguaje oral (Dzib Goodin, 2006; Wagner y Watson, 2010; Forde et al., 2012).

Al respecto, Esch y Stefano (citados en Alonso Cánovas et al., 2008) consideran que la música posee componentes reforzantes sobre todo para quienes la consumen, pues se ha observado que, cuando las personas escuchan música de su elección, se activan zonas frontales y temporales del hemisferio cerebral izquierdo; pero cuando se escucha una música que es desagradable, las zonas que se activan son las del hemisferio derecho.

A ello se agrega la evidencia de que la música preferida activa partes del sistema límbico, como el giro cingulado, en tanto que la música desagradable o disonante activa zonas cerebrales del lado derecho, concretamente el para-hipocampo y la amígdala.

Por lo anterior, Alonso Cánovas et al. (2008), consideran que la música estimula las vías cerebrales que despliegan conductas y promueven actitudes biológicas representadas por cambios psicofisiológicos, como el ritmo cardiaco, la respiración, etc., así como las de la activación de estructuras cerebrales que responden a refuerzos naturales, como comida, sexo o drogas. Los autores definen que las áreas específicas empleadas para el reconocimiento emocional de la música son el estriado ventral, el mesencéfalo, la amígdala, la corteza orbitofrontal y la corteza prefrontal ventromedial.

Otro aspecto que se encuentra ligado a la música es el de la memoria, presente en aspectos de ejecución, imaginación musical y memoria de trabajo. Al respecto, Soria-Urios et al. (2011) explican las diferentes áreas cerebrales implicadas en la memoria de trabajo, la cual activa la corteza auditiva derecha, y las áreas frontales, en particular las áreas inferofrontales y dorsolaterales, en el mantenimiento de la información musical.

Como se mencionó en otro apartado, las personas cuentan con un lexicón musical de canciones y piezas musicales y, usualmente, se recuerda lo esencial de la pieza. A través de estudios con neuroimagen, se presenta una actividad de recuerdo musical y se observa la activación del surco temporal superior derecho e izquierdo, el planum temporale, el área motora suplementaria y el giro inferofrontal izquierdo, que corresponden a las áreas implicadas en el reconocimiento de melodías familiares.

Sin embargo, otra forma de recuerdo surge sólo al evocar una canción. En este sentido, se reconoce como la imaginación musical, misma que surge cuando una persona se *imagina* la música, ya sea, recordando una melodía o tocando un instrumento. Distintos estudios de neuroimagen indican que esta tarea activa las mismas áreas cerebrales implicadas para percibir o realizar el sonido de una palabra. Esto es posible de comprender cuando se realizan tareas con canciones conocidas por las personas, incluida la letra, en las que la activación neuronal es bilateral, ya que implica el componente melódico y el verbal.

Si la música es instrumental, entonces se activa el córtex auditivo derecho relacionado con el procesamiento del tono.

Al agregar el componente de memoria y consciencia de la tarea e imaginar una pieza musical, se activan el córtex frontal y el auditivo. En el caso de un músico que imagina que está tocando una pieza familiar, se activan los lóbulos frontales, el cerebelo, el lóbulo parietal y el área motora suplementaria, así como áreas motoras y auditivas. A esto se añade que las áreas motoras suplementarias (área Brodmann 6) en el cerebelo derecho también se activan cuando se imagina que se toca música (Besson y Schön, 2003).

Lo anterior demuestra que algunas de las áreas del lenguaje más importantes están claramente involucradas en el procesamiento de la música (Peretz y Zatorre, 2003).

Ante lo expuesto hasta el momento, cabe preguntar ¿cómo llegan todas estas habilidades al cerebro? Para dar respuesta a esta cuestión, se contempla la importancia del desarrollo y el control de estímulos que los distintos procesos generan a nivel cerebral.

1.5 Importancia de los periodos críticos y del ambiente

Tomando como punto de partida la relación citoarquitectónica del procesamiento de la música y el lenguaje, se considera que el desarrollo de la capacidad musical y del lenguaje son procesos susceptibles de ser aprendidos durante el desarrollo temprano de los seres humanos. Sin embargo, la práctica continuada puede modificar tanto la organización como el tipo de procesamiento que el cerebro realiza ante la música, existiendo, por tanto, múltiples caminos para convertirse en un músico experto (Alonso Cánovas et al., 2008).

De esta forma, se puede decir también, que el sistema neurológico es capaz de adaptarse a los requerimientos sociales en el ambiente para dar respuesta dentro del contexto específico en el que se encuentre.

En el caso del lenguaje, existen diferentes tipos, como las matemáticas o la música. Todos corresponden a una necesidad de comunicación humana y representan un ambiente cultural que promueve códigos específicos para ser usados de manera profesional, como en

el caso del lenguaje musical o las matemáticas. Sin embargo, estos códigos no surgen de manera espontánea: necesitan ser fomentados en espacios de interacción, ya que emplean códigos particulares para su entendimiento.

No obstante, cuando las personas se encuentran en una situación donde el empleo de códigos particulares se aprende simultáneamente con la lengua materna, se produce entonces el llamado bilingüismo coordinado, conocido en inglés como *two dual o dual language* (Meisel, citado en Galván et al., 2014), mismo que crea dificultades específicas al sistema neurocognitivo, en aspectos fundamentales como el reconocimiento auditivo de las partículas lingüísticas a nivel visual o auditivo, o bien, en la diferenciación gramatical entre los idiomas que se buscan desarrollar (Bylund y Jarvis, 2011).

En tal sentido, es posible decir que el lenguaje, cualquiera que éste sea, depende del ambiente y es capaz de influenciar los procesos cognitivos con el fin de adaptar respuestas o procesos como la lectura, la escritura, o bien, la comunicación de ideas y sentimientos, tanto de manera auditiva o visual, una vez que se haya adquirido el código específico para emplearlo, y sea necesario para la comunicación o comprensión efectiva de ideas (Umia-Runge et al., 2014; Matsunaga et al., 2014; Moreno et al., 2011; Moreno, 2009).

Debido a ello, durante la edad temprana, considerada antes de los 6 años de edad, se suelen observar cambios en los umbrales de detección del sonido, ya que se agudiza la percepción del sistema auditivo como consecuencia de la maduración del sistema nervioso (Register, 2001; Musacchia et al., 2007). De ahí se derivan investigaciones sobre si la experiencia musical temprana puede constituir un estímulo epigenético del desarrollo de las capacidades musicales en los humanos.

Al respecto, se han realizado estudios que comparan a personas sin entrenamiento musical con músicos expertos que han tenido entrenamiento musical desde la infancia. Esta comparación permite observar que existe un período crítico para el desarrollo del procesamiento musical.

El fin de estos estudios es comprobar si los cerebros de músicos presentan diferencias neuroanatómicas y funcionales como consecuencia de la experiencia musical. Para ello, se realizaron estudios neuroanatómicos que incluyen técnicas de imágenes por

resonancia magnética (fMRI) y de tomografía de positrones (PET), que han permitido observar y captar las diferencias volumétricas entre músicos y no músicos en áreas de la corteza auditiva primaria, el área de Broca, el cerebelo, el cuerpo calloso y áreas motoras (Ladd, 2013; Koelsch et al., 2006).

De acuerdo con los hallazgos de Gaser y Schlaug (citados en Alonso Cánovas et al., 2008), los cerebros de los músicos con experiencia de varios años, presentan una mejora estructural y funcional en la corteza motora, así como en la organización cortical, y la representación somato-sensorial de los dedos está más desarrollada en los músicos que tocan instrumentos de cuerda y comenzaron su práctica desde la infancia. Además, también se observa un incremento volumétrico en el área de Broca equivalente a la del hemisferio derecho, lo que está positivamente correlacionado con los años de experiencia musical de los músicos (Mandell et al., 2007).

Parece, además, que la plasticidad del cerebro ante la experiencia musical se mantiene a lo largo de los años, pues se demostró que en los músicos de edad avanzada no existe reducción volumétrica de ciertas áreas corticales propias de su edad (Matsunaga et al., 2014; Moritz et al., 2013).

Al respecto, Strair et al. (2009) explican que la complejidad espectral y temporal de la música hace que ésta sea una herramienta poderosa para engendrar la plasticidad neural en los periodos óptimos del desarrollo auditivo. Estos autores sugieren que la formación musical antes de los 7 años tiene un impacto en la representación de la frecuencia subcortical, mientras que las mejoras relacionadas con el tiempo se ven beneficiadas por la práctica.

Tales conceptos indican que éste es un periodo óptimo para el desarrollo de estrategias de codificación de tono y el timbre. Además, se considera que el entrenamiento musical es multisensorial por naturaleza, pues implica el desarrollo de las habilidades auditivas, audiovisuales y visomotoras a través de la práctica extensa en el entrenamiento musical.

Algunas de las habilidades favorecidas por el aprendizaje musical incluyen la discriminación de tono, la percepción de la duración de los sonidos, así como la

integración de señales a nivel multisensorial para percibir y producir notas. Por lo anterior, se puede decir que debido al entrenamiento de estas habilidades, los músicos aprenden a poner atención a detalle no sólo a estímulos acústicos (Musacchia et al., 2007).

Bajo esta idea, Chandrasekaran y Kraus (2010) explican que los estudios que van desde la neurofisiología hasta el comportamiento, indican que el entrenamiento musical mejora incluso una variedad de habilidades verbales y no verbales. Estas incluyen, la memoria de trabajo verbal, el procesamiento de la prosodia y ciertos rasgos lingüísticos en el habla, así como las habilidades fonológicas, el procesamiento emocional en el habla, la memoria de trabajo, la atención auditiva y la segregación del flujo auditivo (Musacchia et al., 2007; Wong et al., 2007; Thompson-Schill et al., 2013; Umia-Runge et al., 2014).

Siendo así, se considera importante que los adultos proporcionen ambientes adecuados para estimular las manifestaciones sonoras espontáneas que rodean al niño. Esto puede hacerse mediante cantos improvisados que guíen hábitos sonoros, escuchando sus expresiones de lenguaje y de canto, o manifestando agrado ante sus pequeños logros (Tan et al., 2010), ya que, como mencionan Zatorre (2007) y Sarget (2003), la música es una actividad natural que en el ser humano tiene una base biológica y estructuras cerebrales específicas que se encargan de traducirla.

En este sentido, Tan et al. (2010) agregan que los niños muestran improvisaciones musicales y respuestas espontáneas hacia la música cuando interactúan con juguetes y objetos. Esta simple exploración, sienta las bases de habilidades y conocimientos que se apoyan y refinan a través de la educación musical. Además, el canto y el movimiento, representan, en los primeros años, un medio de comunicación de las acciones que realiza el infante. Las canciones dirigen sus movimientos, le permiten aprender conceptos y procedimientos por medio de ellas y reforzar la adquisición de un hábito, como sentarse a comer, lavarse los dientes, ir a la cama, etc.

Se agregan también aspectos cognitivo-sensoriales de la formación musical, los que mejoran el procesamiento auditivo de la música, así como los sonidos del habla. De hecho, se ha reconocido que la música y el habla, aunque perceptualmente distintas, comparten

muchos aspectos comunes en un nivel tanto acústico como cognitivo (Thompson-Schill et al., 2013; Tiemey, y Kraus, 2007).

Si bien, a nivel acústico, la música y el habla usan el tono, el tempo y el timbre como señales para transmitir información; a nivel cognitivo, la música y el procesamiento del habla, requieren, además, de habilidades similares, como la memoria y la atención, así como la capacidad de integrar los eventos acústicos en un flujo coherente de percepción, de acuerdo a reglas sintácticas específicas.

Se puede decir que el entrenamiento musical involucra el desarrollo de habilidades cognitivas, entre ellas, una alta carga de memoria de trabajo, la preparación de las habilidades de atención selectiva y el aprendizaje implícito de la acústica, así como las reglas sintácticas para los sonidos musicales.

Hasta aquí, ha quedado claro que la música y el lenguaje evolucionaron de la mano, debido al ambiente, y que el aprendizaje de ambos se da de manera paralela pero, si se recuerda el título de este trabajo, se menciona adicionalmente a la lecto-escritura, y específicamente el proceso que permite el aprendizaje de esta tarea cognitiva que relaciona a los sonidos con las imágenes. Es por ello que en seguida se hablará sobre el tema.

1.5.1 La importancia del ambiente en la adquisición de los procesos de lecto-escritura tanto de la lengua como de la música

Retomando la idea de que los ojos evolucionaron en coordinación con el oído y que el movimiento del cuello permitió a los ojos cubrir un mayor espacio, cabe recordar que la lectura emplea esos circuitos primigenios, pues la lecto-escritura implica la capacidad de *ver* los sonidos a través de los signos asignados a cada uno de ellos.

Al respecto, Dehaene et al. (2005) explican que el cerebro humano puede ser visto como un conjunto de dispositivos evolucionados que son producto de la herencia cultural-evolutiva, por lo que se puede entender que el ser humano es la única especie capaz de asociar símbolos arbitrarios a representaciones y de conectarlos en sistemas de símbolos elaborados: uno de estos subsistemas corresponde a la lectura.

Entonces, para llegar a este proceso de adquisición de lecto-escritura, se requiere de la enseñanza-aprendizaje que permite encontrar la relación de lo expresado en el texto a través de los signos del lenguaje escrito para dar un sentido en la realidad (Zabalza, citado en Contreras, 2003).

Por tanto, el aprendizaje de la lecto-escritura involucra una serie de procesos relacionados a la información lingüística, comenzando por procesos perceptivos que se dividen a su vez en subsistemas independientes encargados de tareas específicas (fonológico, léxico, sintáctico, semántico). De acuerdo con Benedet (citado en Galve, 2007), los niveles de procesamiento de comprensión de palabras escritas tienen los componentes de reconocimiento del habla, la discriminación de los sonidos del habla, la discriminación de fonemas, el reconocimiento de palabras y la comprensión de palabras que implica el acceso al sistema semántico para entender su significado.

En este proceso de transacción entra además la habilidad de simbolizar, lo que permite a una persona entender los símbolos y ubicarse imaginativamente en el mundo de los signos del cual es parte integrante (Contreras, 2003).

Leer implica, entonces, una actividad cognitiva compleja, que requiere de procesos de atención, retención y memoria. Comprende una actividad que reúne una serie de procesos que llevan a traducir los fonemas en sonidos del habla, y que son importantes en un contexto social particular (Sternberg, 2011). Por ello, la lectura es considerada una actividad compleja donde el lector es un actor que intercambia con el texto y facilita sus esquemas de conocimiento de manera que pueda interpretar, simbolizar y comprender los datos nuevos que se le proporcionan.

En este sentido, Piaget e Inhelder (1981) explican este proceso como la *reestructuración de los esquemas de conocimiento*, la cual se presenta cuando la nueva información se integra a la previa, y se lleva un proceso de acomodación que se describe como el momento en que el nuevo conocimiento se integra a la red de conceptos antes adquiridos.

A partir de esto, si se toma en cuenta que tanto la música como el lenguaje se aprenden a través de juegos motores, sensoriales, expresivos y lógicos, con los cuales se desarrollan estrategias de pensamiento, la posibilidad de aproximarse a los correspondientes símbolos escritos permitirá asociar con mayor facilidad lo que ya conoce y ha experimentado, para después ubicarlo con el signo adecuado al sistema cognitivo (Lacárcel, 2001).

De esta forma, si el niño comprende su lengua materna, podrá acceder a los símbolos gráficos que lo representan. Si la música y el lenguaje se han contemplado como procesos paralelos a nivel evolutivo, entonces, también se requerirá conocer la música para acceder más adelante a los procesos de lectura y escritura que representan las melodías, el ritmo y la armonía.

En el caso de la música, por ejemplo, se entiende que un niño ha escuchado los sonidos de su entorno y su lengua materna desde que estaba en el vientre de su madre. Por este motivo, ambos estímulos acústicos le son familiares y puede identificar lo que los otros desean comunicarle aún a temprana edad. En el mismo sentido, se ha reconocido que sucede algo similar cuando el infante va a comenzar el proceso de lectura musical, ya que los signos que ve escritos los reconoce como los sonidos que ya ha cantado, palmeado y bailado, y que será capaz de diferenciar a partir de los signos asignados específicamente para cada sonido.

Además, tendrá que aprender los silencios y las pausas en la *ortografía* musical, lo que le brindará la oportunidad de expresar ideas y sentimientos a partir de este lenguaje específico para la música, el cual es posible compartir universalmente, con lo que adquirirá un código paralelo a su lengua materna.

Al respecto, se han realizado estudios que se llevan a cabo en personas con conocimiento de notación musical. En ellas se ven activadas las regiones occipito-temporal, frontal inferior y visual, mismas que se comparten con la escritura, ya sea, cuando se lee o cuando se escuchan palabras de la lengua materna o sonidos de la música.

En el caso de los músicos, los componentes subcorticales y fronto-temporales que se encargan de la atención son los mismos que se activan durante tareas lingüísticas, con la

adición del papel del hipocampo, debido a la necesidad de la participación de la memoria en ambos procesos cognitivos. Por ende, se reconoce la importancia de los factores acústicos para el reconocimiento de los signos escritos, que corresponden a la representación visual de los sonidos de la lengua materna (Pugh et al., 2013; Teki et al., 2013).

Imagen 5: Redes neuronales diferenciadas

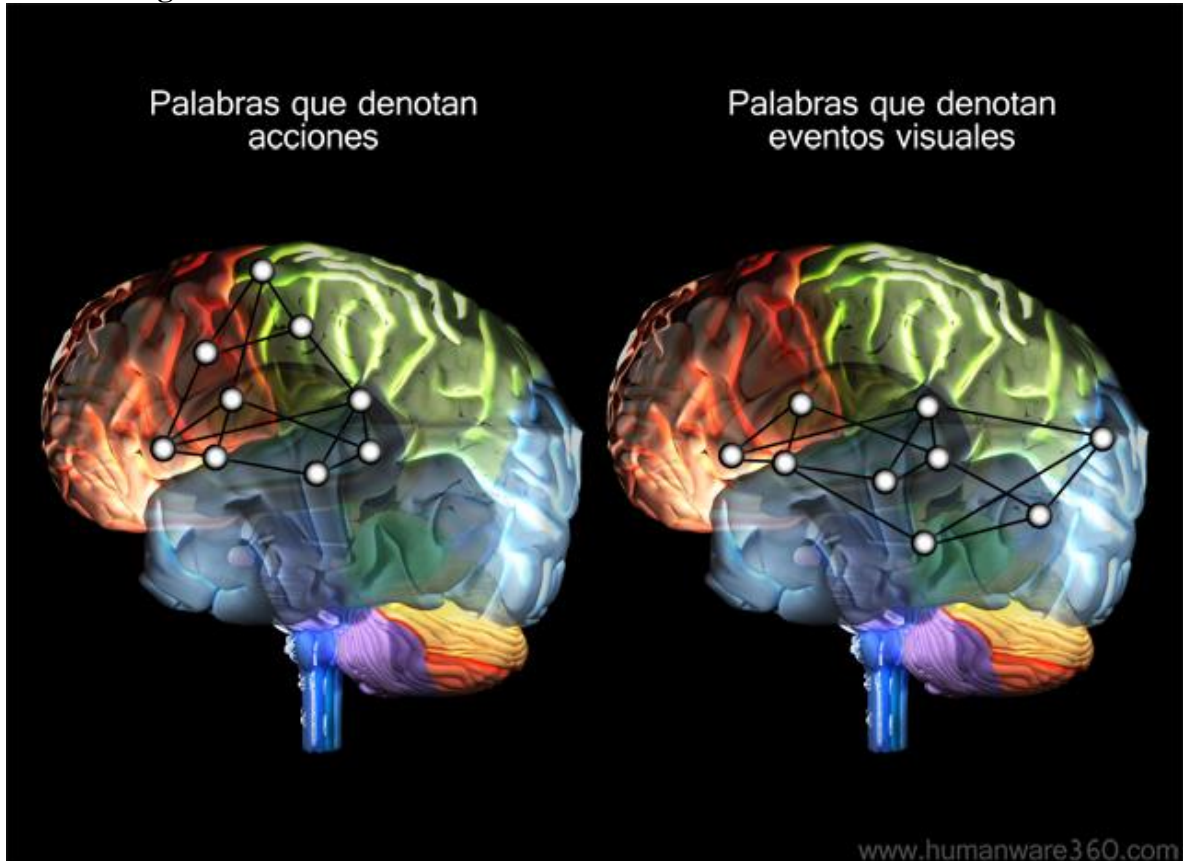


Imagen cortesía del Learning & Neuro-Developing Reserach Center. Todos los Derechos Reservados

Las redes neuronales se activan de manera diferente dependiendo el tipo de tarea que se procesa. Esto es importante pues permite diferenciar los pasos en que se divide una actividad, ya sea, simple o compleja. Por ejemplo, es posible distinguir entre la secuencia de eventos necesarios para leer -como son distinguir cada una de las letras de manera visual-, reconocer el sonido asociado a cada signo, juntar las letras y dar sentido a una palabra e identificar la palabra para darle contexto dentro del conjunto de palabras de un texto.

Para comenzar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la lecto-escritura, es necesario comprender algunos elementos básicos del lenguaje escrito, ya que la unidad más pequeña del sonido del discurso es el fono (ejemplos, [i], [e], [d], [f]). Este corresponde a la expresión acústica de una vocal o una consonante. Después se encuentra el fonema (ejemplos, /b/, /a/), que es la unidad más pequeña del sonido propio de cada

lenguaje y, por lo tanto, puede emplearse para distinguir la expresión de sonidos en un idioma de la expresión de los mismos en otro.

Por otro lado, los alófonos corresponden a las diferencias de articulación de un fonema en una palabra o en varias palabras, por ejemplo: /daño/, es decir, que son variantes del sonido del mismo fonema, mientras que el morfema es la unidad más pequeña que denota significado dentro de un idioma particular. En español, específicamente, existe sólo un tipo de alófonos, en los que la pronunciación al comienzo de la palabra difiere de la que se halla entre vocales o ciertas consonantes.

Cuando un niño aprende a leer, adquiere conocimientos generales del funcionamiento del idioma, que se caracterizan por la concientización de la palabra, como objeto independiente de la acción, la identificación del nivel fonológico del lenguaje, la posibilidad de identificar los sonidos verbales dentro de las palabras del idioma y, por supuesto, el aprender a clasificar los sonidos del idioma en vocales y consonantes (Solovieva, citado en Dzib Goodin, 2011c).

En este sentido, Dzib Goodin (2013a) explica que el proceso de adquisición de la lecto-escritura no es algo que ontogenéticamente se presente desde el momento de nacer. Los niños requieren al menos de cierta edad, entre 4 y 6 años, para comenzar con este proceso y muchos más años para consolidarlo. Sin embargo, la experiencia auditiva que han tenido escuchando su lengua materna y el uso de la misma les ha permitido conocer los sonidos de su idioma y aprender a comunicarse.

A pesar de lo anterior, se debe hacer mención que existen métodos de estimulación temprana de lectura donde se considera que los niños comienzan a reconocer palabras escritas y su significado incluso antes de cumplir el primer año de edad.

Un ejemplo de ello es el trabajo del neurólogo norteamericano Glenn Doman, fundador de los Institutos para el Logro del Potencial Humano en Filadelfia, Estados Unidos, quien considera que la lectura es una función del cerebro que se puede desarrollar desde muy temprana edad, pues parte del supuesto de que los niños menores de 4 años tienen un potencial cerebral ilimitado.

Desde esta perspectiva, los padres tienen un papel importante con respecto al trabajo de enseñanza de la lectura en sus hijos. Para probar esto, Doman diseñó material que se basa en el uso de bits de inteligencia (o tarjetas) que incluyen juegos de palabras que se muestran a los niños de manera rutinaria, con cierto orden y acordes a la edad, siempre teniendo un referente cercano a su contexto. Este método fue creado como una herramienta motivadora para fomentar la lectura desde edades tempranas para una motivación futura al acto lector (Doman y Doman, 2006).

Al respecto, Anvari, Trainor, Woodside, y Levy (citados en Moreno et al., 2011) consideran que el aprendizaje de asignaciones grafema-fonema subyace a una decodificación de las palabras, pues ambos procesos involucran la asignación de un símbolo visual arbitrario con un estímulo auditivo.

Ante ello, se comprende que la lectura sea un proceso de construcción de significados, donde comienza un proceso de intercambio entre las ideas mentales y las ideas escritas y en el cual entra en acción la habilidad simbólica. Este proceso resulta complejo para los niños que se inician en esta habilidad, ya que los procesos cognitivos, que llevan a la comprensión de los símbolos, requieren tanto de estimulación ambiental como de consolidación de acciones de pensamiento y de intercambio entre áreas cerebrales (Contreras, citado en Dzib Goodin, 2011c).

En este sentido, durante el aprendizaje de la lectura, se accede al conocimiento de la lengua oral a través de una nueva modalidad que no estaba prevista por la evolución. Se transforman algunas de las estructuras visuales del cerebro en una interfaz especializada entre la visión y el lenguaje. Esta situación se debió a que la lectura es una invención reciente en términos evolutivos, ya que su aparición se calcula sucedió hace aproximadamente 5.400 años, por lo que el cerebro humano, así como el sistema visual, han requerido de una adaptación para el reconocimiento de los caracteres que la componen.

Gracias a la interacción entre la retina y el cerebro, es posible descifrar el código escrito y entender su significado. Si bien el genoma humano no puede contener instrucciones específicas para la lectura, se desarrollan áreas de reciclado en los sistemas

cerebrales para este nuevo uso cultural que permite su desarrollo aún cuando no existan bases neuronales específicas del mismo (Dehaene, 2011).

Al respecto, Cassier (citado en Montero, 2005) explica que el ser humano es simbólico, por lo que tiene la capacidad de representar y atribuir significado a todo aquello que está dentro de su cultura y aprender esos significados que se transmiten de una generación a otra.

Este autor, mediante su antropología filosófica, plantea que los seres humanos elaboran símbolos incluso antes de emitir sonidos y pronunciar palabras, y considera que, como especie humana, se cuenta con una predisposición biológica que permite simbolizar a partir de la interacción con el medio y los objetos a los cuales se les atribuye un significado característico.

Siguiendo esta idea, los símbolos refieren a aquello que representan, sugieren y denotan algo que alude a cosas, ideas, procesos, relaciones y descripciones, que pueden estar presentes o ausentes, y hacen referencia tanto a cosas que nunca han existido como a cosas abstractas, como el cálculo, la verdad y la justicia.

Es así que las palabras se conforman de letras y sonidos que permiten dotarlas de un significado de acuerdo a un idioma determinado. Pueden emplearse de manera escrita, hablada o mediante señalización de otras formas lingüísticas, como el lenguaje de señas, que emplea gestos y manos (Sternberg, 2011).

En este sentido, Celdrán y Zamargo (2013) mencionan que el sistema de lecto-escritura contiene elementos *ideográficos* que sirven para especificar propiedades sintácticas y semánticas del lenguaje, como signos de puntuación, separación entre palabras, uso de mayúsculas, etc., por lo que, en el proceso de la lecto-escritura, será fundamental el conocimiento de las características perceptivas de las letras y la correspondencia entre grafemas y fonemas, así como la recuperación léxica que permite el reconocimiento y la decodificación de las palabras.

Por ello, como mencionan Defiro y Tudela (citados en Blanco, 2012), leer implica un fenómeno complejo que se distingue por dos niveles: el primero son los procesos

implicados en reconocer y atribuir significado a las palabras escritas; el segundo implica operar con esos significados léxicos hasta alcanzar la interpretación completa del texto o la comprensión lingüística, siendo ésta una habilidad que interviene en la comprensión de mensajes tanto orales como escritos.

Estudios con adultos han permitido mostrar cómo opera la lectura a nivel cortical, donde un gran conjunto de regiones en el hemisferio izquierdo se activan cuando se lee o se escucha una oración. Esta red comprende regiones del lóbulo temporal, por ejemplo, la parte más prominente de toda la longitud del surco temporal superior desde el polo temporal a la unión temporal parietal posterior, así como regiones distintas del lóbulo frontal inferior izquierdo. Todas estas regiones incluyen zonas del lenguaje hablado, ya que la lectura proporciona el acceso a las mismas a través de la visión (Devauchelle et al. citados en Dehaene, 2011).

Cabe resaltar que esta activación ya está presente con una lateralización izquierda hemisférica cuando los bebés de dos meses de edad escuchan frases en su lengua materna (Dehaene-Lambertz y Hertz-Pannier, 2002; Dehaene-Lambertz et al., 2006; Dehaene-Lambertz et al., 2009).

Este proceso refleja la existencia de un sistema antiguo que probablemente evolucionó como sistema responsable de la adquisición del lenguaje hablado, por el que, cuando un niño entra por primera vez a la escuela primaria, el mismo y sus subcomponentes de procesamiento léxico, morfológico, prosódico, sintáctico y semántico ya están en marcha, pero no activos. En este sentido, los niños adquieren al leer una especie de interfaz visual con el sistema de la lengua, que es el proceso de aprendizaje de la lectura.

Al respecto, estudios de neuroimagen de una sola palabra han comenzado a aclarar cuál es la localización y la organización de este sistema de interfaz visual. Para probar esto, se presentaron a adultos lectores palabras visuales, y se encontró que al momento de leerlas, se activa una región específica de la corteza visual ventral izquierda.

El grupo de investigadores de Cohen, Dehaene, Naccache, Lehéricy, Dehaene-Lambertz y Hénaff (citados en Dehaene, 2011) llamaron a esta región *Área visual de la*

forma de la palabra, en inglés, con sus siglas *VWFA*. Su respuesta es estrictamente visual y preléxica, y responde a todo tipo de cadenas de letras, ya sean, palabras o pseudopalabras (carentes de significado), se encuentra en el surco occipito-temporal lateral izquierdo y se ha visto activada en individuos de diversas culturas y lenguas.

La lesión sistemática de esta región en un adulto letrado provoca la alexia pura, que es la incapacidad selectiva para leer. Esta región se activa al leer un guión, palabras escritas, o bien, al observar categorías visuales, como caras, dibujos de objetos o letras mayúsculas y minúsculas de algún alfabeto occidental.

Los cambios funcionales y estructurales en el cerebro durante la adquisición de la lectura surgen principalmente en el área visual primaria, situada en ambos lados de la cisura calcarina en los lóbulos occipitales; de ahí, la señal pasa a la corteza occipital secundaria, localizada en los dos hemisferios. En esta zona tiene lugar la identificación de los grafemas y su disposición en secuencia, de manera que se pueda captar el significante del mensaje. Esta nueva señal pasa a la encrucijada occipito-parieto-temporal izquierda, desde donde se proyecta hacia las áreas del lenguaje. A partir de ahí, la proyección de la señal va a conocer dos modalidades de tratamiento. Por un lado, está la vía directa de la lecto-escritura, en la que el procesamiento auditivo tiene una gran importancia a lo largo de la vía fonológica, o indirecta, hacia el planum temporale.

Aquí, se efectúa la conversión de los grafemas a fonemas. La señal fonética es analizada en el giro supramarginal y el pliegue curvo (dicho pliegue también se conoce como área 39 de Brodmann o giro angular, el que es considerado parte del área de Wernicke, y que se encuentra entre la porción posterior del surco intraparietal y la rama horizontal de la cisura de Silvio), mismos que identifican los aspectos morfosintácticos y semánticos de las palabras.

La segunda modalidad de tratamiento es la vía semántica o indirecta, la que conduce la señal hasta el pliegue curvo, donde se atribuye significado a los signos gráficos, sin pasar por una representación fonológica (Dzib Goodin, 2011a; López Cano, 2008; Lowe, 2006).

En este sentido, se puede resumir que la modalidad fonológica de la lecto-escritura sirve de base para la lectura analítica de un texto, mientras que la modalidad semántica conduce a la lectura global. No es posible determinar cuál es más importante, pues esto dependerá del contexto, el tipo de lectura y aprendizaje que se esté desarrollando, así como del nivel de precisión que la lectura requiera.

Además, se ha reconocido que el cerebelo está involucrado en los aspectos motores de la lectura, pues implica un movimiento fino de los ojos para el reconocimiento de cada una de las letras y el seguimiento de renglones, y que estas estructuras cerebelosas están involucradas en procesos de asociación de palabras, cálculo mental, planificación motora y memoria.

Por ello, se postula que la relación entre cerebelo y cognición está regulada por un circuito cerebelo-talámico-prefrontal. Pues, además, el cerebelo regula la velocidad, la fuerza, el ritmo y la precisión del movimiento, así como la capacidad, la consistencia y la velocidad de los procesos cognitivos, necesarios para la comprensión de los elementos adquiridos a través de la lectura (Talero-Gutierrez et al., 2004; Puente y Ferrando, 2000).

Por esta razón, es importante considerar las actividades de movimiento en el desarrollo de la lecto-escritura, entre las cuales se pueden destacar: las predicciones de palabras que empiecen con determinada sílaba, la separación de sílabas con las palmas, el cantar al ritmo de un compás, el uso de entonación para los cambios rítmicos de las frases y, en general, donde se trabajen los sistemas motores para favorecer el desarrollo de habilidades lectoras, las cuales requieren ritmo y cadencia de los movimientos finos, con el fin de activar el cerebelo, ya que está claro que éste desempeña un papel importante en el procesamiento lector.

De ahí, la importancia del desarrollo del mecanismo oculo-motor que se deriva de controles finos y específicos, los que muchas veces no son adquiridos por los niños antes de comenzar el aprendizaje de la lectura. Esta falta provocará deficiencias cerebelosas que se notarán en una escritura poco clara y dificultades en la comprensión de los signos escritos, tanto para el escritor como el lector.

Imagen 6. Corte Sagital del cerebro



Imagen cortesía del Learning & Neuro-Developing Reserach Center. Todos los Derechos Reservados

Este corte permite la observación clara de las áreas involucradas en el procesamiento de las actividades motoras de la escritura, como el circuito cerebello-talámico-prefrontal, por medio de los cuales se han de desarrollar habilidades no sólo de velocidad sino de precisión en el reconocimiento de signos. Cabe resaltar que dicho circuito debe pasar necesariamente por el sistema límbico. Este paso implica la necesidad emocional como parte de las tareas de lecto-escritura.

Durante el desarrollo del niño, se aprende lenguaje oral y escrito a través de una serie de fases que consisten en la detección de las pausas y los ritmos de las frases, la discriminación de las palabras y los signos asociados a ellas, la identificación de las letras, el reconocimiento de los signos y la comprensión del sonido, todo con el fin de formar palabras y frases. Estos pasos son indispensables en la adquisición del lenguaje y la lectura (Batuecas, 2013).

El análisis auditivo de los sonidos del habla conforma la primera fase en el proceso de percepción del lenguaje verbal, y es imprescindible para el aprendizaje de lecto-

escritura, también conocida como fase de conciencia fonológica, la cual requiere la discriminación auditiva para reconocer y separar similitudes y diferencias entre fonemas.

Para Luria (citado en Batuecas, 2013), dicho proceso de percepción se realiza en dos etapas: por un lado la primera etapa, o de análisis, en la que se identifican los rasgos sonoros que determinan el significado de las palabras, mientras que en la segunda etapa, conocida también como de síntesis y reconocimiento de rasgos sonoros, se evoca el fonema correspondiente. De esta forma, se inicia la codificación de un mensaje, partiendo de la discriminación auditiva como paso indispensable de la codificación de la información (Batuecas, 2013; Hillie et al., 2011; Hidalgo, 2010; Fonseca-Mora, 2007).

De este modo, el desarrollo del lenguaje oral precede al proceso de lecto-escritura, el que implica el aprendizaje de un sistema de representación gráfica, que guarda relaciones entre sus elementos y propiedades específicas que van más allá de la simple correspondencia con los sonidos, pues los símbolos escritos representan las unidades sonoras con significado del lenguaje, o fonemas.

Un aspecto común entre el lenguaje oral y el escrito es que tienen acceso a las palabras del léxico, e implican el análisis de frases y párrafos, así como la comprensión del mensaje para que sea posible la comunicación efectiva (Ferreiro, citado en Celdrán y Zamargo, 2013).

Al respecto, Ehri, Nunes, Stahl y Willows (citados en Dehaene, 2011) explican que, debido a que la lectura es tan rápida y que dura aproximadamente el mismo tiempo procesar tanto las palabras cortas como las largas, se considera la existencia de dos métodos de enseñanza-aprendizaje de la lectura: los métodos globales, que asumen la forma general de la palabra completa, y los métodos sintéticos, donde el aprendizaje de la lectura surge a partir del reconocimiento de palabras por sus componentes elementales, como son trazos, letras, bigramas, morfemas y sonidos, los que se enseñan a partir de las correspondencias entre grafema y fonemas (Martínez Licona et al., 2004; Smith, 1990).

Sin embargo, dentro del aprendizaje de la lectura, se comprende una serie de factores sensoriales que incluyen a la percepción visual, por lo que existe una preferencia por las formas de alta resolución, representadas en la fóvea, la cual corresponde al centro

de alta resolución de la retina. Esta alta resolución es indispensable para poder leer la letra pequeña. Existe, además, una sensibilidad a la línea de configuraciones, lo cual se analiza en la región del giro fusiforme, la que reacciona fuertemente cuando la imagen contiene uniones de líneas que constituyen formas, como T, L, Y, F, etc.

En este sentido, los procesos perceptivos hacen referencia a la serie de movimientos para dirigir los ojos hacia las palabras o las frases que se trata de leer. Los ojos se desplazan de izquierda a derecha mediante saltos rápidos, o movimientos sacádicos; estos movimientos alternan con periodos de inmovilización (o fijaciones). Los desplazamientos consisten en pequeños saltos que trasladan al ojo al siguiente punto del texto con la finalidad de que éste quede situado frente a la fovea, considerada la zona de máxima agudeza visual. Por otro lado, las fijaciones permiten extraer la información de una emisión con una duración entre 200-250 milisegundos, mientras que la visión parafoveal, por su parte, se ubica en la zona periférica de la retina, y a través de ella se suelen localizar las palabras más significativas o más largas, y se evitan espacios o palabras de poca información (Galve, 2007; Salazar Hakim, 2007).

Se requiere, además, de un trabajo conjunto de retina y cerebro para la captación de las imágenes de las letras, su agrupación en sílabas y su posterior procesamiento para comprender el significado de las palabras. Sin embargo, dichos estudios sólo se han aplicado a lectores occidentales, pues la variabilidad de los idiomas y las formas de abordaje de la lectura, por ejemplo, del hebreo, el chino o el japonés, requieren habilidades de reconocimiento distintas (Dehaene, 2011).

La localización precisa del área visual de la palabra escrita está probablemente determinada por su proximidad y las conexiones ajustadas a las áreas corticales para el procesamiento del lenguaje hablado en el lóbulo temporal lateral. De hecho, la lateralización hemisférica de la VWFA (Área Visual de la Forma de las Palabras) se relaciona con la lateralización previa del procesamiento del lenguaje hablado, la que es, generalmente, hacia el hemisferio izquierdo (Dehaene, 2011; Dehaene et al., 2005).

La mayoría de los datos obtenidos hasta la fecha parecen ser compatibles con un modelo de arquitectura neuronal del reconocimiento visual de palabras llamado *detector*

combinado local. Este modelo supone que hay una jerarquía de las neuronas occipito-temporales en sintonía con fragmentos de escritura, desde las salidas de línea a las letras individuales hasta pares de letras (bigramas), morfemas y palabras cortas (Dehaene, 2011; Dehaene et al., 2010; Dehaene y Pinel, 2009; Dehaene et al., 2005).

Todas estas redes son necesarias a nivel funcional. Sin embargo, a nivel cognitivo, los procesos de lectura y escritura requieren de mecanismos que permitan el éxito en la comprensión lectora. Estos se revisarán enseguida.

1.5.2. *El proceso lecto-escritor*

Durante el aprendizaje de lecto-escritura interviene una serie de procesos que permiten llevar a cabo la descodificación de los símbolos escritos, involucran una actividad simbólica y requieren del entendimiento de letras y sus sonidos.

Como ya se ha mencionado, la lectura comienza cuando se percibe un conjunto de grafías que construyen, a nivel mental, el mensaje representado en el documento. Los procesos involucrados son los perceptivos. A través de ellos se extrae información de las formas de las letras y las palabras. Esta información permanece durante un breve instante en la memoria icónica y se encarga de analizar visualmente los rasgos de las letras y distinguirlos del resto. Después, se encuentran los procesos de acceso léxico que permiten acceder al significado de las palabras, pasando por dos rutas o vías para el reconocimiento de las palabras (Dehaene, 2011).

Ante esta situación, Coltheart (citado en Dzib-Goodin, 2011a) explica que la lectura se realiza a través de dos procedimientos: uno léxico y otro no léxico. A esto se le conoce como *modelo de la doble ruta* que permite explicar el acceso al significado de las palabras escritas. La vía léxica, o directa, depende de un almacenamiento preexistente en algún tipo de léxico mental, denominado léxico semántico y léxico fonológico.

Este almacenamiento consiste en un diccionario personal de las palabras que ya forman parte del léxico visual. En esta vía, el lector ha sido capaz de reconocer y memorizar patrones de letras que diferencian a unas palabras de otras. La lectura por esta

ruta supone varias operaciones, como son: el análisis visual de la palabra, que se transmite a un almacén de representaciones ortográficas (léxico visual) donde se identifica esa palabra, y la unidad léxica activada, que impulsará la correspondiente unidad de significado situada en el sistema semántico donde se conforman los conceptos y significados de esas palabras.

De acuerdo con Dzib-Goodin (2011a), la vía léxica admite dos posibilidades: por un lado, el reconocimiento ortográfico de las palabras por su correspondiente fonología y, por otro, el proceso que se lleva a cabo para las representaciones semánticas. En este punto, el acceso a la representación semántica constituye el primer paso del proceso del reconocimiento de palabras escritas.

A diferencia de la anterior, la ruta no léxica, permite el reconocimiento de pseudo palabras, y leer palabras regulares cuya pronunciación pueda derivarse mediante la aplicación de reglas de conversión; por ejemplo: los nombres Elena, Helena, Jelena, o bien palabras que puedan estar mal escritas. De esta forma, la ruta no léxica provee un mecanismo directo para la lectura en voz alta de pseudo palabras y palabras regulares, y otro indirecto, fonológicamente mediado, para el acceso al significado de palabras regulares, ya que la activación semántica se produce posteriormente al ensamblado fonológico, de manera similar a cuando se comprende una palabra oída, pero nunca antes se ha visto escrita.

Aunado a esta complejidad, es importante mencionar que existen diferentes procesos cognitivos que intervienen en la lectura. Entre ellos se encuentran los perceptivos, los léxicos, los sintácticos y los semánticos, a los que Celdrán y Zamargo (2013) anexan los procesos ortográficos y los de la escritura.

Cabe mencionar que ciertos mecanismos oculares permiten extraer la información gráfica impresa durante el proceso de la lectura. Esta pasa por una memoria sensorial breve, o icónica, que mantiene la información visual durante un tiempo muy breve a modo de flashes. Posteriormente, la información pasa a la memoria de corto plazo, donde se retiene la información de manera consciente, a pesar de que su duración sea muy limitada. Aquí, se analiza la información y se reconoce como una unidad lingüística determinada.

Por esta razón, será importante la percepción de la forma y la orientación de la grafía para el reconocimiento y la diferenciación de cada unidad (Celdrán y Zamargo, 2013).

Después, se pasa a los procesos de acceso al léxico, que consisten en la identificación de letras. En esta etapa entra también el acceso al significado de las palabras. Existen dos rutas para acceder a ellas, como se explicó anteriormente: la ruta léxica y la no léxica, las mismas que conectan directamente la forma visual de la palabra con el almacén léxico (significado). Si la lectura se realiza en voz alta, se enlaza con el léxico fonológico donde se encuentran representadas las pronunciaciones.

Por ende, se requiere de la existencia de un léxico auditivo, donde se almacenan las representaciones sonoras de las palabras. A través de ésta vía se pueden leer tanto palabras familiares como pseudo-palabras. El uso de una u otra ruta va a depender de diversos factores, como la edad, el nivel de aprendizaje, el método de enseñanza y la habilidad lectora (Galve, 2007).

Después, se encuentran los procesos sintácticos, por medio de los cuales las palabras aisladas permiten activar los significados almacenados en la memoria, pero que no transmiten mensajes. Para darles significado, las palabras se agrupan en una estructura superior mediante la oración: al reconocer las palabras, se determinará el papel que cada una juega dentro de la oración. A este conocimiento se le llama estrategias de procesamiento sintáctico (Mateos, 1991).

A lo anterior, Galve (2007) agrega que, dentro de los procesos sintácticos, se aplican etiquetas a cada una de las palabras en las oraciones, lo que se conoce como estrategias de procesamiento sintáctico. Por medio de ellas, se aplican funciones de sujeto-verbo-objeto sucesivamente a las secuencias sustantivo-verbo-complemento. Por ejemplo, en la oración “*El lobo atacó al perro*” se asigna al primer sustantivo el papel de sujeto y al segundo el de objeto de la acción expresada por el verbo.

Cuando se invierten las funciones por ejemplo: “*El perro atacó al lobo*”, se incrementan las dificultades de procesamiento, no específicamente por el orden de las palabras, sino por la imagen semántica de dicha acción.

Otro aspecto importante en los procesos sintácticos son los signos de puntuación, pues los papeles sintácticos vienen claramente marcados por los rasgos prosódicos de entonación, pausas o ritmo que cada lector otorgue a lo que lee. Pero este proceso depende de una experiencia previa con dichos signos que se han de sumar al reconocimiento y la función de las letras del alfabeto.

Por último, se pasa a los procesos semánticos, respecto a los cuales, Cuetos, Rodríguez y Ruano (2000) explican que aquellos consisten en extraer el significado del texto e integrarlo a los conocimientos almacenados en la memoria para poder hacer uso de esa información. En este momento, se ha terminado el proceso de comprensión. Los procesos semánticos se pueden descomponer en tres subprocesos:

1. *Extracción del significado del texto.* Este implica asignar papeles al agente de la acción, el objeto de la acción, el lugar donde ocurre la acción y responder a “QUIÉN hizo QUÉ a QUIÉN, DÓNDE y CUÁNDO”. La estructura semántica se obtiene independientemente de la forma sintáctica, y se mantiene el significado de la frase, por ejemplo: “*un ladrón atacó al policía*” o “*un policía atacó al ladrón*”.
2. *Integración en la memoria.* En dicho proceso, las oraciones se presentan en un contexto donde discurre la acción y le da sentido a la frase. Para ello, ha de existir una explicación previa y una activación de conocimientos relativos a esta situación. Esto permitirá entenderla y enriquecerla con la nueva información. Se ha encontrado, además, que no basta la comprensión pues, cuando las frases o textos se entienden y se integran en la memoria, el recuerdo es más duradero que en un contexto aislado.
3. *Procesos inferenciales.* Por medio de ellos, la memoria almacena la información de los textos que se leen para que el lector haga deducciones sobre esa información, e incluso añade información que no está explícitamente en el texto. También es posible para el lector hacer inferencias sobre el material que lee, ya que los textos prescinden de mucha información que se presupone el lector tiene, y que se vuelve imprescindible para la comprensión completa de un texto. Por ejemplo: “*Juan cortaba leña para su abuela*”, aunque no está explícitamente expresado, se deduce

que Juan utilizaba una herramienta (hacha o sierra probablemente) para cortar la leña. Este es el más complejo de los procesos semánticos.

Celdrán y Zamargo (2013), desde su perspectiva, incluyen dos procesos más al aprendizaje de la lecto-escritura. En primer lugar, los procesos ortográficos, que se refieren a la comprensión de las reglas de escritura y al conocimiento de la ortografía correcta de las palabras. El segundo proceso importante, y por tanto necesario, es la memoria operativa o de trabajo, que puede ser visual, semántica o fonológica, y que estos autores definen como la habilidad para retener información y su uso en frases futuras. Dicho proceso es indispensable en la lectura, ya que se deben retener las letras, las palabras y las frases leídas mientras se descodifican las que siguen en el texto (Blanco, 2012).

A los procesos de lectura se ligan los procesos de escritura, los cuales implican diferentes procedimientos empleados para leer. El primero es la planificación sobre la producción del texto, el segundo es el conjunto de decisiones para la elaboración del mismo, el cual requiere de la búsqueda del léxico adecuado, la cohesión del texto y la ortografía. Por último, se lleva a cabo un proceso de revisión de la producción escrita, que consiste en releer y evaluar el texto escrito, llegando así a un proceso de metacognición (Puente y Ferrando, 2000).

En este sentido, Coll y Marchesi (1999) mencionan que, para lograr la comprensión lectora, es fundamental el conocimiento previo que va de la mano de la comprensión de la escritura. De esta manera, es posible atribuir significado a lo que se lee e interpretar la nueva información bajo un contexto específico compartido, ya sea, por experiencias previas, o bien, por contextos culturales similares, lo que permite hacer interpretaciones sobre los textos que sirven como pausas para la comprensión (Bylund y Jarvis, 2011).

Hasta este punto, se ha explicado el proceso de la lecto-escritura de la lengua materna, pero la música como lenguaje cuenta con un sistema de representación que comparte similitudes con cualquier otro idioma, pues busca que los sonidos puedan ser representados a través de signos. Por lo tanto, vale la pena analizar el proceso de la lecto-escritura musical. Esto nos lleva a una gran pregunta: ¿existen procesos similares en el proceso de la lecto-escritura de la lengua materna y la música?

1.5.3 Procesos de lecto-escritura en la música

Las representaciones mentales son estructuras cognitivas que ayudan a organizar y dar significado a los estímulos externos. Gracias a ellas se percibe de cierta manera y, a la vez, aquellas pueden ser modificadas por la percepción. Siguiendo esta idea, Galera Núñez y Tejada Giménez (2012) consideran que las estructuras musicales son entendidas como un tipo de estructura o esquema mental que representa la realidad.

En este sentido, Piaget e Inhelder (1981), a través de la teoría del desarrollo del pensamiento del niño, describen la forma en la que los niños pasan por una serie de etapas en las cuales están presentes las estructuras mentales que cambian de manera constante de acuerdo al desarrollo evolutivo. Ante ello, se puede decir que existe una relación directa de estos cambios con el aprendizaje a través del cual se produce una interacción entre las estructuras mentales y los estímulos externos que dan paso a las respuestas en el ambiente (Williamson et al., 2010).

A nivel cultural, estos procesos se presentan a través de los cantos, que tienen connotaciones cuyas raíces se adentran en las vocalizaciones y las verbalizaciones y se producen a partir del habla, ralentando y dando ritmo al lenguaje. El origen de los cantos está enraizado en el grupo social y cultural, su estructura es rítmica y musicalmente asociada a movimientos físicos y estructuras motoras.

En este sentido, Trallero Flix (2008) considera que la canción permite acercar a los niños a su cultura, además de favorecer el juego, las experiencias y los conocimientos. Por este motivo, se supone que el uso de canciones facilite la memorización de estructuras rítmicas y, de acuerdo con Lacárcel (2001), el cantar sea un fenómeno complejo que implica procesos integrados, tales como el reconocimiento de patrones, la formación de conceptos, la memoria auditiva y la imitación vocal.

Siguiendo esta idea, Del Campo y Bengoechea (2008) señalan la importancia de la canción, ya que se observa su trascendencia cultural y social, así como su significado emocional y afectivo compartido por las personas, pues las canciones son un vehículo de la expresión emocional. Esto puede ser observado a partir del canto que las madres dirigen a

sus hijos de manera natural, estableciendo un vínculo afectivo y proyectando deseos y cuidados a su bebé.

Con esta actividad, la madre estimula las producciones melódicas, vocales y rítmicas del niño, haciendo posible un diálogo mediante respuestas emocionales sonoras que conforman un vehículo de comunicación, relación afectiva y estimulación de nuevas sonoridades hasta conducir al desarrollo del habla (Chan Barret et al., 2013; Dunbar, 2003).

Ante esto, se puede decir que la música es tanto un legado cultural, como una disciplina compleja que requiere procesos de aprendizajes similares a los procesos de lecto-escritura de la lengua materna, pues la lectura corresponde a un proceso cognitivo complejo que consiste en la interpretación de los símbolos, como material transcodificado que se guarda en la memoria esperando el momento de transmitirlo en procesos motores mediante la ejecución. Por ende, requiere del procesamiento de representaciones mentales, imágenes o esquemas que se almacenan en la memoria y que pueden recuperarse en un momento determinado. En el caso de la música, este proceso implica una relación entre esas imágenes mentales, las que representan o producen una imagen sonora musical (Galicia, 2006; Bylund y Jarvis, 2011).

En este sentido, Galera Núñez y Tejada Giménez (2012), así como Pasqual (2008), consideran que los músicos son capaces de tener expectativas musicales a partir de la presentación de códigos musicales. Esto es posible a partir de un bagaje musical por medio del cual se pueden hacer asociaciones con los códigos y la experiencia musical, almacenando en la memoria la representación de dichos sonidos, lo que facilita la evocación de imágenes sonoras.

Aprender a discriminar los elementos que conforman la música, como el ritmo, el tono, la velocidad, el tempo, las melodías y las armonías, requiere de procesos cognitivos como la atención y el control motor, así como de la inhibición de otros impulsos. Se puede agregar a estos, también, la percepción y la anticipación de una estructura rítmica cuando se ha reconocido, la comprensión de lo que sucede con la música y un estado de consciencia que facilite los procesos de memoria (Galicia, 2006).

Bajo este contexto, la experiencia de asignar un símbolo a un sonido en el entrenamiento musical puede beneficiar al aprendizaje de la correspondencia grafema-fonema necesario para el proceso de lectura. Un aspecto común de la música y la lectura es que ambas tienen una estructura formal en la cual existen códigos escritos que se asocian directamente con los sonidos: los fonemas o las notas (Moreno et al., 2011; Montero, 2005).

Por ello, se considera que un buen lector de partituras desarrolla la habilidad para mirar más allá de lo que se está ejecutando o cantando, pues existen estrategias de lectura musical que se basan en agrupamientos de información producidos por la observación de unidades estructurales significativas. En el caso de los pianistas, por ejemplo, éstos tienen acceso a dos pentagramas, que incluyen a los acordes y los fragmentos melódicos (Salazar Hakim, 2007).

Así, para comprender estas estrategias, lo primero es identificar unidades estructurales significativas en las fijaciones sucesivas. En la música homofónica, por ejemplo, estas unidades son acordes, que se encuentran en dos pentagramas distintos y que crean fijaciones sucesivas. Ante esta complejidad, la estrategia usada en la lectura es un barrido vertical hacia arriba o hacia abajo del sistema, seguido de un desplazamiento hacia la derecha para efectuar nuevamente otro barrido que permita la visualización de los dos pentagramas que “*dicen*” una sola frase.

A diferencia de lo anterior, en la música contrapuntística, o polifónica, las unidades significativas son fragmentos melódicos que se extienden horizontalmente a lo largo de un sólo pentagrama. En este tipo de música, la textura es más complicada, pues consiste en dos o hasta más líneas melódicas de igual importancia que se entrelazan entre sí (Salazar Hakim, 2007).

Al igual que en la lengua materna, en la música se tiene primero una aproximación al sonido, antes que al texto musical. Por ello, Trallero Flix (2008) explica que aprender a leer y escribir música consiste en relacionar lo captado de forma sensorial o emocional con su conceptualización y su representación gráfica. Se parte de la experiencia para luego tener acceso a la representación gráfica, de tal forma que sea posible establecer una

relación entre la percepción auditiva y su representación visual. Por ello, se dice que la música debe primero hacerse y luego escribirse.

Por lo anterior, es necesario tomar en cuenta que la experiencia musical previa preparará la adquisición de habilidades posteriores en el niño. De este modo, dicha experiencia con el canto y el baile permite organizar el aprendizaje posterior del código escrito, pues existe una correspondencia entre la memoria de los elementos musicales y el compás y la duración de las melodías (Strair et al., 2009; Stanley y Hugues, 1997).

Ante esto, es importante destacar que el proceso de aprendizaje de la lectura musical, incluye el dominio y la comprensión de los diferentes elementos que la conforman. Por ello, distintos autores sugieren que este proceso debe hacerse de forma progresiva, y preferiblemente ejercitando por separado los diferentes elementos para juntarlos en la medida en que se dominen de forma aislada (Salazar Hakim, 2007; Rusinek, 2003).

Por ejemplo, Kodály (citado en Trallero Flix, 2008) elaboró un método de estudio del ritmo por medio de sílabas rítmicas, las cuales permiten aprender de forma progresiva la integración y la asimilación de cada fórmula rítmica y su representación visual.

Por su parte, Akoschky (2001) resalta que el sistema notacional de la música cuenta con signos convencionales, en un juego de doble coordenadas ubicadas de forma vertical para la altura de los sonidos y horizontal para la sucesión de valores proporcionales al ritmo. Esta repartición representa los elementos de la melodía y la relación entre ellos. Debido a esto, para lograr el dominio de los signos musicales se requiere de la práctica y la apropiación de experiencias sonoras que éstos representan.

En el caso de la notación musical, el compás se identifica con dos números, uno encima de otro: el superior representa en número de partes por compás, mientras que el inferior representa el valor de la nota en cada parte. Por otro lado, la duración se representa mediante figuras rítmicas con determinados valores, la intensidad por medio de acentos o expresiones (colocadas encima o debajo de los símbolos musicales) y la altura en relación con su nombre y su registro, dependiendo de su colocación, donde en el pentagrama equivale al nombre de una nota (Schellenberg y Weiss, 2013; Sarget, 2003).

Al respecto, Schön, Anton, Roth y Besson (citados en Galera Núñez y Tejada Giménez, 2012) consideran que la lectura musical está codificada en función de su posición dentro de un contexto significativo (pentagrama) y en función a la relación que se establece entre unos signos y otros (descodificación semántica), lo que permite la comprensión del código musical, si bien esta última corresponde a un sistema que agrupa distintos tipos de información, como altura, duración e intensidad.

Por este motivo, la lectura musical constituye una fuente de información a través de la cual se construye la comprensión del texto, y supone una interpretación por parte del sujeto del sistema de símbolos musicales, con el fin de extraer una información determinada, la cual dependerá de la forma en que se extraiga y procese la información a partir de las experiencias previas.

Otro aspecto importante es que, a través de canciones, se puede aprender el ritmo, facilitarse la memorización y aprenderse a asociar una canción que se conoce de memoria con su representación escrita. Como se ha mencionado, el desarrollo sensorial va a la par del aprendizaje de la lecto-escritura. En este sentido, el aprendizaje del sentido rítmico y métrico, como lo sugiere Dalcroze (citado en Lacárcel, 2001), surge a partir de la regularización de habilidades motoras y armónicas de movimientos, así como de procesos asociados con gestos, movimientos y desplazamientos.

Sobre este tema, Trallero Flix (2008) explica que el uso de texto para el aprendizaje de fórmulas rítmicas, en el proceso imitativo y sensorial, se vuelve sencillo cuando se usan palabras asociadas a aquellas, ya que, partiendo del lugar que ocupa el acento, permiten asociar fácilmente el lenguaje oral con el musical.

Un ejemplo de esto es el Método Kodály (citado en Trallero Flix, 2008), el cual consiste en un método de aplicación que busca sensibilizar e iniciar a los niños en la música, pues, a través de la lectura de las notas en el pentagrama, lleva a que el alumno organice la información visual y la relacione con la producción del sonido.

De este modo, los niños establecen una relación con la altura del sonido y comprenden que el pentagrama permite ubicar las notas de acuerdo a su nombre y relaciones de altura. Bajo dicho modelo, al principio se trabajará la lectura relativa con

pocos sonidos, lo que permitirá que los niños relacionen visualmente la distancia entre las notas tomando en cuenta espacios y líneas. Más adelante, comprenderán que esta relación de distancia entre una nota y otra corresponde a diferentes alturas, lo que los llevará a una asociación, ya sea, con un sonido más agudo o con uno más grave.

Al respecto, Galván Celis et al. (2014) explican que cuando se habla del aprendizaje de la música se presume que la persona se encuentra inmersa en un contexto facilitador de aprendizajes que le proporcionan las herramientas adecuadas para aprender este último. Estas autoras explican que ocurre algo similar con el bilingüismo coordinado en relación con otra lengua o en relación con el aprendizaje musical, pues éste genera una capacidad adaptativa de los circuitos anatómicos que se emplean al realizar tareas coordinadas entre dos o más lenguajes. Por estos motivos, el proceso cognitivo va creando mecanismos que le permiten alternar tareas con el fin de responder de manera efectiva ante las necesidades del medio (Doménech Betoret, 2007). Por lo tanto, las personas son capaces de desarrollar dos sistemas lingüísticos paralelos empleándolos de manera indistinta, ya sea, para leer música o para leer textos.

Debido a este paralelismo, ciertos estudios neurocientíficos han profundizado en los efectos de la música sobre los procesos cognitivos del proceso de la lecto-escritura. A continuación, se presentan algunos estudios que permitieron afianzar esta relación, la cual ha estado ligada a la cultura humana y permitido establecer comunicación a través de símbolos específicos.

1.6 Estudios de efectos de la música sobre los procesos lectores

De acuerdo con Tierney y Krauss (2007), la formación musical mejora las habilidades lingüísticas y, en especial, de lectura debido a los vínculos que guardan las bases biológica y evolutiva del lenguaje y la música entre sí. Se sugiere que, a partir de esta relación, el entrenamiento musical, o el uso de estrategias musicales, podrían proporcionar una estrategia educativa de desarrollo eficaz a los niños, incluso a los que tienen problemas de aprendizaje.

Esto se apoya en estudios neuroanatómicos, como los realizados por Fost y Hammeke (citados en Guerrero Arenas et al., 2010), quienes encuentran relaciones con la lecto-escritura de las palabras y los tonos, ya que tanto las palabras como los tonos se activan de manera similar en el surco temporal izquierdo superior, la circunvolución temporal media, la circunvolución angular y el lóbulo temporal frontal, así como las regiones auditivas primarias (áreas Brodmann 41 y área Brodmann 42) y las áreas motoras suplementarias (área Brodmann 6), pues éstas responden de manera similar a estímulos tanto musicales como lingüísticos.

También encontraron que las regiones secundarias auditivas (área 22 de Brodmann) se activan al escuchar y entender palabras así como al escuchar escalas musicales. La circunvolución supramarginal (área 40 de Brodmann) parece estar involucrada en el entendimiento del simbolismo del lenguaje y de la lectura musical, igual que el área de Broca, que se involucra en actividades motoras relacionadas con el lenguaje y la ejecución de la música especialmente en tareas rítmicas.

Estudios correlacionales con técnicas de neuroimagen, muestran que existe una relación entre las actividades musicales y el desarrollo de las habilidades asociadas a la lectura, y estudios como los de Stanley y Hughes (citados en Guerrero Arenas et al., 2010), reportan que los efectos de las actividades musicales en el aspecto lingüístico están relacionados con la consciencia fonológica, la que se entiende como la habilidad para identificar, aislar o asociar fonemas o grupos de fonemas en palabras.

Diversos estudios tanto de la lengua materna como de la música explican que la consciencia fonológica está directamente relacionada con la habilidad lectora, porque es imprescindible para acceder al significado. Esto implica, que el habla está codificada en segmentos lingüísticos y que el acto de leer exige la conversión del grafema-fonema, ya que la lectura se realiza sobre un sistema de escritura que representa la estructura sonora del lenguaje hablado (Jiménez, Ortiz, Vieiro, y Rondan, citados en Saurino Santillán, 2010).

A ello se agrega que diversos estudios, como los de Lamb y Gregory (citados en Guerrero Arenas et al., 2010) Anvari et al. (2002) y Butzlaff (2000), encontraron que existe

una relación entre la consciencia fonológica y las habilidades de percepción musical, como la discriminación rítmica, melódica y armónica, así como la producción rítmica, ya que todas se correlacionan con el vocabulario de la lengua materna, e incluso con habilidades tempranas en la lectura. Con esto, se muestra que existe una fuerte asociación entre la instrucción musical y los resultados de diversas pruebas de lectura, ya que los niños con entrenamiento musical son capaces de discriminar diferencias en los tonos musicales que están altamente asociadas con la lectura.

Para probarlo, estos autores aplicaron pruebas de evaluación lingüística y musical. Utilizaron exámenes de lectura (Reading Test de Tizard Blatchford, Burke, Farquhar y Lewis y Standard Reading Test de Daniels y Diack) y una prueba de consciencia fonológica (Test de Stuart-Hamilton).

Las evaluaciones musicales fueron diseñadas por los investigadores, e incluían tareas de percepción melódica y reconocimiento del timbre musical. Los resultados mostraron que las calificaciones altas en la *percepción melódica* se asociaban con puntuaciones altas en lectura. Esto llevó a suponer que la percepción melódica era una habilidad importante para decodificar y manipular las distintas unidades lingüísticas implicadas en el proceso de la lectura.

Los autores explican que existe una correlación positiva y significativa entre la consciencia fonológica, las habilidades musicales y la lectura en niños, pues el nivel de percepción de los elementos musicales, como el ritmo y el tono, puede ser un buen predictor del desempeño en actividades lectoras, como las propuestas en la prueba de lectura estandarizada Wide Range Achievement Test -3 (WRAT-3).

En otros estudios correlacionales, se compararon dos grupos de participantes de 7 años de edad, uno con entrenamiento musical y otro sin dicho entrenamiento. Los autores buscaron determinar el papel de las habilidades de percepción melódica y rítmica en los procesos de lectura. Las puntuaciones con mejores resultados se reflejaron en el grupo con entrenamiento musical en tareas de *percepción rítmica y melódica* así como en tareas de *consciencia fonológica* (Tsang y Conrad, citados en Guerrero Arenas et al., 2010).

Otro estudio destacado es el realizado por Gromko (2005), quien realizó una investigación con niños preescolares que se sometieron a un entrenamiento musical durante cuatro meses. Después del tiempo de entrenamiento musical, se les aplicó un test de fluidez de segmentación fonética y se observó que actividades como cantos, movimientos, percusiones corporales, textos rítmicos y contornos melódicos ayudaron a los niños a adquirir la capacidad de escuchar mejor una palabra y discriminar sus componentes fonéticos, mismos que ayudaron a la lecto-escritura.

Al respecto, también se ha visto que la realización de actividades musicales, como el canto, ofrece una oportunidad para aprender procesos integrados, tales como el reconocimiento de patrones rítmicos, la formación de conceptos, la memoria auditiva y la imitación vocal (Lacárcel, 2001; Galicia Moyeda, 2006).

Lo anterior permite suponer que las actividades rítmicas que utilizan percusiones corporales e imitaciones rítmicas favorecen la activación de diversas estructuras cerebrales que entran en juego al escuchar la música, y que, más aún, cuando los niños aprenden a leer por medio de canciones o melodías, será mucho más sencillo predecir el tiempo en el que pueden cantar, los tiempos donde se enfatiza la acentuación de una palabra, la tarea de leer dentro de una estructura rítmica ya entendida, el bailar con el cuerpo el trazo de una letra, el cantar a la vez que se sigue con el ritmo un movimiento corporal coordinado, etc.

Este tipo de programas musicales permite influenciar el desarrollo de habilidades en tres elementos clave, como son: *la percepción auditiva* (entendida como los procesos cognitivos que se utilizan para percibir y analizar estímulos sonoros), *la memoria fonológica* (que estimula la recuperación de los datos necesarios para el reconocimiento y la distinción de patrones lingüísticos y musicales parecidos) y *el conocimiento metacognitivo* (el cual facilita la consciencia del propio funcionamiento intelectual y apoya los procesos mentales relacionados con el lenguaje y la música. Register, 2001).

Ante las evidencias neuro evolutivas de la relación entre la música y la lengua como productos culturales y el apoyo que ambas se brindan, este trabajo buscó fundamentar la idea de que vale la pena emplear estrategias musicales para la enseñanza del proceso de lecto-escritura en los niños.

Con todos los conceptos teóricos arriba expuestos, a continuación se presentan las conclusiones de este trabajo.

CONCLUSIÓN

Después de la revisión teórica que dio sustento a la elaboración del artículo publicado, se retomaron las ideas principales que dan cierre a esta tesina. Se desarrollaron sin orden de importancia ya que, sin duda, los diversos lectores podrán encontrar aún más puntos de reflexión y encuentro entre ambos procesos.

Cabe iniciar este capítulo mencionando que los sistemas auditivo y visual evolucionaron con el paso del tiempo y se convirtieron en las dos fuentes de información sobre el medio que generan la mayor cantidad de ingresos de información al sistema nervioso.

El sistema auditivo evolucionó de manera paralela hasta desarrollarse una estructura que permitiera la recuperación de los sonidos exteriores, misma que con los años desarrolló patrones de reconocimiento a través de estímulos mecánicos sumamente finos a nivel cerebral, capaces de reconocer entre música, lenguaje y ruido, al mismo tiempo que diferenciar patrones específicos a nivel rítmico, tonal y de tempo.

En parte, esta evolución comenzó su desarrollo atendiendo a los sonidos de la naturaleza, los que incluían el canto de las aves, los sonidos propios del cuerpo y, por supuesto, los ruidos de toda índole que rodeaban a los primeros cerebros, no específicamente al humano, ya que los sistemas auditivos fueron y son compartidos por otras especies.

En el caso del canto, se puede decir que éste es una expresión lingüística con patrones rítmicos distintos al lenguaje hablado, con mayor intensidad emocional y capaz de emplear los mismos enlaces de comunicación a nivel cognitivo entre las aves canoras, una capacidad que se imitó en el caso de la especie humana.

El sistema visual, por su parte, fue creando intrincadas redes neuronales y sistemas proteínicos y genéticos con el fin de apoyar la pervivencia de las especies y, junto al sistema auditivo, permiten el reconocimiento del entorno. En este sentido, las especies

aprendieron a dirigir la mirada, gracias al movimiento del cuello, ante un ruido, lo que trajo consigo la relación, oído-ojo y movimiento voluntario.

Por esta razón, los diferentes tipos de lenguaje, como el lenguaje musical, la lengua materna o el lenguaje matemático, comparten un patrón visual en el que los signos se diferencian unos de otros para el reconocimiento de los mensajes. Cada uno se aprende de manera específica, así como los elementos de sistema de notación y los signos que los acompañan. Además, en todos ellos existen silencios o pausas que comunican la ausencia de sonidos.

La música surge, al igual que el lenguaje, como un medio de expresión compartida en el medio cultural; ambos tienen un elemento sonoro, reconocido por las estructuras auditivas de la neocorteza y un sistema de signos visuales que permite identificar y compartir universalmente los elementos.

Se reconoce a la prosodia como el elemento que relaciona ambos procesos. A ella se la define como el componente musical del habla, el cual denota actitudes, intenciones, emociones o atribuciones del hablante. Denota estados emocionales en la comunicación, por lo que es un elemento importante en el habla humana y un punto clave de la relación entre el lenguaje y la música, ya que proporciona una estructura rítmica y melódica dentro del discurso e informa cómo se deben integrar y segmentar los sonidos para su entendimiento.

La capacidad de decodificar la prosodia del habla, podría involucrar una serie de procesos que también están involucrados en la escucha de música. Entre ellos se encuentran la sensibilidad al contorno melódico, el volumen, el tempo y el ritmo (Illie y Thompson, 2006).

Esta relación se da a nivel neuro-cognitivo, pues los procesos del habla así como la prosodia lingüística (entonación melódica del habla asociada a la puntuación y la estructuración lingüística) son procesados por el hemisferio izquierdo, mientras que la

prosodia afectiva, por sus características musicales, es procesada por el hemisferio derecho (Gallardo, citado en Jordana, 2008).

Al respecto, los estudios de Dehaene (2011), basados en su teoría del *reciclado cultural*, explican que el percibir la estructura rítmica del lenguaje, gracias a la combinación de circuitos a nivel cerebral, tanto auditivos como visuales, se debe en gran parte a la exageración prosódica que los adultos tienden a desarrollar frente a los bebés, como una forma natural de enseñanza del lenguaje, y como una necesidad comunicativa de la especie, lo que eventualmente convertirá a los sonidos en símbolos gráficos, y responderá al proceso de la lecto-escritura (Dzib Goodin, 2011b; Dzib Goodin, 2006).

Gracias a los avances en técnicas de neuroimagen, se ha investigado el papel de la música y sus dominios cerebrales encontrando que las funciones cognitivas superiores implicadas en la música tienen similitudes y diferencias con el lenguaje.

Las investigaciones sobre los efectos neurobiológicos de la experiencia musical se han centrado principalmente en cómo favorece ésta a la plasticidad neuronal de la corteza, y muestran la existencia de activación de estructuras en el área motora. A partir de esto, se ha sugerido una *teoría motora de la percepción del ritmo* paralela a la *teoría motora de la percepción del habla*, reconociendo que el sistema motor juega un papel específico en la discriminación del lenguaje y la música. Además, se encuentra que las habilidades musicales apoyan al lenguaje, lo que sugiere que la relación es recíproca en la percepción y el reconocimiento de la cadencia de las palabras (Besson, Chobert, Marie, 2011; Zatorre et al., 2007).

Los estudios neuro-anatómicos muestran, además, que existe una activación cerebral en la misma área cuando se escucha música y sugieren que la especialización se debió al aprendizaje en entornos que llevan al cerebro a crear diferencias entre música, lenguaje y ruido ambiental, creando, así, parámetros de respuesta diferenciados, ya que, desde muy temprana edad, es posible reconocer estructuras corticales perfectamente organizadas para el lenguaje, especialmente en la región temporal superior izquierda, que depende de la corteza auditiva primaria, las cuales son compartidas por la audición

musical, el giro temporal superior y la ínsula (Stewart et al., 2006; Stewart et al., 2008; Dehaene-Lambertz et al., 2010; Kouider et al., 2010; Franzmeier et al., 2012).

Otros estudios se centran precisamente en la relación de la música y el lenguaje a partir de su estructura, y denotan que ambas comparten características entre al menos tres componentes, que son: la fonología, la sintáxis y la semántica, las que pueden ser analizados de manera superficial y profunda.

Ante esta idea, en 1983, el compositor y teórico musical Fred Lerdhal y el filósofo del lenguaje Ray Jackendoff, previamente colaborador de Noam Chomsky, se interesaron por la naturaleza de la representación musical, propusieron la llamada gramática-M y buscaron identificar las normas específicas por las cuales un oyente genera una estructura superficial de la música. Estas bases facilitarían un análisis superficial a partir de componentes y reglas específicas y, siguiendo un conjunto de reglas inconscientes, permitirían al escucha entender conscientemente la pieza musical (Sloboda, 2012).

Al respecto, Tierney y Kraus (2007) consideran que al hacer música se fortalecen otras funciones cerebrales, como la memoria, el lenguaje, la atención, la emoción, la lectura, la percepción del habla, la discriminación de ruido, etc.

Por medio de estudios realizados con participantes, ya sea, ejecutantes o compositores musicales, se encontraron canales neuronales separados y con una localización específica para la percepción de elementos temporales, melódicos, mnémicos y de respuesta emocional, que variaban cuando dichos elementos eran producidos por estímulos de la lengua o de la música. Esto define que hay ciertas áreas cerebrales específicas para el procesamiento de cada uno de los componentes. Al respecto, Peretz y Coltheart (citados en Justel y Díaz Abrahan, 2012) diseñaron un esquema de modularidad de la música basados en la teoría de Fodor, la cual explica que las actividades musicales están relacionadas a procesos lingüísticos, y uno de estos procesos es la lecto-escritura.

El apoyo de una sobre la otra ha permitido crear estrategias que favorecen el desarrollo de habilidades tanto lingüísticas como musicales, ya que ambas parten de un procesamiento auditivo. De esta forma, el estímulo que proceda del ambiente tendrá un

fuerte impacto en la adquisición de estas habilidades gracias a la conformación de estructuras cerebrales compartidas (Dzib Goodin, 2013).

Además, tanto la música como el lenguaje se basan en sistemas de notación, obtenidos del diseño de signos visuales reproducibles, por medio de los cuales se hace *visible* el sonido, se puede permanecer en la escucha, la lectura o la escritura de los mismos, y puede haber una transmisión y una modelación cultural de éstos.

De esta forma, el proceso cognitivo crea mecanismos que le permiten alternar tareas con el fin de responder de manera efectiva ante las necesidades del medio, gracias a su capacidad adaptativa y los circuitos anatómicos del cerebro que se emplean al realizar tareas coordinadas entre dos o más tipos de idiomas.

La música, en este sentido, corresponde al aprendizaje de otro lenguaje, con sus propias reglas y sistemas de notación específicas, que se irán conociendo en la medida que se proporcione experiencia sensorial y de acuerdo con las demandas del ambiente, así como las estrategias que se empleen para fortalecer el proceso de la lecto-escritura (Galván Celis et al., 2014).

Al respecto, estudios con personas con conocimiento de notación musical concluyen que, ya sea, que se lea o se escuchen palabras o música, se activarán la región occipito-temporal, la frontal inferior y la visual, ya que ambos procesos comparten la escritura. En el caso de los músicos, los componentes subcorticales y fronto-temporales se encargan de la atención y son los mismos que se ven activados durante tareas lingüísticas, con la adición del papel del hipocampo debido a la necesidad de la participación de la memoria en ambos procesos (Pugh et al., 2013; Teki et al., 2013).

Por esta razón, se abordó en este trabajo la discusión de la importancia de los componentes del lenguaje y la música (fonológicos, sintácticos y semánticos), ya que ambos se plasman en lenguaje escrito, y requieren de procesos diferentes de percepción y aprendizaje. De esta forma, la música funciona como una herramienta de aprendizaje que se relaciona con el proceso de lecto-escritura, y a partir de ésta se tienen las estrategias adecuadas para implementar dicho proceso de aprendizaje.

Debido a la relación entre los elementos de la música y el lenguaje, como el tono, el timbre y el ritmo, se dice que los músicos tienen una mejor codificación neural en el procesamiento de los sonidos del habla. De esta forma, el entrenamiento musical no sólo se limita a desarrollar habilidades musicales, sino que se extiende a las competencias lingüísticas y las habilidades de adquisición de la lectura. Entre éstas se encuentran la consciencia fonológica, la percepción del habla en el ruido, la percepción del ritmo, la memoria auditiva de trabajo y las habilidades para aprender patrones de sonidos.

Principalmente, se investigan los efectos del entrenamiento con música a corto y largo plazo que permiten conocer la forma en que el cerebro humano está constantemente reorganizándose cuando se enfrenta a nuevas demandas o a influencias ambientales determinadas. Todas éstas están ligadas a la experiencia de la música, y comparten una dependencia de la sincronía neural a nivel auditivo, por lo que se dice que la música puede mejorar tanto las habilidades de lectura como las habilidades del lenguaje (Pantev y Herholz, citados en Justel y Díaz Abraham, 2012).

En el caso del desarrollo del lenguaje, se sabe que existen periodos críticos, tanto para la adquisición de las habilidades del habla como para la de los procesos de lecto-escritura. Por este motivo, distintas investigaciones explican que la música puede apoyar el desarrollo eficiente de éstas. Como ejemplo de ello se encuentran los estudios de Chandrasekaran y Kraus (2010) quienes concluyen que el entrenamiento musical mejora una variedad de habilidades verbales y no verbales, incluso en niños con retraso de la lecto-escritura.

Dentro de estas habilidades, se encuentran: la memoria de trabajo verbal, los rasgos lingüísticos en el habla, las habilidades fonológicas, el procesamiento emocional en el habla, la memoria de trabajo, la atención auditiva, la percepción del ritmo, el tono, el timbre y sus correlatos a nivel motor, que son imprescindibles para el reconocimiento musical-lingüístico, y en ambos casos se ven permeados por la emoción. En el lenguaje, este efecto se conoce como prosodia, y es crucial para el procesamiento del habla y del lenguaje escrito (Umia-Runge et al., 2014; Musacchia et al., 2007).

Otros estudios correlacionales, como los de Anvari et al. (2002), han mostrado que la música se relaciona con la lectura en tareas de consciencia fonológica, la discriminación de los tonos, la memoria auditiva, la percepción melódica, etc. Esto lleva a considerar que el entrenamiento musical puede mejorar esta área de conocimiento. Ante esto, es posible emplear estrategias musicales para enseñar el proceso de lecto-escritura en niños, pues el lenguaje es visto como un andamiaje evolutivo que crea más sentido para los niños, al dejar claros los elementos auditivos que fortalecen la experiencia visual.

De acuerdo a lo anterior se puede decir que la lectura implica un proceso de descomposición e integración de elementos que conforman el lenguaje, desde las unidades básicas que son las letras hasta las oraciones. En este sentido, es posible ver que la música comparte con el lenguaje la sintaxis, porque ambos tienen una estructura que permite establecer orden y entendimiento entre sus elementos.

Entonces, a partir de los hallazgos mencionados y observando la fuerte relación y la influencia de la música en los procesos de lecto-escritura, vale la pena diseñar programas emergentes de apoyo incluso para niños en desventaja con el aprendizaje de la lecto-escritura que permitan influenciar el desarrollo de habilidades en tres elementos clave, como son: *la percepción auditiva, la memoria fonológica y el conocimiento metacognitivo* (Register, 2001).

En este sentido, es posible afirmar que la música a nivel acústico ha acompañado al ser humano en su largo recorrido evolutivo y que su expresión a nivel visual cumple con parámetros prácticamente idénticos que los de la escritura, con la diferencia de que la notación musical no es aprendida por todas las personas, y que ambos procesos comparten fundamentos similares: pueden ser producidos – analizados y comprendidos, siempre y cuando no exista una lesión en la estructura cerebral asociada, lo cual puede provocar una dislexia, en el caso de la lengua, o bien la amusia, en el caso de la música, con lo cual es posible encontrar otro punto de encuentro entre ambos procesos.

Finalmente, cabe recalcar que tanto la música como el lenguaje comparten la audición como primera vía de percepción y adquisición, predominantemente por un

impacto medio ambiental, lo que se podrá desarrollar dependiendo de la estimulación del medio.

La segunda vía compartida es la visión, la que sigue a la experiencia acústica, y que permite derivar al proceso de lecto-escritura, el cual no está programado a nivel genético y deberá ser modelado por el entorno cultural. A través de ella, se desarrollan habilidades de comprensión y comunicación importantes, ya que es posible *ver* el lenguaje hablado.

Ante esto, se puede afirmar que vale la pena establecer estrategias de enseñanza de lecto-escritura a partir de elementos musicales con el fin de apoyar el desarrollo metacognitivo de percepción de los grafemas y su utilidad.

REFERENCIAS

- Akoschky, J. (2001). *Taller para la formación docente: Música en el nivel inicial*. Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Secretaría de Educación. Dirección de Curricula. Buenos Aires.
- Altenmüller, E. (2003). How many musics are in the brain? En I. Peretz, RJ. Zatorre, eds, *The cognitive neuroscience of music*. Oxford University Press: Oxford, pp. 346-353.
- Alonso Cánovas, D., Estévez, A., Sánchez-Santed, F. (2008). *El cerebro musical*. Universidad de Almería: Almería.
- Batuecas, L. (2013). *Relación entre discriminación auditiva, rendimiento en música y comprensión lectora en alumnos de secundaria*. Tesis para el master universitario en Neuropsicología y Educación. Universidad Internacional de la Rioja: Logroño.
- Besson, M., Chobert, J., Marie, C. (2011). Language and music in the musician brain. *Language y Linguistic Compa*, 5(9):617-634.
- Besson, M., Schön, D. (2003). Comparison between language and music. En I. Peretz, RJ. Zatorre, eds, *The cognitive neuroscience of music*. Oxford University Press: Oxford, pp. 269-293.
- Blanco, S. (2012). *Signos evolutivos de las dificultades de aprendizaje de la lectura en la Educación Infantil. Una revisión de los instrumentos y procedimientos de detección*. Tesis para obtener el grado de Educación infantil. Universidad de Valladolid, Campus Palencia: Palencia.
- Bylund, E., Jarvis, S. (2011). L2 effects on L1 event conceptualization. *Bilingualism: Language and Cognition*, 14(1):47-59.
- Carlile, S. (2014) The plastic ear and the perceptual relearning in auditory spatial perception. *Frontiers in Neuroscience: Auditory Cognitive Neuroscience*. Disponible en red: <http://journal.frontiersin.org/Journal/10.3389/fnins.2014.00237/abstract>
- Carrasco, P. (2004) *Cómo educar a tus hijos con la música*. Hacer familia. Educación Temprana: Madrid.
- Chan Barret, K., Ashley, R., Strait, DL., Kraus, N. (2013). Art and science: how musical training shapes the brain. *Fronteries in Psychology*, 4. 713.

- Celdrán, M.I., Zamargo, F. (2013). *Dificultades en la adquisición de la lecto-escritura y otros aprendizajes*. Logopedas en los equipos de Orientación Educativa y Psicopedagógica de Murcia. Disponible en línea: <http://diversidad.murciaeduca.es/orientamur/gestion/documentos/unidad24.pdf>
- Chandrasekaran, B., Kraus, N. (2010). Music, Noise-Exclusion and learning. *Music Perception*, 27(4):297-306.
- Coll, C., Marchesi, A. (1999). *Desarrollo Psicológico y Educación*. Alianza: Madrid.
- Contreras, A. (2003). La activación de las estructuras cerebrales en el aprendizaje de la lectura. *Revista Acción Pedagógica*, 12(2):28-40.
- Cross, I. (2010). La Música en la cultura y la evolución. *Epistemus*, 1:9-19.
- Cuetos, F., Rodríguez, B., Ruano, E. (2000). *Evaluación de los procesos lectores*. TEA Ediciones: Madrid.
- Chandrasekaran, B., Kraus, N. (2010). Music, noise-exclusion and learning. *Music Perception*, 27(4):297-306.
- Dehaene, S., Pinel, P. (2009). Beyond hemispheric dominance: brain regions underlying the joint lateralization of language and arithmetic to the left hemisphere. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 22(1):1-19.
- Dehaene, S. (2011). The massive impact of literacy on the brain and its consequences for education. *Human Neuroplasticity and Education 19-32*. Disponible en red: <http://www.unicog.org/publications/Dehaene%20Review%20Cognitive%20neuroscience%20of%20Reading%20and%20Education%202011.pdf>
- Dehaene, S., Nakamura, K., Jobert, A., Kuroki, C., Ogawa, S., Cohen, L. (2010). Why do children make errors reading? Neural correlates of mirror invariance in the visual word form area. *Neuroimage*, 49:1837-1848.
- Dehaene-Lambertz, G., Montavont, A., Jobert, A., Alliol, L., Dubois, J., Hertz-Pannier, L., Dehaene, S. (2010). Language or music, mother or Mozart? Structural and environmental influences on infants' language networks. *Brain and Language*, 114(2):53-65.
- Dehaene, S., Cohen, L., Sigman, M., and Vinckier, F. (2005) The neural code for written words: a proposal. *Trends in Cognitive Science*, 9(7):335-341.
- Del Campo, P., Bengoechea, C. (2008). Songwriting: de la palabra a la música, de la emoción a la comunicación. *Revista. Eufonia Didáctica de la Música*, 43:63-72.

- Díaz, J.L. (2010). Música, lenguaje y emoción: una aproximación cerebral. *Salud Mental*, 33(6):543-551.
- Díaz-Barriga Arceo, F., Hernández Rojas, G. (1999). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructiva*. Mc Graw Hill. México.
- Doman, G., Doman, J. (2006) *How to teach your baby to read*. (The Gentle Revolution Series) Square One Publishers: New York.
- Doménech Betoret, F. (2007). *Psicología de la educación e instrucción: su aplicación al contexto de la clase*. Universitat Jaume I: Barcelona.
- Dunbar, RIM. (2003). The social brain: mind, language and society in evolutionary Perspective. *Annual Review Anthropology*, 32:161-181.
- Dzib Goodin, A (2014) *How does our brain learn?* Disponible en: <http://talkingaboutneurocognitionandlearning.blogspot.com/2014/06/how-does-our-brain-learn.html>
- Dzib Goodin, A. (2013a). La evolución del aprendizaje: más allá de las redes neuronales. *Revista Chilena de Neuropsicología*, 8(1):20-25.
- Dzib Goodin, A. (2013b). La arquitectura cerebral como responsable del proceso de aprendizaje. *Revista Mexicana de Neurociencia*, 14(2):81-85.
- Dzib Goodin, A. (2011a). *La lectura y la escritura: mucho más que sólo juntar letras*. Disponible en: Neurocognitionyaprendizaje.blogspot.mx
- Dzib Goodin, A. (2011b). *Las diferencias cerebrales: el agujero negro de la educación formal*. Disponible en: Neurocognitionyaprendizaje.blogspot.com
- Dzib Goodin, A. (2011c). *Introducción al estudio de la neurocognición de los procesos de aprendizaje: lenguaje, lectura, escritura y matemáticas*. Learning & Neurodevelopment Research Center, USA.
- Dzib Goodin, A. (2006). *Нормально и аномалии развития стихосложения от нейропознавательной точки зрения*. Tesis de Doctorado. ULM: Moscú.
- Dzib, A. (1997). *Los efectos de la prosodia sobre el significado de frases*. Tesis para obtener el grado de Licenciatura en Psicología. Facultad de Psicología, UNAM: México D.F.
- Enard, W., Przeworski, M., Fisher, SE., Lai, CSL., Wiebe, V., Kitano, T., Monaco, AP., Pääbo, S. (2002). Molecular evolution of FOXP2, a gene involved in speech and language. *Nature*, 418:869-872.

- Español, S. (2010). Performances en la infancia: cuando el habla parece música, danza y poesía. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. *Revista Epistemus*, 1:57-95.
- Feu, M., Piñero, E. (2008). Pasajes sonoros en la primera infancia: retrato musical de la narración infantil. *Revista Eufonía, didáctica de la música*, 43:40-48.
- Fonseca-Mora, M. (2013). Melodías en el proceso de desarrollo de la capacidad lectora. *Revista de estudios filológicos*. 25. Disponible en red: http://www.um.es/tonosdigital/znum25/secciones/estudios-11a-fonseca_melodias.htm
- Font Rotchés, D., Cantero Serena, FJ. (2008). La melodía del habla: acento, ritmo y entonación. *Revista Eufonía, didáctica de la música*, 42:19-39.
- Franzmeier, I., Hutton, SB., Ferstl, EC. (2012). The role of the temporal lobe in contextual sentence integration: A single-pulse transcranial magnetic stimulation study. *Cognitive Neuroscience*, 3(1):1-7.
- Galera Núñez, MP., Tejada Giménez, J. (2012). Lectura musical y procesos cognitivos implicados. *Revista electrónica de Léeme lista electrónica europea de música en educación*. 29. 56- 82. Disponible en red: <http://musica.rediris.es/leeme/revista/galeraytejada12.pdf>
- Galicia Moyeda, I. (2006). La música llega no solo a tus oídos sino también a tu mente. *Revista digital universitaria*. 7(2) 1-16. Disponible en red: http://www.revista.unam.mx/vol.7/num2/art17/feb_art17.pdf
- Galván Celis, V., Pechonkina, IM., Dzib-Goodin, A. (2014) La relación entre los procesos de lecto-escritura y la música desde la perspectiva neurocognitiva. *Revista Chilena de Neuropsicología*, 9(1-2):21-24.
- Galván Celis, V., Pechonkina, IM., Slovec, K., Dzib-Goodin, A. (2014) Efectos cognitivos del bilingüismo coordinado en ambientes contextuales. En Prensa.
- García-Casares, N., Berthier Torres, M.L., Froudish Walsh, S., González-Santos, P. (2011). Model of music cognition and amusia. *Neurología*, 28(3):179-186.
- García, E., Carpintero, H. (2000). La modularidad de la mente: Aproximación multidisciplinar. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 53(4):609-631.
- Goswami, U., Huss, M., Mead, Fosker, T., Verney, JP. (2013). Perception of patterns of musical beat distribution in phonological development dyslexia: Significant longitudinal relations with word reading and reading comprehension. *Cortex*, 49(5):1363-1376.

- Guerrero Arenas, C; Silva Olivera MF., Galicia Moyeda, X. (2010). Influencia de la realización de actividades musicales en el proceso de la adquisición de la lectoescritura. *Revista. CIENCIA ergo sum*, 18(1):29-34.
- Gromko, JE. (2005). The effect of music instruction on phonemic awareness in beginning readers. *Journal of Research in Music Education*, 53(3):199-209.
- Hidalgo, E. (2010). La función del maestro para enseñar a leer y escribir. *Revista Digital Ciencia y Didáctica*. 35. 72-82. Disponible en red: http://www.enfoqueseducativos.es/ciencia/ciencia_35.pdf
- Hillie, K., Gust, K., Bitz, U., Ulm, T. (2011). Associations between music education, intelligence and spelling ability in elementary school. *Advances in Cognitive Psychology*, 7:1-6.
- Ho, YC., Cheung, MC., Chan, AS. (2003). Music training improves verbal but not visual memory: cross-sectional and longitudinal explorations in children. *Neuropsychology*, 17(3):439-450.
- Huron, D. (2003). Is music an evolutionary adaptation?. En I. Peretz, RJ. Zatorre, eds. *The cognitive neuroscience of music*. Oxford University Press: Oxford, pp 57-75.
- Huss, M., Verney, JP., Fosker, T., Mead, N., Goswami, U. (2011). Music, rhythm, rise time perception and developmental dyslexia: perception of musical meter predicts reading and phonology. *Cortex*, 47(6):674-689.
- Igoa, JM. (2010). Sobre las relaciones entre la música y el lenguaje. *Epistemus*, 1:97-125.
- Illie, G., Thompson, WF. (2006). A comparison of acoustic cues in music and speech for three dimensions of affect. *Music Perception*, 23(4):319-329.
- Jäncke, L. (2012). The relationship between music and language. *Frontiers in Psychology*. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3338120/>
- Johansson, BB. (2008). Language and music: what do they have in common and how do they differ? A neuroscientific approach. *European Review*, 16(4):413-427.
- Jordana, M. (2008). La contribución de la música en la estimulación de procesos de adquisición del lenguaje. *Revista. Eufonía, didáctica de la música*, 43:49-62.
- Justel, N., Díaz Abraham, V. (2012). Plasticidad cerebral: participación del entrenamiento musical. *Suma Psicológica*, 19(2):97-108.

- Kajihara, T., Verdonschot, R.G., Sparks, J., Stewart, L. (2013). Action-perception coupling violinist. *Frontiers in Human Neuroscience*. Disponible en: <http://www.frontiersin.org/Journal/10.3389/fnhum.2013.00349/full>
- Kivy, P. (2007). *Music, language, and cognition: and other essays in the aesthetics of music*, Oxford University Press: Oxford.
- Koelsch, S., Fritz, T.V., Cramon, D.Y., Müller, K., Friederici, A.D. (2006). Investigation emotions with music an fMRI study. *Human Brain Mapping*, 27:239-250.
- Kouider, S., De Gardelle, V., Dehaene, S., Dupoux, E., Pallier, C. (2010). Cerebral bases of subliminal speech priming. *NeuroImage*, 49:922-929.
- Lacárcel, J. (2001). *Psicología de la Música y Educación Musical*. Aprendizaje Machado Libros: Madrid.
- Lafarga, M. (2008). Principios generales del desarrollo musical y del desarrollo lingüístico. Universidad de Valencia. *Revista Eufonía. Didáctica de la Música*, 43:7-18.
- Ladd, D.R. (2013). An integrated view of phonetics, phonology and prosody. En M.A. Arbib, Ed, (2013). *Language, music, and the brain: A mysterious relationship*. Massachusetts Institute of Technology and the Frankfurt Institute for Advances Studies. Strungmann Forum Reports: Cambridge, pp. 273-288.
- Lerdahl, F. (2003). The sound of poetry viewed as music. En I. Peretz, R.J. Zatorre, eds, (2003). *The cognitive neuroscience of music*. Oxford University Press: Oxford, pp. 413-429.
- Lévêque, Y., Muggleton, N., Stewart, L., Schön, D. (2013). Involvement of the larynx motor area in singing voice perception: a TMS study. *Frontiers in Psychology*. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3708144/>
- Liu, F., Patel, A.D., Fourcin, A., Stewart, L. (2010). Intonation processing in congenital amusia: discrimination, identification and imitation. *Brain A Journal of Neurology*, 133:1682-1693.
- López Cano, R. (2008). Música y retórica: encuentro y desencuentros de la música y el lenguaje. *Revista Eufonía. Didáctica de la música*, 43:87-99.
- Lowe, A. (2006). The co-construction of a music/arts/language learning model. *Journal of Border Educational Research*, 5:71-81.
- Mallo, M. (2003). Formation of the outer and middle ear, molecular mechanisms. *Current Topics in Developmental Biology*, 57:85-113.

- Mallo, M. (2001). Formation of the middle ear: Recent progress on the developmental and molecular mechanisms. *Developmental Biology*, 213(2):410-419.
- Mandell, J., Schulze, K., Schlaug, G. (2007). Congenital amusia: An auditory-motor feedback disorder? *Restorative Neurology and Neuroscience*, 25:323-334.
- Martínez Licon, AE., Martínez Licon, FM., Vidal Cabrera, OO., Goddard Close, JC. (2004). Estudio del efecto coarticulatorio en el habla. *Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica*, 25(1) Disponible en red: <http://www.medigraphic.com/pdfs/inge/ib-2004/ib041j.pdf>
- Mateos, M. (1991). Un programa de instrucción en estrategias de supervisión de la comprensión lectora. *Infancia y Aprendizaje*, 56:61-76.
- Matsunaga, R., Yokosawa, K., Abe, JI. (2014). Functional modulations in brain activity for the first and second music: a comparison of high- and low- proficiency bimusicals. *Neuropsychologia*, 54:1-10
- Mazel, L. (1991). Sobre la naturaleza y los medios de la música. Ensayo teórico sobre las bases del arte musical y su evolución. Mimeógrafo.
- Mithen, S. (2006). *The singing Neanderthals. The origins of music, language, mind and body*. Harvard University Press: Cambridge.
- Montero, P. (2005). Cassirer y Gadamer: El arte como símbolo. *Revista de Filosofía*, 51:58-69.
- Moreno Montoya, M., De Pablo, JM., Caminero, A., Sánchez-Santed, F. (2008). Biología evolucionista de la música. En DA, Cánovas, Esteves, AF., Sánchez-Santed, F., Eds, *El cerebro musical*. Monografías Psicología. Universidad de Almería: Almería, pp. 37-72.
- Moreno, S. (2009). Can music influence language and cognition? *Contemporary Music Review*, 28(3):329-345.
- Moreno, S., Friesen, D., Bialystok, E. (2011). Effect of music training on promoting preliteracy skills: preliminary causal evidence. *Music training and preliteracy skills*, 9(2):165-172.
- Moritz, C., Yampolsky, S., Papadelis, G., Thomson, J., Wolf, M. (2013). Links between early rhythm skills, musical training, and phonological awareness. *Reading and Writing*, 26(5):739-769.

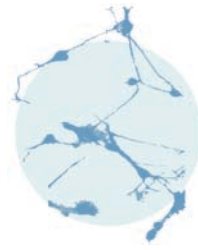
- Mulvaney, J., Dabdoub, A. (2012). Atoh1, an essential transcription factor in neurogenesis and intestinal and ear development: function, regulation, and context dependency. *Journal of the Association for Research in Otolaryngology*, 13(13):281-293.
- Musacchia, G., Sams, M., Skoe, E., Kraus, N. (2007). Musicians have enhanced subcortical auditory and audiovisual processing of speech and music. *The National Academy of Sciences of the United States of America*, 40. 104. Disponible en red: <http://www.pnas.org/content/104/40/15894.full.pdf+html>
- Nilsson, DE., Pelger, S. (1994) A pessimistic estimate of the time required for an eye to evolve. *Proceedings of the Royal Society Biological Science*, 256(1345):53-58
- Owens, R. (2006). *Desarrollo del lenguaje*. Prentice Hall: New York.
- Pasqual, P. (2008). La enseñanza de la competencia lingüística musical. *Eufonía. Didáctica de la Música*, 43:73-86.
- Patel, A. (2008). *Music, language and the brain*. Oxford University Press: Oxford.
- Patel, A. (2010). Music, biological evolution, and the brain. En M. Bailar, Ed, *Emerging disciplines: shaping new fields of scholarly inquiry in and beyond the humanities*. Rice University Press: Houston.
- Peña-Garay, M. (2005). Habilidades lingüísticas de los niños menores de un año. *Revista de Neurología*, 41(5):291-298.
- Peretz, I., Zatorre, RJ. (2003). *The cognitive neuroscience of music*. Oxford University Press: Oxford.
- Peretz, I., Coltheart, M. (2003). Modularity of music processing. *Nature Neuroscience*, 6(7):688-691.
- Piaget, J., Inhelder, B. (1981). *Psicología del niño*. Morata S.L.: Madrid.
- Puente, A., Ferrando, M. (2000). *Lectura, un mundo para descubrir*. Congreso Mundial de Lecto-escritura, Cerebro y Lectura. Celebrado en Valencia. Universidad Complutense de Madrid: Madrid.
- Pugh, KR., Landi, N., Preston, J., Menci WE., Austin, AC., Sibley, D., Fullbright, RK., Seidenberg, MS., Grigorenko, EL., Constable, ET., Molfese, P., Frost, SJ. (2013). The relationship between phonological and auditory processing and brain organization in beginning readers. *Brain and Language*, 125(2):173-183.
- Register, D. (2001). The effects of an early intervention. Music curriculum on prereading/writing. *Journal of Music Therapy*, 38(3):239-248

- Romand, R., Varela-Nieto, I. (2003). *Development of auditory and vestibular systems-3: Molecular development of the inner ear*. Elsevier Academic Press: London.
- Rusinek, G. (2003). El aprendizaje musical como desarrollo de procesos cognitivos. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Educación. Departamento de Expresión Musical y Corporal. Disponible en línea: <http://rodin.uca.es/xmlui/bitstream/handle/10498/7756/32071619.pdf?%2560sequence%2560%2520=%25201>.
- Salazar Hakim, G. (2007) La lectura musical. Procesos perspectivas, motores y cognitivos y sus vínculos con las estrategias de agrupación de la información escrita. *Calle 14: Revista de investigación en el campo del arte*, 1(1):141-149.
- Sarget, A. (2003). La música en la educación infantil. *Revista de la facultad de Educación de Albacete*, 18:197-209.
- Saurino Santillán, VU. (2010). Habilidades pre-lectoras en estudiantes de primer grado de primaria en instituciones educativas de Ventanilla. Tesis para obtener el grado académico de Maestro en Educación, en Psicopedagogía de la Infancia. Universidad de Lima: Lima.
- Schellenberg, EG., Weiss, MW. (2013). Music and cognitive abilities. En: D. Deutsch, Ed., *The psychology of music*. Elsevier Academic Press: New York.
- Smith, F. (1990). *Comprensión de la lectura, análisis psicolingüístico de la lectura y su aprendizaje*. Trillas. México.
- Soria-Urios, G., Duque, P., García-Moreno, JM. (2011). Musica y cerebro: fundamentos neurocientíficos y trastornos musicales. *Revista de Neurología*, 52(1):45-55.
- Sloboda, JA. (2012). *La mente musical: la psicología cognitiva de la música*. Machado Nuevo Aprendizaje: Madrid.
- Sloboda, JA. (2005). *Exploring the musical mind. Cognition, emotion, ability, function*. Oxford University Press: New York.
- Stanley, J., Hugues, JE. (1997). Evaluation of an early intervention music curriculum, for Prereading/ writing skills. *Journal Music Therapy Perspectives*, 15(2):79-86.
- Sternberg, R. (2011). *Psicología Cognoscitiva*. Cengage learning: México.
- Stewart, L., Overath, T., Warren, JD., Foxton, JM., Griffiths, TD. (2008). fMRI evidence for a cortical hierarchy of pitch pattern processing. *PLoS One*. Disponible en red: <http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0001470>

- Stewart, L. (2011). Characterizing Congenital Amusia. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 64(4):625-638.
- Stewart, L., Von Kriegstein, K., Warren, JD., Griffith, TD. (2006). Music and brain: disorders of musical listening. *Brain*. Disponible en: <http://brain.oxfordjournals.org/content/129/10/2533.full.pdf+html>
- Strair, D, Kraus. N, Skoe, E, Ashley, R. (2009). Musical experience promotes subcortical efficiency in processing emotional vocal sounds. *Annals of the New York Academy of Science. The Neuroscience and Music III: Disorders and Plasticity*, pp. 209-213.
- Talero-Gutierrez, C., Zarruk, JG., Espinoza-Bode, A. (2004). Percepción musical y funciones cognitivas. ¿Existe el efecto Mozart? *Revista de Neurobiología*, 39(12):1167-1173.
- Tan, SL., Pfordresher, P, Harré, R. (2010). *Psychology of music. From sound to significance*. Psychology Press: Sussex.
- Trallero-Flix, C. (2008). Orientaciones didácticas para la enseñanza de la lectura y la escritura de la música en la etapa de educación primaria. Universidad de Barcelona Barcelona. Disponible en línea: <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/11539/2/DIDACTICA%20LENGUAJE%20MUSICAL.pdf>
- Teki, S., Kumar, S., Von Kriegstein, K., Stewart, L., Lyness, CR., Moore, BCJ., Capleton, B., Griffiths, TD. (2013). Navigating the auditory scene: an expert role for the hippocampus. *Journal of Neuroscience*, 32(35):12251-12257.
- Thompson, WF., Marin, MM., Stewart, L. (2012). Reduced sensitivity to emotional prosody in congenital amusia rekindles the musical protolanguage hypothesis. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America*, 109(46):19027-19032.
- Thompson, WF. (2009). *Music, Thought, and Feeling. Understanding the Psychology of Music*. Oxford University Press: New York.
- Thompson, WF., Schellenberg, G., Husain, G. (2004). Decoding speech prosody: do music lessons help? *Emotion*, 4(1):46-64.
- Thompson-Schill, S., Hagoort, P., Ford Dominey, P., Honing, H., Koelsch, S., Ladd, DR., Lerdahl, F., Levinson, SC., Steedman, M. (2013). Multiple levels of structure in language and music. En MA, Arbib, Ed, *Language, music, and the brain: A mysterious relationship*. Massachusetts Institute of Technology and the Frankfurt Institute for Advances Studies. Strúngmann Forum Reports, pp. 289-306.

- Tierney, A., Kraus, N. (2007). Music training for the development of reading skills. En MM., Merzenich, M., Nahum, y TM., Van Vleet, Eds, *Changing brains: applying brain plasticity to advance and recover human ability*. Progress in Brain Research. Elsevier Editions: New York, pp. 209-242.
- Umia-Runge, K., Fu, X., Wang, L., Zimmer, HD. (2014). Culture-specific familiarity equally mediates action representations across cultures. *Cognitive Neuroscience*, 5(1):26-35.
- Wagner, M., Watson, DG. (2010). Experimental and theoretical advances in prosody A review. *Language and Cognitive Processes*, 25(7/8/9):9095-945.
- Williamson, VJ., McDonald, C., Deutsch, D., Griffiths, TD., Stewart, L. (2010). Faster decline of pitch memory over time in congenital amusia. *Advances in Cognitive Psychology*, 6:15-22.
- Wong, PCM., Skoe, E., Russo, NM., Dees, T., Kraus, N. (2007). Musical experience shapes human brainstem encoding of linguistic pitch patterns. *Nature Neuroscience*, 10:420-422.
- Zatorre, RJ., Chen, JL., Penhune, VB. (2007). When the brain plays music: auditory-motor interactions in music perception and production. *Nature Reviews: Neuroscience*, 8:547-558.
- Zatorre, R., Salimpoor, VN. (2013). From perception to pleasure: music and its neural substrates. *Journal: Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110(2):10431-10437.
- Zuk, J., Andrade, PE., Andrade OVCA., Gardiner, M., Gaab, N. (2013). Musical, language, and reading abilities in early Portuguese readers. *Frontiers in Psychology*, Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3684766/>

ANEXO



Artículo de revisión

La relación entre los procesos de lecto-escritura y la música desde la perspectiva neurocognitiva

The relationship between reading and writing and music processes from neurocognitive perspective

Valeria Galván Celis ¹, Irina Mikhailova Pechonkina ² y Alma Dzib Goodin ^{3*}

1 Escuela Nacional de Música, Universidad Nacional Autónoma de México. México D. F., México.

2 Departamento de Inglés, Lycee N6 Voronezh. Rusia.

3 Learning and Neuro-Development Research Center. Chicago, Estados Unidos de América.

Resumen

La relación entre la música y el lenguaje ha sido ampliamente estudiada desde diversas perspectivas y en general se atribuyen a la música efectos sobre los procesos cognitivos, aunque no queda claro el porqué de dichos efectos, encontrando relaciones específicas con otros aspectos como la prosodia, la memoria, la percepción tonal, a lo cual se agrega que ambos procesos comparten características fonético-fonológicas y visuales que se encuentran alojados en estructuras cerebrales compartidas. El presente artículo es un estudio documental, a partir de estudios neurocientíficos, evolutivos y psicológicos que tiene como objetivo analizar las relaciones neuro-anatómicas, fonológicas y visuales del procesamiento del lenguaje que intervienen en la música, buscando conocer si existen vías compartidas, producto del proceso evolutivo que expliquen el desarrollo del proceso de la lecto-escritura, y su relación con características musicales y con ello reconocer los efectos cognitivos de la música sobre los procesos lingüísticos con una base neurocognitiva. Para ello se analiza en primer lugar la relación entre la música y el lenguaje como antecedente acústico a la representación visual del lenguaje. La conclusión es que el procesamiento acústico del ambiente dio paso tanto al lenguaje como a la música, generando estructuras complejas, pero debido a la necesidad de representación gráfica y con fines prácticos, se desarrollaron alfabetos distintos, aunque bajo los mismos principios, lo cual permite comprender el porqué las vías neuronales se comparten tanto en los procesos lingüísticos como en la música, por lo que se encuentran relaciones estrechas en su desarrollo a nivel cerebral.

Palabras clave: proceso fonético-fonológico visual, lenguaje, música, prosodia, proceso de lecto-escritura

Abstract

The relationship between music and language has been extensively studied from different perspectives, and generally have been attributed effects of music on cognitive processes, although it is unclear why these effects are produced, more than finding specific relations with other aspects such as prosody, memory, tonal perception, which is added that both processes share phonetic- phonological and visual features that are hosted on brain structures. This article is a documentary study from neuroscientists, evolutionary and psychological studies, to analyse the neuro - anatomical and visual - phonological processing relationships with the music shared with language, seeking to know if there are common pathways, product of the evolutionary practice of reading and writing, and their relationship to musical characteristics which can allow to recognize cognitive effects of music on language processes with neurocognitive basis to recognize a clear relationship between music and language as acoustic background to the visual representation of language. The conclusion is that acoustic environmental processing ushered in both language and music, creating complex structures due to the need for graphical representation for practical purposes, human beings developed different alphabets, but under the same principles that allow us to understand why the neural pathways are shared both linguistic processes like music, are close relationships in their development in the brain.

Keywords: phonetic-phonological process visual, language, music, prosody, reading and writing process

Introducción

Tanto la música como el lenguaje son dos rasgos humanos únicos que se basan en reglas y representaciones memorizadas, tanto a nivel auditivo como visual, que se desarrollan exponencialmente hasta formar estructuras de orden superior (frases y melodías) compuestos por unidades básicas (letras/notas y palabras/frases musicales) organizadas a partir de reglas de configuración jerárquica (Johansson, 2008).

El proceso acústico que determina la percepción tanto de la música como del lenguaje, parece que es el primer factor por el cual es posible relacionar la música y el lenguaje. Dicho proceso en lo que se refiere al lenguaje, hace alusión a la fonética que se define como el estudio de la naturaleza acústica y fisiológica de los sonidos, mientras que la fonología describe el modo en que los sonidos funcionan en las lenguas en general a nivel abstracto, en el que por supuesto es posible agregar al lenguaje musical (Ladd, 2013).

* Correspondencia: alma@almazib.com. Learning and Neurodevelopment Research Center (CATEL). 6450 Cape Cod Court, Lisle, Illinois. US.

Sin embargo, si la pregunta va un poco más allá, y se plantea el porqué de esa relación, independientemente de la visión pedagógica, la respuesta apunta a un proceso evolutivo complejo, que depende en primer lugar del procesamiento fonético fonológico, mismo que ha de afinarse a partir de la estimulación del medio ambiente, que comparte estructuras cerebrales y componentes cognitivos que dependen del aprendizaje (Dzib Goodin, 2006; Omigie & Stewart, 2011).

Respecto al lenguaje, Dehaene-Lambertz, Montavont, Alliol, Dubois, Hertz Pannier y Dehaene (2010) mencionan que el surgimiento del procesamiento lingüístico en la especie humana, se debe a una red lateral izquierda en el área perisilviana que se activa desde muy corta edad, cuando los infantes escuchan frases habladas en su idioma natural.

Los estudios neuro-anatómicos muestran que existe una activación cerebral en la misma área cuando se escucha música, por lo que suponen que la especialización se debe al aprendizaje en los entornos que llevan al cerebro a crear diferencias entre la música, el lenguaje y el ruido ambiental, creando parámetros de respuesta diferenciados, ya que desde muy temprana edad es posible reconocer estructuras corticales perfectamente organizadas para el lenguaje especialmente en la región temporal superior izquierda, y que depende de la corteza auditiva primaria, mismas que son compartidas por la audición musical, el giro temporal superior y la ínsula (Stewart, Von Kriegstein, Warren, & Griffith, 2006; Stewart, Overath, Warren, Foxton, & Griffiths, 2008; Dehaene-Lambertz, Montavont, Alliol, Dubois, Hertz Pannier, & Dehaene, 2010; Kouider, De Gardelle, Dehaene, & Dupoux, Pallier, 2010; Fransmeier, Hutton, & Ferstl, 2012).

Mientras que si los estudios se llevan a cabo en personas con conocimiento de notación musical, se ven activadas la región occito-temporal, así como la frontal inferior, la corteza visual, misma que se comparte con la escritura, ya sea cuando se lee o cuando se escuchan palabras o música en el caso de los músicos, mientras que los componentes subcorticales y fronto-temporales que se encargan de la atención, mismos que se ven activados durante tareas lingüísticas y se agrega el rol del hipocampo debido a la necesidad de la participación de la memoria en ambos procesos (Pugh et al., 2013; Teki et al., 2013).

Sin embargo cabe mencionar que para todos los procesos, tanto lenguaje, música, lectura o escritura, existen dificultades en su adquisición, ya sea por razones neurológicas o a la falta de estimulación ambiental y estudios recientes muestran que la amusia congénita (sordera al tono), puede impactar en las habilidades lingüísticas (Liu, Patelm Fourcin, & Stewart, 2010), y de igual modo, se encuentra que las dificultades en el análisis o síntesis de los elementos acústicos, pueden alterar recíprocamente a los procesos tanto lingüísticos como musicales (Mandell, Schulze, & Schlaung, 2007).

Encuentro entre la música y el lenguaje

Desde el punto de vista evolutivo los sonidos naturales fueron los primeros en deleitar a los oídos con ondas sonoras y aunque éstos siguen existiendo, la corteza cerebral comenzó a dar cuenta de otras formas acústicas que pudieran ser compartidas y transmitidas de generación en generación. Primero fue el lenguaje a nivel acústico y posteriormente se crearon signos que permitieran su representación.

La música surge posteriormente, producida por los compositores probablemente intentando reproducir los sonidos del ambiente y explorando las bondades de la voz humana, que se convierte en un medio para dar cuenta de los comportamientos complejos del comportamiento humano, ya que eventualmente acompaña a las danzas rituales (Cross, 2010), que fue creando su propio alfabeto para poder recordar, reproducir y compartir las creaciones a las generaciones posteriores, bajo un principio muy similar al de la escritura (Besson, Chabert, & Marie, 2011).

Ontogénicamente, los sonidos existen en el ambiente, fluyendo en la atmósfera, cuando el feto desarrolla las conexiones auditivas, comenzará el proceso de reconocer y diferenciar los sonidos, mismo que tardó seguramente muchos años en la historia evolutiva del homo sapiens, que posteriormente fue capaz de inventar la escritura, que une nuevamente a la música y el lenguaje, excepto que diseñaron signos gráficos distintos para cada uno. Mientras que existen grupos de idiomas que comparten sonidos y signos, en el caso de la música su lenguaje es universal.

Dicha red auditiva comienza su desarrollo durante el último trimestre del embarazo, misma que permite al feto reaccionar ante el sonido del discurso de su madre o la música, estímulos que fluyen en el ambiente y que son recuperados por los circuitos neuronales y bases genéticas (Johansson, 2008), por lo que en tal caso es difícil decir que activa tales circuitos, siendo que hay estimulación acústica por todas partes.

Mientras que el lenguaje, puede cumplir funciones prácticas y benéficas gracias a la capacidad de referir aspectos de la vida cotidiana específicos, aunada a su capacidad de codificar y transmitir proposiciones complejas, la música parece ser redundante, compartida solo por aquellos que poseen la cualidad de crearla y/o reproducirla, con un lenguaje específico y alfabetos propios, intentando dar significado a los sonidos, induciendo estados de ánimo (Cross, 2010).

Con esta historia evolutiva, la música y el lenguaje compartieron vías a nivel cerebral, bajo dos principios, el primero porque comparten la corteza auditiva, añadiendo la capacidad de descomponer los componentes acústicos que son compartidos por ambos procesos (Dehaene-Lambertz et al., 2010). El cerebro ha adaptado su capacidad para el reconocimiento del lenguaje, pero en el caso de la música, solo unos cuantos son inmersos en el lenguaje musical, como creadores e intérpretes, aunque, todos pueden disfrutarla. Aunque hay que añadir que pasa lo mismo con las habilidades literarias (Moreno, De Pablo, Caminero, & Sánchez-Santed, 2008; Patel, 2010).

A este respecto, se apunta la eficacia de las estrategias en las cuales se emplean la estimulación musical o lingüística que pueden ser capaces de modificar e influir en el potencial de las estructuras cerebrales. En este sentido la psicología ha mostrado efectos de la rehabilitación por medio del arte o bien en los ambientes escolares (Moreno, 2009).

De ahí que el ambiente va creando conexiones específicas que permiten el desarrollo de la comprensión o producción lingüística o musical, excepto en los casos que existe un daño cerebral tal, que impide la entrada sensorial o la percepción de los estímulos (Dzib Goodin, 2013b).

Características acústicas y visuales compartidas por la música y el lenguaje

Mirando las relaciones entre la música y el lenguaje se pueden reconocer tres dimensiones que se comparten a partir de los elementos acústicos de cada uno. En primer lugar es claro que dependen de la percepción y producción de sonidos, que permite dar paso a la estructura combinatoria o la formación de secuencias complejas a partir de unidades básicas y finalmente, la expresión e interpretación de intenciones y significados que subyacen a las secuencias sonoras (Pasqual, 2008; Igoa, 2010).

Al analizar los componentes que crean dicha capacidad, se encuentra el tono (que se puede reconocer como el acento tónico o musical, es el relieve que se impone a una sílaba, palabra o nota mediante la manipulación de la fuente de sonido), es definido como un elemento fundamental en todas las culturas, que es compartido en la percepción del lenguaje (Peña-Garay, 2005; Stewart, Von Kriegstein, Warren, & Griffith, 2006; Jäncke, 2013).

El Timbre, aunque es una cualidad acústica que permite distinguir entre diferentes instrumentos o voces que se reconoce como el *color del sonido*, (Stewart, Von Kriegstein, Warren, & Griffith, 2006; Soria-Urios, Duque, García-Moreno, 2011).

Por otra parte se encuentra la estructura temporal, que se refiere al ritmo y la métrica. El ritmo organiza los eventos musicales en patrones y formas, mientras que la percepción del ritmo en la música, suele ser estudiado mediante el uso de tareas métricas que desempeñan una función organizacional en la fonología de la lengua, a través de la prosodia y que la percepción del ritmo tiene una base neuronal importante tanto para el procesamiento de la música como del lenguaje (Font & Cantero, 2008; Huss, Verney, Fosker, Mead, & Goswami, 2011; Goswami, Huss, Mead, Fosker, & Verney, 2013).

Estudios recientes muestran la activación de estructuras en el área motora por lo que se ha sugerido una teoría motora de la percepción del ritmo como paralelo a la teoría motora de la percepción del habla, ya que el sistema motor juega un rol específico en la discriminación del lenguaje o la vocalización (Stewart, Von Kriegstein, Warren, & Griffith, 2006; Johansson, 2008; Jäncke, 2013; Lévêque, Muggleton, Stewart, & Schön, 2013; Kajihara, Verdonshot, Sparks, & Stewart, 2013) y también se han encontrado que las habilidades musicales apoyan al lenguaje, y sugiere que la relación es recíproca en la percepción y reconocimiento de la cadencia de las palabras (Besson, Chobert, & Marie, 2011; Zatorre, Chen, & Penhune, 2007).

Por supuesto, la emoción que es una de las características más estudiadas en la música, y en un estudio llevado a cabo con fMRI de contraste transformado, por Koelsch, Fritz, Cramon, Muller y Friederici, (2006) en el cual se comparaba música agradable vs desagradable demostró que la actividad en las áreas meso límbicas incluyendo la amígdala además de actividad en la corteza auditiva es el misma red neuronal tanto para el

lenguaje cuyo correlato se conoce como prosodia (reconocida como la música del lenguaje), la cual se puede definir como el nivel de representación lingüística de las propiedades acústico-fonéticas de una expresión, y que abarca diversos fenómenos como el acento del tono, las pausas de entonación, el ritmo y los silencios, que conforma la comunicación y el significado emocional dentro de la comunicación (Dzib Goodin, 2006; Wagner & Watson, 2010; Forde, Thompson, Marin, & Stewart, 2012).

La música y el proceso de la lecto-escritura

Diversos estudios dentro del campo de la psicología han atribuido beneficios a la aplicación de estrategias musicales para el desarrollo de habilidades cognitivas (por ejemplo: Jordana, 2008; Hillie, Gust, Bitz, & Krammer, 2011; Tierney & Kraus, 2013).

Sin embargo, sólo un número reducido de estudios muestran que un entrenamiento musical se asocia con una adquisición y procesamiento por arriba de la norma de la lectura y las habilidades que la componen, aunque cabe señalar que la dificultad para poder llevar a buen fin esa afirmación, depende de que la investigación se centre en las actividades musicales antes de comenzar la instrucción formal del proceso de la lecto-escritura (Moreno, 2009; Moritz, Yampolsky, Papadelis, Thomson, & Wolf, 2013).

Es un hecho que el proceso auditivo juega un rol en el desarrollo de la lectura (Banai & Ahissar, 2013) y en este sentido diversos análisis tanto desde la perspectiva psicológica como musical, la han sugerido como ventaja educativa para el desarrollo de los procesos cognitivos a partir de las artes. No hay duda que la música tiene efectos sobre la conducta, como ejemplo de esto se encuentran los estudios de Lowe 2006; Feu y Piñero 2008; Hillie, Gust, Bitz y Ulm, 2011 que concluyen que la música beneficia los procesos de la lecto escritura, al compartir elementos rítmicos, y fonológicos que muchas veces no son reconocidos en el lenguaje natural, pero que al agregar el componente musical, pueden ser mejor reconocidos.

En un estudio publicado en 2013 por Goswami, Huss, Mead, Fosker, Verney, demuestran que las tareas de ritmo son importantes predictores para la adquisición del proceso de lectura en niños ya que la percepción del ritmo y el procesamiento auditivo, por lo que sugieren no solo en la ejecución sino en la capacidad de imitación, brindando una correspondencia rítmica y tonal para ambos procesos, ya que los niños que son capaces de diferenciar los sonidos musicales, son capaces de reconocer los sonidos de las letras y ubicarlas en el espacio del papel, de modo similar que en una partitura (Kajihara, Verdonshot, Sparks, & Stewart, 2013).

A todo ello, se agrega la validez ecológica de la música como elemento de aprendizaje de las habilidades lingüísticas, ya que se reconoce que todas las culturas tienen al mismo tiempo que un sello lingüístico, denotado a partir de la prosodia y un aporte musical específico, siendo algunas más rítmicas y otras más vocales, pero que al igual que el lenguaje natural, son características culturales medio ambientales a las que los niños están expuestos (Zuk, Andrade, Gardiner, & Gaab, 2013).

Una tercera línea apunta hacia la importancia de la percepción y el desarrollo de habilidades rítmicas y por supuesto de la conciencia fonológica para las habilidades de identificación de las palabras básicas, pues apoya la apreciación y manipulación de los intervalos de tiempo en el fluir de los sonidos (Moritz, Yampolsky, Papadelis, Thomson, & Wolf, 2013; mismas que se ven beneficiados por el proceso de memoria de trabajo y a mediano plazo (Williamson, McDonald, Deutsch, Griffiths, & Stewart, 2010; Schellenberg & Weiss, 2013; Moritz, Yampolsky, Papadelis, Thomson, & Wolf, 2013).

Conclusión

A partir de la literatura analizada, es posible reconocer que las actividades musicales se encuentran íntimamente relacionadas con el proceso lingüístico en distintos niveles tanto cognitivos como neurológicos (Jordana, 2008; Thompson-Schill et al., 2013).

Gracias a la evidencia neuro-cognitiva, algunos investigadores han intentado crear estrategias de predicción del desarrollo de habilidades lingüísticas a partir de las habilidades musicales, ejemplo de ello es el trabajo realizado por Huss, Verney, Fosker, Mead y Goswami, (2011) sin embargo, no debe perderse de vista que la cultura y el entorno cultural juegan un papel relevante incluso en la conformación de las estructuras cerebrales debido a la plasticidad cerebral (Dzib Goodin, 2013a) por lo que la aplicación de este tipo de estrategias no puede ser discriminada y el fracaso de las mismas no puede ser razonado como un fallo por parte de los participantes, sino a la elección de los estímulos.

En este sentido es posible afirmar que la música a nivel acústico ha acompañado al ser humano en su largo recorrido evolutivo y que su expresi-

ón a nivel visual, cumple parámetros prácticamente idénticos que la escritura, con la diferencia de que la notación musical no es aprendida por todas las personas, y que ambos procesos comparten fundamentos similares: pueden ser producidos – analizados y comprendidos, siempre y cuando no exista una lesión en la estructura cerebral asociada.

Tanto en la música como en el lenguaje la primera vía de percepción es la auditiva, predominantemente por un impacto medio ambiental y se desarrollan dependiendo de la estimulación del medio que puede provocar daños en el reconocimiento como se observa en la amusia, o la dislexia adquiridas.

La percepción del ritmo, el tono, el timbre y sus correlatos a nivel motor, son imprescindibles para el reconocimiento musical-lingüístico, mismos que requieren de procesos cognitivos de orden superior como la memoria, el aprendizaje y en ambos casos se ven permeados por la emoción, que en el lenguaje se reconoce como prosodia.

En ambos casos existen personas que pueden producir (músicos y escritores) y el resto se convierten en público a quienes les gusta o no las producciones, tanto a nivel emocional como técnico.

Finalmente, se reconoce que el acercamiento a la música en las aulas de clase, espacios comunes no puede ser restringido ya que esto ayuda al desarrollo de habilidades asociadas, como el lenguaje, la activación motora, los procesos meta-cognitivos y de memoria que son parte de los entornos culturales de los niños y con ellos desarrollan sus propias capacidades para poder responder con ellas en el medio ambiente en que se desarrollan

Referencias

- Banai, K., & Ahissar, M. (2013). Musical experience, auditory perception and reading-related skills in children. *Plos One*. Disponible en red: <http://www.plosone.org/article/fetchObject.action?uri=info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0075876&representation=PDF>
- Besson, M., Chobert, J., & Marie, C. (2011). Language and music in the musician brain. *Language & Linguistic Compas*, 5(9), 617-634.
- Cross, I. (2010). La Música en la cultura y la evolución. *Epistemos*, 1, 9-19.
- Dehaene-Lambertz, G., Montavont, A., Jobert, A., Allriol, L., Dubois, J., Hertz-Pannier, L., & Dehaene, S. (2010). Language or music, mother or Mozart? Structural and environmental influences on infants' language networks. *Brain and Language*, 114(2), 53-65.
- Dzib Goodin, A. (2006). *Нормально и аномалии развития стихосложения от нейро-познавательной точки зрения*. Tesis de Doctorado. ULM.
- Dzib Goodin, A. (2013a). La arquitectura cerebral como responsable del proceso de aprendizaje. *Revista Mexicana de Neurociencia*, 14(2), 81-85.
- Dzib Goodin, A. (2013b). La evolución del aprendizaje: más allá de las redes neuronales. *Revista Chilena de Neuropsicología*, 8(1), 20-25.
- Feu, M., & Piñero, E. (2008). Pasajes sonoros en la primera infancia: retrato musical de la narración infantil. *Revista Eufonia, didáctica de la música*, 43, 40-48.
- Font, D., & Cantero, F. (2008). La melodía del habla: acento, ritmo y entonación. *Revista Eufonia, didáctica de la música*, 42, 19-39.
- Forde Thompson, W., Marin, M. M., & Stewart, L. (2012). Reduced sensitivity to emotional prosody in congenital amusia rekindles the musical protolanguage hypothesis. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America*, 109(46), 19027-19032.
- Franzmeier, I., Hutton, S. B., & Ferstl, E. C. (2012). The role of the temporal lobe in contextual sentence integration: A single-pulse transcranial magnetic stimulation study. *Cognitive Neuroscience*, 3(1), 1-7.
- Goswami, U., Huss, Mead, M., Fosker, T., & Verney, J. P. (2013). Perception of patterns of musical beat distribution in phonological development dyslexia: Significant longitudinal relations with word reading and reading comprehension. *Cortex*, 49(5), 1363-1376.
- Hillie, K., Gust, K., Bitz, U., & Ulm, T. (2011). Associations between music education, intelligence and spelling ability in elementary school. *Advances in Cognitive Psychology*, 7, 1-6.
- Huss, M., Verney, J. P., Fosker, T., Mead, N., & Goswami, U. (2011). Music, rhythm, rise time perception and developmental dyslexia: perception of musical meter predicts reading and phonology. *Cortex*, 47(6), 674-689.

- Igoa, J. M. (2010). Sobre las relaciones entre la música y el lenguaje. *Epistemos*, 1, 97-125.
- Jäncke, L. (2012). The relationship between music and language. *Frontiers in Psychology*. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3338120/>
- Johansson, B. B. (2008). Language and Music: what do they have in common and how do they differ? A neuroscientific approach. *European Review*, 16(4), 413-427.
- Jordana, M. (2008). La contribución de la música en la estimulación de procesos de adquisición del lenguaje. *Revista. Eufonia, didáctica de la música*, 43, 49-62.
- Kajihara, T., Verdonschot, R. G., Sparks, J., & Stewart, L. (2013). Action-perception coupling violinist. *Frontiers in Human Neuroscience*. Disponible en: <http://www.frontiersin.org/Journal/10.3389/fnhum.2013.00349/full>
- Koelsch, S., Fritz, T. V., Cramon, D. Y., Muller, K., & Friederici, A. D. (2006). Investigation emotions with music an fMRI study. *Human Brain Mapping*, 27, 239-250.
- Kouider, S., De Gardelle, V., Dehaene, S., Dupoux, E., & Pallier, C. (2010). Cerebral bases of subliminal speech priming. *NeuroImage*, 49, 922-929.
- Ladd, D. R. (2013). An integrated view of phonetics, phonology and prosody. En M. A., Arbib (Ed.), *Language, Music, and the Brain: A mysterious relationship*. Massachusetts Institute of Technology and the Frankfurt Institute for Advances Studies (pp. 273-288). Strüngmann Forum Reports. USA.
- Lévêque, Y., Muggleton, N., Stewart, L., & Schön, D. (2013). Involvement of the larynx motor area in singing voice perception: a TMS study. *Frontiers in Psychology*. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3708144/>
- Liu, F., Patel, A. D., Fourcin, A., & Stewart, L. (2010). Intonation processing in congenital amusia: discrimination, identification and imitation. *Brain A Journal of Neurology*, 133, 1682-1693.
- Lowe, A. (2006). The co-construction of a music/arts/language learning model. *Journal of Border Educational Research*, 5, 71-81.
- Mandell, J., Schulze, K., & Schlaug, G. (2007). Congenital amusia: An auditory-motor feedback disorder?. *Restorative Neurology and Neuroscience*, 25(2007), 323-334.
- Moreno, S. (2009). Can music influence language and cognition? *Contemporary Music Review*, 28(3), 329-345.
- Moreno Montoya, M., De Pablo, J. M., Caminero, A., & Sánchez-Santed, F. (2008). Biología Evolucionista de la Música. En D. A., Cánovas, Estevés, A. F., & Sánchez-Santed, F. (Eds.), *El cerebro musical*. Monografías Psicología. (pp. 37-72). Universidad de Almería. España.
- Moritz, C., Yampolsky, S., Papadelis, G., Thomson, J., & Wolf, M. (2013). Links between early rhythm skills, musical training, and phonological awareness. *Reading and Writing*, 26(5), 739-769.
- Omigie, D., & Stewart, L. (2011). Preserved statistical learning of tonal and linguistic material in congenital amusia. *Frontiers in Psychology*. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3132680/>
- Pasqual, P. (2008). La enseñanza de la competencia lingüística musical. *Revista. Eufonia, didáctica de la música*, 43, 73-86.
- Patel, A. (2010). Music, biological evolution, and the brain. En M. Bailar (Ed) (2010). *Emerging Disciplines: Shaping New Fields of Scholarly Inquiry in and beyond the Humanities*. Rice University Press, USA.
- Peña-Garay, M. (2005). Habilidades lingüísticas de los niños menores de un año. *Revista de Neurología*, 41(5), 291-298.
- Pugh, K. R., Landi, N., Preston, J., Menci, W. E., Austin, A. C., Sibley, D., Fullbright, R. K., Seidenberg, M. S., Grigorenko, E. L., Constable, E. T., Molfese, P., & Frost, S.J. (2013). The relationship between phonological and auditory processing and brain organization in beginning readers. *Brain and Language*, 125(2), 173-183.
- Schellenberg, E. G., & Weiss, M. W. (2013). Music and cognitive abilities. En D. Deutsch (Ed.), *The Psychology of Music*. Elsevier-Academic Press. USA.
- Soria-Ulriós, G., Duque, P., & García- Moreno, J. M. (2011). Música y cerebro: fundamentos neurocientíficos y trastornos musicales. *Revista de Neurología*, 52(1), 45-55.
- Stewart, L., Overath, T., Warren, J. D., Foxton, J. M., Griffiths, T. D. (2008). fMRI evidence for a cortical hierarchy of pitch pattern processing. *Plos One*. Disponible en: <http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0001470>
- Stewart, L., Von Kriegstein, K., Warren, J. D., & Griffith, T. D. (2006). Music and brain: disorders of musical listening. *Brain*. Disponible en: <http://brain.oxfordjournals.org/content/129/10/2533.full.pdf+html>
- Teki, S., Kumar, S., Von Kriegstein, K., Stewart, L., Lyness, C. R., Moore, B. C. J., Capleton, B., & Griffiths, T. D. (2013). Navigating the auditory scene: an expert role for the hippocampus. *Journal of Neuroscience*, 32(35), 12251-12257.
- Thompson-Schill, S., Hagoort, P., Ford Dominey, P., Honing, H., Koelsch, S., Ladd, D. R., Lerdahl, F., Levinson, S. C., & Steedman, M. (2013). Multiple levels of structure in language and Music. En MA, Arbib (Ed) (2013). *Language, Music, and the Brain: A mysterious relationship*. Massachusetts Institute of Technology and the Frankfurt Institute for Advances Studies (pp.289-306) Strüngmann Forum Reports. USA.
- Tiemey, A., & Kraus, N. (2007). Music Training for the development of reading skills. En M. M., Merzenich, M. Nahum, & T. M. Van Vleet (Eds.), *Changing Brains: Applying Brain Plasticity to Advanced and Recover Human Ability*. Progress in Brain Research (pp. 209-242). Elsevier Editions. USA.
- Wagner, M., & Watson, D. G. (2010). Experimental and theoretical advances in prosody A review. *Language and Cognitive Processes*, 25(7/8/9), 9095-945.
- Williamson, V. J., McDonald, C., Deutsch, D., Griffiths, T. D., & Stewart, L. (2010). Faster decline of pitch memory over time in congenital amusia. *Advances in Cognitive Psychology*, 6, 15-22.
- Zatorre, R. J., Chen, J. L., & Penhune, V. B. (2007). When the brain plays music: auditory-motor interactions in music perception and production. *Nature Reviews: Neuroscience*, 8, 547-558.
- Zuk, J., Andrade, P. E., Andrade, O., Gardiner, M., & Gaab, N. (2013). Musical, language, and reading abilities in early Portuguese readers. *Frontiers in Psychology*. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3684766/>