



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



Facultad de Psicología

División de Estudios Profesionales

Consideraciones conceptuales acerca del ritmo en la música y el lenguaje, una perspectiva evolutiva y del desarrollo

Opción de Titulación por Tesis

Que para obtener el título de

Licenciado en Psicología.

Presenta

Lubín Iraid Quesada Olgún

Director de Tesis

Dr. Felipe Cruz Pérez

México, D.F., Agosto, 2013.



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.

ÍNDICE

RESUMEN

INTRODUCCIÓN.....	1
1. CONSIDERACIONES CONCEPTUALES ACERCA DEL RITMO EN LA MUSICA Y EL LENGUAJE UNA PERSPECTIVA EVOLUTIVA Y DEL DESARROLLO.....	5
1.1 Evidencias evolutivas.....	5
1.1.2 <i>Ritmo en el habla, evidencias del desarrollo</i>	9
1.2 Ritmo en la música, evidencias evolutivas.....	9
1.2.1 <i>Ritmo en la música, evidencias del desarrollo</i>	14
1.3 Conclusiones de capítulo	18
2. CONSIDERACIONES CONCEPTUALES ACERCA DEL RITMO EN LA MUSICA Y EL LENGUAJE.....	19
2.1 Ritmo en la música	19
2.1.2 <i>Las dimensiones psicológicas del Ritmo Musical</i>	33
2.2 Ritmo en el Habla	34
2.3 Conclusiones de capítulo.....	44
3. ANÁLISIS DE LA RELACIÓN MÚSICA-LENGUAJE EN BASE AL RITMO.....	45
3.1 Conclusiones del capítulo.....	58
4. CONSIDERACIONES CONCEPTUALES ACERCA DEL RITMO EN LA MÚSICA Y EL LENGUAJE, UNA PERSPECTIVA DE LAS NEUROCIENCIAS COGNOSCITIVAS.	60
4.1 Anatomía del lenguaje y la música	60
4.2 Neuroimagen funcional y sistemas cerebrales de la música y del lenguaje.....	62
4.3 Diferencias interhemisféricas.....	64
4.4 Procesamiento temporal de la música	65
4.5 Procesamiento temporal del lenguaje	66
4.6 Conclusiones del capítulo.....	69
5. PROPUESTA TERAPÉUTICA.....	71
5.1 Sistemas funcionales	71
5.2 Recuperación y Rehabilitación	74
5.2.1 <i>Recuperación espontánea</i>	74
5.3 Antecedentes.....	76
5.4 Modelo terapéutico	83
5.5 Conclusiones del capítulo.....	85
CONSIDERACIONES.....	86

CONCLUSIÓN	90
REFERENCIAS	93
APÉNDICE	107

RESUMEN

Los estudios sobre la música y el lenguaje son altamente interdisciplinarios y exigen la integración de diversas corrientes de evidencia. En este trabajo de investigación documental se presenta una perspectiva comparativa sobre la evolución y desarrollo de la música y el lenguaje hablado, haciendo hincapié en el procesamiento rítmico en ambos dominios. La evidencia evolutiva sugiere que existe estructuralmente un núcleo común entre la música y el lenguaje. Por esta razón expongo estudios que vinculan a la música y el lenguaje en términos evolutivos y de desarrollo e ilustrando a través de las neurociencias los puntos en común y diferencias que existen en el procesamiento de la música y el lenguaje. Concluyendo que la relación cognitiva que existe entre la música y el lenguaje, puede ser utilizada para generar modelos terapéuticos de rehabilitación de algunas funciones lingüísticas, a través de ejercicios tomados de modelos de enseñanza musical basados en el ritmo.

Palabras clave: *Música, Lenguaje y Ritmo.*

INTRODUCCIÓN

El sonido es la sensación percibida por el oído al recibir las variaciones de presión generadas por el movimiento vibratorio de los cuerpos sonoros. Se transmite por el medio que los envuelve, que generalmente es el aire de la atmósfera. La ausencia perceptible de sonido es el silencio, aunque es una sensación relativa, ya que el silencio absoluto no se da en la naturaleza.

La música es, según la definición tradicional del término, el arte de organizar sensible y lógicamente una combinación coherente de sonidos y silencios utilizando los principios fundamentales de la melodía, la armonía y el ritmo.

Se llama lenguaje a cualquier sistema de comunicación estructurado, para el que existe un contexto de uso y ciertos principios combinatorios formales.

Para fines de esta investigación usaremos la definición de ritmo de Patel, (2008) que define el ritmo como un patrón sonoro sistemático en términos de tiempo, acentuación y agrupamiento.

“Lenguaje y música nos define como humanos. Estas características aparecen en toda sociedad, sin importar lo que otros aspectos de la cultura están ausentes” (Nettl, 2000).

El lenguaje y la música son fenómenos peculiares, pues la única especie que los desarrolla es la humana. Y aunque de principio pareciera que la música no es exclusiva de los humanos pues existen otras especies que producen cantos que nos dan una impresión de musicalidad, como el canto de las aves y de algunos cetáceos, investigaciones revelan diferencias importantes entre ellas y la música humana. Primero, estas melodías son generalmente producidas por los machos como parte de un ritual de apareamiento, o con la intención de marcar territorio. Segundo, cambios hormonales o neurológicos juegan un importante rol en las temporadas de canto en las aves; todo esto sugiere que el canto no es una actividad voluntariamente estética, sino un comportamiento reproductivo mediado

biológicamente. Tercero, aunque es cierto que muchas especies aprenden sus cantos parecen existir fuertes contrastes en el aprendizaje; algunas especies de aves han demostrado que pueden aprender los cantos de otras especies, pero lo hacen más lentamente y de forma menos efectiva que la de su propia especie. Finalmente y probablemente el contraste más importante es que la diversidad estructural de los cantos en los animales no está igualmente asociada a la diversidad de significados, pues el repertorio de cantos animales siempre está ligado al mismo conjunto de cosas: reproducción, advertencias territoriales y estatus social (Nettel, 2000).

El papel central de la música y el lenguaje en su forma hablada en la existencia humana y el hecho de que ambos implican secuencias de sonidos complejos y significativos naturalmente invita a la comparación. Sin embargo, desde el punto de vista de las ciencias cognitivas, las relaciones entre lenguaje y música apenas ha comenzado a ser explorado. Los seres humanos no tienen comparación en su capacidad para dar sentido al sonido. En muchas otras ramas de nuestra experiencia (por ejemplo, visión, tacto...), podemos aprender mucho del estudio de la conducta y el cerebro de otros animales porque nuestra experiencia no es tan diferente de la suya. Cuando se trata del lenguaje y la música, sin embargo, nuestra especie es única. Esto hace que sea difícil obtener una perspectiva del lenguaje o la música como un sistema cognitivo, por comparación con otros organismos.

Esto proporciona una oportunidad especial para las ciencias cognitivas. En concreto, la exploración de las similitudes como las diferencias entre la música y el lenguaje puede profundizar nuestra comprensión de los mecanismos que subyacen a nuestra especie.

Este tema ha atraído el interés de una amplia gama de pensadores, entre ellos filósofos, biólogos, poetas, compositores, lingüistas y musicólogos a lo largo de la historia.

Platón quien decía que el poder de cierta música levantaba el espíritu debido a su semejanza con los sonidos de noble lenguaje (Neubauer, 1968) y un poco más tarde Darwin quien consideró que una forma de comunicación

intermedia entre el lenguaje moderno y la música había sido el origen de nuestra habilidad comunicativa como especie.

Esta larga línea de pensamiento ha continuado con la ciencia moderna, pero no sin sufrir cambios dramáticos, como el uso de nuevos conceptos y herramientas, que han permitido el avance de la investigación empírica (Bernstein, 1976).

Lo que anima la investigación comparativa en este tema, es la existencia de dos puntos de vista: las diferencias entre la música y el lenguaje, y los puntos en común.

Importantes diferencias, por supuesto, existen. Por ejemplo, la música organiza el tono y el ritmo de forma que el habla no lo hace. Además, hay una larga historia en neuropsicología de los casos que documentan el daño cerebral que perjudica un dominio pero no al otro, como por ejemplo la amusia y la afasia (Zatorre, 2003; Peretz, 2005; Ostrosky, 1986.).

El objetivo general de este trabajo promueve la perspectiva que hace hincapié en lo que tienen en común el lenguaje hablado y la música.

Esta perspectiva está dirigida, a que estos dos dominios comparten una serie de mecanismos de procesamiento básico y que el estudio comparativo de la música y el lenguaje, proporcionan una forma eficaz para explorar estos mecanismos.

El objetivo específico de esta investigación, es revisar los estudios que indagan estos mecanismos básicos que comparten ambos dominios y que pueden dar luces al tratamiento de problemas del lenguaje hablado y a la generación de nuevas perspectivas al respecto a través del ritmo, centrado en la relación entre el lenguaje hablado y la música puramente instrumental ya que esta es la comparación más usada por los investigadores en el campo (Patel, 2000; Palmer, C., & Kelly, M. H, 1992; Pannekamp, A., Toepel, U., Alter, K., Hahne, A., Friederici, A. D. 2005; Pesetsky, D. 2007).

Para Patel (2008), al comparar el lenguaje ordinario a la música instrumental se fuerza la búsqueda de las conexiones ocultas que unifican los fenómenos obviamente diferentes.

Alcances: proporcionar un marco para los interesados en la exploración del lenguaje, la música y sus relaciones desde una perspectiva cognitiva y su aplicación en procesos terapéuticos y de enseñanza.

Limitaciones: existen muchos más aspectos que la música y el lenguaje comparten además del ritmo y que también pueden ser utilizados dentro de procesos terapéuticos, no solo en relación al lenguaje hablado, si no también en otras áreas, como la lecto-escritura y la mejora y desarrollo de habilidades motrices y psico-sociales al apoyarse en la parte estética de la música y su influencia en el desarrollo (Zatorre, Peretz, 2005; Patel, 2008; Zatorre, 2000).

Los temas a tratar en esta investigación están divididos en 5 capítulos.

Capítulo 1: Es una muestra de diferentes investigaciones sobre el desarrollo ontogénico y filogenético de la música y el lenguaje destacando el papel del ritmo en estos procesos.

Capítulo 2: Explica la manera en que la música y el lenguaje hablado se centran en la capacidad para extraer regularidades a partir de secuencias temporales.

Capítulo 3: Habla de la estructura de los sistemas lingüísticos y musicales con el tema del ritmo y la relación que existe entre ambos dominios.

Capítulo 4: Es una revisión de diferentes investigaciones en el área de las neurociencias que explican los mecanismos de procesamiento del lenguaje y la música desde una perspectiva fisiológica y funcional.

Capítulo 5: Expone una serie de trabajos relacionados con el uso del ritmo y sistemas cognitivos.

1. CONSIDERACIONES CONCEPTUALES ACERCA DEL RITMO EN LA MUSICA Y EL LENGUAJE UNA PERSPECTIVA EVOLUTIVA Y DEL DESARROLLO.

Los humanos no nacen hablando su lengua nativa, aprenden patrones sonoros y estructurales de esta durante la infancia, de la misma forma que lo hacen con la música.

Cada bebé nace en un mundo con dos sistemas de sonido diferentes. El primero es de carácter lingüístico e incluye las vocales, las consonantes, y los contrastes de la lengua materna. El segundo es musical e incluye el timbre y la altura propios de la música de esa cultura. Incluso sin una instrucción explícita, la mayoría de los bebés se convierten en adultos que son competentes en su lengua materna y que disfrutan de su cultura musical. Sin embargo estas características tienen un precio, la habilidad en un idioma puede resultar en dificultades en la audición o la producción de ciertas distinciones en otros sonidos, y un amante de la música de una cultura puede descubrir que la música de otra cultura parece desordenada o molesta. ¿Por qué es esto así? La respuesta simple es que nuestro sistema de sonido nativo deja una huella en nuestras mentes. Es decir, el aprendizaje de un sistema de sonido lleva a un marco mental de las categorías de sonido de nuestra lengua materna o la música a lo largo del desarrollo y con importantes bases evolutivas.

1.1 Evidencias evolutivas

Al hablar de selección natural en el lenguaje, se hace referencia a que la habilidad para adquirirlo es el resultado de una adaptación evolutiva.

En este tema hay un debate: una parte defiende que la selección natural jugó un rol directo en el moldeamiento de las estructuras cognitivas y neurológicas desarrolladas para el lenguaje (a esta corriente se le denomina “adaptacionista”); la corriente alternativa postula que no hay selección natural en el lenguaje, sino que la selección actuó para crear un aprendizaje socio-cognitivo, único en los humanos, que les da la capacidad de compartir objetivos y unificar la atención, de esta forma la cognición se transformaba de individual

a cultural, estableciendo los fundamentos de un sistema de comunicación basado en símbolos (corriente denominada como “constructivista”).

Independientemente de que el rol que jugó la selección natural haya sido directo o indirecto en la adquisición del lenguaje, está presente en el desarrollo evolutivo del individuo y existen 10 puntos básicos que lo prueban.

1. El balbuceo, parece que este ayuda a los bebés a aprender la relación entre los movimientos orales y los productos sonoros. El balbuceo es un reflejo de la maduración de los mecanismos neuronales para el aprendizaje vocal. El balbuceo parece ser la forma evolutiva de “salida” del proceso del aprendizaje vocal (Marler,1999).
2. La anatomía de tracto vocal humano, que al tener la laringe en una posición más baja con respecto a la de otros primates, le permite una mayor gama de sonidos vocales, pues le da a la lengua mayor libertad de movimiento tanto horizontal como vertical (Fitch, 2000).
3. El aprendizaje vocal, que hace referencia al aprendizaje de señales basadas en una experiencia auditiva y en una retroalimentación sensorial (Mitch, 2006; Merker, 2005).
4. El aprendizaje precoz de un sistema lingüístico estructurado; los fonemas y sílabas del lenguaje humano, son entidades acústicas complejas que, pareciera que los niños nacen preparados para entender (Kuhl et al., 1992). Los bebés llegan al mundo con los oídos abiertos a los sonidos de cualquier lenguaje pero con el tiempo comienzan a escuchar con un “acento”, que favorece la adquisición de su lengua natal, los niños además, tiene una habilidad impresionante para reconocer equivalencias sonoras en el habla, entre diferentes hablantes, habilidad que resulta difícil incluso para las computadoras más especializadas (Kuhl, 1979, 2004).

5. Los periodos críticos en la adquisición del lenguaje; en el caso de las aves estos periodos están muy bien estudiados debido a la posibilidad de privación de su medio sonoro, actividad que no es posible realizar con humanos por cuestiones éticas; por lo que la forma más cercana de estudio sobre periodos críticos es en la adquisición de una segunda lengua y de lenguajes de señas. Estos estudios nos revelan que hay periodos durante los que somos más sensibles al aprendizaje de otra lengua, pero que con la edad esta habilidad no se pierde aunque sí dificulta su aprendizaje; en el caso del lenguaje de señas, cuando este se enseña a una edad tardía en personas que no tienen conocimiento de otro lenguaje, existe un gran impacto en la dificultad de adquirir habilidades gramaticales, o en la posibilidad de adquirir una segunda lengua (Marler, 1999).
6. Los puntos en común entre la estructura y desarrollo de una lengua hablada y una de señas. Existe la duda de si es posible la existencia de un lenguaje estructurado que no sea hablado, como el lenguaje de señas, y que este no sea una mera traducción del lenguaje hablado a gestos. El lenguaje de señas y el lenguaje hablado, comparten ingredientes básicos, fonología, morfología, sintaxis y semántica, y los niños sordos que aprenden el lenguaje de señas a temprana edad, adquieren estas habilidades de forma más o menos paralela a la de los niños oyentes; además estudios de neuroimagen muestran que los hablantes de una lengua de señas usan las mismas áreas del lenguaje del hemisferio izquierdo que utiliza un hablante y que también se ven afectados por algunas afasias (Emmorey,2002).
7. Un niño con una exposición normal al lenguaje desarrolla rápidamente un complejo grupo de habilidades de producción y percepción lingüística. El promedio de exposición diaria de un recién nacido al lenguaje es más o menos de 2.5 hrs al día, lo que nos habla de una predisposición a la adquisición del lenguaje y de

mecanismos que facilitan su aprendizaje pese a una mínima exposición a este (Weijer, 1998).

8. Hace varios años existió la oportunidad de documentar el nacimiento de una nueva lengua en Nicaragua. Antes de los años 70's, los sordos de este país eran aislados del resto de la comunidad y se comunicaban con sus familiares a través de gestos, que mostraban un lenguaje rudimentario y que variaba mucho de una persona a otra; en 1977 una escuela de sordos fue fundada en Managua, los maestros se concentraban en enseñar a leer los labios y hablar español pero los niños sordos preferían el uso de señas para comunicarse entre ellos y comenzaron el proceso de desarrollo de un lenguaje, y así, cada nuevo grupo aprendía las señas de el grupo anterior, siendo notable como cada grupo enriquecía gramaticalmente este lenguaje; la misma comunidad de niños sordos comenzó a sistematizarlo. Actualmente esta comunidad tiene un lenguaje más estructurado y rico que el resto de varias poblaciones nicaragüenses, ya que estas han desarrollado lenguajes criollos y no tienen un lenguaje completamente desarrollado; dándonos evidencia de que existen mecanismos neuro-cognoscitivos de predisposición para el aprendizaje del lenguaje en los humanos (Senghas & Coppola, 2001).
9. Recientemente se ha descubierto que existe un gen conocido como FOXP2, que cuando está dañado expresa una serie de problemas en el habla y el lenguaje incluyendo déficit en el movimiento oral y dificultades para manipular los fonemas y juicios léxicos y gramaticales, siendo importante destacar que no tienen déficit intelectual, resultando en rangos normales de CI en la pruebas de habilidades no verbal (Marcus & Fisher, 2003).
10. Para decir que un rasgo es directamente moldeado por la selección natural este tiene que traer una ventaja de supervivencia y de éxito reproductivo, y aunque las personas con

déficits de lenguaje se encuentran en la posibilidad de sobrevivir por sí mismos y de tener éxito reproductivo, se encuentran en una clara desventaja con respecto a las personas cuyas habilidades lingüísticas se encuentran intactas.

1.1.2 Ritmo en el habla, evidencias del desarrollo

Se llama desarrollo del habla al proceso cognitivo por el cual los seres humanos adquieren la capacidad de comunicarse verbalmente usando una lengua natural.

Este desarrollo se produce en un período crítico que se extiende desde los primeros meses de vida hasta el inicio de la adolescencia. En la mayoría de seres humanos el proceso se da principalmente durante los primeros cinco años, especialmente en lo que se refiere a la adquisición de las formas lingüísticas y de los contenidos. Durante estos primeros años tiene lugar a mayor velocidad de aprendizaje y se adquieren los elementos básicos y sus significados, y hasta la pre-adolescencia se consolida el uso, la inferencia pragmática y la capacidad para entender enunciados no-literales (irónicos, sarcásticos, etc.). Los primeros años constituyen el período fundamental aunque el desarrollo del lenguaje se prolonga más allá de esta etapa.

1.2 Ritmo en la música, evidencias evolutivas

El hecho de que la música sea una habilidad humana universal, no es evidencia de que exista un rol directo de la selección natural en la música.

Existen dos líneas en las que se ha seguido el curso de la evolución de la música. Una de ellas sostiene que la música es un mero accidente disfrutable producto de otra habilidad cognoscitiva, mientras que la otra línea defiende que es parte de una selección natural. Al analizar estas dos líneas nos damos cuenta que son exactamente las mismas líneas que siguen las teorías sobre la evolución del lenguaje, una “adaptacionista” y una “constructivista”; pero al igual que en el lenguaje son dos vías de acceso a la comprensión de la evolución de la música. Podríamos seguir las diez líneas de evidencia que

utilizamos con el lenguaje para saber que tan ligada está la selección natural a la evolución de las habilidades musicales, pero para la mayoría de estas evidencias no existe suficiente investigación en el área de la música o no aplica para esta área y, debido a la falta de evidencia que ligue la selección natural con la evolución de la música, era necesario encontrar un elemento musical que no fuera producto de un mecanismo cognoscitivo que también sirviera a otros dominios adaptativos, como el análisis de sensaciones auditivas o el lenguaje, que tuviera una relevancia evolutiva que sugiriera que el cerebro está especializado para adquirir esta habilidad, que esta sea desarrollada de forma precoz y espontánea y que sea exclusivamente humana. Todos estos puntos a analizar nos llevan a un dominio de la música poco estudiado pero que al parecer tiene la respuesta: el ritmo, en especial un aspecto del ritmo musical que es el basado en el beat ¹ y la forma en que este se procesa. En cada cultura existe alguna forma de expresión musical con un beat regular y un pulso periódico, que ofrece una coordinación temporal entre los intérpretes y que provoca una sincronía en la respuesta motora de los escuchas. Esta evidencia pone al ritmo en un lugar privilegiado en el desarrollo y evolución musical.

Una pregunta importante sobre el ritmo basado en el beat es su relación con el ritmo del habla, porque tanto la música como el lenguaje tienen patrones rítmicos rícamente estructurados.

Aunque las primeras teorías del ritmo en el habla han propuesto la existencia de un pulso isocrónico² basado en acentos en las sílabas, no hay datos que apoyen esta idea. Sin embargo, el ritmo musical tiene una conexión más abstracta con el ritmo del habla a través de la noción de la métrica. Un ritmo musical se produce normalmente en el contexto de una métrica, que es una organización jerárquica del pulso en el que algunos pulsos son percibidos como más fuertes que otros. Curiosamente, el discurso también tiene una "métrica" jerárquica basada en el acento, lo que sugiere que la tendencia a organizar secuencias rítmicas en términos de pautas de importancia jerárquica puede tener su origen en el lenguaje.

¹ Pulsación.

² Se dice del movimiento o de la unidad rítmica de igual duración.

Sin embargo, los beats del habla (sílabas acentuadas) no marcan un pulso regular. Esta diferencia tiene importantes consecuencias cognitivas. En particular, el uso de un pulso isocrónico en la música crea expectativas temporales que desempeñan un papel fundamental en la cognición musical pero que parecen jugar un papel poco importante en la percepción del lenguaje.

Los seres humanos son capaces de extraer patrones periódicos de estímulos auditivos complejos y pueden centrar su atención en patrones periódicos de diversos niveles jerárquicos en la música; siendo esta la base de la sincronía motora con el ritmo que se escucha.

Los cerebros humanos son especialistas en la anticipación temporal como lo demuestra nuestra habilidad para jugar a la pelota, pero estas son expectativas temporales relacionadas con un evento específico que no están directamente ligadas con el procesamiento del ritmo basado en el beat, ya que existen personas que no tienen ningún problema con la anticipación temporal en tareas cotidianas, pero que tienen dificultades en procesar el ritmo basado en el beat.

Este proceso también parece ser distinto de la capacidad para medir la duración de los intervalos de tiempo, capacidad que tienen todos los animales. La investigación neurológica nos indica que esta capacidad está distribuida en estructuras como los ganglios basales, la corteza cerebral y el tálamo, lo que resulta en una red a-modal, pues es igual de funcional con diferentes tipos de estímulos, no solo los auditivos. Es diferente en el procesamiento del pulso rítmico en el que parece haber una relación especial con el sistema auditivo, como lo demuestra el hecho de que las personas que tienen dificultades para percibir un pulso visual y su secuencia rítmica no lo tienen con secuencias rítmicas auditivas. Así pues, el caso del procesamiento del ritmo basado en el beat tiene sus raíces en los circuitos cerebrales para los intervalos del tiempo, pero con una modificación que crea un vínculo especial entre el oído y la respuesta motora. Tal modificación puede ser una de las razones por las que otros animales no se mueven voluntariamente en sincronía con un beat musical. Desde el punto de vista neuropsicológico, poco se sabe acerca del

procesamiento rítmico basado en el beat. Una cuestión clave aquí es: si existe un daño cerebral que altera esta área ¿También altera otras áreas básicas no musicales?

La literatura neuropsicológica contiene casos de individuos con alteraciones rítmicas musicales causadas por daño cerebral, o "arritmia adquirida". Dos de los hallazgos más notables son que las habilidades rítmicas pueden ser selectivamente interrumpidas, dejando las habilidades de procesamiento del tono relativamente intacto, y que hay disociaciones entre las tareas que requieren la discriminación rítmica simple de patrones temporales y los que requieren la evaluación de patrones periódicos. Sin embargo, no hay suficientes estudios hasta la fecha que indaguen las relaciones entre el déficit en el procesamiento rítmico basado en el beat y otras habilidades cognitivas básicas como el lenguaje.

Una manera de abordar el carácter innato de procesamiento rítmico basado en el beat es a través de estudios de desarrollo, en concreto, para saber si los seres humanos demuestran habilidades precoces cuando se trata de percibir el ritmo musical tal y como se demuestran en la percepción del lenguaje. La evidencia más clara de esto sería una demostración de que los bebés sincronizan sus movimientos con un ritmo musical. En las culturas occidentales sincronizarse con un ritmo es una tarea que no aparece en los niños antes de los 3 o 4 años, lo cual resulta algo sorprendente ya que los niños crecen en un medio rico en música. La mayoría de las canciones de cuna tienen un ritmo muy claro que destaca claves en la distribución métrica, además de que los bebés suelen ser arrullados al ritmo de las canciones infantiles.

Existe evidencia de que los bebés son sensibles a los aspectos básicos de la rítmica de secuencias auditivas. Por ejemplo, de 2 a 4 meses de edad pueden detectar un cambio en el patrón de los intervalos de duración y de 7 a 9 meses, reconocen un cambio en el patrón temporal incluso cuando varía el tiempo. Esto sugiere que los bebés perciben grupos de patrones rítmicos estructurados probablemente basados en el patrón de la duración de las relaciones entre los acontecimientos sucesivos. Si los resultados de los

estudios actuales se mantienen en estos estándares pueden presentarse como un desafío a la hipótesis nula para la evolución de la música. Es decir, un cerebro diseñado para la percepción rítmica basada en el beat desde temprana edad sugeriría que hay circuitos formados por selección natural para la música.

Otro dato que apoya al ritmo como resultado evolutivo es el hecho de que no hay reportes de animales no humanos que de forma espontánea sincronicen sus movimientos al ritmo de la música.

Recientemente, se ha demostrado que al menos una especie animal (el elefante asiático) puede aprender a un ritmo constante de tambor en ausencia de señales de tiempo continuo de un ser humano. Incluso utilizando un mazo en un tronco, un elefante puede golpear con una regularidad rítmica que supera incluso la de los seres humanos. Pero ninguno de los elefantes estudiados fue capaz de sincronizarse a un ritmo conjunto.

En realidad no hay ningún animal con la capacidad de sincronía rítmica que tiene el humano, quien puede sincronizarse a través de una amplia gama de tiempo y estímulos rítmicos complejos.

Investigaciones en percepción en seres humanos usando resonancia magnética funcional indican que los ritmos se asocian con un aumento de actividad en los ganglios basales, estructura esencial del circuito de distribución que participan en la sincronización de tiempo. Es importante destacar que los ganglios basales también participan en el control motor y la secuenciación lo que significa que una de las estructuras del cerebro implicadas en la percepción de "mantener el ritmo" también está involucrada en la coordinación del movimiento con un patrón rítmico.

Los ganglios basales favorecen el procesamiento de intervalos de tiempo y las funciones de control de motor a través de una amplia gama de especies, incluyendo los primates y los roedores. Sin embargo, el procesamiento rítmico basado en el beat requiere algo más que una estructura común que controle ambas funciones. Esto se debe a que la

sincronización rítmica implica una relación especial entre los intervalos temporales sonoros y los patrones de movimiento.

Un candidato para esta fuerza evolutiva es el aprendizaje vocal que implica aprender a producir señales vocales basadas en la experiencia auditiva y la retroalimentación sensorial. Una perspectiva evolutiva, sin embargo, revela que el aprendizaje vocal es un rasgo poco común, que se da solo en algunos grupos de animales (incluidos los pájaros, los loros, los cetáceos); en particular, los seres humanos son únicos entre los primates en presentar este aprendizaje que requiere una estrecha conexión entre la entrada auditiva y la producción motora para ajustar la producción vocal a un modelo deseado.

Investigaciones en aves indican que el aprendizaje vocal se asocia con modificaciones en los ganglios basales, que juegan un papel clave en la mediación de un vínculo entre la información auditiva y la producción motora durante el aprendizaje. Debido a que hay muchos paralelos entre la anatomía de los ganglios basales en las aves y los mamíferos, parece posible sugerir que los ganglios basales en los humanos también han sido modificados por selección natural para el aprendizaje vocal.

El acoplamiento resultado de estímulos auditivos y la salida de respuestas motoras puede ser un fundamento necesario para la sincronización con el ritmo.

1.2.1 Ritmo en la música, evidencias del desarrollo

Un adulto que escucha atentamente una pieza musical está procesando una enorme cantidad de información rápidamente. La mayoría de estos procesos se llevan a cabo de forma automática en un nivel bajo de conciencia, puesto que no hay tiempo para reflexionar en cada detalle de la pieza mientras esta se está reproduciendo. Este proceso es paralelo al que ocurre cuando se escucha una frase hablada en nuestra lengua nativa, donde los elementos de la frase se procesan rápidamente. La reacción rápida y automática en el procesamiento del lenguaje depende del dominio que se tenga del lenguaje que se escucha. La música pasa por un proceso similar, la capacidad de análisis de una pieza musical depende del aprendizaje perceptual ganado con

la experiencia al escuchar la música de una cultura en particular. Aún más, podemos ver en el desarrollo del lenguaje desde sus etapas más tempranas la predisposición del niño al habla, y la manera en la que sus elementos más básicos están presentes en la infancia y son moldeados por el aprendizaje perceptivo, la aculturación de las estructuras maduras del lenguaje (Brown,1973). De la misma manera podemos encontrar elementos de estructuras cognitivas maduras para la música en los niños, mientras observamos este complejo desarrollo bajo un contexto cultural y una experiencia individual.

Tanto en la música como en el lenguaje, existen patrones específicos de comportamiento que emergen en la infancia y que dejan una estampa de comportamiento “lingüístico” y “musical”. Es posible rastrear estos patrones y su elaboración a lo largo del curso del desarrollo.

- **Experiencia prenatal**

Incluso antes del nacimiento, el niño presenta una respuesta aparente ante la música, o al menos a patrones de estimulación auditiva. Los investigadores han mostrado que la estimulación auditiva prenatal tiene efectos en el comportamiento del niño antes del nacimiento.

- **Infancia**

Los investigadores han aislado varios tipos de cambios que los infantes pueden identificar en melodías y patrones rítmicos, estos resultados dan un panorama consistente con la noción de que la percepción auditiva de los infantes utiliza componentes que permanecerán durante la vida adulta. En general los infantes son más sensibles que los adultos en la percepción de la altura y el agrupamiento rítmico de sonidos. Se puede observar una tendencia a tratar melodías con patrones melódicos similares como si fuesen iguales y de la misma forma con los patrones rítmicos incluso con cambios de tiempo.

Ritmo: los infantes agrupan las secuencias tonales de una forma muy similar a los adultos. Se ha mostrado que los infantes pueden discriminar entre patrones rítmicos diferentes

(Chang, Trehub, 1977b; Demany, McKenzie y Vurpillot, 1977). Asimismo, como los infantes son sensibles al cambio de patrones relativos a la altura, también son sensibles a los cambios en los patrones rítmicos. La organización rítmica entre infantes y adultos es sorprendentemente similar. Krumhansl y Jusczyk (1990) demostraron a través de un estudio que los infantes son sensibles a las claves rítmicas, con las que los adultos estructuran las frases en las piezas musicales.

- **Niñez y Edad adulta**

Durante el segundo año, los niños comienzan a reconocer algunas melodías como entidades de su entorno y son capaces de identificarlas aún después de no escucharlas durante algún tiempo.

Ritmo: hay dos aspectos en el ritmo musical que se pueden discutir en términos de desarrollo infantil. El primero es el desarrollo de la habilidad del control atencional en relación con la secuencia temporal de eventos, usando regularidades en el ritmo de ocurrencia de una pieza para apuntar la atención en los elementos importantes. En segundo lugar está el desarrollo de la capacidad de recordar y reproducir patrones rítmicos. Los adultos al escuchar el habla o la música son capaces de utilizar su experiencia con patrones similares y centrar su atención en esta información (Jones, 1981). Andrews y Dowling (1991) estudiaron el curso de este desarrollo mediante "melodías escondidas", una tarea en la que las notas de una melodía de destino como "Twinkle Twinkle Little Star" están temporalmente intercaladas con notas distractoras al azar en el mismo rango tonal. Después de aproximadamente una hora de práctica, los adultos pueden distinguir la melodía escondida cuando se les dice qué melodía objetivo escuchar (Dowling, 1973; Dowling & Herrbold, 1987).

Existen evidencias de la importancia de la organización jerárquica del ritmo en niños de 5 años que reproducen patrones rítmicos. Drake (1993) encontró que los niños de 5 años son capaces de reproducir ritmos con dos niveles de organización: un beat estable y una subdivisión binaria del beat. Drake reportó que a los 7 años los niños intentan reproducir modelos que incluyen una variedad de diferentes duraciones en la misma secuencia, ganando facilidad en la reproducción de ritmos complejos.

Los acentos en música pueden ocurrir en varios niveles estructurales. En particular los acentos pueden producirse en dos tipos de niveles de organización rítmica. La métrica provee acentos en momentos regulares en el tiempo. Los acentos rítmicos generalmente marcan el primer y el último elemento de un grupo rítmico. En un tercer nivel los acentos pueden surgir de discontinuidades en el contorno melódico. Drake, Dowling y Palmer (1991) hicieron canciones en las que los acentos coincidían en estos niveles y otras en las que no existía esta coincidencia. En las canciones con acentos desincronizados, el desempeño de los niños disminuye, pero existen pequeños cambios en la exactitud en los niños entre 5 y 11 años. Estos resultados sugieren que alrededor de los 5 años los niños responden a más de un nivel de organización rítmico y que las melodías que aprenden son procesadas como un todo integrado en la percepción de eventos en la que una modificación en los eventos de cualquier nivel afecta el desempeño de los otros.

Los adultos tienen un gran almacén de conocimiento implícito para soportar un universo sonoro musical. Este conocimiento incluye representaciones implícitas del marco tonal de una cultura en que los eventos esperados son procesados de manera eficiente. Este almacén de conocimientos incluye el conocimiento del patrón temporal de la música en la cultura, así los escuchas tienen la posibilidad de focalizar la atención en momentos en el tiempo en que la información crítica ocurre.

1.3 Conclusiones de capítulo

Si los humanos han sido moldeados por la selección natural para la música, es un tema de intenso debate (Geissmann, 2000).

La música puede ser una invención humana, pero si es así, se asemeja a la capacidad de hacer y controlar el fuego: es algo que aún inventado transformó la vida humana. De hecho, la música es más notable que el fuego porque no sólo se trata de un producto de nuestras capacidades mentales, sino que también tiene el poder de cambiarlas y con ella cambiar el cerebro. Por tanto, es una capacidad única de nuestra especie que cambia nuestra propia naturaleza.

Existe una línea de investigación que trabaja en el latido rítmico basado en el procesamiento y la medida en que esto representa una cualidad específica, innata, y una capacidad singularmente humana (Geissmann, 2000), dando al ritmo un lugar privilegiado entre las otras cualidades que comparten la música y el lenguaje. En los siguientes dos capítulos, se expone la manera en que el ritmo se organiza en la música y en el lenguaje y los elementos que estos comparten.

2. CONSIDERACIONES CONCEPTUALES ACERCA DEL RITMO EN LA MUSICA Y EL LENGUAJE.

El término ritmo es utilizado en muchos contextos además del de el lenguaje y la música, como los ritmos circadianos y los periodos reproductivos de los animales. En muchos de estos contextos ritmo denota periodicidad o, en otras palabras, un patrón repetitivo y regular en un tiempo. Aunque la periodicidad es un ritmo, es importante distinguir ambos conceptos, pues si bien todos los patrones periódicos son rítmicos no todos los patrones rítmicos son periódicos. Teniendo claro esto Patel (2008) define el ritmo como un patrón sonoro sistemático en términos de tiempo, acentuación y agrupamiento.

2.1 Ritmo en la música

Tanto el lenguaje hablado como la música se caracterizan por un sistema temporal, acentuado y de patrones de fraseo.

El tipo de rítmica musical más utilizada para hacer comparaciones con la rítmica hablada es aquella que se usa en la música occidental europea, ya que tiene un beat temporal regular que es fácilmente percibido y que produce sincronía con los movimientos corporales (Pike, 1945; Liberman, 1975; Selkirk, 1984). Pero esta no es la única forma en que se organiza el ritmo en la música, la forma de hacerlo varía de acuerdo a las costumbres y tradiciones musicales alrededor del mundo. Una posible razón de que la música europea sea la que se utiliza para este tipo de comparación es que este tipo de música se preocupa más por otras dimensiones musicales y posee un marco rítmico más simple; otra razón puede ser que el tempo, en este tipo de música, suele ser flexible y usa la aceleración del beat con fines expresivos. Un beat con una estructura simple ayuda al oyente a mantenerse orientado dentro de estas fluctuaciones temporales (Temperley, 2004).

De este modo sería un error asumir que la estructura rítmica de la música europea refleja contrastes básicos en como la mente estructura patrones rítmicos en términos de producción o percepción.

Como en toda tradición musical los patrones rítmicos de la música occidental europea reflejan la preocupación musical e histórica de una cultura determinada. Por otro lado, una perspectiva comparativa revela que ciertos aspectos del ritmo en la música occidental europea (como son un beat regular y el agrupar eventos en frases) son también encontrados en numerosas culturas. Esto sugiere que estos aspectos están reflejados cognitivamente en la mente humana.

- **Beat**

El fenómeno musical del beat parece simple. Casi cualquier persona ha golpeado o bailado a lo largo de una canción siguiendo su beat. El uso de un beat regular está muy extendido a lo largo de diferentes culturas musicales y vale la pena considerar porqué. Una de las funciones obvias del beat es la de sincronizar y coordinar movimientos (como en el baile). La segunda función evidente del beat es la de proveer un tiempo común de referencia en una ejecución en conjunto. De hecho, una perspectiva transcultural revela que la música de conjunto sin un marco periódico temporal es una rara excepción. Perlman (1997) señaló una de esas excepciones en la música javanesa conocida como *pathetan* en la que: "A excepción de ciertas frases aisladas, *pathetan* carece de un marco de métrica unificador, el unísono rítmico no se desea, y los músicos no tienen por qué coincidir con sus ataques con la precisión de un metro definido". Brinner (1995) sugiere que en esta excepción a la regla, ya que no hay un marco métrico, los músicos lo substituyen poniendo atención a la melodía del instrumento principal, coordinando y orientando su actuación con este.

Para la perspectiva de quien escucha, la percepción del beat está frecuentemente ligada al movimiento. En muchas personas esta sincronía es natural, parte de la experiencia musical.

Las investigaciones en cognición musical revelan los siguientes hechos acerca de la percepción del beat:

1. Existe un rango preferente de tempo para la percepción del beat. Las personas tienen dificultad para seguir un beat más rápido de

los 200ms y más lento que 1.2 seg. Y considerando este rango hay una preferencia por beats que ocurre cada 500 a 700ms (Parncutt, 1994; Van Noorden y Moelants, 1990). Este es el mismo rango en el que las personas no sobrestiman ni subestiman la duración de los intervalos temporales (Eisler, 1976; Fraisse, 1982), además, este es el rango en el que los oyentes son los más precisos al juzgar ligeras diferencias en el tempo. También en las lenguas con sílabas tónicas y atonas, el promedio de duración de las silabas tónicas se ha reportado cerca o dentro de este rango de tiempo (Dauer,1983; Lea,1974).

2. Aún con dos indicaciones diferentes de beat simultáneos, ambos son perfectamente posibles y es probable que la mayoría de la gente fácilmente pueda tocar a cualquiera de los dos niveles en función de si se centran en aspectos de nivel inferior o superior de la estructura rítmica. Drake, Baruch y Jones (2000) han mostrado que las personas varían el nivel rítmico con el que se sincronizan a la música, y prefieren niveles relacionados con su rango espontáneo de “tapping”. Aunque las personas suelen verse atraídos hacia un beat y tempo en particular, pueden tocar en otros tempos que son divisiones simples o múltiplos de su beat favorito y aún sentirse en sincronía con la música. Así, cuando se habla de beat en una pieza musical, hay que tener en cuenta que lo que el oyente selecciona como beat es solo un nivel en la jerarquía de beats.

3. La percepción del beat es amplia con respecto a las fluctuaciones moderadas de tempo. En muchas formas de música en general la sincronía con los eventos se demora o se acelera en frases o pasajes como parte de una interpretación (Palmer, 1997). Las personas pueden percibir un beat en cierta música y sincronizarse con ella y saber que la percepción de ese beat está basada en mecanismos flexibles de medición temporal (Drake, Penel y Bigand, 2000).

4. Existen variables culturales en la percepción del beat. Drake y Ben (2003) estudiaron como los franceses y los tunecinos golpeaban con el beat de música francesa o tunecina. Los franceses

5. Un beat percibido puede mantenerse pese a pruebas contradictorias como acentos³ y síncopas⁴ (Snyder y Krumhansl, 2001).

Los datos anteriores indican que la percepción del beat es un fenómeno complejo que probablemente ha afectado la base de elementos cognitivos y neuronales. Esto involucra un modelo mental de tiempo en el que la expectativa temporal de periodicidad juega un papel central (Jones, 1976).

Debido a que la percepción del beat es fundamental en música, ha sido investigado desde diferentes áreas, entre ellas las neurociencias cognitivas.

Por ejemplo, la sincronización a un beat proporciona una oportunidad para estudiar cómo los diferentes sistemas cerebrales están coordinados en la percepción y el comportamiento. Un mejor entendimiento del mecanismo de la percepción del beat y sincronía pueden tener una aplicación en la terapia física, en la que la sincronía con el beat puede utilizarse para ayudar a pacientes con desórdenes neuromotores para iniciar y coordinar movimientos (Thaut et al. 1999; cf. Sacks, 1984, 2007).

³ La acentuación, constituye uno de los elementos de la expresión musical. Así como se hace en el lenguaje donde ciertas frases, palabras o sílabas deben ser dichas o escritas de una determinada manera para expresar diferentes sentidos; en la música determinadas notas en la frase musical deben acentuarse para lograr efectos particulares, según lo disponga la obra. Básicamente se trata de producir algunos sonidos más fuertes que otros

⁴ En música, la síncopa es la estrategia compositiva destinada a romper la regularidad del ritmo, por medio de la acentuación de una nota en un lugar débil o semifuerte de un compás.

- **Métrica**

En la música europea occidental, el beat no es regular. En lugar de eso, algunos beats son más fuertes que otros, y esto sirve para crear un mayor nivel de periodicidad en términos de agrupamiento o acentuación.

A esta agrupación del beat se le llama métrica. La métrica de la música occidental está organizada predominantemente en múltiplos de dos y tres en términos de cuantos beats constituyen una unidad básica (el compás) y cuantas subdivisiones de cada beat hay. Por ejemplo, en el vals hay tres beats por compás y cada uno de ellos puede ser subdividido en dos más cortos. El punto clave es que normalmente el beat tiene al menos un nivel de subdivisión por debajo del tempo (London, 2002, 2004), además de una periodicidad superior al beat creada por los patrones temporales de beats más fuertes.

Una forma de representar esto es a través de una guía métrica que indica las capas de periodicidad usando filas de puntos isocrónicos. Una de estas filas representa el “tactus” (unidad rítmica, o acento principal) con la fila de encima mostrando el patrón periódico de acentuación. Otras filas sobre o debajo del tactus muestran otros niveles de periodicidad psicológicamente accesibles.

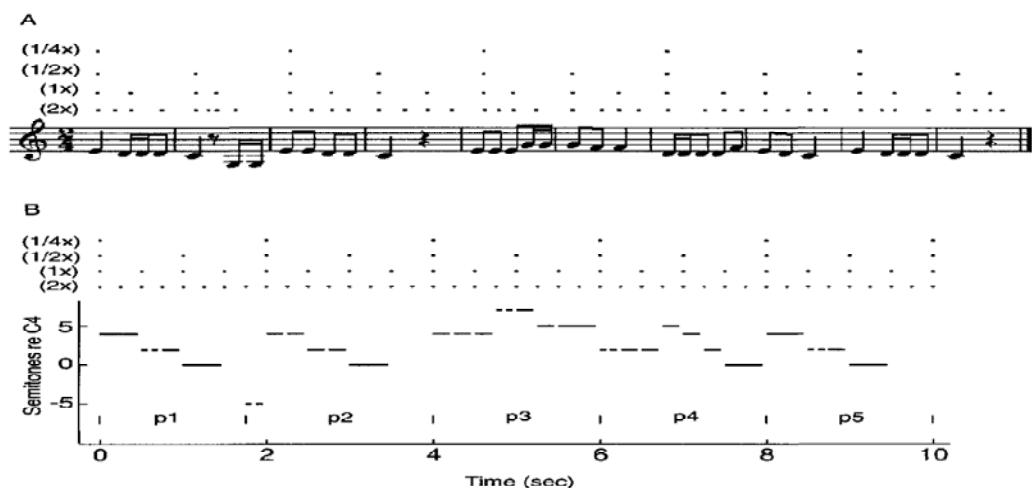


Fig 2.1 Un Tactus típico se muestra por el nivel métrico etiquetado con 1x. Los límites de frase se indican a continuación en la notación de piano (pi = frase 1, etc.).

Por lo tanto, uno debe ser capaz de golpear a cualquiera de estos niveles y todavía sentirse sincronizado con la música. El uso de puntos en las redes métricas indica que el medidor se refiere a la organización perceptiva de puntos en el tiempo, que en términos físicos correspondería a los ataques de percepción de los tonos (Lerdahl & Jackendoff, 1983). En la red de notación la fuerza relativa de cada tiempo se indica por el número de puntos por encima de ella, en otras palabras, el número de capas de la periodicidad que participa en él. Los puntos de niveles superiores o inferiores deben caer dentro del "tempo" para medir periodicidades más rápidas de 200 ms y más lenta de 4-6s; es poco probable que sean espontáneamente percibidas como parte de un marco métrico.

La relación entre el acento y la métrica se debe discutir; es una relación importante, porque los tiempos fuertes son perceptualmente puntos con acento en la música. Este tipo de acento no siempre se basa en estímulos físicos como la intensidad o duración, surge de la detección de la periodicidad en múltiples escalas de tiempo. Por supuesto, hay muchos acentos físicos en la música debido a una variedad de factores, incluida la duración, la intensidad y cambios en el contorno melódico. También hay acentos estructurales debido a los puntos más destacados estructurales en la música, por ejemplo, un cambio repentino o el comienzo armónico de una frase musical (Lerdahl & Jackendoff, 1983). La interacción de los diferentes tipos de acentos es una de las fuentes de complejidad en la música (Jones, 1993), sobre todo la interacción de los acentos fuera del beat o acentos estructurales. Por ejemplo, la síncopa en la música ilustra el uso exitoso de acentos fuera del beat o de la métrica predominante. Esto plantea un punto clave sobre la red métrica musical, a saber, que es un patrón mental de periodicidades múltiples en la mente de un oyente y no simplemente un mapa de la estructura acentual de una secuencia.

La influencia de la métrica musical sobre el comportamiento, la percepción y las señales del cerebro se ha demostrado de diversas maneras. Sloboda (1983) puso a diferentes pianistas a realizar la misma secuencia de notas en diferentes compases (en la música, el compás indica la agrupación y el patrón de acentuación de ritmos, es decir, la métrica). El patrón de duración de las interpretaciones difieren sustancialmente en función de la métrica, y en

muchos casos un pianista determinado no se da cuenta de estar tocando la misma secuencia de notas en dos métricas diferentes. Una demostración del efecto sobre la sincronización de la métrica la dan Patel, Iversen, et al. (2005) quienes demostraron que al golpear un patrón métrico difiere del golpe de un metrónomo sencillo en el mismo periodo de beat. En concreto, golpear el primer tiempo de cada ciclo métrico, estaba más cerca del beat físico que los golpes de otros beats. Hay que resaltar que estos tiempos fuertes (dados cada cuatro tiempos) eran idénticos a otros tonos en términos de intensidad y duración, de modo que la influencia de los *downbeats* (el primer beat de un compás) en el golpe no se debía a ningún tipo de acento físico, sino a su papel en la creación de una estructura periódica de cuatro tiempos en la mente de los oyentes.

En términos de influencia sobre la percepción métrica, Palmer y Krumhansl (1990) hicieron que los participantes de un estudio escucharan una secuencia de tonos isócronos e imaginaran que cada evento formaba el primer beat de un grupo de dos, tres, cuatro o seis beats. Después de algunas repeticiones, sonaba un tono de prueba y los participantes tenían que indicar que tan bien encajaba con la métrica imaginada. Las calificaciones reflejaban una jerarquía con respecto al *downbeat*.

Iversen, Repp, y Patel (2006) hicieron que los participantes escucharan un patrón métrico ambiguo de repetición de dos notas y mentalmente impusieran un tiempo fuerte en un lugar en particular. El resultado fue que en la mitad de las secuencias se imaginaron que el primer tono era el *downbeat*, y en la otra mitad se imaginaban que el segundo tono era el *downbeat*. Los participantes recibieron instrucciones de no moverse y de no usar imaginación motriz. Se midieron las señales del cerebro de las regiones auditivas utilizando magnetoencefalografía (MEG) y reveló que cuando una nota ha sido interpretada como el *downbeat*, evocaba un aumento en la cantidad de actividad neuronal en una determinada banda de frecuencia (beta, 20-30 Hz) comparada con los otros beats. Un control experimental mostró que el patrón de aumento de la actividad era muy parecido al patrón observado cuando la nota en cuestión era, de hecho, físicamente acentuada. Estos resultados

sugieren que la percepción del metro implica la configuración de señales de entrada por un esquema mental temporal-acentuado periódico.

- **Agrupamiento**

Agrupamiento se refiere a la percepción de límites con elementos entre límites juntándose para formar una unidad temporal. Al escuchar una melodía, en ocasiones es clara la sensación de que está dividida en frases marcadas semánticamente.

La percepción de límites de frases melódicas ocasionalmente están marcadas por silencios, pero esto no sucede siempre. Existen frases musicales que no están delimitadas por ninguna discontinuidad física en la secuencia tonal, pero hay sin embargo puntos de quiebre sobresalientes a la percepción.

Lerdahl y Jackendoff (1983), subrayan la diferencia entre agrupación y métrica y la interacción de estas dos dimensiones rítmicas que desempeñan un importante papel en la conformación de la sensación rítmica de la música.

Por ejemplo, la anacrusa y el *upbeat*, son fenómenos de saliente rítmica en el que la frase comienza en el tiempo débil.

Evidencia psicológica sobre el agrupamiento perceptual proviene de un vasto número de fuentes. Experimentos en memoria muestran que si se le pide a un escucha que indique si una breve secuencia de tonos fue insertada en una secuencia de tonos más larga previamente escuchada, el rendimiento mejora, cuando la secuencia termina en el límite de un grupo en la secuencia original que cuando se extiende a ambos lados del límite de un grupo (Dowling 1973; Peretz, 1989). Esto sugiere que la agrupación influye el chunking⁵ mental de los sonidos en la memoria. El agrupamiento juega un rol muy importante en las teorías musicales modernas, en las que se concibe como jerárquico, con los niveles más bajos anidados en los niveles altos.

⁵ Agrupación mental de un número de elementos, que posteriormente pueden ser recordados como un solo tema, como palabra o frase musical.

Uno de los más desarrollados tratados teóricos de agrupamiento jerárquico en la música es la de Lerdahl y Jackendoff (1983), que proponen ciertas limitaciones básicas en la estructura de la agrupación, tales como la restricción de que una pieza debe ser completamente analizada en grupos en cada nivel jerárquico, y que los límites en los niveles superiores deben coincidir con los niveles más bajos. La evidencia de múltiples capas de estructura en la agrupación música viene de la investigación por Todd (1985), quien demostró que la cantidad de alargamiento en el límite de la frase en una figura musical está en relación con la posición de ese límite en una estructura jerárquica de la frase de una pieza.

- ***Patrones de duración en música***

En la música los patrones de duración de eventos se suelen medir por el tiempo de intervalos entre eventos de ataque dentro de una secuencia de eventos en particular; esto define una secuencia de intervalos entre ataques. Por ejemplo, la secuencia de intervalos entre ataques entre los tonos de una melodía define los patrones de duración de esa melodía. Por lo general, la duración tiende a agruparse en torno a ciertos valores que reflejan la organización de tiempo en la música en categorías discretas. Fraise (1982) señaló que dos categorías que ocupan un lugar destacado en las secuencias de la música occidental son tiempos cortos de 200-300 ms y tiempos largos de 450-900 ms (cf. Ross, 1989). Sostuvo que estas dos categorías de duración no son solo cuantitativamente diferentes sino también en términos de sus propiedades perceptivas; los intervalos largos de tiempo son percibidos como unidades individuales con duraciones distintas, mientras que los intervalos cortos se perciben colectivamente en términos de sus patrones de asociación y no en términos de duraciones individuales. Existe evidencia empírica de que la duración en los ritmos musicales se percibe en términos de categorías (Clarke, 1987; Schulze, 1989). Por ejemplo, Clarke (1987) experimentó con estudiantes de música la percepción categórica del ritmo. Los participantes escucharon secuencias de tonos en los que los últimos dos tonos tuvieron una proporción que varió entre 1:1 y 1:2. Los oyentes tenían que identificar la proporción final de duración después de cada uno de estos y también completar una tarea que

les exigían discriminar entre diferentes proporciones. Los resultados mostraron una transición fuerte en la función de identificación y el aumento de la discriminación cuando los estímulos fueron cerca del final contra los de una región dada. Clarke (1993), también encontró que la ubicación del límite dependía del contexto métrico en que la secuencia se percibe, que supone una muestra de la influencia métrica en la percepción. En el habla, la duración de los elementos básicos de la lingüística (como los fonemas y sílabas) está influenciada por una serie de factores. Por ejemplo, hay limitaciones de velocidad al articular diferentes sonidos, lo que crea duraciones mínimas distintas para distintos sonidos (Klatt, 1979). También hay los factores fonológicos sistemáticos que hacen algunos sonidos más largos que otros. Por ejemplo, en Inglés, la misma vocal que tiende a ser más larga si se produce antes de una consonante oclusiva final que se expresa en lugar de una que no se expresa (por ejemplo la /l/ en "bead" vs. "beet") y esta diferencia influye en la percepción del final sordo o sonoro (Klatt, 1976). Un factor que influye en la duración de la sílaba es el número de fonemas en la sílaba: las sílabas con más fonemas tienden a ser más larga que aquellas con menos fonemas (por ejemplo, "splash" vs "sash"; Williams y Hiller, 1994). Sumado a estas fuentes de variación existen otras tales como las variaciones en el estilo de habla (casual vs formal), y las variaciones en la tasa de intervención relacionados con los factores del discurso, como la velocidad cerca de la final de una frase a "tomar la palabra" en una conversación (Schegloff, 1982; Smiljanic y Bradlow, 2005). Teniendo en cuenta todos estos factores, no es sorprendente que las duraciones de elementos del habla no tiendan a agruparse en torno a valores discretos. En su lugar, mediciones de duración en la sílaba o fonema normalmente revelan una distribución continua con un pico principal.

Una vez dicho esto, es importante señalar que las categorías duracionales se producen solo en algunos idiomas. Por ejemplo, hay lenguas con un contraste de longitud fonémica en la que la misma palabra puede significar cosas completamente diferentes cuando una versión de corto y largo plazo de la misma vocal o consonante se utiliza. En estonio, la longitud de contraste incluso puede ser de tres vías, como en "Sata", que puede significar

tres cosas totalmente diferentes ("cien", "enviar", y "obtener"), dependiendo de la duración de la primera / a /.

- ***Ritmo expresivo en Música***

Si la percepción solo se preocupara de la duración musical como una secuencia de categorías discretas, la interpretación de piezas de musical hechas por computadoras basadas en exactas representaciones de la notación musical sería perfectamente aceptable para los oyentes. Aunque tales prestaciones mecánicas se producen en algunos lugares (por ejemplo, el ritmo en la música popular moderna), en otros contextos, como la música clásica de un repertorio pianístico, dichas interpretaciones o ejecuciones han sido rechazadas por no músicos. No es de extrañar entonces que las mediciones físicas de las actuaciones humanas revelan desviaciones considerables en la duración de la notación. Por ejemplo, la Figura (2.2) muestra un histograma de intervalos entre ataques, todos los cuales representan interpretación de notas con la duración de la misma notación (Una corchea) de un famoso pianista. Si la pieza se ha realizado por una máquina, todos estos intervalos entre ataques darán un valor único. En su lugar, una considerable variación se ve en la representación del artista. El hecho crucial acerca de esta variación es que no es "ruido": Es en gran medida variaciones estructuradas relacionadas con la interpretación que el artista intérprete o ejecutante da a la obra (Palmer, 1997; Ashley, 2002). Por ejemplo, Repp (1992) estudio varias representaciones de famosos pianistas y encontró que todos mostraron un enlentecimiento del timing en los límites estructurales, con la cantidad de desaceleración proporcional a la importancia del límite (cf. Todd, 1985). En una escala de tiempo más fino, Repp encontró que dentro de las frases melódicas individuales había una tendencia a acelerar en el principio y lentificar hacia el final, con el patrón de intervalos entre ataques después de una suave función parabólica. Repp especula que este patrón puede reflejar los principios de locomoción humana (cf. Kronman y Sundberg, 1987).

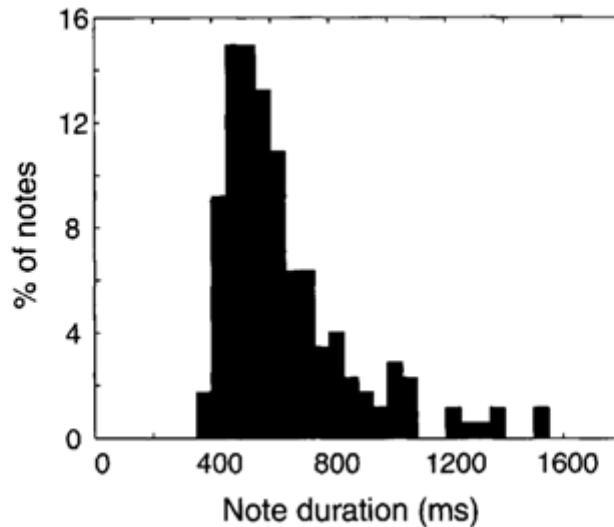


Fig (2.2) histograma de duración de 8 notas de una interpretación de Schumann. Los grandes valores en el extremo derecho del histograma son los ritards de final de frase. Los datos son de aproximadamente 170 corcheas. La duración media de la nota = 652 ms, sd = 227 ms. Toma nota con duración > 1 600 ms no se muestran (<1% del total). Histograma tamaño bin = 50 ms.

Lo anterior se centra en el papel de los intervalos entre ataques en el momento expresivo. Los intervalos entre ataques son la base de "perfiles de timing expresivos," series de tiempo que muestran el modelo real del ritmo en comparación con el modelo idealizado basado en la duración anotada. Aunque los estudios de estos perfiles han dominado la investigación sobre el timing expresivo, es importante no pasar por alto otro aspecto de la expresión rítmica llamada articulación. Aunque los intervalos entre ataques se refieren al intervalo de tiempo entre los inicios de los tonos sucesivos, la articulación se refiere al tiempo entre el desplazamiento de un tono y el inicio del siguiente. Si hay poco tiempo entre estos eventos (o si los tonos se superponen de manera que el desplazamiento se produce antes del tono después de la aparición de los siguientes tonos, lo que es posible en un piano), esto se considera articulación "legato". En este tipo de articulación, un tono se escucha cómo fluye suavemente en el siguiente. Por el contrario, la articulación staccato implica una brecha entre inicio y el final de los tonos da una sensación rítmica puntuada. Además de los intervalos entre ataques y el patrón de articulación,

otra clave importante para la expresión musical es el patrón de intensidad de tono.

Debido al hecho de que el tiempo, la articulación y la intensidad de la música se pueden medir con gran precisión utilizando la tecnología moderna (por ejemplo, usando pianos con interfaces digitales como el Disklavier Yamaha), el término ha sido un ámbito fructífero de la investigación en los estudios de producción musical. También ha habido algunas investigaciones sobre las características expresivas en la percepción. Por ejemplo, los oyentes pueden identificar de forma fiable ejecuciones de la misma música como expresiva, inexpressivo (mecánico), o exagerada (Kendall y Carterette, 1990), y se puede identificar la intención emocional del artista intérprete o ejecutante sobre la base de rasgos expresivos (Gabrielsson y Juslin, 1996).

Palmer (1996) ha demostrado que los oyentes entrenados pueden identificar a un artista intérprete o ejecutante de determinada estructura métrica y el fraseo sobre la base de señales expresivas. Una manifestación inteligente de la importancia de la percepción del timing expresivo fue proporcionada por Clarke (1993), que utilizó melodías cortas interpretadas naturalmente. Para cada melodía, Clarke extrajo su perfil de timing expresivo manipulándolo y luego reimponiéndolo en una interpretación mecánica de la melodía, creando una melodía Frankenstein. Por ejemplo, en una condición de nota por nota el perfil de timing expresivo se desplazó varias notas a la derecha. Músicos juzgaron una comparación de las melodías originales con las una melodía Frankenstein en cuanto a la calidad del desempeño, y favorecieron los originales. Así, los oyentes son sensibles a la alineación de la forma rítmica expresiva con la estructura de los pasajes musicales.

El momento expresivo de la música tiene una interesante relación con la estructura prosódica en el habla. Así como una pieza musical interpretada por diferentes artistas tienen diferentes patrones de tiempo expresivo, la misma frase hablada por diferentes altavoces tiene un patrón diferente temporal de sílabas y fonemas. En el pasado, los investigadores han sugerido que estos aspectos individualistas de los resultados se "normalizan lejos" en la memoria de secuencias musicales y habladas, argumentando que la representación

abstracta de la memoria favorece una menos detallada y más estructurada categoría (Gran et al., 1995;. Pisoni, 1997). Las investigaciones más recientes, sin embargo, sugieren que los oyentes conservan cierta información temporal en la memoria para el habla y la música (Bradlow et al., 1999; Palmer et al., 2001). Por ejemplo, Palmer et al. (2001) tomaron oyentes familiarizados con las actuaciones particulares de secuencias melódicas cortas y después probó la capacidad de reconocer estas actuaciones en contra de otras interpretaciones o ejecuciones de las mismas secuencias. Las diferentes actuaciones fueron generadas por un pianista que producía la misma secuencia melódica corta como parte de melodías que difieren en su estructura métrica (3 / 4 vs 4 / 4). Como resultado de la diferente estructura métrica, la misma secuencia melódica se produce con diferentes patrones de articulación e intensidad. Para cada secuencia melódica, tanto los músicos como los no músicos fueron capaces de reconocer la versión original que habían escuchado cuando se presenta frente a otra versión. Además, los bebés hasta 10 meses de edad discriminaron entre los resultados conocidos y desconocidos y a orientar hacia la primera. Palmer et al. (2001) relacionan estos hallazgos a la investigación en la percepción del lenguaje que muestra que los oyentes retienen propiedades acústicas específicas de estímulo de un texto con propiedades lingüísticas (Luce & Lyons, 1998).

Otra línea de investigación relacionada con la sincronización de la música y la prosodia del habla tiene que ver con los "Tempos de persistencia." Jungers et al. (2002) pidieron a unos pianistas alternar entre escuchar melodías cortas y la lectura de diferentes melodías cortas. Se solicitó a los participantes atender tanto a las melodías escuchadas como a las que interpretaban para realizar una prueba de memoria posterior. De hecho, la verdadera cuestión de interés fue la relación entre el ritmo de las melodías escuchadas y las interpretadas. La melodía de oído ocurrió en bloques de tempos lentos y rápidos, y encontraron que el ritmo de melodías ejecutadas fue influenciado por el ritmo de las melodías de oído: Los pianistas tocaron más lentamente después de oír melodías lentas y más rápidas después de oír melodías rápidas. Un experimento similar utilizando frases habladas en lugar de melodías mostró un ritmo similar, efecto de la persistencia en el habla. Estos

resultados son una reminiscencia de investigación sobre "alojamiento" en la sociolingüística, que ha demostrado que cuando personas de diferentes clases sociales se encuentran, su discurso se generaliza (cf. Giles et al., 1991).

En un interesante estudio de seguimiento, Dalla Bella et al. (2003) estudiaron el tempo de persistencia a través de modalidades. Oyentes (ambos músicos y no músicos) alternaron entre escuchar melodías y leer frases en voz alta. Los músicos mostraron un efecto de la persistencia de tempo: Hablaron más rápido después de escuchar las melodías más rápidas. Sin embargo, los no músicos no mostraron tal efecto. Además, cuando los músicos hicieron el experimento inverso (en el que se alternan entre escuchar frases y lectura a primera vista de melodías), no había pruebas de persistencia de tempo. Dalla Bella et al. (2003) sugieren que los músicos pueden ser mejores que los no músicos en la extracción del beat en la música, y que esto puede hacer que el efecto de persistencia de tempo sea visto en su primer estudio.

2.1.2 Las dimensiones psicológicas del Ritmo Musical

Las interacciones de ritmo, métrica, acento, agrupación y el timing expresivo hacen al ritmo musical un fenómeno psicológico rico. Una idea de esta riqueza se sugiere por el trabajo de Gabrielsson (1987), que ha llevado a cabo estudios en los que una variedad de ritmos es comparada y clasificada por los oyentes mediante juicios de similitud y clasificaciones adjetivo. Técnicas estadísticas como el escalamiento multidimensional y análisis de factores se utilizaron para descubrir las dimensiones perceptuales que participan en la experiencia de los ritmos musicales. Esta investigación ha revelado un número sorprendentemente grande de dimensiones, que a grandes rasgos están relacionados con la estructura (por ejemplo, el metro, la sencillez frente a complejidad), el movimiento, y la emoción (por ejemplo, la solemnidad vs alegría). Aunque gran parte de la ciencia cognitiva de ritmo musical se centra sobre cuestiones estructurales, es importante mantener los vínculos con el movimiento y la emoción, pues estas conexiones son parte de lo que distingue al ritmo musical del ritmo del habla.

2.2 Ritmo en el Habla

Aunque el estudio del ritmo en la poesía tiene una larga historia, que data de antiguos textos griegos y de la India, el estudio del ritmo en el lenguaje ordinario es un esfuerzo relativamente reciente en la lingüística. Los investigadores han tomado por lo menos tres enfoques de este tema. El primer enfoque es tipológico, y trata de comprender las similitudes y diferencias rítmicas entre las lenguas humanas. La fuerza motriz detrás de este trabajo surge en que los ritmos lingüísticos se dividen en categorías distintas. Por ejemplo, en un esquema tipológico generalizado, inglés, árabe y tailandés son todos miembros de una sola clase rítmica ("lenguajes de acento-tiempo"), mientras que el francés, el hindi, y yoruba son miembros de una clase diferente ("lenguajes de sílaba-tiempo"). Como es evidente en este ejemplo, la pertenencia a una clase rítmica no está determinada por la relación histórica de las lenguas, el ritmo puede unir a los idiomas que son bastante distantes tanto histórica como geográficamente.

El segundo enfoque para el ritmo del habla es teórico, y trata de descubrir los principios que rigen la forma rítmica de las palabras y expresiones en un determinado idioma o idiomas. Esta investigación incluye un área llamada "métrica fonológica" que busca traer el estudio del ritmo lingüístico en consonancia con el resto de la lingüística moderna mediante reglas formales y las representaciones de obtener el patrón rítmico observado de los enunciados.

El tercer enfoque es la percepción, la cual examina el papel que juega el ritmo en la percepción del habla ordinaria. Una línea importante de investigación en esta área se refiere a la segmentación de la percepción de las palabras del discurso conectado. Otra línea más pequeña de la investigación examina los efectos de la previsibilidad rítmica en la percepción del habla.

- ***La noción de prominencia en el Habla***

En muchos idiomas es normal producir las sílabas de un enunciado con diferentes grados de importancia. Esto es cierto incluso cuando una frase que se dice sin énfasis especial en cualquier palabra en particular. Por ejemplo,

Pike le pidió al lector que comparara el momento de acentuación en la frase anterior con la siguiente, y observara la similitud "a pesar de el diferente número de sílabas"

Fig(2.5) X x x X
 Big battles are fought daly

Pike argumentó que las lenguas "acento-tiempo " entre los intervalos de sílabas acentuadas fueron aproximadamente iguales a pesar de cambiar los números de sílaba. Para lograr tiempos parejos, los oradores extenderían o reducirían las sílabas para adaptarse a la duración típica. Pike considera que el ritmo de aprendizaje de un idioma es esencial para corregir la pronunciación. Él Señaló, por ejemplo, que los hablantes de español que aprenden Inglés "deben abandonar sus cortes de sílaba por sílaba y juntar o alargar donde sea necesario, las vocales y consonantes del inglés para obtener unidades de ritmo del tipo acento-tiempo.

Es difícil sobreestimar el impacto de Pike y Abercrombie en el estudio de ritmo en el habla. Los términos "acento-tiempo" y "silaba-tiempo" se han convertido en parte del vocabulario estándar de la lingüística. Una tercera categoría, "morae-tiempo" es también de uso estándar, y se utiliza para describir el ritmo de los japoneses. La morae es una unidad que es más pequeño que la sílaba, por lo general consiste en una consonante y una vocal, pero a veces sólo contiene una consonante o vocal. Ladefoged afirmó que "cada morae tiene aproximadamente la misma longitud de tiempo para pronunciarse", lo que defiende la isocronía. Desde la publicación de Abercrombie, muchas lenguas se han clasificado en una de estas dos categorías (Dauer, 1983; Grabe y Low, 2002), y muchos estudios de investigación han examinado la cuestión de la isocronía en el habla. En este sentido la teoría de acento-tiempo contra silaba-tiempo ha sido fructífera.

En otro sentido, sin embargo, la teoría ha sido un completo fracaso. Mediciones empíricas de expresión no han proporcionado ningún apoyo a la isocronía de sílabas o acentos. Dauer (1983) demostró que en

inglés los acentos crecen en duración al aumentar el número de sílabas, en lugar de mantener la duración incluso para la isócrona.

El punto clave es que la periodicidad, que juega un papel tan importante en el ritmo musical, no es tan importante en el ritmo del lenguaje ordinario.

2) Fonología y Tipología

El hecho de que el discurso no es isócrono no nos debe llevar a descartar la idea de ritmo del habla. Es decir, la investigación puede avanzar si se piensa en el ritmo como sistemático, acentuado y los patrones de agrupación en un idioma y no tiene nada que ver con la isocronía. Un enfoque productivo en este marco es el método fonológico de tipología rítmica. La idea fundamental de este enfoque es que el ritmo de una lengua es el producto de su estructura lingüística y no un principio de organización, tales como el acento o la isocronía silábica (Dauer, 1983; cf. Dasher y Bolinger, 1982). En este punto de vista, las lenguas son rítmicamente diferentes porque difieren en las propiedades fonológicas cómo están organizados, como los patrones en el tiempo. Dauer (1983, 1987), postula varios factores que influyen en el ritmo del habla.

El primer factor es la diversidad de las estructuras silábicas en el lenguaje, pues en los idiomas varían considerablemente en su inventario de tipos de sílabas. Por ejemplo, en Inglés hay sílabas que van desde un solo fonema (por ejemplo, la palabra "a") hasta siete fonemas (como en "strengths"), y permite hasta tres consonantes en inicio y la coda. En agudo contraste, los idiomas como el japonés (y muchos idiomas polinesios) permiten algunos tipos de sílabas y están dominados por sílabas simples tipo CV⁶. las lenguas romances como el español y el francés tienen más tipos de sílabas que en Japón o Hawái, pero evitan las sílabas complejas que se encuentran en los idiomas como Inglés y holandés, y de hecho muestran los procesos activos que se rompen la creación de sílabas con muchos segmentos (Dauer, 1987).

⁶ Las sílabas son generalmente reconocidos como tener tres ranuras estructurales: el comienzo consonante (s), el núcleo (normalmente ocupado por una vocal), y las siguientes consonantes (Conocido como la coda). Una sílaba con una consonante en el inicio y ninguno en la coda está representado por CV, mientras que CCVC significa dos consonantes en el inicio y otro en el coda, y así sucesivamente.

La diversidad de la disposición de sílabas de una lengua influye en la diversidad de tipos de sílabas en oraciones habladas.

El segundo factor que afecta el ritmo del habla es la reducción de las vocales. En algunos idiomas, como el inglés, las sílabas átonas suelen tener las vocales acústicamente centralizadas y de corta duración (normalmente los lingüistas se refieren a este sonido como "schwa", una vocal neutra que suena como "uh"). En cambio en otros idiomas, como el español, las vocales de las sílabas átonas son rara vez o nunca reducidas, lo que contribuye a un patrón menos variable de duración de vocales en sílabas tónicas y átonas.

El tercer factor rítmico propuesto por Dauer es la influencia del acento en la duración de la vocal. En algunos idiomas, el acento tiene un fuerte efecto sobre la duración de la vocal de una sílaba. Por ejemplo, una medición reciente de inglés hablado encuentra que las vocales en las sílabas tónicas son cerca de 60% más largas que las mismas vocales en sílabas átonas (Greenberg, 2006). En cambio, los estudios en español sugieren que el acento no altera la duración de la vocal en la misma medida (Delattre, 1966).

Dauer sugirió que las lenguas tradicionalmente clasificadas como el acento-tiempo frente a las sílaba-tiempo difieren en las características fonológicas antes mencionadas; los idiomas con acento-tiempo cuentan con una amplia gama de tipos de sílabas, que tiene un sistema de reducción vocales, y que muestran una fuerte influencia del acento sobre la duración de las vocales. Esto ilustra muy bien el punto de vista del ritmo del habla como un producto de la fonología, en lugar de un principio de causalidad (por ejemplo, con la participación de la periodicidad).

La propuesta de Dauer conduce a predicciones comprobables. En concreto, los tres factores que describe (la diversidad en la estructura silábica, la reducción de las vocales y la influencia del acento sobre la duración de vocales) deben contribuir a un mayor grado de variabilidad de duración entre sílabas del acento-tiempo frente a la sílaba-tiempo. La demarcación de los límites de sílaba en el habla no es siempre sencilla. Aunque las personas están de acuerdo en la cantidad de sílabas de una palabra o expresión, sin embargo,

puede haber desacuerdo sobre dónde están los límites entre las sílabas, incluso entre los lingüistas. Por ejemplo la primer "l" en la palabra "syllabe" ¿pertenece al final de la primera sílaba, al principio de la segunda sílaba o se trata de un fenómeno "ambisilábico" y perteneciente a ambas sílabas?

Cabe señalar que las propiedades fonológicas enumerados por Dauer no siempre co-ocurren. Así Dauer argumentó en contra de la idea de clases rítmicas discretas y para la noción de un continuo rítmico. En apoyo de esta idea, Nespor (1990) observó que el polaco posee una estructura silábica compleja pero no la reducción de las vocales, y el catalán tiene la estructura silábica simple pero tiene reducción de vocales. Así, en la actualidad existe un debate en el ámbito del ritmo del habla en cuanto a si realmente están comprendidas las lenguas en las clases de ritmo discreto o si hay un continuo basado en el modelo de co-ocurrencia de factores rítmicos pertinentes fonológicamente (cf. Arvaniti, 1994; Grabe y Low, 2002).

3) Duración y Tipología

El enfoque fonológico es un enfoque positivo para la medición duracional. Una característica clave de este trabajo ha sido el abandono de toda búsqueda de isocronía, y un enfoque de correlación duracional de los fenómenos fonológicos implicados en el ritmo del habla. Rama y sus colegas (1999), inspirados en las ideas de Dauer, examinaron la duración del beat de las vocales y consonantes en el habla, basado en ideas sobre cómo la estructura silábica debe influir en este patrón. Por ejemplo, los idiomas que utilizan una mayor variedad de tipos de sílabas (es decir, los idiomas acento-tiempo) probablemente disponen relativamente de menos tiempo dedicado a las vocales en las oraciones de las lenguas dominadas por sílabas simples, debido a los frecuentes grupos de consonantes en los primeros idiomas. Por un razonamiento similar, la variabilidad de los intervalos duracionales de consonantes en las oraciones debe ser mayor para los idiomas con estructuras silábicas más diversas.

Estas ideas se vieron confirmadas por mediciones empíricas a partir de Rama et al. (1999), que muestran un gráfico con el porcentaje de duración

ocupado por las vocales (V%) en comparación con la variabilidad del intervalo consonante (CA) dentro de oraciones en ocho idiomas.

Lo interesante de este gráfico es que las lenguas tradicionalmente clasificadas como el acento-tiempo (inglés y holandés) tienen un bajo V% y altos valores de CA, y ocupa una región diferente de la gráfica que las lenguas tradicionalmente clasificadas como sílaba-rítmica (francés, italiano y español). Por otra parte, el japonés, que los lingüistas clasifican en una categoría rítmica diferente, está aislado de los otros idiomas.

Una cuestión importante acerca de esta línea de investigación se refiere a la percepción de la pertinencia de CA y V%. Rama et al. (1999) se centran en estas medidas por su interés en el papel de ritmo en la percepción del habla infantil. No hay evidencia de que los recién nacidos y niños pequeños pueden discriminar lenguas que pertenecen a diferentes clases de rítmica (Mehler et al., 1988, 1996). Mehler y sus colegas (1996) han argumentado que esta capacidad ayuda al arranque de la adquisición del lenguaje. Una vez que una clase rítmica dada se detecta, los mecanismos de adquisición pueden ser disparados para dirigir la atención a las unidades que son relevantes para la segmentación de palabras de habla continua. Para esta teoría, los niños deben tener alguna base para discriminar clases rítmicas. Así Ramus et al. (1999) buscó un correlato acústico de clase rítmica que requería conocimientos mínimos sobre las unidades lingüísticas. CA y V% son dos parámetros, porque sólo es necesario asumir que el bebé puede distinguir entre vocales y consonantes.

Cabe preguntarse, sin embargo, si la CA y V% están directamente relacionados con la percepción del ritmo del habla, o si simplemente se correlaciona con otra característica que es más relevante a la percepción del ritmo. Es decir, se podría argumentar que estas medidas son las estadísticas mundiales que reflejan la variabilidad en la estructura silábica, y no son ellos mismos la base de la percepción del ritmo en el habla (cf. Barry et al., 2003). Un candidato más prometedor para la percepción puede ser la variabilidad en la duración de las sílabas, que es probable que se correlacione con la variabilidad en la estructura de la sílaba y con la reducción de las

vocales. Debido a que la sílaba es ampliamente considerada como una unidad fundamental en el ritmo del habla, y por tanto, los adultos y los niños son sensibles a los patrones de sílabas. Esto también sería una prueba directa de las ideas de Dauer, ya que los factores fonológicos que describen implican que la variabilidad de la duración silábica debe ser mayor en frases de estrés-tiempo que los idiomas sílaba-tiempo. Desde el punto de vista puramente práctico, es más fácil de definir límites de fonemas utilizando criterios acordados por la mayoría de fonetistas (Peterson y Lehiste, 1960).

4) Percepción y Tipología

Un estudio de Ramus y Mehler (1999) ideó un método para el estudio de la percepción del ritmo del habla planteado en la idea de que si un oyente puede distinguir entre idiomas cuando las señales son sólo rítmicas, entonces las lenguas pertenecen a distintas clases rítmicas. Las técnicas “Speech resynthesis” se utilizan para eliminar selectivamente diversas diferencias fonéticas entre idiomas y centrar la atención en el ritmo. Ramus y Mehler dieron una frase en inglés y japonés. Cada frase se presentó en cuatro versiones que condenan a un patrón temporal cada vez más abstracta de las vocales y consonantes. Ramus y Mehler encontraron que adultos franceses podían discriminar entre inglés y japonés en tres condiciones; esto apoyó a la hipótesis de que los ritmos de inglés y japonés son, en efecto, perceptualmente distintas.

También probaron la capacidad de los adultos franceses para discriminar los ritmos de inglés, polaco, español y catalán. Los resultados indicaron que el polaco podría ser objeto de discriminación de los otros idiomas, mientras que el catalán no puede ser objeto de discriminación del español, aunque era distinto del inglés y el polaco. Los datos sugieren que el polaco tiene una categoría rítmica separada del inglés, mientras que el catalán forma parte de la misma categoría que el español. Ramus et al. (1999, 2003) han señalado que el polaco puede separarse de todos los otros idiomas en su estudio original sobre una dimensión que mide la variabilidad de la duración de las vocales en una frase AV, porque el polaco tiene una variabilidad vocal de duración muy corta en comparación con todas las otras lenguas. Su trabajo en

la percepción del habla ya ha sugerido que si se quiere conservar la noción de ritmo en las clases de idioma se necesitan por lo menos de cuatro clases: acento-tiempo, sílaba-tiempo, morae-tiempo (representada por el japonés) y una categoría de otros aún sin nombre representado por el polaco.

Otra línea de investigación de percepción en cuestión con la tipología rítmica se centró en los recién nacidos y lactantes (Mehler et al., 1996). Nazzi et al. (1998) estudiaron la percepción del ritmo del recién nacido usando habla filtrada. Esto elimina la mayor parte de la información fonética, pero conserva sílaba, el acento y los patrones de tono. Mostraron que los recién nacidos franceses son capaces de discriminar Inglés del japonés, pero no Inglés del holandés, que sugiere que estos últimos son miembros de la misma clase rítmica. También demostraron que los recién nacidos pueden discriminar Inglés y Holandeses de español e italiano, pero no el inglés del holandés y español de italiano, lo que sugiere que las parejas anteriores pertenecen a las mismas clases de rítmica. Estos resultados apoyan la hipótesis de los autores que los bebés pueden discriminar idiomas sólo cuando pertenecen a diferentes clases rítmicas, una noción a lo que ellos llaman la "hipótesis de ritmo" para la adquisición del lenguaje. Si esto es cierto, entonces los oídos de los bebés pueden ser instrumentos especialmente importantes en asignación de los ritmos del habla humana, en un futuro.

El papel de la segmentación del ritmo.

Para un oyente nativo las frases habladas consisten en una sucesión de palabras discretas, aunque esta percepción es una ilusión. Los límites de las palabras en el lenguaje no se asignan en forma sencilla en las pausas acústicas o en la señal de discurso, y como cualquiera que haya escuchado frases en un idioma extranjero, está lejos de notar los límites de palabras en el habla. Este problema es particularmente relevante para los niños, que se enfrentan constantemente con expresiones multipalabra (Van de Weijer, 1999) y que no tienen el beneficio de un vocabulario existente para ayudarles a identificar dónde termina una palabra y comienza la que sigue.

La relevancia de los estudios comparativos de la lengua y la música es que muestra que la experiencia con el ritmo de una lengua deja una influencia permanente en un oyente en términos de patrones de habla de segmentación, sean o no patrones provienen de la lengua materna.

El papel del ritmo en la percepción de acentos no nativos

Cuando una persona escucha su lengua materna, suele tener un agudo sentido de si se está o no se está hablando con un acento nativo. Investigaciones recientes sobre el ritmo en el discurso han aprovechado este hecho al hacer a oyentes juzgar el grado de percepción de "Acentos extranjeros" en frases pronunciadas por hablantes no nativos.

Al examinar la correlación entre el grado percibido de acento extranjero y las medidas rítmicas cuantitativas, los investigadores esperan identificar las señales perceptivas que los oyentes usan para medir los patrones rítmicos del habla.

White y Mattys (2007) realizaron un estudio en el que pidieron a nativo hablantes del inglés y el español reconocer si los acentos de unas frases dichas en voz alta eran de nativo hablantes o no. Encontraron que cuanto mayor es la duración dentro de la variabilidad vocal en las frases mayor es la facilidad de clasificación por los anglohablantes. Esto probablemente refleja la reducción de vocales: los hablantes de español que aprenden a reducir las vocales en sílabas átonas es probable que suenan más a nativo hablantes del inglés. Una consecuencia de la reducción de vocales dentro de las oraciones es que las vocales aumentan la duración de la variabilidad, debido a que algunas vocales llegan a ser muy cortas. Sin embargo, la duración de la variabilidad vocal fue un mejor predictor del juicio de acento. Esto sugiere que la variabilidad de la duración de las vocales puede ser más relevante perceptualmente para el ritmo del habla que la del contraste duracional. Esta es la variabilidad en el grado en que los hablantes no nativos producen con precisión los fonemas de la segunda lengua. Al juzgar el grado de acento extranjero, hay oyentes que basan sus frases en una combinación de segmentos y señales suprasegmentales. Este es un problema debido a que

algunas especies nativo hablantes pueden producir un sonido nativo de la prosodia pero que no suena segmentada, o viceversa. Para agravar el problema, los oyentes pueden variar en la medida en que ponderan el peso segmentario frente al suprasegmental tomando claves en el juicio como "extranjeros" un hablante dando sonidos nativos. Así que realmente la atención de los oyentes objetivo debe fijarse a señales segmentarias uniformes; esto podría proporcionar una manera de hacer frases pronunciadas por hablantes no nativos de forma uniforme diferente en términos de fonética material preservando al mismo tiempo las diferencias prosódicas.

2.3 Conclusiones de capítulo

Habla y música implican un patrón sistemático temporal de acentuación y fraseo. Es decir, ambos son rítmicos y sus ritmos muestran tanto similitudes como diferencias. Una similitud es la estructura de agrupación: en ambos dominios, elementos como los tonos y las palabras se agrupan en unidades de nivel superior tales como las frases. Una diferencia clave es la periodicidad temporal, general en el ritmo musical pero con carencias en el ritmo del habla. Irónicamente, la idea que el discurso tiene una estructura temporal periódica impulsó gran parte de las primeras investigaciones en ritmo del habla, y fue la base para una tipología rítmica de las lenguas que persiste en la actualidad (acento-tiempo y sílaba-tiempo).

Afortunadamente, muchas investigaciones recientes en el ritmo del habla han abandonado la noción de isocronía, y se está moviendo hacia una noción más rica del ritmo del habla en función de cómo las lenguas difieren en el patrón temporal de las vocales, las consonantes y las sílabas. Una idea clave que motiva esta investigación es que en la lingüística el ritmo es el producto de una variedad de fenómenos fonológicos y no un principio de organización, a diferencia del caso de la música.

En el siguiente capítulo quedan explicados los puntos que comparten la música y el lenguaje en materia rítmica y como se relacionan.

3. ANÁLISIS DE LA RELACIÓN MÚSICA-LENGUAJE EN BASE AL RITMO.

Tomando en cuenta los elementos más característicos del ritmo en la música (Beat, métrica, agrupamiento, patrones de duración y expresividad), podemos darnos cuenta que estos están también presentes en el lenguaje y que son parte primordial de la formación de este y que nos presentan un panorama muy claro que permite la comparación entre estas dos cualidades humanas. A continuación se exponen algunas de estas similitudes y la forma en que se relacionan.

- **Expresión en el lenguaje de los elementos rítmicos musicales**

La teoría jerárquica del agrupamiento en música muestra fuertes paralelos a la teoría moderna de estructura prosódica en el lenguaje, en particular con el concepto de “jerarquía prosódica” (Selkirk, 1981; Nesport y Vogel, 1983). La jerarquía prosódica se refiere a la organización de agrupaciones en múltiples niveles del habla que van desde la sílaba al enunciado. Una clave conceptual de todas estas teorías es que estas agrupaciones no son simples reflexiones de la organización sintáctica.

Tomemos este ejemplo, considerando la diferencia entre la sintaxis de cada enunciado (Chomsky y Halle, 1968):

1. Este es (el gato (que atrapó (la rata (que robó (el queso))))))
2. (Este es el gato) (que atrapó la rata) (que se robó el queso)

La agrupación prosódica refleja la separación fonológica por niveles de organización que no están directamente determinados por una estructura sintáctica. En cambio, otros factores lingüísticos juegan un papel importante, tales como las relaciones semánticas entre las palabras y el deseo de hacer hincapié en ciertos elementos (Marcus & Hindle, 1990; Ferreira, 1991). Además, se cree que son factores puramente rítmicos como una tendencia a evitar los grupos que son muy cortos o muy largos, y una tendencia a equilibrar las longitudes de los grupos (Gee & Grosjean, 1983; Zellner & Keller, 2002).

La agrupación de la estructura prosódica de una frase no es inamovible: existen diferencias entre individuos en términos de cómo agrupan las palabras de la misma oración y la estructura de agrupamiento de una oración puede variar con la velocidad de la voz (Fougeron y Junio, 1998). No obstante, la agrupación no es totalmente idiosincrásica y psicolingüistas han hecho buenos progresos en la predicción del lugar donde los hablantes colocan los límites prosódicos basados en el análisis sintáctico de una frase (Watson y Gibson, 2004).

Aunque el ejemplo anterior solo muestra un nivel de fraseo prosódico, las teorías modernas de la jerarquía prosódica postulan varios niveles anidados uno dentro de otro. Las teorías varían en el número de niveles que se proponen (Shattuck-Hufnagel y Turk, 1996), para fines ilustrativos tenemos la teoría de Hayes (1989) que plantea una jerarquía de palabras compuesta de cinco niveles: grupos clícticos, frases fonológicas, frases de entonación, y expresiones. La Figura 4.1 muestra una jerarquía prosódica de una frase de acuerdo con esta teoría, donde la estructura sintáctica también se muestra para la comparación. (Tomando en cuenta que un grupo clíctico combina una palabra léxica que tiene una sílaba acentuada con una función de palabras adyacentes una sílaba átona en una unidad prosódica única)

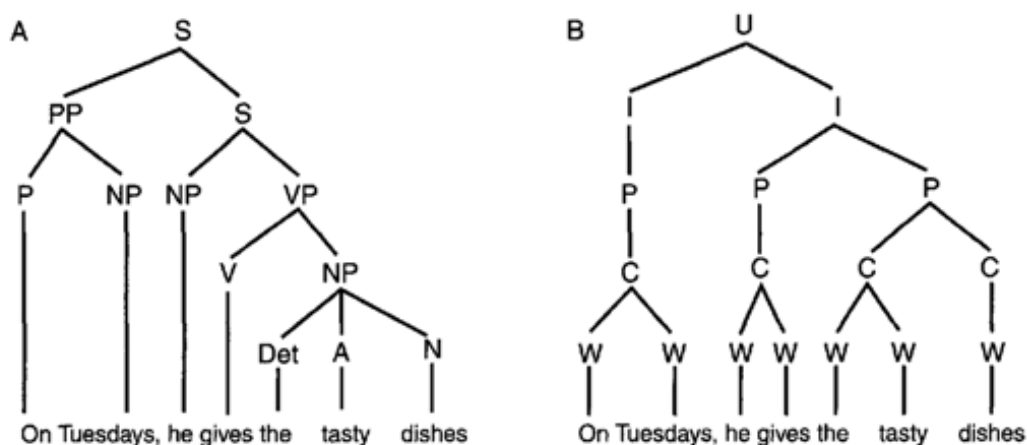


Fig. (4.1) (A) sintáctico y (B) prosódico; jerarquía de una frase en inglés. Abreviaturas para (A): S= frase, PP= preposición, NP= frase sustantiva, VP= frase verbal, Det= artículo determinado, A= adjetivo, N= sustantivo, V= verbo.

Abreviaciones para (B): U= utterance, I= entonación de la frase, P= frase fonológica, C= grupo clítico, W= palabras. Adaptado por Hayes, 1989.

Otro fenómeno que se apoya el concepto de agrupación jerárquica en el habla, es la variación percibida entre las palabras (Jun, 2003). En el habla, las palabras corren acústicamente juntas y los intervalos de silencio que se producen (por ejemplo, debido a la parada de consonantes). Sin embargo, las palabras se perciben como separadas una de otra. A diferencia del lenguaje escrito, el grado subjetivo de separación no es idéntico entre cada par de palabras: por el contrario, algunos límites de las palabras parecen más fuertes que otros. Por ejemplo, la frase presentada en la Figura (4.2) muestra marcas de coyuntura de un sistema ideado por Price et al. (1991). En este sistema un investigador escucha varias veces una frase dada y coloca números del 0 al 6 entre cada par de palabras para indicar el grado de separación percibida entre ellos. Un índice de "ruptura" de 0 indica la más débil coyuntura observada, en otros términos, entre las palabras de un grupo clítico. En el extremo opuesto, un índice de ruptura de 6 indica el final de una frase.

Fig. (4.2) Only 1 one 4 remembered 3 the 0 lady 1 in 1 red 6.

Wightman et al. (1992) estudió la relación entre estos índices de ruptura y patrones de habla de duración en un cuerpo de habla grande, y encontró una correlación límite entre la fuerza percibida y la cantidad de alargamiento de la sílaba anteriores al final (cf. Gussenhoven & Rietveld, 1992).

En conclusión, la agrupación es un fenómeno rítmico fundamental que se aplica a secuencias musicales y lingüísticas. En ambos dominios, la mente analiza complejos patrones acústicos en varios niveles de la estructura de frases; la música y el idioma comparten una serie de señales acústicas que marcan el final de la frase. Estas similitudes apuntan a procesos cognitivos compartidos para agrupar en los dos dominios e indican que la agrupación puede ser un área de investigación comparada muy fructífera.

- **Principios que rigen la Forma Rítmica de las palabras y expresiones.**

Para los interesados en comparar el ritmo en el lenguaje y la música, es importante estar familiarizado con una rama de la lingüística teórica conocida como "métrica fonológica". La métrica fonológica trata con el ritmo del habla pero lo hace de una manera muy diferente de los enfoques descritos hasta ahora. En primer lugar, la prominencia rítmica se trata como jerárquica. Es decir, la prominencia se asigna a cada nivel de la jerarquía prosódica según principios sistemáticos. Por ejemplo, en una teoría dada puede ser el caso de que todas las sílabas comienzan con una cantidad básica de importancia, luego se hace hincapié en el léxico y a cada grupo clítico se le asigna un grado adicional de importancia; a continuación, una prominencia a nivel de frase se añade a una palabra de una frase y así sucesivamente. En este punto de vista la prominencia no simplemente es una característica binaria fonética. Más bien, es una proyección acústica de la jerarquía de la estructura prosódica de un enunciado, y como tal, tiene varios grados que sirven para indicar la posición de una sílaba en la jerarquía de una expresión rítmica del habla (Halle & Vergnaud, 1987; Halle y Idsardi, 1996; Shattuck-Hufnagel y Turk, 1996).

Dos aspectos de la red métrica lingüística, introducidos por Liberman (1975), afirman que "la organización rítmica del discurso es muy similar al de la música". En primer lugar, como se señaló anteriormente, la prominencia se trata de jerarquía en forma análoga a las teorías jerárquicas de compás musical (Cooper & Meyer, 1960; Lerdahl y Jackendoff, 1983). Por encima del nivel básico de la sílaba está el segundo nivel de sílabas acentuadas y este es el nivel básico del "beat", en analogía a la Tactus en la música. El tercer nivel marca el esfuerzo léxico primario de cada palabra y el cuarto nivel marca el acento principal de cada frase. Este ejemplo de asignación de beats proporciona la entrada en la que operan los principios rítmicos de la misma forma que en la métrica musical.

musical son instructivas. Uno de estos temas (capas múltiples en la estructura rítmica) lleva a la idea de estudios empíricos comparativos de ritmo en el habla y la música.

Otros dos temas relacionados con los principios que rigen la forma rítmica de las palabras y expresiones se discuten a continuación:

1. Diferencias entre Métrica lingüística y Rejillas musicales

Aunque las jerarquías postuladas por la fonología métrica se inspiraron en la música de Occidente, algunas diferencias muy importantes entre la métrica de la música y lenguaje son evidentes. Más notablemente, en la periodicidad temporal, en la música la métrica es mucho más estricta que cualquier cosa que se encuentre en el habla, y esta diferencia tiene consecuencias cognitivas. La periodicidad regular de la música permite a la métrica servir como un marco mental para la percepción del sonido, de manera que un evento puede ser percibido como métricamente importantes incluso si está físicamente muy débil, como en los ritmos sincopados. En comparación, las prominencias de la lengua no son suficientemente regulares para permitir algo tan abstracto como la síncopa. Como resultado, las redes de métrica lingüística no son abstractos patrones mentales periódicos sino que simplemente los mapas de las prominencias escuchadas, llenas de irregularidades temporales.

2. La alternancia en el Habla

Dejando a un lado las cuestiones de periodicidad temporal existe la duda de si el habla y la música comparten una similitud más abstracta en términos de una tendencia a organizar las prominencias en la alternancia de los patrones de los elementos fuertes y débiles. Si es así, esto podría sugerir una relación entre el ritmo de base cognitiva del lenguaje y la música. Evidencia a favor de un principio de la alternancia en el lenguaje proviene de estudios que muestran que los hablantes del inglés modifican los patrones de importancia para que sean más regulares. Por ejemplo, Kelly y Bock (1988) usaban altavoces para pronunciar palabras sin sentido incrustadas en las oraciones, tales como:

(4.4a) The full teplez decreased.

(4.5b) Throw the teplez badly.

El punto de interés era si los oradores acentuaron en la primera sílaba o en la segunda de la palabra sin sentido. En general los hablantes tienden a destacar la primera sílaba de acuerdo con una tendencia general en inglés: los nombres bisílabos tienen el acento en la primer sílaba. Sin embargo, esta tendencia fue significativamente más débil que el sentido de la palabra que fue precedida por una sílaba tónica.

Aunque estos resultados parecen apoyar un principio positivo de la alternancia, también es posible que reflejen la acción de un principio negativo que busca disolver los grupos de sílabas prominentes o grupos de sílabas no prominentes (Nespor y Vogel, 1989). Esta opinión se basa en la observación de que la regularización de las tendencias reportadas por Kelly y Bock (1988) y Cutler (1980) es en realidad débil.

Por el momento es imposible descartar la hipótesis de que la tendencia a alternar sílabas fuertes y débiles en el habla es el resultado de fuerzas no rítmicas que tratan de mantener las prominencias a una distancia cómoda. De hecho, la investigación en griego sugiere que la alternancia de importancia ni siquiera puede ser un patrón universal de los lenguajes humanos, porque el griego tolera largas secuencias de sílabas átonas (Arvaniti, 1994). Por lo tanto, puede ser que el único principio universal sobre los patrones de importancia en el lenguaje es que las prominencias que son muy próximas entre sí están sujetas a mecanismos lingüísticos para evitar el choque. La razón de estos mecanismos puede existir y tener sus raíces en la mecánica de la articulación. Las sílabas tónicas tienden a hacerse con movimientos de la mandíbula más grande que las sílabas átonas (Jong 1995), y puede ser biomecánicamente ventajoso evitar grandes aglomeraciones de movimientos de la mandíbula al hablar (Arvaniti, 1994).

- **La percepción del ritmo del habla**

El papel de ritmo en la percepción del habla ha sido objeto de al menos cuatro diferentes líneas de investigación. Dos de ellas tienen evidentes conexiones conceptuales al ritmo musical: el estudio de la isocronía y la investigación de la función de la predicción en la percepción rítmica. La tercera línea ha investigado el papel del ritmo del habla en la segmentación de percepción de las palabras de habla continua. La última línea de trabajo se refiere al papel que el ritmo juega en la percepción de acentos nativos.

1. La percepción de la isocronía en el Habla

Lehiste (1977) hizo la sugerencia de que la periodicidad puede ser más fuerte en la percepción que en la producción. Es decir, el oído puede ignorar o compensar las irregularidades de la superficie para juzgar la periodicidad en el habla. Esto basado en la idea del trabajo empírico en el que se examinó la capacidad de los oyentes para identificar el intervalo más corto o más largo interstress (ISI) en oraciones cortas, y para hacer la misma tarea en análogos nonspeech de las frases en que los acentos fueron reemplazados por los clics y el discurso por el ruido. Ella encontró que los oyentes se desempeñaron mejor en la condición no lingüística y sugirió que si los oyentes tenían dificultades para juzgar las diferencias ISI duración en el discurso, este daría lugar a un sentido que los ISI fueron similares en duración, en otras palabras, la impresión de isocronía.

Lehiste estudió la diferencia apenas perceptible (Just Noticeable Difference, o JND) de duración de secuencias de cuatro intervalos llenos de ruido, pensando que con esto establecería una estimación de la JND para ISI en el habla. Se utilizaron tres referencias básicas de duración en las secuencias de ruido (300, 400 y 500 ms). En cada secuencia, tres de los cuatro intervalos tuvo la misma duración y el cuarto se incrementó o disminuyó en nueve pasos de 10 ms. Ella encontró que los juicios de identificación fiable en un intervalo más largo o más corto que los otros necesitaba un cambio entre 30 y 100 ms. Además argumentó que JND para ISI en el habla no son mejores

que este incluso es probable que sea peor, y por lo tanto las mediciones físicas de isocronía necesitan tomar en cuenta esta "tolerancia a la percepción".

2. El papel de la predicción Rítmica en la Percepción del Habla

Varios investigadores han argumentado que la capacidad de predecir la ubicación de las sílabas tónicas en inglés es perceptualmente beneficioso (p. e. Martin, 1972; Shields et al., 1974; Cutler & Foss, 1977). El razonamiento detrás de esta idea se basa en ciertas suposiciones: las sílabas tónicas proporcionan importante información semántica pues la atención del oyente es limitada, por lo que es útil para prestar atención a aquellos puntos en los que se producen acentuaciones. Así, la capacidad de anticipar la ubicación del acento puede ayudar a orientar la atención de una manera eficiente.

Con el fin de determinar si esto es realmente un paralelo significativo, hay que contestar dos preguntas. En primer lugar, ¿hay evidencia de que la predicción rítmica juega un papel importante en la percepción del habla? En segundo lugar, ¿están los mecanismos de predicción rítmica en el habla y la música?

Cutler y Darwin (1981) realizaron un estudio que podían o no llevar el acento contrastante de la frase completa. Es decir, que no fue el estudio de la percepción de cualquiera sílaba tónica, sino de una sílaba de particular relevancia acentuada en una oración.

Pitt & Samuel (1990) utilizaron una técnica de empalme para garantizar que la palabra objetivo físico era el mismo en dos contextos y pidió a los oyentes responder cuando esta se escuchara. A diferencia de Cutler y Darwin, no encontraron ninguna diferencia significativa en el tiempo de reacción al fonema destino en función del contexto anterior. Así pues, aunque el ritmo puede ayudar a predecir nivel de atención, parece que no juega un papel importante en la predicción del acento léxico, incluso cuando se ve reforzado por la sintaxis. Esto arroja algunas dudas sobre la idea de que el ritmo juega un papel importante en la orientación de la atención a la mayoría de las sílabas acentuadas en oraciones habladas.

En la música, la predicción rítmica refleja la estructura periódica de los intervalos temporales. En el discurso la base rítmica de predicción es poco probable que implique intervalos regulares de tiempo, porque no hay pruebas de que existen intervalos en el habla normal. Un primer paso en el estudio de la base rítmica de la predicción en el habla fue el estudio de los estímulos utilizados por Cutler y Darwin (1981).

La hipótesis de que la predicción rítmica en el habla confiere una ventaja al guiar la atención a las partes importantes de la semántica, no está bien sustentada por la evidencia empírica. En la música, está claro que predicción rítmica tiene un valor adaptativo: permite la formación de un patrón temporal, la guía de la coordinación del funcionamiento conjunto y la sincronización de movimientos en la danza.

Lehiste (1977) sugiere que la predicción rítmica juega un papel en la señalización de límites de frase en el discurso.

Un estudio posterior realizado por Scott (1982) pone a prueba la hipótesis de Lehiste contra el concepto de que los límites de la frase son señalados por alargamiento. Un punto conceptual clave es que la evidencia de la duración ISI juega un papel en la creación de límites en la percepción del discurso y no es equivalente a las pruebas de isocronía. De acuerdo con este punto de vista, un acento prosódico es más fácil de escuchar cuando un ISI es mucho más largo de lo esperado, y la predicción rítmica no es más que el conocimiento implícito de la relación estadística entre la duración del ISI y el número y tipo de sílabas en una ISI.

- **Aspectos estructurales**

Lenguaje y música no pueden considerarse entidades únicas, sino que necesitan ser descompuestas en las operaciones de sus diferentes componentes o niveles de procesamiento.

Una serie de experimentos utilizando principalmente los potenciales cerebrales relacionados con eventos se llevaron a cabo para comparar los diferentes niveles de procesamiento en el lenguaje y la música. En general, los

resultados favorecen la especificidad del lenguaje cuando ciertos aspectos de procesamiento semántico en el lenguaje se comparan con algunos aspectos del procesamiento melódico y armónico en la música. Es por el contrario en los resultados de los principios generales cognitivos que están involucrados en los aspectos de procesamiento sintáctico en el lenguaje y se comparan con los aspectos del procesamiento armónico en la música.

Muchas definiciones de los aspectos estructurales han sido propuestas para el lenguaje y la música. El punto, sin embargo, es que la definición dada por la música a menudo aplica también a la lengua. Esto es singular si tenemos en cuenta la comparación entre el lenguaje y la música, tanto desde el punto de vista estructural como funcional. Arom et al., 1997; propuso dos criterios estructurales para definir la música. Uno de ellos es el ritmo y las relaciones temporales que delinean una pieza de música de la segmentación formal del tiempo. La otra es que todas las culturas han dividido el sonido continuo en tonos discretos que forman las escalas musicales.

Estos dos criterios pueden aplicarse también a la lengua. El lenguaje es compuesto también por una secuencia de acontecimientos que se desarrollan en el tiempo con un ritmo segmentario específico y concreto (fonemas) e información suprasegmental (prosodia). El discurso continuo se divide en fonemas discretos, en la unidad de base fonológica.

En términos más generales, es evidente que tanto el lenguaje y la música se transmiten por los sonidos, que son elementos omnipresentes en todas las culturas, son específicos para los seres humanos y son artefactos culturales que no corresponden a los recursos naturales. Son sistemas basados en reglas y se componen de elementos básicos (fonemas, palabras, notas y acordes) que se combinan en estructuras de orden superior (las frases musicales, temas y tópicos) a través de las reglas de la armonía y la sintaxis.

- **Aspectos funcionales**

A excepción de algunas limitaciones con respecto a la producción musical, que podría sustituir a la "música" por «lenguaje» las características se aplicarían también. Tanto el lenguaje y la música se basan

en intencionalidad: toda la música implica "un acto de creación que actualiza la intención", y esto es cierto en la lengua también. Ambos se desarrollan con el aprendizaje específico de acuerdo a procedimientos más o menos estandarizados dependiendo de la cultura lingüística o musical. A pesar de que precede la percepción a la producción en ambos dominios, los niños adquieren las normas musicales y lingüísticas en una situación similar. Al principio, los niños son capaces de crear nuevas frases musicales y verbales por parte de la aplicación de un sistema de reglas que han sido capaces de abstraer sin intenciones conscientes.

Tanto el lenguaje y la música implican la memoria: los adultos pueden reconocer y reproducir melodías, palabras, canciones o poesías aprendidas.

- **Niveles de procesamiento.**

Desde una perspectiva cognitiva el lenguaje y la música no pueden ser consideradas como entidades individuales. Para ser analizados y comparados tienen que ser reducidos a sus elementos. Una diferencia clásica de la música es el procesamiento temporal (métrica y rítmica), melódico (curvas de nivel, tono y por intervalos) y armónico (acordes). Cada una involucra diferentes tipos de procesamiento, de modo que los procesos pueden ser diferentes de los que participan en el procesamiento de cada uno. Del mismo modo, dentro del lenguaje por lo menos cuatro diferentes niveles de procesamiento se han tenido en cuenta. El nivel fonético-fonológico, que comprende tanto segmentaria (Fonemas) y suprasegmental (prosodia); el nivel morfosintáctico, que abarca la combinación de fonemas en morfemas y los morfemas en palabras; el nivel sintáctico, que regula las relaciones entre las palabras; y el nivel léxico-semántico, con acceso al significado de las palabras y frases. Por último, aunque a menudo ignorado en los experimentos psicolingüísticos y de neurolingüística, el nivel pragmático que comprende la organización del discurso y las influencias contextuales representa un aspecto esencial de la organización del lenguaje.

En la medida en que estamos de acuerdo con el concepto de que el lenguaje y la música no pueden ser considerados como totalidades pero

necesitan ser subdivididos en sus operaciones de componentes, se convierte en irreal, por ejemplo, para ver la función lingüística como localizada en el hemisferio izquierdo y la música en la derecha. Más bien, algunos aspectos del procesamiento del lenguaje preferentemente pueden implicar el hemisferio cerebral izquierdo, mientras que otros requieren estructuras del derecho. La misma observación se aplica a la música también. Con esta visión en mente, la tarea del neurocientífico cognitivo es delinear los diferentes cálculos realizados dentro de un nivel de procesamiento, para entender los mecanismos que subyacen a estos cálculos y localizar a la zona del cerebro en estos mecanismos de aplicación.

- **Aspectos temporales**

El lenguaje hablado y la música se componen de eventos acústicos que se despliegan en el tiempo. Debido a la estructura temporal inherente al lenguaje y la música, son eventos particulares que se esperan en momentos específicos. La cuestión principal abordada en la próxima serie de experimentos fue determinar si los procesos que intervienen en el análisis de las estructuras temporales se basan en general en mecanismos cognitivos o difieren en función de las características específicas de los materiales que se procesan. Benson y Sacón (2003) utilizaron tanto en el ERP y los métodos MEG para analizar la evolución temporal de los efectos de violaciones de estructura temporal en el lenguaje y la música, y fMRI para localizar las estructuras cerebrales activadas por estas violaciones. La hipótesis de que un mecanismo general es responsable del tratamiento de las estructuras temporales en el lenguaje y la música, con efectos cualitativamente similares que se manifiestan en las grabaciones de ERP y MEG, se ven activadas áreas similares del cerebro por violaciones temporales. Por el contrario, la información temporal en ambos sistemas se basa en mecanismos distintos, en efectos cualitativamente diversos y en diferentes áreas del cerebro que se encuentran en el lenguaje y la música. Los resultados indican que la aparición de un potencial de emisión es un buen índice de la expectativa temporal. Fue entonces cuando surgió el interés para determinar si resultados similares se encontraban para el habla. Para ello, realizaron otro estudio en el que los

resultados mostraron que el potencial emitido era similar a la descrita para las rupturas temporales de la música. Por lo tanto, estos resultados ERP indican que los procesos cualitativamente similares parecen ser responsables de procesamiento temporal en el lenguaje y la música. Para reforzar esta interpretación, es importante determinar si las mismas estructuras cerebrales se activan por el proceso de rupturas temporales en el lenguaje y la música. Heinze (2003) y su equipo de investigación llevaron a cabo tres experimentos en los que presentaron las dos frases auditivas. Estos experimentos utilizaron un diseño bloqueado en el que sólo las frases musicales o frases sin rupturas temporales se presentaron dentro de un bloque de ensayos, y oraciones o frases musicales con rupturas temporales en las posiciones de otro bloque de ensayos. Sin embargo, la comparación de las condiciones con y sin rupturas temporales reveló un patrón diferente de activación mediante el MEG y los métodos de resonancia magnética funcional. La localización de la fuente sobre la base de datos de MEG reveló que los generadores del potencial bifásico registrado en el cuero cabelludo se encuentran probablemente en la corteza auditiva primaria de ambos hemisferios. Por el contrario, los resultados de resonancia magnética funcional mostraron una activación de la corteza asociativa auditiva en ambos hemisferios, así como algunos de activación parietal. Varios factores pueden explicar estas diferencias, pero el punto principal es que áreas similares del cerebro se activaron por rupturas temporales tanto en el lenguaje como en la música. Por lo tanto, en conjunto los resultados sugieren que el tratamiento de la información temporal tanto en el lenguaje como en la música se basa en general en mecanismos cognitivos.

3.1 Conclusiones del capítulo

Puede parecer que romper el "vínculo periodicidad" entre el discurso y la música disminuiría la probabilidad de encontrar interesantes las relaciones rítmicas entre ellos, pero al cambiar el enfoque de trabajo comparativo de periódico a los aspectos no periódicos de ritmo se revelaron numerosas e interesante conexiones entre los dominios, tales como el reflejo de patrones de tiempo del habla en la música y la influencia de los ritmos del habla en lingüística. Aunque muchas conexiones más esperan exploración,

En este capítulo se expone como algunos de los procesos clave que extraen la estructura rítmica de complejas señales acústicas son compartidos por la música y el lenguaje como los niveles de procesamiento y los aspectos temporales que se explican a través de investigaciones comparativas que involucran el uso de herramientas tecnológicas que muestran la función cerebral en ambos dominios. Siguiendo esta línea el siguiente capítulo profundiza en la manera en que la música y el lenguaje se organizan desde el punto de vista de las neurociencias cognitivas

4. CONSIDERACIONES CONCEPTUALES ACERCA DEL RITMO EN LA MÚSICA Y EL LENGUAJE, UNA PERSPECTIVA DE LAS NEUROCIENCIAS COGNOSCITIVAS.

La música y el lenguaje son habilidades universales propias de los seres humanos que implican, desde una perspectiva psicológica, elementos perceptuales discretos y organizados jerárquicamente en secuencias estructuradas (Patel, 2003).

Hoy en día se sabe que la música, al igual que el lenguaje, es el producto de una exquisita organización cerebral. Así la existencia de síndromes específicos del lenguaje o la música tras lesiones cerebrales localizadas develan la especialización de funciones musicales y lingüísticas en nuestro cerebro. Alternativamente, los estudios de neuroimagen o aquellos centrados en la plasticidad cerebral como consecuencia del entrenamiento en la música, muestran una organización neurocognitiva que incluye sistemas comunes en ambas habilidades. Lenguaje y música pueden, por tanto, ser considerados dos procesos complejos, reducibles a funciones y dimensiones más básicas, en ocasiones independientes y específicos a cada uno de ellos asociados a sistemas cerebrales y redes neurales, algunos de ellos compartidos, otros específicos y selectivos de cada proceso.

4.1 Anatomía del lenguaje y la música

Al igual que otros sistemas sensoriales el sistema auditivo se organiza en forma jerárquica, en una cadena serial de estaciones de procesamiento que van del oído a la corteza cerebral. El procesamiento de los sonidos, así como de los tonos musicales, comienza en el oído interno (cóclea) y termina en la corteza cerebral. La corteza auditiva primaria procesa los elementos fundamentales de la música, tales como frecuencia e intensidad del sonido, mientras la corteza auditiva secundaria se encarga de identificar patrones rítmicos, melódicos o armónicos. Las áreas corticales implicadas en el procesamiento auditivo están localizadas en los lóbulos temporales izquierdo y derecho, concretamente en los giros temporales superior y medio y en regiones

posteriores de los lóbulos temporales donde se localizan las áreas asociativas auditivas.

En el lóbulo temporal destacamos el lóbulo plano temporal (que incluye el giro de Heschl), una región cortical asociativa situada en el giro temporal superior, entre el giro de Heschl como límite rostral y al final de la cisura de Silvio como límite posterior (Steinmetz et al., 1989), involucrada en el procesamiento de estímulos auditivos tanto verbales como musicales. Esta estructura presenta una mayor extensión en el lóbulo temporal izquierdo (Good et al., 2011) lo cual ha llevado a proponer al plano temporal como el epicentro de las numerosas regiones del hemisferio izquierdo involucradas en procesamiento lingüístico (Toga y Thompson, 2003).

Diversos autores sugieren que el procesamiento de información musical y lingüística se basa en un sistema modular de redes neuronales solapadas (Koelsch, Frit, Schule, Alsop y Schlang, 2005; Patel, 2003). Koelsch et al. (2005) proponen una serie de redes neurales en el procesamiento musical específicamente asociadas a funciones básicas relacionadas con el lenguaje y/o la música. En primer lugar los autores destacan un primer sistema que comprende la corteza frontolateral inferior junto con el giro temporal superior y la corteza premotora ventrolateral inferior (Friederici, 2002; Koelsch et al., 2005), que estaría involucrado en el reconocimiento de la sintaxis musical, esto es, en el análisis, reconocimiento y predicción de información auditiva secuencial (Conway y Christiansen, 2001; Huettel, Mack y McCarthy, 2002; Schubotz and von Cramon, 2002). En segundo término, se propone un circuito que comprende las áreas posteriores (áreas de Broca 21, 22p y 37) que estaría implicado en el procesamiento del significado musical (Friederici, 2002). Así, las regiones situadas en los márgenes de surco temporal superior (STS) estarían involucradas en el procesamiento pre-léxico y en la percepción de los rasgos acústicos y fonológicos del habla. En tercer lugar, incluyen un circuito neural posiblemente relacionado con los aspectos emocionales del procesamiento musical (Mega, Cummings, Salloway y Maloy, 1997) y que comprende el giro supramarginal, la corteza prefrontal (área de Broca 47) y la ínsula anterior. Además de estos módulos básicos se han identificado circuitos asociados a aspectos de memoria de procesamiento de sonidos; el área 45 de

Broca y regiones dentro el surco frontal inferior parecen ser regiones esenciales en la memoria de trabajo para información musical y lingüística y el giro supramarginal en los procesos de memoria a corto plazo para información musical, auditiva-verbal y para el almacén fonológico (Janata et al., 2002b; Paulesu, Frith y Frackowaik, 1993; Vallar, 1984).

4.2 Neuroimagen funcional y sistemas cerebrales de la música y del lenguaje.

Los nuevos métodos para visualizar la actividad cerebral como la electroencefalografía (EEG), la magnetoencefalografía (MEG), la tomografía por emisión de positrones (PET) y recientemente la resonancia magnética funcional (fMRI), han abierto la posibilidad de investigar cómo “piensa” nuestro cerebro en vivo y en tiempo real. Esto es, las técnicas de neuroimagen permiten a los neurocientíficos estudiar el funcionamiento del cerebro al tiempo que el sujeto está involucrado en algún tipo específico de tarea y/o proceso cognitivo. Así, los estudios de neuroimagen comienzan a elucidar los circuitos neurales involucrados en leer, escuchar, interpretar y responder emocionalmente a la música.

Si bien es cierto que las técnicas de neuroimagen no funcionales, tales como el escáner (TAC) o la resonancia magnética (MRI), no permiten ofrecer una visión dinámica del funcionamiento del cerebro, sí han permitido estudiar los detalles anatómicos de la estructura cerebral, analizar las características macroscópicas del cerebro y señalar las diferencias estructurales probablemente asociadas a la especialización funcional. Estudios que han utilizado semejante tecnología han demostrado que personas con formación musical presentan importantes diferencias anatómicas, al compararlas con personas sin formación musical, en determinadas áreas cerebrales que incluyen el plano temporal, el cuerpo calloso anterior, la corteza motora primaria y el cerebelo. Concretamente, a nivel de circuitos cerebrales se han observado en los músicos un mayor volumen en la sustancia gris relacionada con un circuito motor en el que participan regiones corticales sensoriomotoras de los hemisferios izquierdo y derecho, los ganglios basales izquierdos, el cerebelo, así como la región perisilvana posterior. Todos estos hallazgos

indican que los músicos poseen diferencias anatómicas en diferentes áreas cerebrales relacionadas con el procesamiento motor y auditivo.

El plano temporal parece estar muy relacionado con el análisis de pautas acústicas innatas para el habla tales como los cambios rápidos en la frecuencia o amplitud del sonido. El papel funcional del plano temporal izquierdo para el procesamiento del lenguaje se establece ya en la infancia (Dehaene, Lambert, Dehaene y Hertz-Pannier, 2002). Datos obtenidos mediante fMRI en bebés de 2 a 3 meses mientras escuchan una voz femenina leyendo un libro infantil muestran activación significativa del lóbulo temporal izquierdo incluyendo el giro de Heschl, el giro temporal superior, el surco temporal superior y el plano temporal. Este trabajo demostró la asimetría cerebral mucho antes de que el niño empiece a hablar y pueda entender el lenguaje. Esta región es importante no sólo para el habla sino también para la música. Diferentes estudios han encontrado que el plano temporal se activa igualmente ante sonidos lingüísticos y musicales (Belin et al., 1998; Binder, Frost, Hammeke, Rao y Cox, 1996; Zatorre, Blin y Penhune, 2002), mostrando una simetría en la activación del giro temporal superior frente a una activación superior y frente a una activación asimétrica en áreas más ventrales y anteriores como el surco temporal superior (Binder y Rao, 1994). Todo ello sugiere que el plano temporal podría estar involucrado en las etapas iniciales del procesamiento auditivo, mientras que el procesamiento lingüístico implicaría una extensa área multimodal, incluyendo el surco temporal superior y el giro temporal medio.

Finalmente la coordinación temporal de los movimientos requiere no sólo la participación activa de las cortezas motoras sino también la participación del cerebelo. Recientemente se ha encontrado que los músicos, en comparación con los no músicos, poseen un cerebelo de mayor tamaño (Schlaug, 2003). La contribución de los hemisferios laterales del cerebelo en el desarrollo del tempo ha sido corroborada mediante estudios de neuroimagen en los que se examinaba la reproducción de secuencias rítmicas (Penhune, Zatorre, y Feindel, 1999), así como la monitorización perceptiva de secuencias rítmicas auditivas y visuales (Schubot, Friederici y von Cramon, 2000). De acuerdo con la función temporizadora del cerebelo, los estudios concluyen que éste posee un sistema supra modal de temporización, involucrado en el procesamiento de

eventos organizados temporalmente. Otros estudios con fMRI muestran la participación de los ganglios basales tanto en el tempo motor como en el perceptivo (Rao, Mayer y Harrington, 2001).

4.3 Diferencias interhemisféricas.

A finales del siglo XIX cuando emergió el concepto de dominancia hemisférica para la función lingüística. Los descubrimientos de Broca sobre afasia y de Dejerine sobre la alexia y la agrafia, llevaron a atribuir al hemisferio izquierdo las capacidades de procesamiento y producción del lenguaje. Algo similar ocurrió con la música cuando comenzaron a describirse casos clínicos en los que el daño cerebral iba acompañado por la aparición de alteraciones en el procesamiento de la música. Así, en 1962, Milner describía las deficiencias desarrolladas en la discriminación del timbre, de la duración y de la tonalidad tras una lobectomía temporal derecha (Zatorre, 1998). El contraste de estas alteraciones con las observadas tras un daño en el lóbulo temporal izquierdo llevo a atribuir al hemisferio derecho las funciones auditivas no verbales, incluyendo el procesamiento de la música.

En una línea similar los casos de afasia sin amusia y de amusia sin afasia, sugieren que tanto la música como el lenguaje son procesos funcionalmente diferentes que requieren de un conjunto independiente de operaciones cognitivas con sustratos neurales específicos.

Actualmente, los autores entienden que no se trata tanto de localizar funciones en un hemisferio de un modo holístico, sino más bien de definir los componentes implicados en cada función cognitiva y a partir de este punto identificar los sustratos neurales que subyacen a los mismos (Zatorre, 1998). Un ejemplo se ilustra con la función lingüística. Se asume que gran parte de los procesos cognitivos implicados en esta se encuentran lateralizados hacia el lado izquierdo tanto en sujetos diestros (97%) como en sujetos zurdos (90%). Aun así los componentes de esta función que poseen una mayor complejidad requieren de cooperación interhemisférica. En cuanto a las funciones musicales, es menor el conocimiento existente debido a la escasez de estudios sistemáticos y controlados.

Centrándonos en la música, una constante observada en la literatura neuropsicológica es considerar el procesamiento melódico y el procesamiento de las estructuras temporales de la música como procesos independientes. De hecho, estudios realizados en pacientes con lesión cerebral han documentado la existencia de una doble disociación de estos procesos (Peretz y Zatorre, 2005), que incluyen elementos de procesamiento de la información auditiva tanto globales como locales. La dimensión melódica requiere de dos parámetros funcionales como son la detección del intervalo particular entre dos notas sucesivas y la detección del contorno melódico. Por su parte, la dimensión temporal requiere a su vez de la discriminación de los patrones rítmicos y de la interpretación del compás.

4.4 Procesamiento temporal de la música

La percepción temporal requiere de la discriminación de los patrones rítmicos (procesamiento local) y de la interpretación del compás (procesamiento global). Algunas evidencias neuropsicológicas parecen apoyar la idea de que más que un sistema jerárquico en el que el reconocimiento del compás deriva del reconocimiento del ritmo, existen dos niveles de análisis separados. Así, Peretz (1990) observó que los pacientes con lesión unilateral (derecha o izquierda) presentaban deficiencias en la percepción del ritmo sin alteración en la percepción del compás. El patrón opuesto fue presentado por Liégeois-Chauvel y colaboradores (1998). La percepción del ritmo se mantuvo tras la extirpación de la zona anterior del giro temporal superior y sólo fue afectada levemente tras la extirpación de la zona posterior que incluía la porción lateral del giro de Heschl. Por el contrario, la identificación del compás fue interrumpida por la escisión de la zona anterior del lóbulo temporal derecho y/o izquierdo. Como podemos observar, existe una doble disociación en cuanto a ambos componentes del procesamiento temporal. Además, los dos trabajos reflejan la ausencia de preponderancia hemisférica ya que el déficit en la percepción del ritmo o el compás se han documentado tanto con lesiones del hemisferio derecho como del izquierdo.

4.5 Procesamiento temporal del lenguaje

Además de las secuencias organizadas de los sonidos del habla (Fonemas), las expresiones verbales se caracterizan por un conjunto distinto de características suprasegmentales lo que contribuye al significado de una frase (Prosodia lingüística). Además de la entonación, el patrón temporal de expresiones verbales, o estructura rítmica, contribuye a estos aspectos prosódicos de la comunicación acústica (Bruce, 1984; Kiparsky y Youmans, 1989; Martin, 1972). Sobre la base de una serie de estudios de caso, Ross (1981) supone que el hemisferio derecho (HD) media en el procesamiento de la prosodia del habla. En analogía a la clasificación de los distintos síndromes de afasia ligados al hemisferio izquierdo (HI), como daños expresivos (motores) y receptivos (sensoriales), las variantes de prosodia fueron asignadas a lesiones del lado derecho en el área perisilviana anterior o posterior.

Sin embargo, investigaciones posteriores han obtenido datos discrepantes con respecto a los sistemas neuronales que subyacen a la percepción y la producción de la prosodia tanto en los dominios lingüísticos y afectivos (Van Lancker y Sidtis, 1992; Baum y Pell, 1999). Por ejemplo, los sujetos que se encuentran con lesión en HI están ligados a un mal desempeño en comparación con un grupo control sin daño cuando se le pidió identificar el tono emocional de las frases habladas. Pero el análisis de error reveló que los sujetos HD no hacen uso de la información de tono, sino que se basan en señales de duración a fin de reconocer el tono afectivo. Al contrario, el grupo de HI mostró una tendencia opuesta. Así, el hemisferio que controla el lenguaje predominantemente puede codificar la estructura temporal (ritmo) de oraciones habladas.

En cuanto a la producción del habla que se refiere a los problemas de distorsión en el ritmo de los enunciados verbales, se ha observado en afasias (Van Lancker y Sidtis, 1992) y apraxias del habla (Kent y Rosenbek, 1983) casos ligados a daños en el hemisferio izquierdo. Esto refleja el daño a la corteza motora inferior (Alexander et al., 1989) o la ínsula anterior (Dronkers, 1996).

Sin embargo, el ritmo comprometido tanto en el habla espontánea, la lectura y la inhabilidad para seguir el ritmo de canciones conocidas también se ha observado a raíz de una lesión exclusiva en HD y en la superficie lateral y superior del lóbulo temporal (Fries y Swihart, 1990). Por otra parte, los últimos datos de la percepción y acústicos obtenidos de pacientes con una lesión izquierda o derecha indican que las alteraciones rítmicas de la producción del habla puede ser asociado con daños en ambas cortezas, y podrían participar en la aplicación de la mediación del ritmo en el habla (Grela y Gandour, 1998).

Un artículo de Riecker y Wildgruber (2002) describe distintos patrones de activación rítmica en el hemisferio izquierdo y derecho por medio de la comparación de secuencias de acentuación silábica en comparación con el rendimiento isócrono. El HD procesa el ritmo surgido a nivel del plano temporal (BA 41 y 42), las partes posteriores de la circunvolución temporal superior (BA 22), de Broca (BA 44) y premotora adyacentes a la corteza (BA 6).

La activación de la corteza auditiva de HD durante la producción de secuencias de sílabas rítmicamente estructurada está en línea con los últimos datos clínicos. Los pacientes que encontraron tocando con los dedos en respuesta a secuencias rítmicas tonales se han ligado a alteraciones de pacientes con daños en el HD, en el temporal anterior y en el giro de Heschl (Penhune et al., 1999). En la mayoría de los sujetos las lesiones fueron en el límite de la corteza auditiva secundaria ubicada en la cara antero-lateral de HG. Por el contrario, la eliminación de otros componentes del HD y HI o del lóbulo temporal no ponen en peligro significativo esta tarea. En base a estos datos, la corteza auditiva anterior secundaria del HD debe asumir la representación analógica precisa de estructuras rítmicas tonales. Un estudio de imágenes funcionales reveló, además, sobre todo la activación del lado derecho superior de la corteza frontal y temporal inferior durante la discriminación de las propiedades de pares duracionales aplicados a secuencias de tonos (Warren et al., 2002). Por último, mediciones PET sugieren lateralización de un campo de la memoria a corto plazo, requisito previo para el mantenimiento temporal de las secuencias de tono hacia el hemisferio derecho (Zatorre et al., 1992, 1994). Posiblemente los patrones rítmicos requieren almacenamiento transitorio dentro de un mecanismo de

ensayo del HD, con el apoyo de las áreas auditivas y perisilviana anterior con el fin de estar disponible para el habla de control motor.

Incluso la organización temporal de una tarea sencilla en forma de dedos golpeando necesita de actividades preparatorias. Por ejemplo, el seguimiento auditivo con pautas repetitivas de movimientos de los dedos proporciona alguna evidencia de la operación de una estrategia de control predictivo en tiempo (Mates et al., 1998). En vez de responder por separado a cada señal de una serie de estímulos externos los sujetos parecen anticipar el ritmo de las señales, por ejemplo, el ajuste de un interno mecanismo del reloj. Por lo tanto, la representación neuronal de un patrón rítmico aplicado con destino al HD frontal inferior / red temporal superior puede participar en su reproducción en iteraciones silábicas.

Penhune y colaboradores (1998) observaron activación cerebelosa después de restar las respuestas hemodinámicas señalando los límites isócronos y complejos al golpe de dedos. Existe evidencia de que el cerebelo participa en la asignación de los recursos atencionales (Courchesne, E., 1994).

En cuanto al hemisferio que controla el lenguaje, inesperadamente el enfoque cognitivo resta los patrones de activación restringido a estructuras subcorticales, como el putamen y el tálamo, dejando las áreas corticales como apoyo a aspectos del control motor de expresión y producción, tales como el área motora suplementaria, la inferior del motor de la tira, la ínsula anterior o el cerebelo (Wise et al., 1999; Riecker et al., 2000b).

Los trastornos del putamen dan lugar a **hipofonía**, un síndrome de volumen reducido de la voz. Sobre la base de los datos clínico-patológicos y los efectos del comportamiento de estimulación eléctrica, Crosson (1992) propuso un lazo córtico estriado-pálido-tálamo-corticales en la mediación y liberación de la respuesta durante la producción del habla. Es muy concebible que rítmicamente el modelado de secuencias de sílabas plantea mayores exigencias a la liberación controlada de la producción verbal de repeticiones

isócronas. Desde estos mecanismos se constituye una fase previa a la ejecución motora del habla.

Es cierto que los datos disponibles no ofrecen todavía un modelo coherente de la asimetría cerebral en este sentido (Peretz, 1990; Liégeois-Chauvel et al., 1998.). Sin embargo, datos clínicos y de imágenes funcionales indican una organización similar del procesamiento de ritmos vinculados a la producción de música y voz.

En conclusión, los patrones rítmicos silábicos en comparación a los isócronos, tienen un patrón hemodinámico de activación que comprende el área perisilviana del lado derecho (giro temporal superior, análogo de Broca, y corteza premotora adyacentes), así como contralateral subcorticales estructuras (putamen y el tálamo).

Presumiblemente, estas respuestas reflejan un mecanismo de ensayo en HD de patrones rítmicos y el seguimiento de la salida verbal en HI.

4.6 Conclusiones del capítulo

Al igual que ocurre con la función lingüística, podemos afirmar que los procesos o componentes cognitivos implicados en el procesamiento de la música parecen depender diferencialmente de áreas corticales concretas (Zatorre, 1998). Además, como señalaron Liégeois-Chauvel y colaboradores en 1998, la música no parece depender únicamente de la integridad del hemisferio derecho. El procesamiento musical requiere de componentes que están lateralizados en ambos hemisferios. De hecho, el sesgo a favor de la implicación del hemisferio derecho podría estar basado en datos sobre un sector muy específico de la percepción musical, esto es, la organización de notas presentadas de un modo aislado en acordes o en melodías. Los estudios han evaluado otras dimensiones de la música parecen indicar que no existe asimetría hemisférica o implican también al hemisferio izquierdo en estas funciones (Peretz, 1990; Liégeois-Chauvel et al., 1998; Schuppert et al., 2000).

Los subsistemas implicados en el procesamiento similar han de estar separados aunque muy cercanos o parcialmente integrados, y es precisamente

esta propiedad, sumada a los procesos de plasticidad cerebral, lo que hace de la música una herramienta ideal para el trabajo de rehabilitación, habilitación y/o enseñanza del lenguaje, como se expone en el siguiente capítulo.

5. PROPUESTA TERAPÉUTICA

Toda persona que haya vivido en un mundo lingüístico diferente puede imaginar el sentimiento de aislamiento y soledad que posee el paciente afásico. La pérdida no sólo del lenguaje sino también frecuentemente de la memoria, las habilidades atencionales o la orientación espacial, crean en el paciente un sentimiento profundo de angustia e invalidez. Las dificultades para comunicarse aún con las personas más cercanas, para recorrer el camino para llegar a nuestra casa o para recordar siquiera en qué fecha nos encontramos, son motivo de incapacidad para el paciente y desesperanza para su familia.

Desde las primeras observaciones acerca de los defectos cognoscitivos y comportamentales en pacientes con daño cerebral, la posibilidad de recuperación y rehabilitación ha tenido un interés central. Es por eso que en este capítulo se presentan las aplicaciones prácticas que se le ha dado al uso de la música como método de rehabilitación a lo largo de la historia y porque es una gran herramienta en esta área.

5.1 Sistemas funcionales

Luria (1973) señaló que muchas funciones orgánicas son el producto no de un solo tejido en particular, sino más bien de la interacción entre una variedad de tejidos.

Sostenía que la organización neurológica de las funciones mentales no depende de centros neuroanatómicos para las funciones psicológicas de la mente. Las funciones mentales son producto de sistemas complejos, cuyas partes pueden estar distribuidas por todo el cerebro. Por lo tanto el lenguaje y la música se generan por redes de estructuras cerebrales distribuidas y en cada estructura contribuye con un componente particular a la dinámica del sistema en su totalidad. Una perturbación en cualquiera de los componentes causa disfunción en todo el sistema funcional, pero de maneras diferentes dependiendo de cual parte del sistema haya sido dañada.

Luria describe tres unidades cerebrales importantes que intervienen en cualquier forma de actividad superior. Una unidad está relacionada con la

regulación, actividad y modulación de los impulsos nerviosos; la segunda obtiene, procesa y almacena información del mundo circundante; y la tercera unidad está relacionada fundamentalmente con la programación y verificación de las operaciones cognitivas. Cada una de estas unidades de funcionamiento comprende varias áreas corticales que en su conjunto constituyen un sistema neuropsicológico.

La hipótesis inicial del trabajo de Luria consiste en la suposición de que en una lesión focal dada, que conlleva de modo inmediato la desaparición de uno u otro factor, todos los sistemas funcionales que incluyen en su estructura este factor quedan afectados, a la vez que todos los sistemas funcionales que no incluyen este factor perturbado se conservan inalterados.

- **3 bloques del cerebro como sistemas complejos.**

EL PRIMERO: incluye los sistemas de las partes superiores del tronco del encéfalo y del sistema reticular y las formaciones de archórtex (medial y basal) y permite el mantenimiento de una determinada tensión (tono) necesaria para el normal funcionamiento de las partes superiores del córtex cerebral.

EL SEGUNDO: (del que forman parte las áreas posteriores de los dos hemisferios, el córtex parietal, temporal y occipital) es un complejísimo sistema que proporciona la recepción, análisis y almacenaje de la información que llega a través de los aparatos táctiles, auditivos y visuales.

TERCER BLOQUE: (que ocupa la parte anterior de los hemisferios, en primer lugar los lóbulos frontales del cerebro) es un aparato que proporciona la programación de los movimientos y de los actos, la coordinación de los procesos activos y la comparación del efecto de las acciones con las intenciones iniciales (verificación).

Todos estos bloques participan en la actividad psíquica del hombre y en la regulación de su conducta.

-

- **Modelos de Procesos**

El modelo de Luria (1947; 1973) es uno de los modelos neurolingüísticos más extensos caracterizado por cuatro rasgos:

1. El modelo abarca todos los usos del lenguaje, es decir: comprensión, expresión, lectoescritura, denominación y repetición.
2. Es totalmente modular. Además las diferentes actividades lingüísticas comparten estos subcomponentes, debido a ello es que la alteración de un subcomponente produce un trastorno en más de una actividad lingüística.
3. Los subcomponentes que sostiene las actividades lingüísticas se localizan en distintas áreas del cerebro. Debido a lo anterior es que cada localización neuropsicológica es producto de la actividad coordinada de varios centros cerebrales.
4. En la mayoría de los casos cada función lingüística se relaciona con una actividad no lingüística ejecutada por la misma área cerebral.

Esta concepción de la organización vertical de las estructuras cerebrales señala que, a pesar de que la corteza cerebral es fundamental para el pensamiento abstracto, todo el sistema nervioso central contribuye a él de alguna forma particular.

- **El enfoque de sistemas aplicados a la organización cerebral**

Actualmente, la organización funcional cerebral se concibe en términos de sistemas. En esta aproximación se integran los conceptos del síndrome de desconexión y el sistema funcional.

El cerebro se considera como un sistema de comunicación que incorpora múltiples canales de transmisión de información, que conducen desde y hacia puntos de decisión. Una limitación en la función, como es la abolición o el impedimento para tomar una decisión en particular, puede resultar de un

daño en el punto de decisión y/o de una interrupción de la entrada o salida de ese punto.

Mientras que el daño en cualquier parte del sistema producirá un cambio en la función en la que este sistema participa, la naturaleza del cambio depende de la parte del sistema particular que es dañado o el conjunto de conexiones que han sido alteradas, ya que cada parte contribuye al todo con algo específico.

5.2 Recuperación y Rehabilitación

En el siglo XVI aparecen ya algunos reportes de recuperación espontánea en pacientes con daño cerebral. Sin embargo, sólo durante y después de la Primera Guerra Mundial se organizan en algunos hospitales, especialmente en Alemania, secciones dedicadas específicamente a la rehabilitación del lenguaje en pacientes con patologías cerebrales. Head, Franz, Goldstein y Nielsen son sólo algunos de los investigadores que intentaron en esta época abordar el problema de la rehabilitación. Sin embargo, sólo durante la Segunda Guerra Mundial la rehabilitación comenzó a ocupar un lugar central.

Durante las décadas posteriores a la Segunda Guerra Mundial, el interés hacia la rehabilitación de las funciones alteradas luego de una patología cerebral se ha incrementado notoriamente. Esto es particularmente cierto con respecto a la rehabilitación del lenguaje.

5.2.1 Recuperación espontánea.

Algún nivel de recuperación espontánea se presenta en todos los pacientes con lesiones cerebrales. Más aún, como claramente lo señalaron Weisenberg y McBride (1935), muchos pacientes organizan y adelantan por sí mismos sus propios programas de entrenamiento. Además, todos vivimos en un mundo en el cual es necesario recurrir permanentemente a determinadas habilidades lingüísticas y necesariamente existe algún tipo de reentrenamiento permanente. Sin embargo, una proporción importante de la recuperación espontánea es también el resultado de los procesos neurofisiológicos

subyacentes que se llevan a cabo en el cerebro luego de alguna condición patológica.

La recuperación inicial puede interpretarse como un resultado de los cambios neurofisiológicos que ocurren luego del daño cerebral. Aunque la recuperación puede mantenerse durante varios meses más, su cantidad es limitada. Sin embargo, el desarrollo de estrategias por parte del paciente mismo y la exposición a una práctica permanente podrían dar cuenta de una proporción importante de la recuperación espontánea tardía.

Se han distinguido dos estadios diferentes durante la recuperación luego de algún tipo de daño cerebral (Kertesz, 1988):

1. Etapa 1 (recuperación temprana): Luego de cualquier patología del cerebro, suceden una serie de procesos neurofisiológicos que podrían explicar la rápida recuperación que inicialmente se observa. Tales procesos incluyen la disminución del edema, la desaparición de las posibles hemorragias y la disminución del efecto de diasquisis.
2. Etapa 2 (recuperación tardía): Se supone que existen dos factores responsables por la recuperación observada en una etapa tardía: reaprendizaje del lenguaje, y reorganización del lenguaje en el cerebro. La recuperación temprana se inicia inmediatamente después de la patología cerebral. La recuperación a largo término que puede tomar lapsos de meses y aún años, representa el segundo estadio. Esta es el resultado teóricamente de alguna reorganización de las funciones perdidas, la participación aumentada de otras áreas cerebrales y el efecto acumulativo del reaprendizaje.

Cuando nos referimos a la rehabilitación, la primera pregunta que surge es por qué se produce. El daño permanece después del accidente, pero el paciente puede, al menos parcialmente, recuperar sus habilidades perdidas.

Se ha llegado a acumular una gran evidencia en el sentido de que el hemisferio contralateral puede desempeñar en circunstancias especiales un papel que previamente no poseía en el lenguaje. Esta idea ha sido propuesta desde Wernicke (1874). Otra razón es que se valen de los aspectos que permanecen conservados para lograr un mismo objetivo, pero siguiendo un camino distinto para llegar a la misma meta. A esto se le llama reorganización del sistema funcional.

Estudios con imágenes funcionales cerebrales apoyan igualmente la participación de áreas contralaterales en la recuperación de las afasias (Vg. Leger, 2002). En general, se considera que la participación del hemisferio contralateral en la recuperación de funciones representa un mecanismo suficientemente bien establecido. Algunos autores, particularmente Luria (1973, 1980), han enfatizado la reorganización funcional como mecanismo de recuperación. Reorganización funcional se refiere al desarrollo de nuevas estrategias para compensar los defectos debidos al daño cerebral. Las funciones no alteradas pueden utilizarse como base para compensar los defectos existentes (Luria, 1966; Tsvetkova, 1973); es decir, se logra el mismo objetivo siguiendo un procedimiento diferente.

Las terapias para la rehabilitación del lenguaje se basan en gran medida en este principio: se analiza el repertorio de habilidades cognoscitivo-conductuales que se encuentran conservadas en el paciente, luego el terapeuta se basa de tales habilidades para suplir el déficit existente.

5.3 Antecedentes

Existen hoy en día toda una serie de procedimientos alternos para la rehabilitación de pacientes afásicos. Una forma específica de terapia puede ser aconsejable (pero no imperativa) para un tipo específico de trastorno del lenguaje.

Se han intentado desarrollar tipos específicos de terapias para algunos trastornos afásicos particulares, como es el caso de la Terapia Melódica Entonacional, especialmente apropiada para pacientes con afasia de Broca.

También se ha probado con tratamientos de tipo farmacológico.

Según Luria (1948, 1963) los procesos cognoscitivos alterados puede restaurarse utilizando dos estrategias: reentrenamiento (reaprendizaje) y técnicas compensatorias (reorganización del sistema funcional).

La rehabilitación del lenguaje tiene las siguientes metas:

1. Mantener al paciente verbalmente activo.
2. Re-aprender el lenguaje.
3. Suministrar estrategias para mejorar el lenguaje.
4. Enseñar a la familia a comunicarse con el paciente.
5. Dar apoyo psicológico al paciente.

En la antigua Grecia, la música también era interpretada como una fuerza que influenciaba el pensamiento, las emociones, y la salud física. En el 600 A.C., en Esparta, Thales fue acreditado de curar una plaga con poderes musicales.

En el siglo XVIII aparecen los primeros artículos sobre los efectos de la música en diferentes enfermedades. En la revista *Columbia Magazine* de 1789, en el artículo *Music Physically Considered*, un autor anónimo dió a conocer el efecto que tenía la música en la mente humana. Más tarde, en 1796, el artículo *Remarkable Cure of a Fever by Music*, escrito por un autor anónimo, describía la historia de un profesor de música que tuvo fiebre alta por semanas y un concierto de música diario fue la receta que curó su enfermedad.

Estas antiguas interpretaciones de los efectos terapéuticos de la música tienen un sentido un tanto anecdótico. Hoy en día, investigaciones cualitativas y cuantitativas publicadas por la Asociación de Musicoterapia Americana (AMTA) se realizan en Estados Unidos con el fin de explicar los diferentes efectos que tiene la música en pacientes de diferentes edades.

AMTA define musicoterapia como: "el uso controlado de la música con el objeto de restaurar, mantener e incrementar la salud mental o física. Es la aplicación sistemática de la música, dirigida por un musicoterapeuta en un ambiente terapéutico, con el objeto de lograr cambios de conducta. Estos cambios ayudarán al individuo que participa de esta terapia a tener un mejor entendimiento de sí mismo y del mundo que lo rodea, pudiendo adaptarse mejor a la sociedad. Como miembro de un grupo de profesionales, el musicoterapeuta participa en el análisis de los problemas del individuo y en la proyección de un tratamiento general antes de hacer cualquier actividad musical. Las evaluaciones periódicas determinarán la efectividad de las técnicas utilizadas".

Muchos estudios se han realizado acerca de los efectos del daño cerebral en los comportamientos musicales de los seres humanos. Muchos de ellos comparan amusia y afasia.

Numerosos estudios que comparan afasia con amusia, muestran diferentes patrones de presentación, amusia sin afasia, afasia sin amusia y afasia con amusia. Estos estudios demuestran que el sustrato neuronal para el aprendizaje o expresión musical se encuentra en la proximidad del área verbal del lenguaje, pero en sitios diferentes de ellos. También afirman que existirían evidencias para la existencia de una "especificidad funcional para habilidades musicales".

Algunas publicaciones recientes sobre los efectos que tiene la estimulación rítmica en enfermos con traumatismo de cráneo describen los efectos terapéuticos de una de las cualidades más importantes y utilizadas en la musicoterapia, el ritmo.

Los artículos mencionan como el uso controlado del ritmo ayuda a pacientes con traumatismo de cráneo y trastornos persistentes de la marcha, a controlar y mejorar su ritmo natural de caminar. El propósito de estos estudios fue examinar el uso de la estimulación rítmica auditoria (ERA) en la mejoría de la marcha de pacientes con traumatismo de cráneo, quienes ya no presentan progreso con la terapia de rehabilitación física convencional. Un importante

factor para poder tener movimientos coordinados es tener primero un buen sentido rítmico. La facilitación de estímulos rítmicos para ayudar a la regularidad del tiempo en movimientos de la marcha puede ayudar a desarrollar velocidad, cadencia y simetría, como ya ha sido demostrado en trastornos de la marcha en pacientes con enfermedad cerebro vascular (Thaut, Rice, 1997) y con Parkinson (Thaut 1993). Resultados de investigaciones en pacientes con traumatismo craneo encefálico han demostrado que pueden sincronizar su patrón del caminar con el uso de la estimulación rítmica auditiva. Los incrementos a través del tiempo se ven en velocidad, cadencia y longitud del paso, aún cuando el paciente no está teniendo progreso en la terapia física tradicional. Los resultados de este estudio son especialmente importantes ya que fueron logrados por pacientes que estaban pasados de la fase inicial de los tres meses de recuperación neurológica espontánea, donde ocurren los beneficios más significativos de la terapia física.

Los métodos más famosos que asocian el entrenamiento rítmico y el lenguaje son:

- **Terapias del control del ritmo y temporización**

Una de las más antiguas y universales formas de tratamiento usada para conseguir que los tartamudos se vuelvan fluidos es aquella que se basa en la regulación o alteración del ritmo del habla. Existen una enorme cantidad de estos métodos y recientemente, después de dos o tres décadas en las que había caído totalmente en desuso, están siendo retomadas.

Los métodos de control del ritmo, regulación del tempo y beat en el tiempo siempre se han basado en algunos hechos importantes (Van Riper, 1973): la mayoría de los tartamudos (no todos) se vuelven completamente fluidos tan pronto como comienzan a hablar con una marcha medida sílaba a sílaba; otros tantos después de haber mostrado tartamudeo en las palabras de una canción, pueden cantar esas mismas palabras sin rastro de tartamudez; también presentan la habilidad de hablar de manera fluida al hacerlo acompañados de otro hablante.

- ***Método Kodály***

Entre los métodos pedagógicos de la educación musical, el método Kodály (Jiménez, González y Ferreres, 1989) es uno de los más completos, ya que abarca la educación vocal más altos en el campo profesional. Por otra parte tiene una sólida estructura y una acertada secuenciación basada en criterios científicos que tienen en cuenta el desarrollo psico-evolutivo.

Con la colaboración de Béla Bartók se logró comprender cómo el patrimonio de la música popular tiene un importante papel en el aprendizaje de la música en los niños/as pues aprenden música con temas y fragmentos sonoros, escuchados desde el momento de su nacimiento, que son cantados o tocados por sus padres o por las personas de su entorno, por medio un proceso similar al de la adquisición del lenguaje.

Zoltan Kodály propone un método de enseñanza musical combinando claves lingüísticas, visuales y motrices que son asociadas entre ellas permitiendo un aprendizaje simultáneo integral de los elementos musicales, reforzando este aprendizaje con la música popular, que usa claves rítmicas y tonales comunes en la lengua materna.

- ***Método Dalcroze***

Émile-Jacques Dalcroze, pedagogo y compositor suizo, se oponía a la ejercitación mecánica del aprendizaje de la música por lo que ideó una serie de actividades para la educación del oído y para el desarrollo de la percepción del ritmo a través del movimiento Jiménez, González y Ferreres (1989). Con este propósito hacía marcar el compás con los brazos y dar pasos de acuerdo con el valor de las notas, mientras él improvisaba en el piano. Llegó a la siguiente conclusión: el cuerpo humano por su capacidad para el movimiento rítmico, traduce el ritmo en movimiento y de esta manera puede identificarse con los sonidos musicales y experimentarlos intrínsecamente. Dalcroze consiguió que sus alumnos realizaran los acentos, pausas, aceleraciones, crescendo, contrastes rítmicos, etc. Al principio se improvisaba, para luego pasar al análisis teórico.

En el método Dalcroze la rítmica es una disciplina muscular. El niño que ha sido formado en ella, es capaz de realizar la organización rítmica de cualquier fragmento musical. No se trata de “gimnasia rítmica” sino de una formación musical de base que permita la adquisición de todos los elementos de la música. Pretende, igualmente, la percepción del sentido auditivo y la posterior expresión corporal de lo percibido (el ritmo de cualquier canción escuchada es traducido por su cuerpo instintivamente en gestos y movimientos).

Aunque la metodología Dalcroze está estructurada para los diferentes niveles educativos, se centra más en la educación infantil.

Los principios básicos del método son: todo ritmo es movimiento; todo movimiento es material; todo movimiento tiene necesidad de espacio y tiempo; los movimientos de los niños son físicos e inconscientes; la experiencia física es la que forma la conciencia; y la regulación de los movimientos desarrolla la mentalidad rítmica.

Según estos principios, las características básicas de este método son:

1. La rítmica Dalcroze se basa en la improvisación. Los niños caminan libremente y entonces comienza el piano a tocar una marcha suave y lenta, sin advertirles nada, los alumnos adaptan poco a poco su marcha al compás de la música. Así va introduciendo los valores de las notas (las figuras):

-Las negras para marchar

-Las corcheas para correr

-La corchea con puntillo y semicorchea para saltar

2. Se desarrollan ejercicios apropiados para la orientación espacial. Como por ejemplo, marchas en círculo hacia derecha e izquierda levantando y bajando los brazos a la voz de “hop”.

3. Se desarrollan ejercicios apropiados para hacer sentir los matices. Ejemplo: el profesor toca una música suave y los niños andan de puntillas

(siempre en círculos), y cuando la música es fuerte y marcada, marchan marcando fuertemente el paso.

4. Se desarrollarán movimientos expresivos para la interpretación y el carácter de la obra musical.

5. El silencio se hará sentir relacionándolo con la interrupción de las marchas con ausencia de sonido.

Para vencer las dificultades que ofrecía la respuesta corporal creó una serie de ejercicios de aflojamiento y de independencia para las extremidades, el tronco y la cabeza a fin de que sus alumnos pudieran moverse con toda libertad. También creó una serie de ejercicios de desinhibición, concentración y espontaneidad, que les permitían reaccionar inmediatamente a una señal musical dada.

El principal objetivo era que este método fuera utilizado en los jardines de infancia y en las escuelas elementales de música, además fue aprobado por médicos y psicólogos. Fue aplicado también para niños neuróticos y débiles mentales.

- ***Hipótesis OPERA***

La evidencia creciente sugiere que la formación musical beneficia la codificación neural de expresión. El trabajo de Patel (2011) ofrece una hipótesis especificando por qué se producen tales beneficios. La hipótesis "OPERA" propone que dichos beneficios son impulsados por la plasticidad adaptativa en redes de procesamiento de habla, y que esta plasticidad se produce cuando se cumplen cinco condiciones. Estas son: (1) **S**uperposición (**O**verlap): la cual es anatómica en las redes cerebrales que procesan una característica acústica utilizada tanto en música como en el habla (por ejemplo, la periodicidad de onda, de amplitud); (2) **P**recisión: la música demanda más espacio en estas redes compartidas que el lenguaje, en términos de la precisión de procesamiento; (3) **E**moción: las actividades musicales que ocupa esta red provoca emociones positivas; (4) **R**epetición: las actividades musicales que se

utilizan se repiten con frecuencia; y (5) **A**ctividades: musicales asociadas con la atención focalizada.

Conforme a la hipótesis de OPERA, cuando se cumplen estas condiciones la plasticidad acciona las redes involucradas para que funcionen con mayor precisión que la necesaria para la comunicación oral ordinaria.

Aunque el habla comparte estas redes con la música, el procesamiento del habla se beneficia.

La hipótesis OPERA se usa para dar cuenta de la codificación superior subcortical de expresión en individuos entrenados musicalmente y sugerir mecanismos por los cuales el entrenamiento musical podría mejorar las habilidades lingüísticas del habla y la lectura.

5.4 Modelo terapéutico

Dado que se considera que el lenguaje funciona por una interconexión de diferentes procesos cuando existe un trastorno del lenguaje (afasia) tras una lesión cerebral, existe la posibilidad de que el cerebro reorganice sus funciones.

Cuando conversamos integramos tareas básicas que crean los cimientos para las funciones complejas del cerebro que nos permite ejecutar tareas como la lectura y la escritura.

Estas tareas sencillas pueden ser ejecutadas a un nivel consciente, teniendo necesariamente que poner atención para realizarlas lo que genera conductas lentas e inexactas o que pueden realizarse en forma automática, sin tener que pensarlas, lo cual genera rapidez en la ejecución.

Por ejemplo, si se camina muy despacio se pierde el balance y si se habla muy despacio se pierde el hilo del pensamiento.

Utilizando tareas múltiples de tres sistemas bilaterales (balance, audición y visión) para encarrillarlas dentro de un tiempo y un ritmo se enlazan las habilidades de coordinación entre los procesos motores auditivos que generan

el habla, con los procesos motores visuales que generan la coordinación de la mano con la vista, con las tareas vestibulares de calibración con la gravedad que nos dan la conciencia de la distancia y el tiempo; generando precisión y exactitud en la conducta implementando un programa de estimulación neurológica que tiene como finalidad esencial organizar o re-organizar el funcionamiento de los procesos neuropsicológicos de una persona creando una integración rítmica entre: visión, audición, balance y movimiento.

El objetivo de este programa terapéutico requiere que las personas se pongan en movimiento, escuchen y organicen patrones del lenguaje a la vez. Los movimientos son rítmicos e incluyen patrones traslacionales y rotacionales haciendo uso de instrumentos complementarios (como pelotas, varas de madera, percusiones, cintas, etc.)

Las metas de un programa terapéutico con estas características es el establecimiento de una relación consciente entre mente y cuerpo para ejercer control durante la actividad musical y del habla, abarcando el ejercicio de diferentes aspectos:

- Relajación.
- Control de la energía muscular.
- Acentuación métrica (regular e irregular).
- Memorización rítmico – motriz.
- Inhibición del movimiento y reacciones rápidas.
- Disociación entre los diferentes miembros del cuerpo.
- Audición interior.
- Improvisación.
- Equilibrio corporal.
- Fraseo (a partir del "discurso corporal" y la respiración).

- Concertación.
- Velocidad.
- Polirritmias (entre distintos miembros del cuerpo).
- Expresión.

El logro de estos aspectos llevarán a una mejora en la relación tiempo - espacio – energía, generando beneficios en las siguientes áreas:

- Regularizar las reacciones nerviosas.
- Desarrollar reflejos.
- Establecer automatismos temporales.
- Luchar contra las inhibiciones.
- Reforzar dinamismos.
- Establecer la claridad en las armonías de las corrientes nerviosas y de los registros nerviosos cerebrales.

A través de la disciplina rítmica es posible lograr no solo la organización rítmica de piezas musicales sino también de frases habladas.

5.5 Conclusiones del capítulo.

Teniendo en cuenta que la música es un proceso de más fácil manejo que el lenguaje en niños y no músicos, los datos descritos subrayan el beneficio de la inclusión de los métodos de educación musical dirigida al procesamiento temporal como parte de las terapias de rehabilitación en el lenguaje y como complemento en la práctica educativa general.

CONSIDERACIONES

Para fines del presente trabajo documental se realizó una revisión de numerosos artículos de investigación centrados en el ritmo; específicamente la manera en que el ritmo es procesado y expresado en la música y en el lenguaje, pero la literatura que muestra que el cerebro humano es muy sensible a los estímulos musicales y la estrecha relación que existe entre estos estímulos y el procesamiento del lenguaje y otras habilidades humanas, es muy basta. A continuación expongo algunas líneas de investigación relacionadas con este trabajo y que abren las puertas a nuevas propuestas.

Escuchando piezas musicales concretas en diferentes idiomas se generan una serie de respuestas neuronales que se producen por encima de los mecanismos implicados en la integración de los parámetros musicales en una experiencia perceptiva coherente. Por lo tanto, existe una distinción entre el procesamiento cognitivo de patrones musicales (Lerdahl y Jackendoff, 1983) y la activación de lo que se refiere a las respuestas del cerebro como extra-musicales que son inducidos por tales patrones. Estas respuestas son numerosas e incluyen cambios en la química del cerebro, mejora la función inmune, respuestas de estrés y un mejor alcance a estructuras corticales. Por otra parte, escuchar música activa sustratos típicamente asociados con el procesamiento (no musical) de modalidades cognitivas, tales como el lenguaje (Maess et al., 2001) y la visión y la función motora (Bodner et al., 2001). La existencia de diversas respuestas extra musicales sugiere que el cerebro es especialmente atento a los estímulos auditivos con contenido rítmico. De acuerdo con el enfoque actual, estas respuestas se explican por la visualización del cerebro como un sistema dinámico que opera de acuerdo con principios basados en el ritmo. El ritmo es la fuerza motriz de la mayoría de géneros musicales y es por lo tanto la clave para entender la relación entre la estructura musical y los procesos neuronales.

Dada la importancia del ritmo en muchos aspectos cognitivos y el procesamiento motor, es razonable suponer que los principios rítmicos pueden regir las propiedades de la dinámica de la función cerebral. Cariani (1994) ha propuesto tres tipos de sistemas basados en tiempo para la codificación de la

información sensorial: (1) los códigos de canal base; (2) los códigos de tiempo de la llegada; (3) los códigos del patrón temporal. Los códigos de canal transmiten información sensorial por medio de los patrones de activación neuronal a través de la etiqueta 'canales de línea'. Las propiedades de estímulo se codifican en términos de diferencias en la frecuencia 'promedio de picos'. Los códigos de tiempo de llegada transmiten información a través del tiempo relativo de los picos en los diferentes canales y son relevantes para los procesos de participación de la sincronización de los nervios. Los códigos del patrón temporal representan la información a través de estructuras temporales que se incrustan en los patrones recurrentes de picos en un canal determinado.

Identificar las características estructurales de un código neural es de primordial importancia porque proporcionaría una estructura de nivel intermedio capaz de vincular las funciones cognitivas de los mecanismos nerviosos de bajo nivel. Mauro (2000) propone que este código se configure de acuerdo a los principios temporales de las propiedades rítmicas exhibido en la mayoría de los estilos de música. En particular, tres fenómenos neuronales en función del tiempo (frecuencia, sincronía y patrón temporal) correspondiendo a tres ingredientes esenciales del ritmo musical (ritmo, metro y fraseo). Destacando el importante papel de secuencias rítmicas en el desarrollo cognitivo, la revisión neurocientífica expone resultados que describen las propiedades rítmicas de conocidos mecanismos neuronales, e introducen un modelo basado en el ritmo de el código neural del lenguaje.

El ritmo es importante para el desarrollo del lenguaje: ayuda a procesos cognitivos (por ejemplo, la memoria) y es esencial para la percepción y acción musical. Muchos aspectos de la comunicación son de naturaleza rítmica. En la comunicación cara a cara, el habla, el gesto y el movimiento del cuerpo se sincronizan entre sí. Del mismo modo, la capacidad para procesar patrones rítmicos no verbales es paralela a la del desarrollo de la comprensión verbal en los niños. La rítmica y rimas son estrategias de agrupamiento que han sido utilizados para facilitar la adquisición de tablas matemáticas y mejoran la memoria. La naturaleza rítmica de la cognición y la acción es, probablemente, más evidente en la interpretación musical. La reproducción de música implica la

coordinación de múltiples modalidades sensoriales con la sincronización del ritmo de las extremidades.

En el pasado, los lingüistas han definido categorías rítmicas tomando como base sus impresiones auditivas de las lenguas. Sin embargo, investigadores de otras áreas han tratado de identificar los factores fonológicos y acústicos relacionados en estas clases. El reciente éxito en la búsqueda de correlaciones duracionales en el ritmo en diferentes lenguas es un testimonio de la intuición de los lingüistas en sus juicios rítmico-auditivos. Aunque también es evidente que el sistema de clasificación al que han llegado tiene sus deficiencias. Por ejemplo, algunos idiomas se extienden en diferentes categorías (como el de Polonia y el catalán, véase más arriba), y algunos otros no encajan en ninguna de las categorías existentes (Grabe y Low, 2002). Así, este sistema se está resquebrajando y la necesidad de una nueva clasificación de ritmo para la lengua aparece. Una clasificación que tome como base un conjunto de datos de la percepción que proporciona las similitudes y diferencias rítmicas entre las lenguas. Estos datos permitirán a construir un mapa perceptual de los ritmos del lenguaje y determinar en qué medida los ritmos de las lenguas humanas se dividen en distintos grupos. También ayudará a sugerir nuevos caminos para la investigación sobre las bases acústicas del ritmo del habla.

A partir de esta observación es importante preguntar si la experiencia con la lengua materna influye en cómo se organizan los patrones rítmicos en segmentos no lingüísticos.

Aunque la historia de la investigación del lenguaje del ritmo está estrechamente ligada a nociones de la periodicidad (por ejemplo, la isocronía de los acentos o sílabas), la evidencia sugiere que en el caso de la periodicidad en el discurso es muy débil. Así, los avances en el estudio del ritmo del habla requieren separar conceptualmente "ritmo" y "periodicidad". El discurso en el sentido de la sistemática lleva al ritmo en patrones temporales, de acentuación, y agrupación de sonido, y las lenguas pueden ser similares o diferentes en cuanto a estos patrones. Sin embargo, los ritmos del lenguaje no se basan en la aparición periódica de cualquier unidad lingüística. En su lugar, el patrón es en gran medida un subproducto de los fenómenos

fonológicos como la estructura de las sílabas, la reducción de las vocales, el lugar de prominencia léxica, evitar el choque de acentos y el fraseo prosódico de las oraciones. Estos fenómenos dan lugar a diferencias en la forma en que los enunciados se organizan en el tiempo. La idea de que el ritmo en el lenguaje es principalmente consecuencia y no construcción se encuentra en agudo contraste con el ritmo de la música, en los que los patrones de tiempo y el acento son un foco de diseño consciente.

Otra diferencia entre ritmo en el habla y la música se relaciona con la falta de un marco periódico para el ritmo del habla: el ritmo del habla no transmite sensación de movimiento a un oyente. ¿Estas diferencias significan que el ritmo en el lenguaje y la música no pueden compararse? Por supuesto que no. La comparación empírica es posible y puede ser muy provechosa.

En los estudios de varios dominios de ritmo, es importante tener en cuenta que existe un renovado interés en los estudios empíricos de producción y la percepción del ritmo en el habla (Ramus et al., 1999; Ramus y Mehler, 1999; Low et al., 2000; Grabe y Low, 2002; Lee y Todd, 2004; White y Mattys, 2007), y que aún hay mucho que hacer en esta área. Por ejemplo, hay la necesidad de más datos empíricos sobre los juicios de los oyentes de la forma nativa de sonido en comparación con las manifestaciones de oradores extranjeros, desde el punto de vista del ritmo.

También hay una necesidad de estudios que midan patrones temporales en múltiples niveles lingüísticos y que cuantifiquen las relaciones entre los niveles. Puede ser que las dimensiones importantes de percepción del ritmo del habla sean relacionales, tales como tener un alto grado de contraste entre sílabas adyacentes y la duración entre los intervalos entre acentos. Esta es un área en la que la colaboración entre los lingüistas e investigadores de la música sería especialmente útil.

CONCLUSIÓN

La neuropsicología y la neuroimagen funcional nos aportan amplia evidencia experimental sobre aquellos sistemas cerebrales específicos o compartidos por lenguaje y música. Diversos autores han abordado esta temática desde el estudio de la plasticidad cerebral observada tras el entrenamiento en habilidades musicales. El resultado ha sido sorprendente. Si durante muchos años imperó en el campo de la neurociencia cognitiva una perspectiva basada en la tradicional organización dicotómica del cerebro, “hemisferio derecho musical vs hemisferio izquierdo lingüístico”, dicha perspectiva fue conceptualizada hace más de tres décadas cuando Bever y Chiarello (1974) mostraron la influencia de la educación y el entrenamiento musical sobre la lateralización cerebral, supuestamente rígida de dichas funciones. Estos autores demostraron que en profesionales de la música, el entrenamiento específico de las habilidades propias de su profesión había generado una preponderancia funcional del hemisferio izquierdo, frente a una visible preponderancia del hemisferio derecho en aquellas personas que no habían sido especialmente entrenadas en la música. Es decir, los músicos abordan la música con estrategias de procesamiento y estructuras cerebrales propias del lenguaje.

El debate científico inicial sobre la especialización hemisférica dio paso a un planteamiento basado en las diferencias morfológicas y en las asimetrías cerebrales de diversas funciones implicadas en el procesamiento auditivo y asociadas a la eficiencia o incapacidad en la ejecución musical y/o lingüística. Consistentes con los estudios de neuroimagen y con los desarrollos de pacientes con daño cerebral, los trabajos enfocados hacia la plasticidad cerebral como consecuencia del entrenamiento de la música y basados en las diferencias individuales que emergen en las habilidades musicales de sujetos sometidos a idénticos programas de entrenamiento de la música, han sugerido que dichas diferencias, innatas o adquiridas por entrenamiento, reflejan la existencia de diferentes tipos de estrategias de procesamiento neurocognitivo. Dichas estrategias estarían basadas, bien en el hemisferio izquierdo y asociadas a una capacidad para el procesamiento rápido con alta resolución

temporal, o bien en el hemisferio derecho y asociadas a un procesamiento más integral, con evaluación global de sonidos (Altermuller et al., 2000).

Los datos funcionales se complementan con numerosos datos de plasticidad morfológica en el cerebro que explican los efectos del entrenamiento musical sobre la optimización de las capacidades lingüísticas o cognitivas más genéricas. Así, en diversos estudios de plasticidad se constatan diferencias morfológicas en el cerebro entrenado, no solo en regiones asociadas específicamente a música o lenguaje, sino en sistemas indirectamente relacionados, tales como sistema motor o el córtex prefrontal.

Los estudios de plasticidad en respuesta al entrenamiento específico de la música abren las posibilidades de que las habilidades adquiridas y los cambios cerebrales emergentes en redes específicas tras dicho entrenamiento supongan una ventaja cognitiva general que sobrepase el propio proceso de la música y que puede ser aplicable a otros procesos relacionados tales como el lenguaje o el procesamiento espacial (Altermuller et al., 2000).

El mensaje fundamental de esta investigación se puede resumir en:

1. Los sistemas cognitivos y neurales de la música y el lenguaje están estrechamente relacionados.
2. Comparar música y lenguaje proporciona una manera de estudiar los mecanismos que la mente utiliza para dar sentido al sonido.
3. Conociendo algunos de los mecanismos que la música y el lenguaje comparten, es posible generar herramientas que apoyen el desarrollo y/o rehabilitación de estas habilidades.

Este trabajo expone que la música y el lenguaje deben ser vistos como grupos de subprocesos, algunos de los cuales son compartidos, y otros no. En muchos casos, los enlaces no son evidentes a primera vista. Sin embargo, están ahí, y ellos son más profundos de lo que generalmente se cree.

Al explorar esta red de relaciones, con la debida atención a las similitudes y las diferencias, se amplía la comprensión de cómo funciona

estos procesos cognitivos, las relaciones existentes entre la música y el lenguaje y su procesamiento rítmico. Con ello fue posible dar soporte teórico a una de las aplicaciones, más sorprendentes y positivas derivadas de la plasticidad cerebral asociada al entrenamiento musical, centrándola en la rehabilitación de problemas del lenguaje desde el entrenamiento en las habilidades básicas asociadas a la música.

REFERENCIAS

- Alexander, M.P., Benson, D.F., & Stuss, D.T.;. (1998). Frontal lobes and language. *Brain and Language*, 37, 656–691.
- Amunts, K., Schlaug, G., Jäncke, L. Steinmetz, H., Schleicher, A. y Zilles, K. (1997). Motor cortex and hand motor skills: Structural compliance in the human brain. *Human Brain Mapping*, 5, 206-215.
- Andrews, M. W., & Dowling, W. J. (1991). The development of perception of interleaved melodies and control of auditory attention. . *Music Perception*, 8, 349–368.
- Arom, S., Leothaud, G., Voisin, F. (1997). Experimental ethnomusicology: An interactive approach to the study of musical scales. *Perception and Cognition of Music Hove, UK: Psychology Press.*, 3-30.
- Arvaniti, A. (1994). Acoustic features of Greek rhythmic structure. *Journal of Phonetics*, 22:239-268.
- Ashley, R. (2002). Do[n't] change a hair for me: The art of jazz rubato. *Music Perception*, 19:311-332.
- Barry, W. J., Andreeva, B., Russo, M., Dimitrova, S., & Kostadinova, T. (2003). Do rhythm measures tell us anything about language type? *15th International Congress of Phonetic Sciences*, (págs. 2693-2696). Barcelona.
- Baum, S. and M. Pell . (1997). Production of affective and linguistic prosody by brain damaged patients. *Aphasiology* 11, 177-198.
- Belin,E., Zibobicius, M., Crozier,S., Thivard, I., Fontaine,A., Masure, M.C. y Samson, Y. (1998). Lateralization of speech and auditory temporal processing. *Journal of cognitive Neuroscience*, 10, 536-540.
- Berinstein, A. (1979). A cross-linguistic study on the perception of stress. *UCLA Working Papers in Phonetics*, 47, 1-59.
- Bernstein, L. (1976). *The Unanswered Question*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Binder, J.R. y Rao, S.M. (1994). Human brain mapping with functional magnetic resonance imaging. *Localization and Neuroimaging in Neuropsychology*, 185-212.
- Binder, J.R., Frost,J.A., Hammeke, T.A., Rao,S.M y Cox, R.W. (1996). Function of the left planum temporal in auditory and linguistic processing. *Brain*, 119, 1239-1347.

- Bradlow, A. R., Nygaard, L. C., & Pisoni, D. B. (1999). Effects of talker, rate, and amplitude variation on recognition memory for spoken words. *Perception and Psychophysics*, 61:206-219.
- Brinner, B. (1995). *Knowing Music, Making Music: Javanese Gamelan and the Theory of Musical Competence and Interaction*. Chicago: University of Chicago Press.
- Bruce, G. (1984). Tonal and temporal interplay. *Nordic Prosodyll* (págs. 63-74). Lund, Sweden: Tapir: T. Fretheim.
- Chang, E. E., & Merzenich, M. M. (2003). Environmental noise retards auditory cortical development. *Science*, 300:498-502.
- Chang, H. W., and Trehub, S. E. (1997). Auditory processing of relational information by young infants. *J.Exp. Child Psychol.*, 24, 324–331.
- Chomsky, N., & Halle, M. (1968). *The Sound Pattern of English*. New York: Harper & Row.
- Clarke, E. F. (1987). Categorical rhythm perception: An ecological perspective. *Action and Perception in Rhythm and Music*, 19-34, Stockholm: Royal Swedish Academy of Music.
- Clarke, E. F. (1993). Imitating and evaluating real and transformed musical performances. *Music Perception*, 10:317-343.
- Cooper, G. W., & Meyer, L. B. (1960). *The Rhythmic Structure of Music*. Chicago: University of Chicago Press.
- Cooper, W. E., & Eady, S. J. (1986). Metrical phonology in speech production. *Journal of Memory and Language*, 25:369-384.
- Courchesne, E., J. Townsend, N. A. Akshoomoff, et al. (1994). Impairment in shifting attention in autistic and cerebellar patients. *Behav. Neurosci.*, 108, 848–65.
- Crosson, B. (1992). *Subcortical functions in language and memory*. New York: Guilford Press.
- Cutler, A. (1980). Syllable omission errors and isochrony. *Temporal Variables in Speech, The Hague, The Netherlands: Mouton.*, 183-190.
- Cutler, A., & Darwin, C. J. (1981). Phoneme-monitoring reaction time and preceding prosody: Effects of stop closure duration and of fundamental frequency. *Perception and Psychophysics*, 29:217-224.

- Dalla Bella, S., & Peretz, I. (2003). Congenital amusia interferes with the ability to synchronize with music. . *Annals of the New York Academy of Sciences*, 999:166-169.
- Dalla Bella, S., Palmer, C., & Jungers, M. (2003). Are musicians different speakers than nonmusicians? *Meeting of the Society for Music Perception and Cognition*, (pág. 34). Las Vegas, NV.
- Dasher, R., Bolinger, D. (1982). On pre-accentual lengthening. *Journal of the International Phonetic Association*, 12:58-69.
- Dauer, R. M. (1983). Stress-timing and syllable-timing reanalyzed. *Journal of Phonetics*, 11:51-62.
- Dauer, R. M. (1983). Stress-timing and syllable-timing reanalyzed. *Journal of Phonetics*, 11:51-62.
- Dauer, R. M. (1987). Phonetic and phonological components of language rhythm. *11th International Congress of Phonetic Sciences*. Tallinn: 5:447-450.
- Dehaene-Lambertz, G., Dehaene, S y Hertz-Pannier, L. (2002). Functional neuroimaging of speech perception in infants. *Science*, 2013-2015.
- Delattre, P. (1963). Comparing the prosodic features of English, German, Spanish and French. *International Review of Applied Linguistics*, 1:193-210.
- Delattre, P. (1966). A comparison of syllable length conditioning among languages. *International Review of Applied Linguistics*, 4:183-198.
- Demany, L., McKenzie, B., & Vurpillot, E. (1977). Rhythm perception in early infancy. *Nature*, 266:718-719.
- Dowling, W. J. (1973). Rhythmic groups and subjective chunks in memory for melodies. *Perception and Psychophysics*, 14:37-40.
- Dowling, W. J., & Bartlett, J. C. (1981). The importance of interval information in longterm memory for melodies. *Psychomusicology*, 1:30-49.
- Dowling, W. J., & Harwood, D. L. (s.f.). *Music Cognition*. Orlando, FL: Academic Press.
- Dowling, W. J., Kwak, S., & Andrews, M. W. (1995). The time course of recognition of novel melodies. *Perception and Psychophysics*, 57:136-149.
- Drake, C., & Ben El Heni, J. (2003). Synchronizing with music: Intercultural differences. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 999:428-437.

- Drake, C., Baruch, C., & Jones, M. (2000). The development of rhythmic attending in auditory sequence: Attunement, reference period, focal attending. *Cognition*, 77, 251-288.
- Drake, C., Penel, A., & Bigand, E. (2000). Tapping in time with mechanically and expressively performed music. *Music Perception*, 18:1-24.
- Dronkers, N. (1996). A new brain region for speech: The insula and articulatory planning. *Nature*, 384:159-161.
- Eisler, H. (1976). Experiments on subjective duration 1868-1975: A collection of power function exponents. *Psychological Bulletin*, 83:1154-1171.
- Emmorey, K. (2002). Language, cognition, and the brain: Insights from sign language research. *Lawrence Erlbaum and Associates: Mahwah, NJ*.
- Ferreira, F. (1991). The creation of prosody during sentence production. *Psychological Review*, 100:233-253.
- Fitch, W. T. (2000). The evolution of speech: A comparative view. *Trends in Cognitive Sciences*, 4:258-267.
- Fitch, W. T. (2006). The biology and evolution of music: A comparative perspective. *Cognition*, 100:173-215.
- Fougeron, C., & Jun, S.-A. (1998). Rate effects on French intonation: Prosodic organization and phonetic realization. *Journal of Phonetics*, 26:45-69.
- Fraisse, P. (1982). Rhythm and tempo. *The Psychology of Music*, 149-180, New York: Academic Press.
- Friederici, A. (2002). Towards a neural basis of auditory sentences processing. *Trends in Cognitive science*, 6, 78-84.
- Fries, W., & Swihart, A. A. (1990). Disturbance of rhythm sense following right hemisphere damage. *Neuropsychologia*, 28:1317-1323.
- Gabrielsson, A. (1993). The complexities of rhythm Psychology and Music: The Understanding of Melody and Rhythm. *NJ: Erlbaum*.
- Geissmann, T. (2000). Gibbon songs and human music from an evolutionary perspective. En *The Origins of Music*. Cambridge (págs. 103–123.). MA: MIT Press.
- Giles, H., Coupland, N., & Coupland, J. (1991). Contexts of Accommodation: Developments in Applied Sociolinguistics. *Cambridge, UK: Cambridge University Press*.

- Good, C.D., Johnsrude, I., Ashburner, J., Henson, R.N.A., Friston, I y Frackowiak, R.S.J. (2001). Cerebral asymmetry and the effects in sex an handedness on brain structure: a voxel-based morphometric analysis of 465 normal adult brains. *Neuroimage*, 14, 685-70.
- Grabe, E., & Low, E. L. (2002). Durational variability in speech and the rhythm class hypothesis. In C. Gussenhoven & N. Warner (Eds.), *Laboratory Phonology 7*, 515-546, Berlin, Germany: Mouton de Gruyter.
- Greenberg, S. (2006). A multi-tier framework for understanding spoken language. *Listening to Speech: An Auditory Perspective*, 411-433. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Hayes, B. (1989). The prosodic hierarchy in meter. *Phonetics and Phonology, Vol. 1: Rhythm and Meter*, 201-260. San Diego, CA: Academic Press.
- Huettel SA, Mack PB & McCarthy G. (2002). Perceiving patterns in random series: dynamic processing of sequence in prefrontal cortex. *Nature Neuroscience*. 5(5), 485-490.
- Huron, D. (2003). Is music an evolutionary adaptation? . En *The Origins of Music* (págs. 57-75). Cambridge, MA: MIT Press.
- Iversen, J. R., Repp, B. R., & Patel, A. D. (2006). Metrical interpretation modulates brain responses to rhythmic sequences. *9th International Conference on Music Perception and Cognition (ICMPC9)*, (pág. 468). Bologna/Italy .
- J.C, K. R. (Journal of Speech and Hearing Research). Acoustic patterns of apraxia of speech. 1983, 26, 231-249.
- Janata, P., Birk, J., Van Horn, D., Leman, M., Tillman, B. y Bharucha, J.J. (2002). The cortical topography of tonal structures underlying Western music. *Science*, 298, 2167-2170.
- Janata, P., Tillman, B. y Bharucha, J.J. (2002). Listening to Polyphonic music recruits domain-general attention and working memory circuits. *Cognitive affective and Behavioral Neuroscience*, 2, 121-140.
- Jones, M. R. (1976). Time, our lost dimension: Toward a new theory of perception, attention, and memory. *Psychological Review*, 83:323-355.
- Jones, M. R. (1986). Attentional rhythmicity in human perception. *Rhythm in Psychological, Linguistic and Musical Processes*, 13-40.
- Jones, M. R. (1993). Dynamics of musical patterns: How do melody and rhythm fit together? *Psychology and Music: The Understanding of Melody and Rhythm*, 67-92. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

- Jungers, M., Palmer, C., & Speer, S. R. (2002). Time after time: The coordinating influence of tempo in music and speech. *Cognitive Processing*, 1-2:21-35.
- Kendall, R., & Carterette, E. C. (1990). The communication of musical expression. *Music Perception*, 8:129-163.
- Kertesz, A. (1988). What do we learn from recovery from aphasia? . *Advances in Neurology, vol 47: Functional recovery in neurological diseases.*, New York: Raven Press.
- Kiparsky, Paul, et al. (1989). Rhythm and Meter. San Diego: Academic Press. *Rhythm and Meter*, San Diego: Academic Press.
- Klatt, D. (1976). Linguistic uses of segmental duration in English. *Acoustic and perceptualevidence, journal of the Acoustical Society of America*, 59:1208-1221.
- Klatt, D. (1979). Synthesis by rule of segmental durations in English sentences. *Frontiers of Speech Communication Research*, 287-299. New York: Academic Press.
- Koelsch, S., Fritz, T., Schule, K., Alsop, D. y Schlaug, G. (2005). Adult and children Processing music: An fMRI study. *Neuroimage*, 2, 1068-1076.
- Kronman, U., & Sundberg, J. (1987). Is the musical retard an allusion to physical motion? *Action and Perception in Rhythm and Music*, 57-68. Stockholm: Royal Swedish Academy of Music.
- Krumhansl, C. L., & Jusczyk, P. W. (1990). Infants' perception of phrasestructure in music. *Psychological Science*, 1, 70-73.
- Kuhl, P. K. (1979). Speech perception in early infancy: Perceptual constancy for spectrally dissimilar vowel categories. *Journal of the Acoustic Society of America*, 66:1668-1679.
- Kuhl, P. K. (2004). Early language acquisition: Cracking the speech code . *Nature Reviews (Neuroscience)*, 5:831-843.
- Lerdahl, E., & Jackendoff, R. (1983). A Generative Theory of Tonal Music. *Cambridge, MA: MIT Press*.
- Liberman, M., & Prince, A. (1977). On stress and linguistic rhythm. *Linguistic Inquiry*, 8:249-336.
- Liégeois-Chauvel, C., Peretz, I., Babai, M., Laguiton, V. y Chauvel. (1998). Contribution of different cortical areas in the temporal lob to music processing. *Brain*, 121, 1853-1867.

- London, J. (2002). Cognitive constraints on metric systems: Some observations and hypotheses. *Music Perception*, 19:529-550.
- London, J. (2004). *Hearing in Time: Psychological Aspects of Musical Meter*. New York: Oxford University Press.
- Luce, P. A., & Lyons, E. A. (1998). Specificity of memory representations for spoken words. *Memory and Cognition*, 26:708-715.
- Luria, A. (1980). *Fundamentos de Neurolingüística*. Barcelona: Toray-Masson.
- Luria, A. R. (1973). *Problèmes et Faits de la Neurolinguistique*, . París: Rev. Int. Sc. Soc. Vol XIX, NI 1 .
- Marcus, G. E. (2003). FOXP2 in focus: What can genes tell us about speech and language? *Trends in Cognitive Sciences*, 7:257-262.
- Marcus, M., & Hindle, D. (1990). Description theory and intonational boundaries. *Cognitive Models of Speech Processing*, 483-512. Cambridge, MA: MIT Press.
- Marler, P. (1999). Nature, nurture and the instinct to learn . *Durban* (págs. 2379-2393). Johannesburg: BirdLife South Africa: In: Adams, N.J. & Slotow, R.H.
- Martin, J. G. (1972). Rhythmic (hierarchical) versus serial structure in speech and other behavior . *In Psychological Review*, 79, 487-509.
- Mattes, S., Ulrich, R. (1998). Directed Attentions pronlogs the perceived of a breaf stimulus. *Perception an psicophysics*, 60, 1305-1317.
- Mega, M., Cummings, J., Salloway, S. y Malloy, P. (1997). The limbic system: An anatomical, phylogenetic, a clinical, perspective. *The neuropsychiatry of limbic of subcortical disorders*, 3-18, Washington D.C.
- Merker, B. (2005). The conformal motive in birdsong, music, and language: An introduction. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1060:17-28.
- Mummery, C., Ashburner, J., Scott, S. y Wise, R.J. (1999). Functional neuroimaging of speech perception in six normal and tow aphasic subjects. *Journal of the Acoustical society of America*, 106,0449-457.
- Nespor, M., & Vogel, I. (1983). Prosodic structure above the word. Prosody: Models and Measurements. *Springer-Verlag*.
- Nespor, M., & Vogel, I. (1989). On clashes and lapses. *Phonology*, 6:69-116.

- Nettl, B. ((2000).). An ethnomusicologist contemplates universals in musical sound and musical culture. En *The Origins of Music* (págs. 463-472). Cambridge, MA: MIT Press.
- Neubauer, J. (1986). *The Emancipation of Music From Language: Departure From Mimesis in Eighteenth-Century Aesthetics*. New Haven, CT: Yale University Press.
- Ostrosky, F.; Ardila, A. (1986). *Hemisferio Derecho y Conducta*. México: Trillas.
- Palmer, C. &. (1992). Linguistic prosody and musical meter in song. *Journal of Memory and Language*, 31:525-542.
- Palmer, C. (1996). On the assignment of structure in music performance. *Music Perception*, 14:23-56.
- Palmer, C. (1997). Music performance. *Annual Review of Psychology*, 48:115-138.
- Palmer, C., & Krumhansl, C .L. (1990). Mental representations for musical meter. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 16:728-741.
- Palmer, C., Jungers, M., Jusczyk, P. (2001). Episodic memory for musical prosody. *Journal of Memory and Language*., 45:526-545.
- Pannekamp, A., Toepel, U., Alter, K., Hahne, A., Friederici, A. D. (2005). Prosodydriven sentence processing: An ERP study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 17:407-421.
- Parncutt, R. (1994). A perceptual model of pulse salience and metrical accent in musical rhythms. *Music Percept*, 11, 409–64.
- Patel, A. D. (2003). Language, music, syntax, and the brain. *Nature Neuroscience*, 6:674-681.
- Patel, A. D. (2005). The relationship of music to the melody of speech and to syntactic processing disorders in aphasia. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1060:59-70.
- Patel, A. D. (2006). Musical rhythm, linguistic rhythm, and human evolution. *Music Perception*, 24:99-104.
- Patel, A. D. (2011). Why would musical training benefit the neural encoding of speech? The OPERA hypothesis. *Frontiers in Psychology*.
- Patel, A. D., & Balaban, E. (2000). Temporal patterns of human cortical activity reflect tone sequence structure. *Nature*, 404:80-84.

- Patel, A. D., & Daniele, J. R. (2003). An empirical comparison of rhythm in language and music. *Cognition*, 87:B35-B45.
- Patel, A. D., & Iversen, J. R. (2007). The linguistic benefits of musical abilities. *Trends in Cognitive Sciences*, 11:369-372.
- Patel, A. D., Gibson, E., Ratner, J., Besson, M., & Holcomb, P. (1998). Processing syntactic relations in language and music: An event-related potential study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 10:717-733.
- Patel, A. D., Iversen, J. R., & Rosenberg, J. C. (2006). Comparing the rhythm and melody of speech and music: The case of British English and French. *Journal of the Acoustical Society of America*, 119:3034-3047.
- Patel, A. D., Iversen, J. R., Chen, Y. C., & Repp, B. R. (2005). The influence of metricality and modality on synchronization with a beat. *Experimental Brain Research*, 163:226-238.
- Paul Kiparsky and Gilbert Youmans . (1989). Rhythm and meter. (Phonetics and Phonology 1) . *San Diego: Academic Press*, xii + 399.
- Paulesu, E., C. D. Frith, and R. S. J. Frackowiak . (1993). The neural correlates of the verbal component of short-term memory . *Nature*, 362, 342–5.
- Penhune, V. Z. (1999). The role of auditory cortex in retention of rhythmic patterns in patients with temporal-lobe removals including Heschl's gyrus. *Neuropsychologia*, 37,315-531.
- Peretz, I. (1989). Clustering in music: An appraisal of task factors. *International Journal of Psychology*, 24:157-178.
- Peretz, I. (1990). Processing of local and global musical information in unilateral brain-damaged patients. *Brain*, vol. 113, pp. 1185-1205.
- Peretz, I. (1990). Processing of local and global musical information by unilateral brain damage patients. *Brain*, 113, 1185-1205.
- Peretz, I. (2002). Brain specialization for music. *The neuroscientist*, 8, 372-380.
- Peretz, I. y Gagnon, L. (1999). Dissociation between recognition and emotional judgment for melodies. *Neurocas*, 5, 21-30.
- Peretz, I. y Zatorre, R.J. (2005). Brain organization for music processing. *Annual Review of Psychology*, 56, 89-114.
- Perlman, M. (1997). The ethnomusicology of performer interaction in improvised ensemble music: A review of two recent studies. *Music Perception*, 15:99-118.

- Pesetsky, D. (2007). Music syntax is language syntax . *Language and Music as Cognitive Systems*. Cambridge University, UK.
- Petitto, L. A., Holowka, S., Sergio, L., & Ostry, D. (2001). Language rhythms in babies' hand movements. *Nature*, 413:35-36.
- Phillips-Silver, J. &. (2005). Feeling the beat in music: Movement influences rhythm perception in infants. *Science*, 308:1430.
- Pike, K. N. (1945). The Intonation of American English . *Phonology and Syntax: The Relation between Sound and Structure*, Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Pinker, S. (1997). How the Mind Works. *London: Allen Lane*.
- Pitt, M. A., & Samuel, A. G. (1990). The use of rhythm in attending to speech. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 16:564-573.
- Povel, D. J., & Essens, P. (1985). Perception of temporal patterns. *Music Perception*, 2:411-440.
- Price, P., Ostendorf, M., Shattuck-Hufnagel, S., & Fong, C. (1991). The use of prosody in syntactic disambiguation. *Journal of the Acoustical Society of America*, 90:2956-2970.
- Ramus, E, Nespore, M., & Mehler, J. (1999). Correlates of linguistic rhythm in the speech signal. *Cognition*, 73:265-292.
- Rao, S. M. (2001). The evolution of brain activation during temporal processing. *Nature neuroscience*, 4,317-323.
- Repp, B. H. (1992). Probing the cognitive representation of musical time: Structural constraints on the perception of timing perturbations. *Cognition*, 44:241-281.
- Riecker A, Wildgruber D, Dogil G, Grodd W, Ackermann H . (2002). Hemispheric lateralization effects of rhythm implementation during syllable repetitions: An fMRI study. *Neuroimage* , 16:169-76.
- Riecker, Axel, et al. (2000). "Opposite Hemispheric Lateralization Effects During Speaking and Singing at Motor Cortex, Insula and Cerebellum." . *NeuroReport*.
- Ross, J. (1989). A study of timing in an Estonian runic song. *Journal of the Acoustical Society of America*, 86:1671-1677.

- Ross, J. M., & Lehiste, I. (1998). Timing in Estonian folksongs as interaction between speech prosody, metre, and musical rhythm. *Music Perception*, 15:319-333.
- Sacks, O. (1984). *A Leg to Stand On*. New York: Summit Books.
- Sacks, O. (2007). *Musicophilia: Tales of Music and the Brain*. New York: Knopf.
- Schegloff, E. A. (1982). Discourse as an interactional achievement: Some uses of "uh huh" and other things that come between sentences. *Analysing Discourse: Text and Talk. Georgetown University Round Table on Linguistics*, (págs. 71-93).
- Schlaug, G. (2003). The brain of musicians. *Neuroscience of Music*, 366-381.
- Schlaug, G., Jäncke, L., Huang, Y y Steinmetz, H. (1995). In vivo evidence of structural brain asymmetry in musicians. *Science*, 267,699-701.
- Schubortz, R.I., Friederici, A.D. y von Cramon, D.Y. (2000). Time perception and motor timing: a cortical and subcortical basis revealed by fMRI. *Neuroimage*, 11, 1-12.
- Schulze, H.-H. (1989). Categorical perception of rhythmic patterns. *Psychological Research*, 51:10-15.
- Scott, D. R., Isard, S. D., & Boysson-Bardies, B. (1985). Perceptual isochrony in English and French. *Journal of Phonetics*, 13:155-162.
- Scott, S. K., & Johnsrude, I. S. (2003). The neuroanatomical and functional organization of speech perception. *Trends in Neurosciences*, 26:100-107.
- Selkirk, E. O. (1981). On the nature of phonological representation. *The Cognitive Representation of Speech*. Amsterdam:North Holland.
- Senghas, A., and M. Coppola. (2001). Children creating language: How Nicaraguan Sign Language acquired a spatial grammar. *Psychological Science*, 12, 4: 323-328.
- Shamma, S. A., Fleshman, J. W., Wiser, P. R., Versnel, H. (1993). Organization of response areas in ferret primary auditory cortex. *Journal of Neurophysiology*, 69:367-383.
- Shattuck-Hufnagel, S., Ostendorf, M., & Ross, K. (1994). Stress shift and early pitch accent placement in lexical items in American English. *Journal of Phonetics*, 22:357-388.
- Sloboda, J. (1983). The communication of musical metre in piano performance. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 35A:377-396.

- Snyder, J., & Krumhansl, C. L. (2001). Tapping to ragtime: Cues to pulse finding. *Music Perception*, 18:455-489.
- Steinmetz, H., J. Rademacher, et al. (1989). Cerebral asymmetry: Mr planimetry of the human planum temporale. *J. Comput. Assist. Tomogr*, 13, 996–1005.
- Temperley, D. (2004). Communicative pressure and the evolution of musical styles. *Music Perception*, 21:313-37.
- Thaut MH, McIntosh GC, Prassas SG, Rice RR. (1993). The effect of auditory rhythmic cuing on stride and EMG patterns in hemiparetic gait of stroke patients. *Journal of Neurologic Rehabilitation. Rehabilitation of the Stroke Patient*, 7-16.
- Thaut MH, McIntosh GC, Rice RR. (1997). Rhythmic facilitation of gait training in hemiparetic stroke rehabilitation. *Journal of Neurological Sciences*, 151, 207-212.
- Thaut, M. H., Kenyon, G. P., Schauer, M. L., & McIntosh, G. C. (1999). The connection between rhythmicity and brain function: Implications for therapy of movement disorders. *IEEE Transactions on Engineering Biology and Medicine*, 18:101-108.
- Todd, N. P. McA., O'Boyle, D. J., & Lee, C. S. (1999). A sensory-motor theory of rhythm, time perception and beat induction. *Journal of NewMusic Research*, 28:5-28.
- Todd, N. P.-A. (1999). Motion in music: A neurobiological perspective. *Music Perception*, 17:115-126.
- Toga, A.W. y Thompson, P.M. (2003). Mapping brain asymmetry. *Natural neuroscience reviews*, 43, 231-246.
- Toiviainen, P., & Krumhansl, C. L. (2003). Measuring and modeling real-time responses to music: The dynamics of tonality induction. *Perception*, 32:741-766.
- Toiviainen, P., & Snyder, J. S. (2003). Tapping to Bach: Resonance-based modeling of pulse. *Music Perception*, 21:43-80.
- Trehub, S. E., & Thorpe, L. A. (1989). Infant's perception of rhythm: Categorization of auditory sequences by temporal structure. *Canadian journal of Psychology*, 43:217-229.
- Tsvetkova, L. (1973). Rehabilitación del lenguaje en lesiones focales del cerebro.

- Vallar, G., & Baddeley, A. D. (1984). Fractionation of working memory: Neuropsychological evidence for a phonological short-term store. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 23, 151-161.
- van de Weijer, J. (1998). Language Input for Word Discovery. *Nijmegen: Max Planck Institute for Psycholinguistics*.
- van Noorden, L., & Moelants, D. (1999). Resonance in the perception of musical pulse. *Journal of New Music Research*, 28, 43-66.
- Vanlancker-Sidtis, D. (2003). Auditory recognition of idioms by first and second speakers of English. *Applied Psycholinguistics*, 45-57.
- von Steinbüchel, N. (1998). Temporal ranges of central nervous processing: Clinical evidence. *Experimental Brain Research*, 123:220-233.
- Warren, J.D., B. A. Zielinski, G. G. Green, J. P. Rauschecker, and T.D. Griffiths. (2002). Perception of sound-source motion by the human brain. *Neuron*, 34, 139-48.
- Watson, D. &. (2004). The relationship between intonational phrasing and syntactic structure in language production. *Language and Cognitive Processes*, 19:713-755.
- Weisenberg, T. & McBride, K. E. (s.f.). Aphasia: A clinical and psychological study.
- Wernicke, C. (1874). Der aphasische Symptomenkomplex. . En C. a. Weigert, *The aphasia symptom complex: A psychological study on an anatomical basis. Wernicke's works on aphasia*. Breslau.
- White, L. S., & Mattys, S. L. (2007). Rhythmic typology and variation in first and second languages. *Current Issues in Linguistic Theory Series.*, 237-257.
- Williams, B., & Hiller, S. M. (1994). The question of randomness in English foot timing: A control experiment. *Journal of Phonetics*, 22:423-439.
- Wise RJ, Greene J, Büchel C, Scott SK. (1999). Brain regions involved in articulation. *Lancet*, 353: 1057-1058.
- Woodrow, H. A. (1909). A quantitative study of rhythm: The effect of variations in intensity, rate and duration. *Archives of Psychology*, 14:1-66.
- Zanto, T. P, Snyder, J. S., & Large, E. W . (2006). Neural correlates of rhythmic expectancy. *Advances in Cognitive Psychology*, 2:221-23.
- Zatorre, R. J. (2003). Absolute pitch: A model for understanding the influence of genes and development on neural and cognitive function. *Nature Neuroscience*, 6:692-695.

- Zatorre, R. J., & Halpern, A. R. (1977). Identification, discrimination, and selective adaptation of simultaneous musical intervals. *Perception and Psychophysics*, 26:384-395.
- Zatorre, R. J., Belin, P., & Penhune, V. B. (2002). Structure and function of auditory cortex: Music and speech. *Trends in Cognitive Sciences*, 6:37-46.
- Zatorre, R. J., Meyer, E., Gjedde, A., & Evans, A. C. (1996). PET studies of phonetic processing of speech: Review, replication, and reanalysis. *Cerebral Cortex*, 6:21-30.
- Zatorre, R.J., Evans, A.C., Meyer, E., and Gjedde, A . (1992). Lateralization of phonetic and pitch processing in speech perception. *Science*, 256, 846-849.
- Zatorre, R.J., Perry, D.W., Beckett, C.A., Westbury, C.F., and Evans, A.C. (1998). Functional anatomy of musical processing in listeners with absolute pitch and relative pitch. *National Academy of Sciences*, 95, 3172-3177.
- Zattore, R. J., Evans, A. C., & Meyer, E. (1994). Neural mechanisms underlying melodic perception and memory for pitch. *Journal of Neuroscience*, 14:1908-1919.
- Zattore, R. J., Evans, A. C., & Meyer, E. (1994). Neural mechanisms underlying melodic perception and memory for pitch. *Journal of Neuroscience*, 14:1908-1919.

APÉNDICE

A continuación se presenta la bibliografía ocupada para el presente trabajo, organizada por tema para facilitar su ubicación.

Se asignó un código a cada referencia, este código está ligado al capítulo en que fue mencionada y al tema del que esta habla.

Los códigos quedaron establecidos de la siguiente forma:

1. El primer número o letra, corresponde al número de capítulo en que aparecen.
2. El segundo número, es el tema al que hace referencia el artículo.
3. El tercer número, es el numero de aparición de la referencia, en ese capítulo y tema dentro de la investigación

Ex. 4.1.6 Schubortz, R.I., Friederici, A.D. y von Cramon, D.Y. (2000) *Time perception and motor timing: a cortical and subcortical basis revealed by fMRI. Neuroimage, 11, 1-12.* Se hace referencia a este artículo, en el capítulo 4, tema 1 y es el 6° artículo en mencionarse en este tema.

INTRODUCCION

- I.1. Patel, A.D. (2008). *Music, Language, and the Brain.* NY: Oxford University Press”
- I.2. Nettl, B. (2000). An ethnomusicologist contemplates universals in musical sound and musical culture. In: N. L. Wallin, B. Merker, & S. Brown (Eds.), *The Origins of Music* (pp. 463-472). Cambridge, MA: MIT Press.
- I.3. Bernstein, L. (1976). *The Unanswered Question.* Cambridge, MA: Harvard UniversityPress.
- I.4. Zatorre, RJ, Gauna, K., Nikelski, EJ, Dostie, D. & Evans, AC (2000) *Discurso-como actividad cerebral en las personas con sordera profunda de procesamiento de lenguajes de signos: Implicaciones para las bases*

neurales del lenguaje humano. Actas de la Academia Nacional de Ciencias , 97, 13961 a 13966.

- I.5. Peretz, i. y Zatorre, R.J. (2005). Brain organization for music processing. *Annual Review of Psychology*, 56, 89-114.
- I.6. Ostrosky, F.; Ardila, A.: *Hemisferio Derecho y Conducta*. Trillas. México, 1986.
- I.7. Patel, A. D., & Balaban, E. (2000). Temporal patterns of human cortical activity reflect tone sequence structure. *Nature*, 404:80-84.
- I.8. Palmer, C., Jungers, M., & Jusczyk, P. (2001). Episodic memory for musical prosody. *Journal of Memory and Language*, 45:526-545.
- I.9. Palmer, C., & Kelly, M. H. (1992). Linguistic prosody and musical meter in song. *Journal of Memory and Language*, 31:525-542.

CONSIDERACIONES CONCEPTUALES ACERCA DEL RITMO EN LA MUSICA Y EL LENGUAJE UNA PERSPECTIVA EVOLUTIVA Y DEL DESARROLLO.

1.1 LENGUAJE EVOLUCION Y DESARROLLO

- 1.1.1. Marler, P. 1999. Nature, nurture and the instinct to learn. In: Adams, N.J. & Slotow, R.H. (eds) *Proc. 22 Int. Ornithol. Congr.*, Durban: 2379-2393. Johannesburg: BirdLife South Africa.
- 1.1.2. Fitch, W. T. (2000). The evolution of speech: A comparative view. *Trends in Cognitive Sciences*, 4:258-267.
- 1.1.3. Merker, B. (2005). The conformal motive in birdsong, music, and language: An introduction. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1060:17-28. Kuhl et al; 1992
- 1.1.4. Kuhl, P. K. (1979). Speech perception in early infancy: Perceptual constancy for spectrally dissimilar vowel categories. *Journal of the Acoustic Society of America*, 66:1668-1679.
- 1.1.5. Kuhl, P. K. (2004). Early language acquisition: Cracking the speech code. *Nature Reviews (Neuroscience)*, 5:831-843.

- 1.1.6. Marler, P. 1999. Nature, nurture and the instinct to learn. In: Adams, N.J. & Slotow, R.H. (eds) Proc. 22 Int. Ornithol. Congr., Durban: 2379-2393. Johannesburg: BirdLife South Africa.
- 1.1.7. Emmorey, K. (2002). Language, cognition, and the brain: Insights from sign language research. Lawrence Erlbaum and Associates: Mahwah, NJ. Weijer, 1998
- 1.1.8. Senghas, A., and M. Coppola 2001 Children creating language: How Nicaraguan Sign Language acquired a spatial grammar Psychological Science, 12, 4: 323-328

1.2 EVOLUCION Y DESARROLLO EN MUSICA

- 1.2.1. Pinker, S. (1997). How the Mind Works. London: Allen Lane.
- 1.2.2. Fitch, W. T. (2006). The biology and evolution of music: A comparative perspective. Cognition, 100:173-215.
- 1.2.3. Huron, D. (2003). Is music an evolutionary adaptation? In: N. L. Wallin, B. Merker, & S. Brown (Eds.), The Origins of Music (pp. 57-75). Cambridge, MA: MIT Press.
- 1.2.4. Chang, H. W., and Trehub, S. E. (1977). "Auditory processing of relational information by young infants," J. Exp. Child Psychol. 24, 324-331
- 1.2.5. Demany, L., McKenzie, B., & Vurpillot, E. (1977). Rhythm perception in early infancy. Nature, 266:718-719.
- 1.2.6. Krumhansl, C. L., & Jusczyk, P. W. (1990) Infants' perception of phrase structure in music. Psychological Science, 1, 70-73.
- 1.2.7. Andrews, M. W., & Dowling, W. J. (1991). The development of perception of interleaved melodies and control of auditory attention. Music Perception, 8, 349-368
- 1.2.8. Dowling, W. J. (1973). Rhythmic groups and subjective chunks in memory for melodies. Perception and Psychophysics, 14:37-40.

- 1.2.9. Dowling, W. J., & Bartlett, J. C. (1981). The importance of interval information in longterm memory for melodies. *Psychomusicology* 1:30-49.
- 1.2.10. Drake, C., Baruch, C., & Jones, M. (2000). The development of rhythmic attending in auditory sequence: Attunement, reference period, focal attending. *Cognition*, 77, 251-288.

CONSIDERACIONES CONCEPTUALES ACERCA DEL RITMO EN LA MUSICA Y EL LENGUAJE.

2.1 RITMO EN LA MUSICA

- 2.1.1. Patel, A.D. (2008). *Music, Language, and the Brain*. NY: Oxford University Press” Ritmo en la música
- 2.1.2. Temperley, D. (2004). Communicative pressure and the evolution of musical styles. *Music Perception*, 21:313-37.
- 2.1.3. Perlman, M. (1997). The ethnomusicology of performer interaction in improvised ensemble music: A review of two recent studies. *Music Perception*, 15:99-118.
- 2.1.4. Brinner, B. (1995). *Knowing Music, Making Music: Javanese Gamelan and the Theory of Musical Competence and Interaction*. Chicago: University of Chicago Press. Parncutt 1994,
- 2.1.5. van Noorden, L., & Moelants, D. (1999). Resonance in the perception of musical pulse. *Journal of New Music Research*, 28, 43-66.
- 2.1.6. Eisler, H. (1976). Experiments on subjective duration 1868-1975: A collection of power function exponents. *Psychological Bulletin*, 83:1154-1171.
- 2.1.7. Fraisse, P. (1982). Rhythm and tempo. In: D. Deutsch (Ed.), *The Psychology of Music*(pp. 149-180). New York: Academic Press.
- 2.1.8. Dauer, R. M. (1983). Stress-timing and syllable-timing reanalyzed. *Journal of Phonetics*, 11:51-62.

- 2.1.9. Drake, C., Baruch, C., & Jones, M. (2000). The development of rhythmic attending in auditory sequence: Attunement, reference period, focal attending. *Cognition*, 77, 251-288.
- 2.1.10. Palmer, C., & Kelly, M. H. (1992). Linguistic prosody and musical meter in song. *Journal of Memory and Language*, 31:525-542.
- 2.1.11. Drake, C., Penel, A., & Bigand, E. (2000). Tapping in time with mechanically and expressively performed music. *Music Perception*, 18:1-24.
- 2.1.12. Drake, C., & Ben El Heni, J. (2003). Synchronizing with music: Intercultural differences. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 999:428-437.
- 2.1.13. Toiviainen, P., & Krumhansl, C. L. (2003). Measuring and modeling real-time responses to music: The dynamics of tonality induction. *Perception*, 32:741-766.
- 2.1.14. Toiviainen, P., & Snyder, J. S. (2003). Tapping to Bach: Resonance-based modeling of pulse. *Music Perception*, 21:43-80.
- 2.1.15. Snyder, J., & Krumhansl, C. L. (2001). Tapping to ragtime: Cues to pulse finding. *Music Perception*, 18:455-489.
- 2.1.16. Jones, M. R. (1976). Time, our lost dimension: Toward a new theory of perception, attention, and memory. *Psychological Review*, 83:323-355
- 2.1.17. Thaut, M. H., Kenyon, G. P., Schauer, M. L., & McIntosh, G. C. (1999). The connection between rhythmicity and brain function: Implications for therapy of movement disorders. *IEEE Transactions on Engineering Biology and Medicine*, 18:101-108
- 2.1.18. Sacks, O. (1984). *A Leg to Stand On*. New York: Summit Books.
- 2.1.19. Sacks, O. (2007). *Musicophilia: Tales of Music and the Brain*. New York: Knopf

- 2.1.20. London, J. (2002). Cognitive constraints on metric systems: Some observations and hypotheses. *Music Perception*, 19:529-550.
- 2.1.21. London, J. (2004). *Hearing in Time: Psychological Aspects of Musical Meter*. New York: Oxford University Press.
- 2.1.22. Lerdahl, E, & Jackendoff, R. (1983). *A Generative Theory of Tonal Music*. Cambridge, MA: MIT Press.
- 2.1.23. Jones, M. R. (1993). Dynamics of musical patterns: How do melody and rhythm fit together? In: T. J. Tighe & W. J. Dowling (Eds.), *Psychology and Music: The Understanding of Melody and Rhythm* (pp. 67-92). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- 2.1.24. Sloboda, J. (1983). The communication of musical metre in piano performance. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 35A:377-396.
- 2.1.25. Patel, A. D., Iversen, J. R., & Rosenberg, J. C. (2006). Comparing the rhythm and melody of speech and music: The case of British English and French. *Journal of the Acoustical Society of America*, 119:3034-3047.
- 2.1.26. Patel, A. D., & Iversen, J. R. (2007). The linguistic benefits of musical abilities. *Trends in Cognitive Sciences*, 11:369-372.
- 2.1.27. Palmer, C., & Krumhansl, C .L. (1990). Mental representations for musical *meter*. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 16:728-741.
- 2.1.28. Iversen, J. R., Repp, B. R., & Patel, A. D. (2006). Metrical interpretation modulates brain responses to rhythmic sequences. In: M. Baroni, A. R. Addessi, R. Caterina, M. Costa (2006), *Proceedings of the 9th International Conference on Music Perception and Cognition (ICMPC9)*, Bologna/Italy (p. 468).
- 2.1.29. Lerdahl, E, & Jackendoff, R. (1983). *A Generative Theory of Tonal Music*. Cambridge, MA: MIT Press.

- 2.1.30. Dowling, W. J. (1973). Rhythmic groups and subjective chunks in memory for melodies. *Perception and Psychophysics*, 14:37-40.
- 2.1.31. Peretz, I. (1989). Clustering in music: An appraisal of task factors. *International Journal of Psychology*, 24:157-178.
- 2.1.32. Todd, N. P. McA. (1985). A model of expressive timing in tonal music. *Music Perception*, 3:33-58.
- 2.1.33. Fraisse, P. (1982). Rhythm and tempo. In: D. Deutsch (Ed.), *The Psychology of Music* (pp. 149-180). New York: Academic Press.
- 2.1.34. Ross, J. (1989). A study of timing in an Estonian runic song. *Journal of the Acoustical Society of America*, 86:1671-1677.
- 2.1.35. Ross, J. M., & Lehiste, I. (1998). Timing in Estonian folksongs as interaction between speech prosody, metre, and musical rhythm. *Music Perception*, 15:319-333.
- 2.1.36. Clarke, E. F. (1987). Categorical rhythm perception: An ecological perspective. In: A. Gabrielsson (Ed.), *Action and Perception in Rhythm and Music* (pp. 19-34). Stockholm: Royal Swedish Academy of Music.
- 2.1.37. Schulze, H.-H. (1989). Categorical perception of rhythmic patterns. *Psychological Research*, 51:10-15.
- 2.1.38. Clarke, E. F. (1993). Imitating and evaluating real and transformed musical performances. *Music Perception*, 10:317-343.
- 2.1.40. Klatt, D. (1976). Linguistic uses of segmental duration in English: Acoustic and perceptual evidence, *Journal of the Acoustical Society of America*, 59:1208-1221.
- 2.1.41. Klatt, D. (1979). Synthesis by rule of segmental durations in English sentences. In: B. Lindblom & S. Ohman (Eds.), *Frontiers of Speech Communication Research* (pp. 287-299). New York: Academic Press.

- 2.1.42. Williams, B., & Hiller, S. M. (1994). The question of randomness in English foot timing: A control experiment. *Journal of Phonetics*, 22:423-439.
- 2.1.43. Schegloff, E. A. (1982). Discourse as an interactional achievement: Some uses of "uh huh" and other things that come between sentences. In: D. Tannen (Ed.), *Georgetown University Round Table on Linguistics 1981. Analysing Discourse:Text and Talk* (pp. 71-93). Washington, DC: Georgetown University Press.
- 2.1.44. Smiljanic, R., & Bradlow, A. R. (2005). Production and perception of clear speech in Croatian and English. *Journal of the Acoustical Society of America*, 118:1677-1688.
- 2.1.45. Palmer, C. (1997). Music performance. *Annual Review of Psychology*, 48:115-138
- 2.1.46. Ashley, R. (2002). Do[n't] change a hair for me: The art of jazz rubato. *Music Perception*,19:311-332.
- 2.1.47. Repp, B. H. (1992a). Probing the cognitive representation of musical time: Structural constraints on the perception of timing perturbations. *Cognition*, 44:241-281.
- 2.1.48. Todd, N. P. McA. (1985). A model of expressive timing in tonal music. *Music Perception*,3:33-58.
- 2.1.49. Kronman, U., & Sundberg, J. (1987). Is the musical retard an allusion to physical motion? In: A. Gabrielsson (Ed.), *Action and Perception in Rhythm and Music* (pp. 57-68). Stockholm: Royal Swedish Academy of Music.
- 2.1.50. Kendall, R., & Carterette, E. C. (1990). The communication of musical expression. *Music Perception*, 8:129-163.
- 2.1.51. Gabrielsson, A. (1993). The complexities of rhythm. In: T. Tighe & W. J. Dowling (Eds.), *Psychology and Music: The Understanding of Melody and Rhythm*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

- 2.1.52. Palmer, C. (1996). On the assignment of structure in music performance. *Music Perception*, 14:23-56.
- 2.1.53. Clarke, E. F. (1993). Imitating and evaluating real and transformed musical performances. *Music Perception*, 10:317-343.
- 2.1.54. Pisoni, D. B. (1997). Some thoughts on "normalization" in speech perception. In: K. Johnson & J. W. Mullennix (Eds.), *Talker Variability in Speech Processing* (pp. 9-32). San Diego, CA: Academic Press
- 2.1.55. Bradlow, A. R., Nygaard, L. C., & Pisoni, D. B. (1999). Effects of talker, rate, and amplitude variation on recognition memory for spoken words. *Perception and Psychophysics*, 61:206-219.
- 2.1.56. Palmer, C., Jungers, M., & Jusczyk, P. (2001). Episodic memory for musical prosody. *Journal of Memory and Language*, 45:526-545.
- 2.1.57. Luce, P. A., & Lyons, E. A. (1998). Specificity of memory representations for spoken words. *Memory and Cognition*, 26:708-715.
- 2.1.58. Jungers M Palmer, C., & Speer, S. R. (2002). Time after time: The coordinating influence of tempo in music and speech. *Cognitive Processing*, 1-2:21-35.
- 2.1.59. Giles, H., Coupland, N., & Coupland, J. (Eds.). (1991). *Contexts of Accommodation: Developments in Applied Sociolinguistics*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- 2.1.60. Dalla Bella, S., Palmer, C., & Jungers, M. (2003). Are musicians different speakers than nonmusicians? Proceedings of the 2003 Meeting of the Society for Music Perception and Cognition, Las Vegas, NV (p. 34).
- 2.1.61. Dalla Bella, S., & Peretz, I. (2003). Congenital amusia interferes with the ability to synchronize with music. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 999:166-169.

- 2.1.62. Gabrielsson, A. (1993). The complexities of rhythm. In: T. Tighe & W. J. Dowling (Eds.), *Psychology and Music: The Understanding of Melody and Rhythm*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

2.2 RITMO EN EL HABLA

- 2.2.1. Berinsein, A. (1979). A cross-linguistic study on the perception of stress. *UCLA Working Papers in Phonetics*, 47:1-59.
- 2.2.2. Lehiste, L, & Fox, R. A. (1992). Perception of prominence by Estonian and English listeners. *Language and Speech*, 35:419-434.
- 2.2.3. Dauer, R. M. (1983). Stress-timing and syllable-timing reanalyzed. *Journal of Phonetics*, 11:51-62.
- 2.2.4. Grabe, E., & Low, E. L. (2002). Durational variability in speech and the rhythm class hypothesis. In C. Gussenhoven & N. Warner (Eds.), *Laboratory Phonology 7* (pp. 515-546). Berlin, Germany: Mouton de Gruyter.
- 2.2.5. Dasher, R., & Bolinger, D. (1982). On pre-accentual lengthening. *Journal of the International Phonetic Association*, 12:58-69.
- 2.2.6. Dauer, R. M. (1987). Phonetic and phonological components of language rhythm. *Proceedings of the 11th International Congress of Phonetic Sciences*, Tallinn, 5:447-450.
- 2.2.7. Greenberg, S. (2006). A multi-tier framework for understanding spoken language. In: S. Greenberg & W. A. Ainsworth (Eds.), *Listening to Speech: An Auditory Perspective* (pp. 411-433). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- 2.2.8. Delattre, P. (1966). A comparison of syllable length conditioning among languages. *International Review of Applied Linguistics*, 4:183-198.
- 2.2.9. Nespor, M., & Vogel, I. (1989). On clashes and lapses. *Phonology*, 6:69-116.

- 2.2.10. Arvaniti, A. (1994). Acoustic features of Greek rhythmic structure. *Journal of Phonetics*, 22:239-268.
- 2.2.11. Grabe, E., & Low, E. L. (2002). Durational variability in speech and the rhythm class hypothesis. In C. Gussenhoven & N. Warner (Eds.), *Laboratory Phonology 7* (pp. 515-546). Berlin, Germany: Mouton de Gruyter.
- 2.2.12. Ramus, E, Nespors, M., & Mehler, J. (1999). Correlates of linguistic rhythm in the speech signal. *Cognition*, 73:265-292.
- 2.2.13. Barry, W. J., Andreeva, B., Russo, M., Dimitrova, S., & Kostadinova, T. (2003). Do rhythm measures tell us anything about language type? *Proceedings of the 15th International Congress of Phonetic Sciences, Barcelona*, pp. 2693-2696
- 2.2.14. Mehler, J., Dupoux, E., Nazzi, T., & Dehaene-Lambertz, D. (1996). Coping with linguistic diversity: The infant's viewpoint. In: J. L. Morgan & D. Demuth (Eds.), *Signal to Syntax* (pp. 101-116). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- 2.2.15. Mehler, J., Jusczyk, P., Lambertz, G., Halsted, N., Bertoncini, J., & Amiel-Tison, C. (1988). A precursor to language acquisition in young infants. *Cognition*, 29:143-178.
- 2.2.16. Nazzi, T, Bertoncini, J., & Mehler, J. (1998). Language discrimination in newborns: Toward an understanding of the role of rhythm. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 24:756-777.

ANALISIS DE LA RELACION MUSICA-LENGUAJE EN BASE AL RITMO

3.1 EXPRECIION EN EL LENGUAJE DE LOS ELEMENTOS RITMICOS MUSICALES

- 3.1.1. Nespors, M., & Vogel, I. (1989). On clashes and lapses. *Phonology*, 6:69-116.
- 3.1.2. Chomsky, N., & Halle, M. (1968). *The Sound Pattern of English*. New York: Harper & Row.

- 3.1.3. Marcus, M., & Hindle, D. (1990). Description theory and intonational boundaries. In: G. T. M. Altmann, (Ed.). *Cognitive Models of Speech Processing* (pp. 483-512). Cambridge, MA: MIT Press.
- 3.1.4. Ferreira, F. (1991). The creation of prosody during sentence production. *Psychological Review*, 100:233-253.
- 3.1.5. Fougeron, C., & Jun, S.-A. (1998). Rate effects on French intonation: Prosodic organization and phonetic realization. *Journal of Phonetics*, 26:45-69.
- 3.1.6. Watson, D., & Gibson, E. (2004). The relationship between intonational phrasing and syntactic structure in language production. *Language and Cognitive Processes*, 19:713-755.
- 3.1.7. Shattuck-Hufnagel, S., Ostendorf, M., & Ross, K. (1994). Stress shift and early pitch accent placement in lexical items in American English. *Journal of Phonetics*, 22:357-388.
- 3.1.8. Hayes, B. (1989). The prosodic hierarchy in meter. In: P. Kiparsky & G. Youmans (Eds.), *Phonetics and Phonology*, Vol. 1: Rhythm and Meter (pp. 201-260). San Diego, CA: Academic Press.
- 3.1.9. Price, P., Ostendorf, M., Shattuck-Hufnagel, S., & Fong, C. (1991). The use of prosody in syntactic disambiguation. *Journal of the Acoustical Society of America*, 90:2956-2970.

3.2 QUE RIGEN LA FORMA RITMICA DE LAS PALABRAS Y EXPRECIONES

- 3.2.1. Shattuck-Hufnagel, S., Ostendorf, M., & Ross, K. (1994). Stress shift and early pitch accent placement in lexical items in American English. *Journal of Phonetics*, 22:357-388.
- 3.2.2. Liberman, M., & Prince, A. (1977). On stress and linguistic rhythm. *Linguistic Inquiry*, 8:249-336.
- 3.2.3. Cooper, G. W., & Meyer, L. B. (1960). *The Rhythmic Structure of Music*. Chicago: University of Chicago Press.

- 3.2.4. Lerdahl, E., & Jackendoff, R. (1983). *A Generative Theory of Tonal Music*. Cambridge, MA: MIT Press.
- 3.2.5. Cooper, W. E., & Eady, S. J. (1986). Metrical phonology in speech production. *Journal of Memory and Language*, 25:369-384
- 3.2.6. Nespor, M., & Vogel, I. (1989). On clashes and lapses. *Phonology*, 6:69-116.
- 3.2.7. Cutler, A., & Darwin, C. J. (1981). Phoneme-monitoring reaction time and preceding prosody: Effects of stop closure duration and of fundamental frequency. *Perception and Psychophysics*, 29:217-224.
- 3.2.8. Arvaniti, A. (1994). Acoustic features of Greek rhythmic structure. *Journal of Phonetics*, 22:239-268.

CONSIDERACIONES CONCEPTUALES ACERCA DEL RITMO EN LA MÚSICA Y EL LENGUAJE, UNA PERSPECTIVA DE LAS NEUROCIENCIAS COGNOSCITIVAS.

- 4.1.1. Patel, A. D., & Daniele, J. R. (2003). An empirical comparison of rhythm in language and music. *Cognition*, 87:B35-B45.
- 4.1.2. Good, C.D., Johnsrude, I., Ashburner, J., Henson, R.N.A., Friston, I y Frackowiak, R.S.J. (2001). Cerebral asymmetry and the effects in sex an handedness on brain structure: a voxel-based morphometric analysis of 465 normal adult brains. *Neuroimage*, 14, 685-700.
- 4.1.3. Toga, A.W. y Thompson, P.M. (2003). Mapping brain asymmetry. *Natural neuroscience reviews*, 43, 231-246.
- 4.1.4. Friederici, A.D. (2002). Towards a neural basis of auditory sentences processing. *Trends in Cognitive science*, 6, 78-84
- 4.1.5. Koelsch, S., Fritz, T., Schule, K., Alsop, D. y Schlaug, G. (2005). Adult and children Processing music: An fMRI study. *Neuroimage*, 2, 1068-1076.

- 4.2.5. Binder, J.R. y Rao, S.M. (1994). Human brain mapping with functional magnetic resonance imaging. En A. Kertesz (ed), *Localization and Neuroimaging in Neuropsychology*(pp.185-212)
- 4.2.6. Schlaug, G. (2003). The brain of musicians. En I. Peretz y R. Zatorre (Eds.), *Neuroscience of Music* (pp.366-381)
- 4.2.7. Penhune, V.B., Zatorre, R.J. y Feindel, W. (1999). The role of auditory cortex in retention of rhythmic patterns in patients with temporal-lobe removals including Heschl's gyrus. *Neuropsychologia*, 37,315-531.
- 4.2.8. Schubert, R.I., Friederici, A.D. y von Cramon, D.Y. (2000) Time perception and motor timing: a cortical and subcortical basis revealed by fMRI. *Neuroimage*, 11, 1-12.
- 4.2.9. Rao, S.M., Mayer, A.R. y Harrington, d.L. (2001). The evolution of brain activation during temporal processing. *Nature neuroscience*, 4,317-323.

4.3 DIFERENCIAS INTERHEMISFÉRICAS

- 4.3.1. Zatorre, R.J., Perry, D.W., Beckett, C.A., Westbury, C.F., and Evans, A.C. (1998) Functional anatomy of musical processing in listeners with absolute pitch and relative pitch. *Proceedings of the National Academy of Sciences (U.S.A.)*, 95, 3172-3177
- 4.3.2. Peretz, I. y Zatorre, R.J. (2005). Brain organization for music processing. *Annual Review of Psychology*, 56, 89-114.

4.4 PROCESAMIENTO TEMPORAL DE LA MUSICA

- 4.4.1. Peretz, I. (1990). Processing of local and global musical information by unilateral brain damage patients. *Brain*, 113, 1185-1205
- 4.4.2. Liégeois-Chauvel, C., Peretz, I., Babai, M., Laguiton, V. y Chauvel, (1998). Contribution of different cortical areas in the temporal lobe to music processing. *Brain*, 121, 1853-1867.

4.5 PROCESAMIENTO TEMPORAL DEL LENGUAJE

- 4.5.1. Paul Kiparsky and Gilbert Youmans (eds.) (1989). *Rhythm and meter. (Phonetics and Phonology 1)*. San Diego: Academic Press. Pp. xii + 399
- 4.5.2. Vanlancker-Sidtis, D. Auditory recognition of idioms by first and second speakers of English. *Applied Psycholinguistics*, 24, 2003, 45-57
- 4.5.3. Baum, S. and M. Pell (1997). Production of affective and linguistic prosody by brain damaged patients. *Aphasiology* 11, 177-198.
- 4.5.4. Kent R.D. y Rosenbek J.C., (1983). Acoustic patterns of apraxia of speech. *Journal of Speech and Hearing Research*, 26, 231-249
- 4.5.5. Alexander, M.P., Benson, D.F., & Stuss, D.T. (1989). Frontal lobes and language. *Brain and Language*, 37, 656–691
- 4.5.6. Dronkers, N.F. (1996). A new brain region for speech: The insula and articulatory planning. *Nature*, 384:159-161.
- 4.5.7. Grela, B., & Gandour, J. (1998). Locus of functional impairment in the production of speech rhythm after brain damage: A preliminary study. *Brain and Language*, 64, 361-376.
- 4.5.8. Zatorre, R.J., Evans, A.C., Meyer, E., and Gjedde, A. (1992) Lateralization of phonetic and pitch processing in speech perception. *Science*, 256, 846-849
- 4.5.9. Zattore, R. J., Evans, A. C., & Meyer, E. (1994). Neural mechanisms underlying melodic perception and memory for pitch. *Journal of Neuroscience*, 14:1908-1919.
- 4.5.10. Penhune, V.B., Zatorre, R.J., and Evans, A.E. (1998). Cerebellar contributions to motor timing: A PET study of auditory and visual rhythm reproduction. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 10(6), 752-765
- 4.5.11. Wise RJ, Greene J, Büchel C, Scott SK. Brain regions involved in articulation. *Lancet*1999; 353: 1057–61.

4.5.12. Riecker, Axel, et al. "Opposite Hemispheric Lateralization Effects During Speaking and Singing at Motor Cortex, Insula and Cerebellum." *NeuroReport* 11/9 (2000):1997-2000.

4.5.13. Peretz, I. (1990) Processing of local and global musical information in unilateral brain-damaged patients. *Brain*, vol. 113, pp. 1185-1205

PROPUESTA TERAPEUTICA

5.1 SISTEMAS FUNCIONALES

5.1.1. Luria A R 1966 Higher Cortical Functions in Man. Basic Books, New York

5.1.2. Luria, A. R.: Problèmes et Faits de la Neurolinguistique, Rev. Int. Sc. Soc. Vol XIX, NI 1, 1973, París.

5.1.3. Luria, A.R.: Fundamentos de Neurolingüística. Toray-Masson. Barcelona, 1980

5.2 RECUPERACIÓN Y REHABILITACIÓN

5.2.1. Weisenberg, T. & McBride, K. E., *Aphasia: A clinical and psychological study*. New York: Commonwealth fund, 1935 (cited in Springer, S.P. and Deutsch, G. *Left brain, right brain: Perspectives from cognitive neuroscience*. 5th Ed. p 361, W. H. Freeman, New York, 1999.)

5.2.2. Kertesz, A. (1988). What do we learn from recovery from aphasia? En: S.G. Waxman (ed), *Advances in Neurology*, vol 47: Functional recovery in neurological diseases. New York: Raven Press.

5.2.3. Wernicke, C. (1874). *Der aphasische Symptomenkomplex*. Breslau: Cohn and Weigert. Republished as: *The aphasia symptom complex: A psychological study on an anatomical basis*. Wernicke's works on aphasia. The Hague: Mouton

5.2.4. Luria A R 1966 Higher Cortical Functions in Man. Basic Books, New York

5.2.5. Tsvetkova, L.S. (1973). *Rehabilitación del lenguaje en lesiones focales del cerebro*. Moscú: Editorial Universidad de Moscú

5.3 ANTECEDENTES

- 5.3.1. Thaut MH, McIntosh GC, Rice RR. (1997). Rhythmic facilitation of gait training in hemiparetic stroke rehabilitation. *Journal of Neurological Sciences*, 151, 207-212.
- 5.3.2. Thaut MH, McIntosh GC, Prassas SG, Rice RR. (1993). The effect of auditory rhythmic cuing on stride and EMG patterns in hemiparetic gait of stroke patients. *Journal of Neurologic Rehabilitation*, 7, 9-16 [Reviewed with a One-Star Special Interest Recognition in: Jeffery DR & Good DC. 1995. *Rehabilitation of the Stroke Patient*
- 5.3.3. Patel, A. D. (2011) Why would musical training benefit the neural encoding of speech? The OPERA hypothesis, *Frontiers in Psychology*, doi: 10.3389/fpsyg.2011.00142