




La agrupación temporal y los patrones como facilitadores de la comprensión psicológica de la información rítmica.

Temporary grouping and patterns as facilitators of the psychological understanding of rhythmic information.

Agrupamento e padrões temporários como facilitadores da compreensão psicológica da informação rítmica.

  José Eduardo Álamos
josealamos@gmail.com

  Jesús Tejada Giménez
jesus.tejada@uv.es

Resumen: La agrupación influye en la fragmentación de sonidos en la memoria, por lo que es considerada un elemento fundamental en las teorías modernas de cognición musical. En este trabajo se revisan investigaciones sobre los fenómenos de estructuración temporal, agrupación de eventos y formación de patrones rítmicos. Se ofrece por tanto un panorama actualizado respecto a ciertos factores facilitadores del procesamiento temporal que pueden ser relevantes en contextos formativos musicales, por ejemplo, que la regularidad y la relación 2:1 son elementos clave para la percepción y producción de patrones rítmicos.

Palabras clave: ritmo musical, patrón rítmico, cognición musical, procesamiento cognitivo, psicología de la percepción.

Abstract: Grouping influences the mental fragmentation of sounds in memory, which is why it is considered a fundamental element in modern theories of musical cognition. This work reviews research on the phenomena of temporal structuring, grouping of events and formation of

rhythmic patterns. Therefore, an updated panorama is offered regarding certain facilitating factors of temporal processing that may be relevant in musical training contexts, for example, that regularity and the 2:1 relationship are important elements for the perception and production of rhythmic patterns.

Keywords: musical rhythm, rhythmic pattern, musical cognition, cognitive processing, psychology of perception.

Resumo: O agrupamento influencia a fragmentação dos sons na memória, razão pela qual é considerado um elemento fundamental nas teorias modernas da cognição musical. Este trabalho revisa pesquisas sobre os fenômenos de estruturação temporal, agrupamento de eventos e formação de padrões rítmicos. Portanto, é oferecido um panorama atualizado sobre certos fatores facilitadores do processamento temporal que podem ser relevantes em contextos de treinamento musical, por exemplo, que a regularidade e a proporção 2:1 são elementos-chave para a percepção e produção de padrões rítmicos.

Palavras-chave: ritmo musical, padrão rítmico, cognição musical, processamento cognitivo, psicologia da percepção.

Introducción

A pesar de las diferencias culturales que dan origen a múltiples géneros musicales en el mundo, existen actualmente estudios que plantean la existencia de universales rítmicos que estarían presentes en todas las culturas. Los mencionados trabajos están basados principalmente en la biología del ser humano y en las reglas de agrupación propuestas por la Teoría Generativa de la Música Tonal (TGMT) (LERDAHL; JACKENDOFF, 1983). Destacan dentro de este tipo de estudios, los cinco candidatos universales rítmicos planteados por Drake y Bertrand (2001) y, por otra parte, los seis rasgos rítmicos planteados por Ravignani, Delgado y Kirby (2017) que podrían considerarse universales humanos, puesto que muestran una frecuencia global estadísticamente significativa y aparecen en todas las regiones geográficas del mundo.

Las estructuras temporales jerárquicas han sido un elemento fundamental dentro de la acción humana y la planificación motriz (JACKENDOFF, 2009), recibiendo especial atención en el estudio del lenguaje y la música. Uno de los elementos que subyace a todas las estructuras es la agrupación, esta juega un rol preponderante en la percepción y producción musical influyendo en la fragmentación mental de sonidos en la memoria. Concretamente, dentro del aspecto temporal de la música, las agrupaciones periódicas que combinan sonidos "largos" y "cortos" son las que en definitiva dan origen a lo que conocemos como "ritmo".

En las últimas décadas y principalmente derivado de necesidades didáctico-formativas, el estudio del ritmo musical ha instalado el concepto de patrón (*pattern*). Un patrón rítmico podría ser definido como un fragmento prolongado de sonidos con duraciones y relaciones acentuadas que por lo general se repite y genera expectativas sobre futuros eventos (DOWLING; HARWOOD, 1986). Las características propias de los patrones rítmicos - que serán abordadas en detalle en el presente artículo - han sido importantes para favorecer la percepción y producción de esquemas temporales en contextos formativos.

Específicamente, en este trabajo se realiza una revisión de la literatura en que se describen y sintetizan hallazgos de investigación relacionados con el procesamiento cognitivo de la estructura temporal, agrupación y patrones rítmicos. Con ello, se pretende delinear y ofrecer un panorama actualizado respecto a alguno de los factores facilitadores del procesamiento cognitivo del ritmo, para posteriormente considerar estos elementos en la formación musical inicial.

Estructura temporal y jerarquización

Se ha señalado que la estructura jerárquica no solo es típica de la música y el lenguaje, sino también de la acción humana y la planificación motriz (JACKENDOFF, 2009). Después del pulso y la cifra métrica, las estructuras temporales y agrupaciones periódicas que combinan sonidos largos y cortos son las que en definitiva dan origen a los “ritmos”, tal y como han sido conceptualizados dentro de la actividad musical. En este sentido, es fundamental para la cognición y psicología humana que la información procesada tenga algún tipo de periodicidad puesto que la percepción del ritmo nace de la percepción de las estructuras y su repetición (FRAISSE, 1976).

La TGMT (LERDAHL; JACKENDOFF, 1983), a partir de la sintaxis del lenguaje y otros principios lingüísticos, desarrolló ampliamente los procesos de estructuración jerarquizada que se llevan a cabo durante el procesamiento de la información musical. Los autores plantean dos tipos de reglas: reglas de “formación correcta”, referidas a las descripciones estructurales posibles, y reglas de “preferencia” relacionadas con la percepción auditiva del oyente y las posibilidades de ordenamiento. En ambos casos, se plantea que una pieza musical es analizada en cada nivel jerárquico y que los límites en los niveles superiores (periodos de agrupaciones más largos) deben coincidir con los de niveles inferiores (periodo de agrupaciones más cortos) (Figura 1).

En relación a la estructura rítmica, la TGMT señala que en conjunto con la agrupación (que será tratada en detalle posteriormente), la métrica es fundamental, puesto que el oyente la deduce instintivamente al reconocer estructuras regulares de tiempos fuertes y débiles (LERDAHL; JACKENDOFF, 1983) (Figura 2). En síntesis, esta teoría en conjunto con los principios psicológicos de la Gestalt (leyes de proximidad, similitud, continuidad, cierre y destino común) han servido como pilares teóricos que han intentado explicar el procesamiento estructurado y jerárquico de la información en general, y específicamente, de la música tonal.

Fig. 1: Esquemas de Estructura de Agrupación y Segmentación Jerarquizada

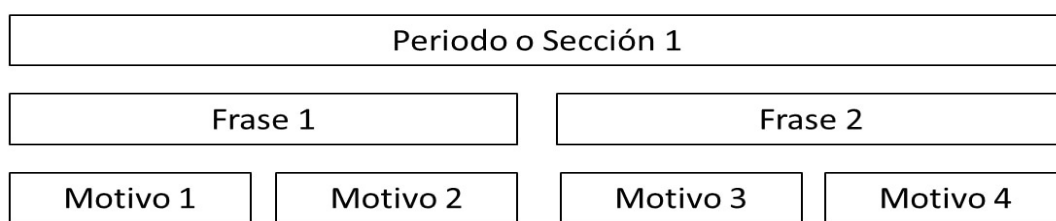
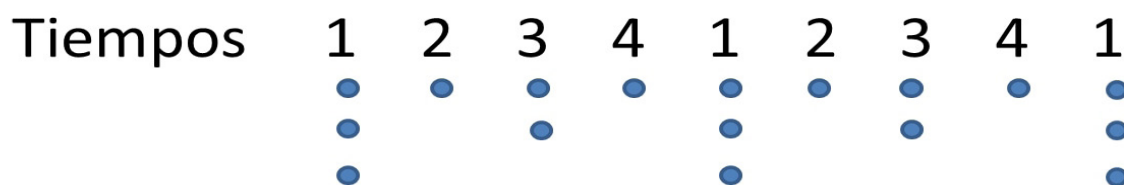


Fig.2: Ejemplo de Estructura Métrica Jerarquizada para el caso de 4/4. Más puntos representan una acentuación mayor y menos puntos una acentuación menor.



Uno de los modelos relacionados con el procesamiento estructural de la información rítmica y utilizado especialmente en el ámbito de la educación musical es el planteado por Edwin Gordon (2012). Este modelo señala que los tres componentes que definen al ritmo son los *macrobeats* (macropulsos), *microbeats* (micropulsos) y patrones rítmicos. Los *macrobeats* son aquellas pulsaciones “más largas” que se perciben arbitraria e instintivamente y que en lenguaje musical corresponderían a los acentos métricos. Por su parte, los *microbeats* derivan de la división temporal en fragmentos iguales de los *macrobeats*. En caso de considerar los *macrobeats* como acento métrico, los *microbeats* podrían corresponder a lo que comúnmente se conoce como pulsos, sin embargo, si el *macrobeat* es tomado como pulso, el *microbeat* se transforma en la subdivisión del pulso. Según Gordon, esto sucede porque la audición del ritmo es más bien subjetiva, dándose de este modo el caso de que al escuchar un determinado pasaje musical las personas no coincidan en determinar cuál es el *macrobeat* y/o cuál es el *microbeat*, intercambiándolos o percibiéndolos en distintas velocidades. Adicionalmente, Gordon ha señalado que en la mayoría de los casos los *macrobeats* se dividen en dos o tres *microbeats* de igual duración, hecho que coincide con la tendencia a los metros binarios y ternarios en Occidente.

El procesamiento marcado por la estructuración jerárquica de la información parece ser patrimonio de una importante variedad de culturas y estaría determinado por aspectos biológicos y evolutivos. Sin embargo, también se debe considerar que la influencia cultural, como conocer la estructura musical, influye en la percepción rítmica (TOIVAINEN; EEROLA, 2003). Del mismo modo, se ha especulado que la capacidad de adaptar segmentaciones básicas a periodos de tiempo más largos y por ende más complejos varía significativamente con la edad, la experiencia musical y la cultura (DRAKE, 1998).

Agrupación y conjunto

Un elemento que subyace y forma parte fundamental de cualquier estructura temporal es la agrupación. Algunos autores definen agrupación como la percepción de límites con elementos entre límites unificados que forman una unidad temporal, indicando que ésta contiene mecanismos cognitivos generales asociados no solo a la percepción musical, sino también implicados en el procesamiento del habla y otros estímulos auditivos (PATEL, 2008; PATEL *et al.*, 1998). La agrupación influye en la fragmentación mental de sonidos en la memoria por lo que desempeña un papel destacado en las teorías cognitivas modernas de la música. En estas teorías, se jerarquizan grupos de nivel inferior anidados dentro de los de nivel superior, existiendo abundante evidencia de que agrupar juega un papel relevante en la percepción musical (CAMBAROPOULOS, 1996; PATEL, 2008).

Algunos estudios empíricos pioneros ya dieron cuenta de que el procesamiento rítmico mejora al ser agrupado (THACKRAY, 1972). En los ochenta, Mary Louise Serafine señaló que el proceso general de encadenar una o más unidades para facilitar la percepción de patrones rítmicos parece ser un proceso casi universal en la comprensión musical, siendo probable que todos los pasajes musicales extensos deban subdividirse o agruparse en fragmentos que faciliten el procesamiento de todo el conjunto. Serafine propone tres categorías para describir el agrupamiento musical: 1) procesos globales que caracterizan la naturaleza y los límites de una determinada pieza musical; 2) procesos temporales que son aquellos que definen dimensiones sucesivas y simultáneas (como los acordes, por ejemplo); y 3) procesos no temporales que corresponden a aquellos que no están directamente vinculados con la "realidad inmediata" del "sonido a sonido" o "frase a frase", por ejemplo, la tonalidad (SERAFINE, 1983). Por su parte, Lerdahl y Jackendoff, autores de referencia por su ya mencionada TGMT concuerdan con estas ideas señalando que el oyente por naturaleza organiza las señales sonoras en unidades llamadas

grupos, integrando grupos pequeños en grupos cada vez más grandes (motivos, temas, frases, periodos, etc.). Por tanto, cualquier persona enfrentada a una serie de elementos o a una secuencia de hechos dentro de una obra musical, segmenta o fragmenta espontáneamente los elementos, llevando a cabo esta tarea con mayor o menor éxito dependiendo de la coincidencia entre la organización de lo que percibe y sus principios internos de construcción de agrupaciones (LERDAHL; JACKENDOFF, 1983).

Desde la década del noventa y hasta la actualidad, existe abundante investigación que reafirma la importancia de la agrupación como facilitadora del procesamiento del ritmo musical. Por ejemplo, Drake (1998) habla de “procesos básicos o primitivos”, en los que además de incluir la tendencia a la extracción de un pulso regular o temporal subyacente, menciona la segmentación de una secuencia en grupos de eventos sobre la base de sus parámetros físicos como un elemento fundamental para la percepción musical. Los procesos señalados coinciden con Purwins *et al.* (2008), cuando mencionan que los modelos de percepción del ritmo abordan aspectos específicos relacionados con la búsqueda de un pulso y la agrupación.

Se ha hipotetizado que la agrupación es en parte un proceso automático y jerarquizador que sucede rápidamente en nuestro cerebro y no necesariamente en presencia de nuestra conciencia (LEVITIN, 2006). Por ejemplo, los bebés de 4 a 9 meses de edad parecen agrupar implícitamente frases musicales de modo similar a como lo hacen los adultos (KRUMHANSL; JUSCZYK, 1990; THORPE; TREHUB, 1989; TRAINOR; ADAMS, 2000). Estos antecedentes de algún modo reafirman la idea de universalidad de los procesos de agrupación. En este sentido, Drake y Bertrand (2001) propusieron cinco procesos temporales relativos a la organización rítmica que pueden ser universales en todas las culturas, y en donde el primero de ellos, corresponde a la preferencia por la agrupación. Los autores plantean, en consonancia con la ley gestáltica de proximidad, que los oyentes tienden a agrupar en pequeñas unidades perceptuales eventos que tienen características sonoras

similares o que se encuentran próximos temporalmente. Esto podría ser una forma de superar las limitaciones de las estructuras de memoria y facilitar el procesamiento global de los eventos. Las unidades perceptivas resultan de la comparación entre eventos entrantes con eventos que ya están presentes en la memoria de trabajo, por lo que si un nuevo evento es similar a los que ya están presentes será asimilado dentro de la secuencia, de lo contrario, será segmentado. Esta segmentación conduce al cierre de una unidad y a la apertura de la siguiente (DRAKE; BETRAND, 2001), característica directamente relacionada con la ley de cierre desarrollada por la Teoría psicológica de la Gestalt.

Otro trabajo más reciente (RAVIGNANI *et al.*, 2017), presenta seis rasgos rítmicos que podrían considerarse como universales, puesto que muestran una frecuencia global mayor que el promedio y aparecen en todas las regiones geográficas del mundo. Conjuntamente con un pulso isócrono implícito, una organización jerárquica y el uso de duraciones de diferentes categorías, destacan tres puntos referidos a la agrupación: 1) agrupación de tiempos en dos o tres (metros de $2/4$ y $3/4$); 2) preferencia por división binaria del pulso; y 3) agrupación de duraciones de tiempos en torno a unos pocos valores distribuidos en menos de cinco relaciones de duración.

En cuanto a las formas de agrupación, las ideas de Drake y Betrand (2001) se encuentran respaldadas por un considerable cuerpo de investigación que toma como referencia las ya mencionadas leyes de la Gestalt, con su principio básico de globalidad, y estudios antiguos de las décadas de los setenta y ochenta. Por ejemplo, Fraisse (1976) menciona algunos factores que afectan a la estructuración rítmica: 1) el tiempo entre los sonidos de un esquema; 2) el número de sus sonidos componentes; y 3) el intervalo entre los diferentes esquemas rítmicos presentados. Por su parte, Lerdahl y Jackendoff (1983) informaron que dos principios básicos que afectan a la agrupación visual y auditiva son: 1) la proximidad; 2) la semejanza de los elementos que serán agrupados. Más recientemente, Patel (2008) recuerda que existen

dos principios establecidos hace un siglo que han sido confirmados en numerosos estudios y ampliamente aceptados: 1) un sonido más fuerte tiende a marcar el comienzo de un grupo; 2) un sonido alargado tiende a marcar el final de un grupo. Estos principios han sido vistos como leyes universales de percepción, subyacentes a los ritmos del habla y la música (HAYES, 1995; HAY; DIEHL, 2007).

Así como en el caso de los *tempi*, también han sido definidos los límites temporales de procesamiento relacionados con los conjuntos o agrupaciones. En general, cuanto más aumenta el intervalo de pausa, menor es el número de elementos que pueden ser captados en una misma serie (FRAISSE, 1976). En particular, la duración total de una agrupación rítmica no puede superar los 4 a 5 segundos, ni tener una duración inferior a 100 ms (FRAISSE, 1976; KRUMHANSL, 2000). Este es el rango en el que los eventos temporales son percibidos como ritmos organizados, puesto que, si el tiempo entre eventos es más largo que la medida mencionada, los oyentes tienen dificultades para agrupar sonidos percibiendo una desconexión entre unos y otros. Por su parte, si los intervalos entre los eventos es menor a 100 ms, los oyentes escuchan la secuencia como un evento único y continuo, dejando de percibir los eventos sonoros como entidades independientes y sucesivas (FRAISSE, 1978).

Si bien la extensión total de una secuencia rítmica es importante por cuanto se relaciona con las restricciones cognitivas de la percepción y memoria humana, la medida temporal que reporta mayor interés es el tiempo existente entre los inicios de sucesos sucesivos, denominado *interonset interval* (IOI). Este elemento influye y determina fuertemente la percepción del ritmo (KRUMHANSL, 2000; THOMPSON; SCHELLENBERG, 2002, 2006). Además, los experimentos en la percepción humana de los ritmos musicales han demostrado que el IOI es por lo general más trascendente que la longitud de las notas mismas (RAVIGNANI *et al.*, 2017).

Han sido bien definidos los límites temporales que permiten que un evento sea percibido como conjunto. El límite inferior de

agrupamiento de elementos sucesivos es de 150 a 200 ms, que como ya se dijo, corresponde al umbral de percepción auditiva inferior por debajo del cual los elementos independientes se perciben fusionados desapareciendo la sucesión. Por su parte, el límite o umbral superior es de 1500 a 2000; si se sobrepasa dicho límite, deja de percibirse la periodicidad rítmica y deja de funcionar el bucle sensomotor, necesitándose de las estructuras relacionadas con la atención. En síntesis, si dentro de una sucesión de elementos se generan intervalos de inicio (IOI) inferiores o superiores a los mencionados, la sensación de unidad desaparece (FRAISSE, 1976). Trabajos más recientes coinciden en general con Fraisse en el límite superior, sin embargo, se observa que el límite inferior ha quedado definido como 100 ms (PARNCUTT, 1994; THOMPSON; SCHELLENBERG, 2002, 2006; WARREN, 1993) excepto London (2004), que cuantifica el límite inferior en 200 ms.

Como ya se ha planteado, la agrupación de elementos es una característica esencial de la percepción humana que facilita la comprensión y composición musical. Para el caso particular del ritmo, la noción de un grupo surge cuando el oyente está expuesto a una sucesión de dos o más duraciones musicales que percibe como coherentes, identificando los límites del grupo - tal como se señaló anteriormente - al juzgar la proximidad y la similitud de los estímulos (LERDAHL Y JACKENDOFF, 1983; PURWINS *et al.*, 2008). En concreto, esta última idea sirve para vincular los procesos de agrupación temporal en general, con las frases y patrones rítmicos que corresponden a un aspecto específico del ritmo musical.

Patrones y frases rítmicas

Patrón rítmico se refiere a un fragmento prolongado de sonidos con duraciones y relaciones acentuadas que por lo general se repite y genera expectativas sobre futuros eventos (DOWLING; HARWOOD, 1986). Esta definición coincide con la de Snyder (2000) quien señala que los patrones rítmicos son intervalos de tiempo

y acentos correspondientes a las agrupaciones rítmicas reales de intervalos de tiempos y acentos que constituyen la música. Por su parte, London (2004) los ha definido como ciclos correspondientes a niveles jerárquicos dentro de la métrica, coincidiendo con las teorías de la percepción rítmica que a menudo contrastan el ritmo con el metro (VUUST Y WITEK, 2014). Otros trabajos proponen que el ritmo es un patrón de duraciones discretas que depende en gran medida de los mecanismos perceptivos subyacentes de la agrupación (CLARKE, 1999; FRAISSE, 1963, 1982, 1984).

Paul Fraise, citado anteriormente, es uno de los autores más reconocidos en el estudio de los patrones rítmicos y la psicología del procesamiento temporal en general. Él señaló que las formas o estructuras rítmicas tienen tres características fundamentales. Primero, la existencia de dos clases de intervalos temporales: "sencillo" y "doble" ("tiempos breves" y "tiempos largos"). En segundo lugar, poseen estructuras que contienen intervalos temporales breves inferiores a 400 ms los cuales duran entre 150 a 300 ms y largos entre 400 ms y 1000 ms, teniendo los intervalos de pausa la misma duración que los largos. Y, en tercer lugar, la posibilidad de dividirse en subestructuras cuando el número de elementos es superior a 2 o 3 (FRAISSE, 1976). Estas ideas se han mantenido en el tiempo y han sido refirmadas por otros prolíficos investigadores como el caso de Aniruddh Patel (2008), quien señala que las duraciones tienden a agruparse en torno a ciertos valores que reflejan la organización del tiempo en categorías discretas dentro de la música. Patel cita el trabajo de Fraise (1982) quien señaló que dos categorías prominentes en las secuencias musicales occidentales son "tiempos" cortos de 200-300 ms y "tiempos" largos de 450-900 ms.

Se han establecido paralelismos entre el procesamiento rítmico y melódico, específicamente entre los intervalos de tiempo e intervalos de tono, afirmándose que los patrones de subdivisión rítmica se posicionan en el marco del ritmo de una manera análoga a la forma en que los contornos de tono melódico se ubican en el marco de la escala (MONAHAN, 1984). Una de las analogías

interesantes respecto a este paralelismo es que las partes rápidas del ritmo serían las partes “más altas” o las que generan tensión dentro del contorno, mientras que las partes más lentas son las partes “bajas” o de reposo (SNYDER, 2000).

En este sentido, se ha señalado que las subdivisiones rítmicas al igual que las relaciones melódicas, están codificadas en contornos rítmicos de relación temporal relativa y no absoluta (MONAHAN, 1984). Esto hace que los patrones rítmicos puedan ser “transpuestos”, es decir, un patrón puede ser acelerado o desacelerado y, si sus proporciones de intervalo se mantienen, puede ser reconocido como una versión del mismo esquema (DOWLING; HARWOOD, 1986). De este modo, así como somos capaces de percibir y recordar muchos más patrones de tono cuando éstos se encuentran dentro del contexto organizado y centralizado de una escala, también somos capaces de percibir y recordar los patrones rítmicos de manera mucho más eficiente cuando se presentan dentro del marco estable de un sistema métrico (SUMMERS; HAWKINS; MAYERS, 1986). En definitiva, los intervalos de tiempo pueden operar como escalas de tono, organizándose en categorías fijas de proporciones y permitiendo percibir y recordar patrones mucho más claramente (SNYDER, 2000).

Esta última idea da pie para presentar evidencias respecto a cómo se facilitaría el procesamiento de los patrones o frases rítmicas. En primer lugar, se sabe que la regularidad es un elemento clave para mejorar el procesamiento rítmico especialmente para el pulso. Así mismo, se ha propuesto que cuanto más regular es una secuencia rítmica, más fácilmente se procesa, existiendo la tendencia de los sistemas perceptivos a regularizar los intervalos temporales irregulares (DRAKE; BERTRAND, 2001). Este último postulado coincide con hallazgos de las décadas de los setenta y ochenta que establecen que cuanto más simples y más regulares son las formas más fáciles resultan de percibir y memorizar (FRAISSE, 1976). Además, los oyentes pueden reproducir y/o recordar patrones rítmicos y decodificar duraciones de eventos e

intervalos de tiempo mucho más fácilmente si están en el contexto de un pulso regular (DOWLING; HARWOOD, 1986; POVEL, 1981).

La predicción y las expectativas son dos elementos fundamentales para el procesamiento de frases rítmicas, al igual que para el pulso y la cifra métrica. Se ha descrito en la Teoría de la Asistencia Dinámica (*Dynamic Attending Theory*) (DRAKE; JONES; BARUCH, 2000; JONES; BOLTZ, 1989) y en la Teoría de Niveles de Fluctuación de Expectativas (*Theories of Fluctuating Expectation Levels*) (DESAIN, 1992), que los patrones rítmicos se procesan de manera más eficiente cuando su posición en el tiempo se puede predecir. Estas teorías podrían explicar por qué los patrones métricos son reconocidos y reproducidos con mayor precisión que aquellos patrones basados en agrupaciones temporales pero sin un pulso y metro determinado, denominados no métricos (BHARUCHA; PRYOR, 1986; ESSENS, 1995). Por otra parte, se ha planteado que la percepción de los patrones rítmicos depende de la frecuencia con que estos patrones aparezcan en el contexto musical del oyente (HURON, 2007), en este sentido, los niveles de expectativa pueden ser manipulados presentando algunos patrones temporales determinados.

En referencia a la estructura de los patrones y las relaciones dadas entre las duraciones internas de sus elementos, algunos hallazgos pioneros indican que los dos niveles de estructura cognitiva en la representación de un patrón rítmico son: el pulso que sirve como marco de referencia y sus subdivisiones rítmicas (DOWLING; HARWOOD, 1986). De este modo los intervalos de tiempo se dividen preferentemente en subdivisiones iguales o subdivisiones en la relación 2:1 (POVEL, 1981), siendo más sencillo reproducir ritmos que contienen relaciones 2:1 en contraste con relaciones 3:1 (STERNBERG; KNOLL; ZUKOFSKY, 1982). Además, los mismos Dowling y Hardwood (1986) indicaron que existe evidencia considerable proporcionada por Fraise (1982) acerca de la facilidad de percibir y producir patrones rítmicos que contienen proporciones temporales 2:1, las cuales representan un 68% de las relaciones de los tiempos cortos en relación a los largos,

constituyéndose a su vez como un 60% de todas las duraciones de una obra occidental. Este último dato es complementario al hecho de que la utilización de negras y corcheas llegan incluso al 95% de las figuras usadas por compositores de música occidental (tal es el caso de Stravinsky por ejemplo) (FRAISSE, 1976).

Recientemente, Wu *et al.* (2013) hacen referencia a estudios que muestran una tendencia hacia la proporción 2:1. Aquí son presentados hallazgos que indican que la relación 2:1 otorga mayor precisión que la relación 3:1, tanto a nivel reproductivo como perceptivo (REPP; LONDON; KELLER, 2011; REPP; WINDSOR; DESAIN, 2002). Por otra parte, se exponen estudios que evidencian que los ritmos con proporciones enteras pequeñas como 2:1 o 3:1, se reproducen mejor que los ritmos con proporciones mayores como 5:1, o relaciones no enteras complejas como 2:5:1 o 3:5:1 (ESSENS, 1986; SAKAI *et al.*, 1999). Esto coincide con evidencias antiguas que indican que tanto músicos como no músicos mejoran considerablemente su reproducción rítmica en contextos 2:1, 3:1 y 4:1 (POVEL, 1981). En definitiva, nuestra capacidad para percibir con precisión subdivisiones rítmicas se extiende a un poco más de cuatro veces el tempo del pulso básico (SNYDER, 2000).

Los hallazgos expuestos hasta aquí han llevado a la presunción de un nuevo candidato a “universal rítmico” denominado “predisposición hacia las relaciones de duración simple”. Esta hipótesis implica que las personas tienden a escuchar un intervalo de tiempo el doble de largo o corto que los intervalos anteriores. Además, tienden a distorsionar la duración de algunos intervalos (hacia las categorías doble o mitad) cuando reproducen ritmos musicales complejos con el objetivo de simplificar los patrones rítmicos, haciendo que los intervalos producidos respeten una proporción de 2:1 (DRAKE; BETRAND, 2001). Por otra parte, en una revisión de investigaciones transculturales, Stevens (2012) plantea que si bien la evidencia empírica concuerda con la relación doble – mitad, existen autores que plantean que la prevalencia de patrón corto-largo o largo-corto depende de aspectos culturales relativos al lenguaje. Por ejemplo, en un experimento en donde

oyentes ingleses y japoneses escucharon pares de sonidos en los que se alternaba aleatoriamente la amplitud y duración, los participantes ingleses se inclinaron mayoritariamente por señalar que los patrones eran "corto-largo", mientras que los japoneses prefirieron el patrón "largo - corto" (IVERSEN; PATEL; OHGUSHI, 2008).

Al considerar la edad, se ha planteado que a partir de los cinco años las niñas y niños pueden reproducir ritmos cortos basados en relaciones binarias (2:1), pero no ternarias (3:1) (DRAKE, 1993). Entre los cinco y siete años, muestran mayor precisión al ejecutar secuencias regulares que secuencias irregulares (DRAKE; GÉRARD, 1989), considerándose como regulares aquellas secuencias con subdivisiones binarias y múltiplos de un tiempo regular (2, 4 u 8) y no regulares aquellas no binarias (CORRIGALL; SCHELLENBERG, 2015). Adicionalmente, se ha señalado que las niñas y niños de entre cinco y siete años de edad también son capaces de realizar ritmos complejos no regulares (con proporciones no binarias y con contratiempos), sin embargo, la reproducción tiende a ser distorsionada hacia proporciones simples o binarias (DRAKE; GÉRARD, 1989).

Finalmente y a modo de síntesis de este apartado, resulta interesante revisar las ideas de Edwin Gordon (2012). Él se dedicó ampliamente al estudio de las estructuras rítmicas, señalando que tanto los patrones tonales como rítmicos son las unidades básicas de significado en la música y son análogos a las palabras en el lenguaje. Gordon ha establecido una taxonomía sugiriendo que los patrones rítmicos se entienden mejor cuando son organizados crecientemente de acuerdo a su dificultad, ordenándolos desde los más simples a los más complejos. Para la clasificación de acuerdo con la cifra métrica utilizada, el orden en dificultad creciente es: *usual duple* (2/4); *usual triple* (6/8); *usual combined* (2/4 con uso de tresillos); *unusual paired* (5/8); *unusual unpaired* (7/8); *unusual paired intact* (7/8); y *unusual unpaired intact* (5/8). Para el caso del ordenamiento interno dentro de cada patrón (denominado *pattern functions*) el orden es: *macro/microbeat*, *divisions*, *elongations*,

división/elongations, rests, ties y upbeats. Adicionalmente, este autor plantea que el tempo de los patrones es irrelevante para la clasificación y función (GORDON, 2012).

Conclusiones

La estructuración y la agrupación influyen en la fragmentación mental de sonidos en la memoria, por lo que agrupar desempeña un papel fundamental en la percepción musical (CAMBAROPOULOS, 1997; FRAISSE, 1976; GORDON, 2012; JACKENDOFF, 2009; LERDAHL; JACKENDOFF, 1983; PATEL, 2008) y se considera un elemento fundamental en las teorías modernas de cognición musical (PATEL, 2008). Existe abundante investigación que reafirma la importancia de la agrupación como facilitadora del procesamiento del ritmo musical (DRAKE, 1998; DRAKE Y BETRAND, 2001; PURWINS *et al.*, 2008; RAVIGNANI, *et al.*, 2017). Además se ha sugerido que la agrupación sería un proceso automático que acontece rápidamente en el cerebro y que no necesitaría la presencia de la conciencia (LEVITIN, 2006).

Para que un ritmo se perciba como una estructura organizada, una agrupación rítmica no puede superar los 4 a 5 segundos ni tener una duración inferior a 100 ms (FRAISSE, 1976; KRUMHANSL, 2000). Sin embargo, un elemento que pareciera ser más relevante que la duración de las estructuras o sonidos mismos, es el intervalo de silencio que existe entre un sonido y otro, denominado *interonset interval* (IOI). El IOI influye y determina consistentemente la percepción del ritmo (KRUMHANSL, 2000; THOMPSON; SCHELLENBERG, 2002, 2006). El límite o umbral inferior de agrupamiento de elementos sucesivos es de 150 a 200 ms, por su parte, el límite o umbral superior es de 1500 a 2000 ms (LONDON, 2004; PARNCUTT, 1994; THOMPSON; SCHELLENBERG, 2002, 2006; WARREN, 1993). Por debajo del límite inferior, los elementos independientes se perciben como fusionados, mientras que por encima del límite superior deja de percibirse la periodicidad rítmica

desapareciendo el bucle sensomotor y actuando la atención para contar el tiempo entre eventos sonoros (SNYDER, 2000).

En relación con los patrones rítmicos, se ha señalado que la regularidad es un elemento clave para su procesamiento, tanto de su estructura interna como del pulso sobre el cual se constituye el patrón (DOWLING; HARWOOD, 1986; DRAKE; BERTRAND, 2001; FRAISSE, 1976; POVEL, 1981). La regularidad se relaciona con la posibilidad de predecir y anticipar la estructura y posición en el tiempo de los patrones rítmicos. Este aspecto favorece el procesamiento rítmico y ha sido ampliamente estudiado en teorías relacionadas con la predicción y las expectativas (DESAIN, 1992; DRAKE et al., 2000; FRISTON, 2002, 2005; HURON, 2007; JONES; BOLTZ, 1989). Los intervalos de tiempo se subdividen preferentemente en proporciones iguales o en la relación 2:1 (POVEL, 1981), siendo más sencillo reproducir y percibir ritmos que contienen relaciones 2:1 en contraste con relaciones 3:1 (FRAISSE, 1982; GORDON, 2012; REPP *et al.*, 2011; REPP *et al.*, 2002; STERNBERG *et al.*, 1982). A su vez, los ritmos con proporciones 2:1 o 3:1, se reproducen mejor que los ritmos con proporciones mayores como 5:1, o relaciones no enteras complejas como 2:5:1 o 3:5:1 (ESSENS, 1986; SAKAI *et al.*, 1999). Adicionalmente, se ha sugerido que los oyentes tienden a distorsionar la duración de intervalos en contextos rítmicos complejos, simplificando y llevando las duraciones rítmicas a la proporción 2:1 (DRAKE; BETRAND, 2001).

Con todo y en relación a trabajos de investigación futuros, es necesario continuar con la realización de estudios empíricos sobre la jerarquización de patrones rítmicos en términos de su facilidad/dificultad para ser percibidos y producidos. Esto podría contribuir en el diseño y planificación de programas rítmicos para ser utilizados tanto en conservatorios de música, como en centros educativos u otras instituciones de instrucción no formal. Si bien es cierto que Gordon (2012) ha avanzado en el establecimiento de jerarquías de secuencias rítmicas de acuerdo al nivel de dificultad, aún resulta necesario realizar estudios contextualizados que permitan, por ejemplo, establecer orientaciones metodológicas

que consideren la edad y etapa de desarrollo psicológico de los estudiantes.

Otra línea de investigación muy desarrollada en los últimos años es la que vincula los elementos rítmico-musicales con el movimiento corporal. Este campo proporciona un importante sustento teórico que debiera conducir hacia la exploración de nuevas formas de enseñanza rítmica que consideren aspectos sensomotores y que sistematicen y actualicen métodos relacionados con la expresión corpórea, como es el caso del método de Jaques-Dalcroze.

Referencias

BHARUCHA, Jamshed; PRYOR, John. Disrupting the isochrony underlying rhythm: An asymmetry in discrimination. **Perception & Psychophysics**, United States, v. 40, n. 3, p. 137-141, 1986.

CAMBOUROPOULOS, Emilios. Musical rhythm: A formal model for determining local boundaries, accents and metre in a melodic surface. En: JOINT INTERNATIONAL CONFERENCE ON COGNITIVE AND SYSTEMATIC MUSICOLOGY, 1996, Berlin. **Anais...** Heidelberg: Springer, 1996. p. 277-293.

CLARKE, Eric. Rhythm and Timing in Music. En: DEUTSCH, Diana (Ed.). **The Psychology of Music. Cognition and Perception** (Second Edition). United States: Academic Press, 1999. p. 473-500

CORRIGALL, Kathleen; SCHELLENBERG, Glenn. Music cognition in childhood. En: MCPHERSON, Gary (Ed.). **The Child as Musician**. Oxford: Oxford University Press, 2015. p. 81-101.

DESAIN, Peter. (De)Composable Theory of Rhythm Perception. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, Berkeley, v. 9, n. 4, p. 439-454, 1992.

DOWLING, Walter; HARWOOD, Dane. **Music Cognition**. United States: Academic Press, 1986.

DRAKE, Carolyn. Reproduction of musical rhythms by children, adult musicians, and adult nonmusicians. **Perception & Psychophysics**, United States, v. 53, n. 1, p. 25–33, 1993.

DRAKE, Carolyn; GÉRARD, Claire. A psychological pulse train: how young children use this cognitive framework to structure simple rhythms. **Psychological Research**, Germany, v. 51, n. 1, p. 16–22, 1989.

DRAKE, Carolyn. Psychological Processes Involved in the Temporal Organization of Complex Auditory Sequences: Universal and Acquired Processes. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, Berkeley, v. 16, n. 1, p. 11–26, 1998.

DRAKE, Carolyn; BERTRAND, Daisy. The Quest for Universals in Temporal Processing in Music. **Annals of the New York Academy of Sciences**, Oxford, UK, v. 930, n. 1, p. 17–27, 2001.

DRAKE, Carolyn; JONES, Mari Riess; BARUCH, Clarisse. The development of rhythmic attending in auditory sequences: attunement, referent period, focal attending. **Cognition**, Netherlands, v. 77, n. 3, p. 251–288, 2000.

ESSENS, Peter. Hierarchical organization of temporal patterns. **Perception & Psychophysics**, United States, v. 40, n. 2, p. 69–73, 1986.

ESSENS, Peter. Structuring temporal sequences: Comparison of models and factors of complexity. **Perception & Psychophysics**, United States, v. 57, n. 4, p. 519–532, 1995.

FRAISSE, Paul. **The psychology of time**. New York: Harper & Row, 1963.

FRAISSE, Paul. Time and rhythm perception. En: CARTERETTE, Edward; FRIEDMAN, Morton (Eds.). **Handbook of Perception: Perceptual Coding**. United States: Academic Press, 1978. p. 203-254.

FRAISSE, Paul. Rhythm and tempo. En: DEUTSCH, Diana (Ed.). **The Psychology of Music**. Orlando, FL: Academic Press, 1982. p. 149–180.

FRAISSE, Paul. Perception and estimation of time. **Annual Review of Psychology**, Palo Alto, California, v. 35, p. 1-36, 1984.

FRAISSE, Paul. **Psicología del ritmo**. Madrid: Morata, 1976.

GORDON, Edwin. **Learning sequences in music: a contemporary music learning theory**. Chicago: GIA Publications, 2012.

HAY, Jessica; DIEHL, Randy. Perception of rhythmic grouping: Testing the iambic/trochaic law. **Perception & Psychophysics**, New York, v. 69, n. 1, p. 113–122, 2007.

HAYES, Bruce. **Metrical stress theory**. Chicago: Univ. of Chicago Press, 1995.

HURON, David. **Sweet anticipation**. Cambridge, Mass: MIT Press, 2007.

IVERSEN, John; PATEL, Aniruddh; OHGUSHI, Kengo. Perception of rhythmic grouping depends on auditory experience. **The Journal of the Acoustical Society of America**, United States, v. 124, n. 4, p. 2263–2271, 2008.

JACKENDOFF, Ray. Parallels and nonparallels between language and music. **Music Perception: An Interdisciplinary Journal**, Berkeley, v. 26, n. 3, p. 195–204, 2009.

JONES, Mari Riess; BOLTZ, Marilyn. Dynamic Attending and Responses to Time. **Psychological Review**, United States, v. 96, n. 3, p. 459–491, 1989.

KRUMHANSL, Carol; JUSCZYK, Peter. Infants' Perception of Phrase Structure in Music. **Psychological Science**, Los Angeles, CA, v. 1, n. 1, p. 70–73, 1990.

KRUMHANSL, Carol. Rhythm and pitch in music cognition. **Psychological Bulletin**, United States, v. 126, n. 1, p. 159–179, 2000.

LERDAHL, Fred; JACKENDOFF, Ray. **A generative theory of tonal music**. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 1983.

LEVITIN, Daniel. **This is your brain on music**. New York, NY: Dutton, 2006.

LONDON, Justin. **Hearing in time**. Oxford: Oxford Univ. Press, 2004.

MONAHAN, Caroline. Parallels between pitch and time: The determinants of musical space, 1984, University of California. Los Angeles: ProQuest Dissertations Publishing, 1984.

PARNCUTT, Richard. A Perceptual Model of Pulse Saliency and Metrical Accent in Musical Rhythms. **Music Perception: An Interdisciplinary Journal**, Berkeley, Calif, v. 11, n. 4, p. 409–464, 1994.

PATEL, Aniruddh. **Music, Language, and the Brain**. US: Oxford University Press, 2008.

PATEL, Aniruddh et al. Processing Prosodic and Musical Patterns: A Neuropsychological Investigation. **Brain and Language**, Netherlands, v. 61, n. 1, p. 123–144, 1998.

POVEL, Dirk-Jan. Internal representation of simple temporal patterns. **Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance**, United States, v. 7, n. 1, p. 3–18, 1981.

PURWINS, Hendrik et al. Computational models of music perception and cognition II: Domain-specific music processing. **Physics of Life Reviews**, United States, v. 5, n. 3, p. 169–182, 2008.

RAVIGNANI, Andrea; DELGADO, Tania; KIRBY, Simon. Musical evolution in the lab exhibits rhythmic universals. **Nature Human Behaviour**, United States, v. 1, n. 1, p. 1–7, 2017.

REPP, Bruno; WINDSOR, Luke; DESAIN, Peter. Effects of Tempo on the Timing of Simple Musical Rhythms. **Music Perception: An Interdisciplinary Journal**, Berkeley, Calif, v. 19, n. 4, p. 565–593, 2002.

REPP, Bruno; LONDON, Justin; KELLER, Peter. Perception–production relationships and phase correction in synchronization with two-interval rhythms. **Psychological Research**, Berlin/Heidelberg, v. 75, n. 3, p. 227–242, 2011.

SAKAI, Katsuyuki et al. Neural Representation of a Rhythm Depends on Its Interval Ratio. **Journal of Neuroscience**, United States, v. 19, n. 22, p. 10074–10081, 1999.

SERAFINE, Mary Louise. Cognition in music. **Cognition**, United States, v. 14, n. 2, p. 119–183, 1983.

SNYDER, Bob. **Music and memory: an introduction**. Cambridge: The MIT Press, 2000.

STERNBERG, Saul; KNOLL, Ronald; ZUKOFSKY, Paul. Timing by Skilled Musicians. En: DEUTSCH, Diana (Ed.). **Psychology of Music**. New York: Elsevier Inc., 1982. p. 181–239.

STEVENS, Catherine. Music Perception and Cognition: A Review of Recent Cross-Cultural Research. **Topics in Cognitive Science**, Oxford, UK, v. 4, n. 4, p. 653–667, 2012.

SUMMERS, Jeffery; HAWKINS, Simon; MAYERS, Helen. Imitation and production of interval ratios. **Perception & Psychophysics**, United States, v. 39, n. 6, p. 437–444, 1986.

THACKRAY, Rupert. **Rhythmic abilities in children**. United States: Novello, 1972.

THOMPSON, William; SCHELLENBERG, Glenn. Cognitive constraints on music listening. En: COLWELL, Richard (Ed.). **The New Handbook of Research on Music Teaching and Learning**. Oxford, 2002. p. 461–486.

THOMPSON, William; SCHELLENBERG, Glenn. Listening to Music. En: COLWELL, Richard (Ed.). **MENC Handbook of Musical Cognition and Development**. Oxford: Oxford University Press, 2006. p. 72–123.

THORPE, Leigh; TREHUB, Sandra. Duration Illusion and Auditory Grouping in Infancy. **Developmental Psychology**, United States, v. 25, n. 1, p. 122–127, 1989.

TOIVIAINEN, Petri; EEROLA, Tuomas. Where is the beat?: Comparison of Finnish and South African listeners. En: PROCEEDINGS OF THE 5TH TRIENNIAL ESCOM CONFERENCE. 5., 2003, Germany. **Anais...Hanover**: University of Music and Drama Germany, 2003. p. 501–504.

TRAINOR, Laurel; ADAMS, Beth. Infants' and adults' use of duration and intensity cues in the segmentation of tone patterns. **Perception & Psychophysics**, New York, v. 62, n. 2, p. 333–340, 2000.

VUUST, Peter; WITEK, Maria. Rhythmic complexity and predictive coding: a novel approach to modeling rhythm and meter perception in music. **Frontiers in Psychology**, Switzerland, v. 5, p. 1111, 2014.

WARREN, Richard M. **Perception of acoustic sequences: global integration versus temporal resolution**. Oxford: Oxford University Press, 1993.

WU, Xiang et al. Serial binary interval ratios improve rhythm reproduction. **Frontiers in Psychology**, United States, v. 4, p. 512, 2013.

Esta investigación fue patrocinada por el Ministerio de Ciencia e Innovación de España (PID2019-105762GB-I00)