

ARTÍCULO

Procesamiento cognitivo y formación rítmica en Educación Primaria*

Cognitive Processing and Rhythmic Education in Primary School

Por **José Álamos-Gómez** josealamos@gmail.com

Jesús Tejada jesus.tejada@uv.es

RESUMEN

Con el propósito de optimizar el escaso tiempo asignado a la clase de música y responder a las necesidades de aprendizaje musical del estudiantado, uno de los caminos es considerar teorías y hallazgos de investigación sobre el procesamiento cognitivo. En relación a la formación rítmico-musical, se sabe que es fundamental desde los primeros años de vida, puesto que el ritmo es un componente integral dentro del desarrollo humano y el aprendizaje. En este trabajo se presenta un panorama teórico respecto al procesamiento cognitivo de información rítmico-musical y se plantean posibles caminos para el logro de aprendizajes rítmicos perceptivo-productivos por parte de estudiantes de Educación Primaria. La literatura revisada indica, por un lado, que hay elementos fundamentales para el aprendizaje rítmico-musical: pulso, rangos de tempi específicos, metro, acentuaciones (Álamos y Tejada, 2021), agrupación y patrones rítmicos (Álamos y Tejada, 2020a). Por otro lado, existe una fuerte asociación entre ritmo y movimiento desde el punto de vista perceptivo-motor (Álamos y Tejada, 2020b), y el uso de elementos relacionados con el lenguaje verbal facilitarían la adquisición de habilidades rítmicas. Estos hallazgos llevan a concluir que tanto la práctica rítmico-corporal como la asociación entre lenguaje verbal y ritmo, son mecanismos especialmente eficientes en la formación rítmica de estudiantes de educación primaria. Esta evidencia teórica ha de ser tratada con cautela, puesto que debiera ser verificada en el futuro a través de trabajos empíricos en el contexto educativo chileno.

PALABRAS CLAVE

Cognición musical, educación musical, ritmo, música en educación primaria.

* Nota del editor: Este trabajo fue presentado en el 2^{do} coloquio "Nuestra experiencia en la Música. Diálogos interdisciplinario", versión Webinar, realizado en septiembre 2020 - Universidad de Chile.

ABSTRACT

In order to optimize the scarce time allocated to music class and respond to the musical learning needs of students, one of the ways is to consider theories and research findings on cognitive processing. In relation to rhythmic-musical training, it is known that it is fundamental from the first years of life, since rhythm is an integral component of human development and learning. In this paper is to present a theoretical overview of the cognitive processing of rhythmic-musical information and to propose possible ways for the achievement of perceptual-productive rhythmic learning by elementary school students. The literature reviewed indicates, on the one hand, that there are fundamental elements for rhythmic-musical learning: pulse, specific tempi ranges, meter, accents (Alamos and Tejada, 2021), grouping and rhythmic patterns (Alamos and Tejada, 2020a). On the other hand, there is a strong association between rhythm and movement from a perceptual-motor point of view (Alamos and Tejada, 2020b), and the use of elements related to verbal language would facilitate the acquisition of rhythmic skills. These findings lead to the conclusion that both rhythmic-bodily practice and the association between verbal language and rhythm are particularly efficient mechanisms in the rhythmic training of elementary school students. This theoretical evidence should be treated with caution since it should be verified in the future through empirical work in the Chilean educational context.

KEYWORDS

Music cognition, music education, rhythm, music in primary school.

INTRODUCCIÓN

Entre los desafíos que tiene el profesor de música en Chile hoy, está el optimizar el escaso tiempo que posee para la realización de la clase de educación musical. Para el caso de Educación Básica, en las escuelas y colegios chilenos se destinan entre 45 y 90 minutos semanales para la clase de música obligatoria, por tanto, este tiempo debería ser aprovechado incorporando estrategias didácticas eficientes y eficaces que respondan a las necesidades educativo – musicales de los estudiantes.

Para optimizar el tiempo y responder a las necesidades de aprendizaje musical del estudiantado, uno de los caminos podría ser considerar teorías y hallazgos de investigación sobre el procesamiento cognitivo, puesto que si bien se ha avanzado en las últimas décadas en investigaciones que relacionan procesos neurocognitivos y psicología musical, aún resulta necesario que estos hallazgos sean aplicados en el aula y haya una adecuada transferencia entre el ámbito académico y la institución escolar (Ortiz, 2018). Swanwick (1991) ya planteaba la necesidad de tener en cuenta el desarrollo cognitivo del ser humano en la tarea de establecer diseños educativos, mientras Habegger (2010) señala que la educación musical formal en los primeros años puede ser eficaz, siempre y cuando resulte apropiada para la etapa de desarrollo y la capacidad individual del niño. En concreto, el conocimiento respecto al procesamiento cognitivo musical puede orientar las prioridades de enseñanza y contribuir al aprovechamiento de las capacidades musicales que “naturalmente” se dan en el estudiantado.

Entre los aspectos musicales a desarrollar en el aula, se sabe que la formación rítmica es fundamental, es quizás por esta razón que la educación musical dedica grandes esfuerzos al desarrollo del ritmo, especialmente en las primeras etapas de formación. Asimismo, parece que dentro de contextos educativo-musicales, el entrenamiento diario de los mecanismos de procesamiento temporal tiene un efecto beneficioso sobre otras funciones cognitivas (Miendlarzewska y Trost, 2014). De este modo, ciertos trabajos plantean que la práctica basada en elementos rítmicos favorece la previsibilidad, la flexibilidad cognitiva, la atención sostenida y la memoria; sin embargo, el desarrollo de estas funciones depende de las estrategias implementadas mediante la formación musical en los ámbitos educativos (Phillips-Silver y Trainor, 2007).

En relación al procesamiento de información rítmica, existen algunos consensos sobre el modo en que el cerebro organiza la información en el contexto tonal occidental. Por ejemplo, estudios planteados durante la segunda mitad del siglo XX, basados entre otras teorías en las leyes psicológicas de Gestalt, han sugerido que resulta importante para mejorar la capacidad de percepción y memorización rítmica, que la información o estructura rítmica sea analizada en su conjunto, y en este sentido, resulta dificultoso memorizar frases rítmicas demasiado largas (Thackray, 1972). Por su parte, Fraisse (1976) señala que algunos factores que influyen son: la estructuración rítmica, el tiempo entre los sonidos de un esquema, el número de sus sonidos componentes y el intervalo entre los diferentes esquemas rítmicos presentados. En relación al pulso y metro, se ha establecido que los oyentes pueden reproducir/ recordar los patrones rítmicos y estimar la duración de los eventos temporales mucho más fácilmente si se introducen en relación a un pulso regular (Dowling y Harwood, 1986; Drake, 1998; Purwins, Grachten, Herrera, Hazan, Marxer y Serra, 2008), mientras que perciben y

recuerdan los patrones rítmicos de manera mucho más eficiente cuando se presentan dentro del marco estable de un sistema métrico (Chen, Penhune y Zatorre, 2008; Wu, Westanmo, Zhou y Pan, 2013). Todos estos hallazgos están de cierta forma sintetizados en las teorías de Lerdahl y Jackendoff (1983, 2006), que plantean la organización rítmica sobre dos principales estructuras jerárquicas independientes: los agrupamientos y los acentos rítmicos.

Los antecedentes presentados, llevan con justa razón, a pensar que la forma de procesamiento de información rítmica influiría en el aprendizaje, y por ende, las estrategias didácticas seleccionadas por el profesorado basadas en teorías y hallazgos de investigación sobre el procesamiento cognitivo, repercutirían de forma positiva en la formación rítmica de estudiantes de educación primaria. Investigaciones recientes dan cuenta de la existencia de un vínculo fuerte entre ritmo y movimiento corporal desde el punto de vista perceptivo y motor (González-Sánchez, Zelechowska y Jensenius, 2018; Levitin, Grahn, y London, 2018). Por otro lado, se ha planteado que el uso de sílabas o dispositivos relacionados con el lenguaje resultan beneficiosos para la enseñanza de habilidades de lectura rítmica (Álamos y Pérez, 2015; Orts, Pérez y Tejada, 2014). De estos hallazgos se deduce que tanto el vínculo rítmico-corporal, como la asociación rítmico-verbal, son alternativas didácticas óptimas para potenciar y facilitar el aprendizaje rítmico.

Con todo y teniendo en cuenta investigaciones que relacionan procesos neurocognitivos y psicología musical, en este trabajo se presenta un cuerpo teórico respecto al procesamiento cognitivo de información rítmico-musical y se plantean posibles caminos para el logro de aprendizajes rítmicos perceptivo-productivos por parte de estudiantes de Educación Primaria.

I. FACTORES FUNDAMENTALES EN EL PROCESAMIENTO COGNITIVO DE LA INFORMACIÓN RÍTMICA

Algunas revisiones de literatura recientes han dado cuenta de la importancia que tienen ciertos aspectos temporales específicos para facilitar el procesamiento cognitivo del ritmo musical (Álamos y Tejada, 2020a, 2021). Estos elementos: pulso, rangos determinados de tempo, metro, acentos métricos y agrupaciones representadas a través de los patrones, son altamente relevantes dentro del campo de la educación musical. Esto, no solo porque facilitarían la adquisición rítmica, sino también porque dichos elementos son contenidos básicos dentro de la formación del alumnado desde su formación escolar inicial. A continuación, se describen algunos de los principales hallazgos presentados en las revisiones de literatura antes mencionadas (Álamos y Tejada, 2020a, 2021).

El pulso se constituye como básico y fundamental para organizar la música, tanto a nivel perceptivo como productivo. Este elemento, más que ser un fenómeno físico tangible, parece ser una representación mental; en este sentido, Snyder (2000) propone que el pulso está conformado por una sucesión de eventos temporales imaginarios e isócronos que subyacen al fenómeno musical. Este proporciona un marco temporal básico sobre el cual se escuchan sonidos de distinta duración y agrupaciones de ellos.

La tendencia a la isocronía y a la regularidad, dada por el pulso, parece ser una característica natural del ser humano. Así, esta inclinación tendría su origen en aspectos biológicos (Bowling, Hoeschele, Gill y Fitch, 2017), principalmente relacionados con la actuación del

sistema nervioso (Fujii y Wan, 2014; Merchant, Grahn, Trainor, Rohrmeier y Fitch, 2015). Algunos autores especulan respecto a la existencia de un sesgo cognitivo hacia la isocronía durante la experiencia musical (Ravignani, Delgado y Kirby, 2017), lo cual lo cual podría implicar la búsqueda constante de regularidades, incluso durante la percepción de estímulos sonoros no isócronos. Esta inclinación también ha sido explicada desde la musicología por aspectos culturales relacionados con procesos de enculturación (Jacoby y McDermott, 2017).

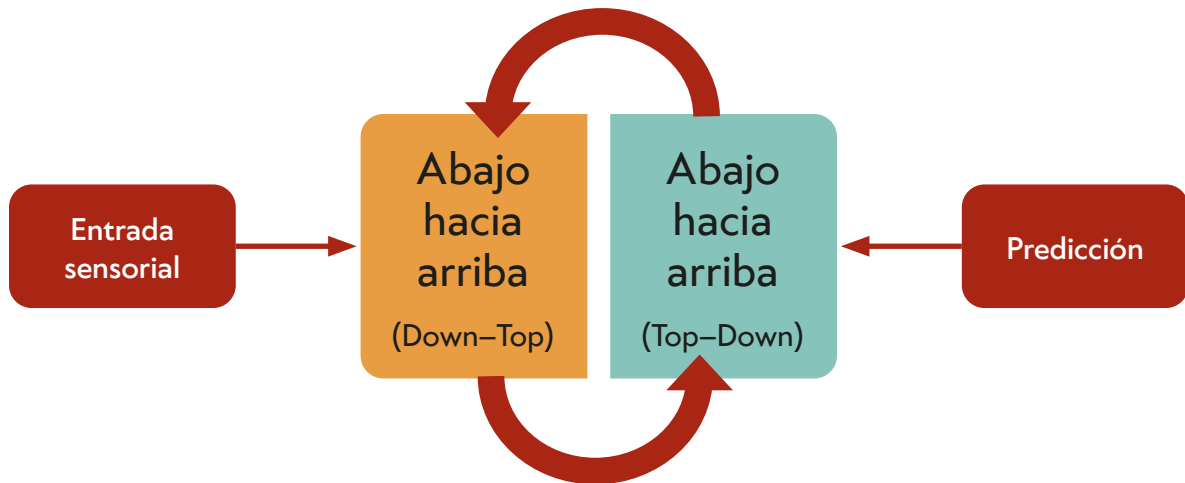
Dentro de las actividades rítmico-musicales, se ha planteado que el pulso temporal subyacente es fundamental en la percepción de secuencias rítmicas simples (Drake, 1998; Purwins *et al.*, 2008) y para el procesamiento rítmico en general (Honing, 2013). Esto se explicaría en parte, por la *Teoría del Reloj Interno* (Povel y Essens, 1985), la *Teoría de Asistencia Dinámica* (Large y Jones, 1999), y más recientemente, por la *Teoría de Codificación Predictiva* (Friston, 2005; Vuust y Witek, 2014). Las tres coinciden en que el oyente intenta extraer regularidades para facilitar la predicción y “anticipar” lo que vendrá, “economizando” recursos cognitivos para la realización simultánea de otras tareas perceptivo-productivas.

En relación con estas teorías, también se ha identificado el metro con sus respectivos acentos, como un elemento que conforma un marco para la expectativa rítmica, la previsibilidad y la organización de los motivos rítmicos que vendrán dentro de un contexto musical mayor (London, 2012; Snyder, 2000). Esto es lógico, si se considera que los acentos métricos pueden también ser vistos como un pulso isócrono, solo que más distanciado en el tiempo. Así, se ha señalado que en el nivel más básico la percepción del metro implica una sensación de pulso, es decir, un patrón de latidos a intervalos espaciados de forma isócrona (Honing, 2013; Vuust y Witek, 2014) con acentos fuertes y débiles organizados jerárquicamente (Haumann, Vuust, Bertelsen y Garza-Villarreal, 2018).

Los procesos de búsqueda de regularidades, tanto a nivel de pulso como métrico, parecen ser automáticos (Brochard, Abecasis, Potter, Ragot y Drake, 2003). Esto se explicaría en gran parte por las teorías antes mencionadas: *Teoría del Reloj Interno*, *Teoría de Asistencia Dinámica* y *Teoría de Codificación Predictiva*. Esta última plantea que las redes especializadas del cerebro identifican, categorizan e integran la información que perciben los sentidos, adaptándose a los nuevos estímulos (Clark, 2013; Vuust, 2017). La *Teoría de Codificación Predictiva* propone que la percepción, la acción y el aprendizaje forman parte de un proceso bayesiano* por el cual el cerebro intenta minimizar el error de predicción entre los niveles sensoriales (de abajo hacia arriba) y las predicciones cerebrales (de arriba hacia abajo) (Figura 1). De este modo, el mundo interior de nuestro cerebro, por medio de un modelo predictivo, se actualiza y ajusta constantemente para adaptarse y coincidir con la entrada sensorial (Friston, 2005; Vuust, 2017). En concreto, el cerebro estaría permanentemente contrastando los estímulos sensoriales externos con la información que tiene almacenada previamente (Friston, 2005; Huron, 2006).

* El concepto “bayesiano” proviene del Teorema de Bayes. Este propone una inferencia estadística en la que las evidencias se utilizan para predecir o anticipar la veracidad de una hipótesis.

Figura 1: Teoría de Codificación Predictiva



Los acentos métricos conforman puntos de referencia importantes dentro de una secuencia rítmica. Algunos hallazgos indican que las personas tienden a buscar acentos métricos incluso en contextos no métricos (Haumann *et al.*, 2018). Las cifras métricas más usuales en la música occidental resultan de pulsos agrupados (acentuados) cada dos, tres y cuatro (Patel, 2008), dando origen a los ya conocidos metros de 2/4, 3/4 y 4/4, siendo este último el de mayor frecuencia (Kotz, Ravignani y Fitch, 2018). La relevancia del metro radica, entre otras cosas, en la posibilidad jerarquizadora que otorga, haciendo que se perciba un patrón constante de pulsos débiles y fuertes que finalmente favorece la predicción. En relación con la preferencia de ciertos metros, se ha planteado que existe una clara tendencia a las cifras métricas de acentuación binaria por sobre las ternarias. Esta inclinación, más que ser universal, estaría vinculada principalmente con procesos de enculturación (Soley y Hannon, 2010), desarrollados, por ejemplo, a través del balanceo en el mecimiento del bebé durante sus primeros meses de vida.

Hasta aquí, solo se ha tratado el acento métrico, sin embargo es importante considerar otros dos tipos de acentos que fueron propuestos por Lerdahl y Jackendoff (1983) en su *Teoría Generativa de la Música Tonal*: acento fenoménico y acento estructural. Estos se suman al acento métrico antes señalado (Tabla 1).

Tabla 1: Tipos de acentos (Lerdahl y Jackendoff, 1983).

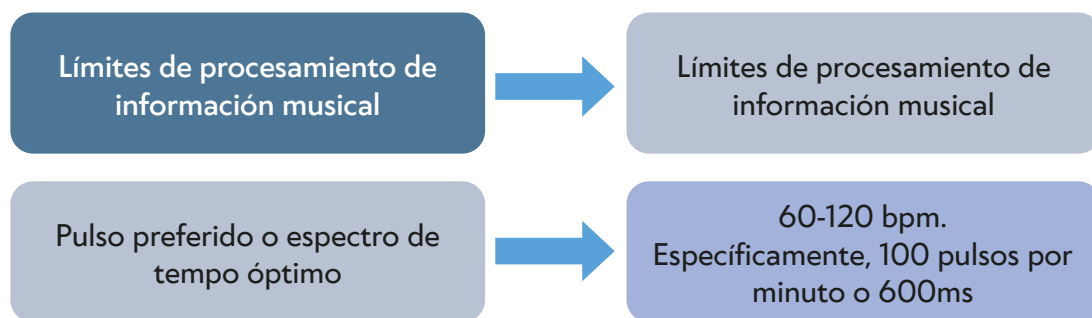
Acento	Descripción
Fenoménicos	Se crean siempre que un evento se destaca en la superficie musical. Este debe ser significativamente “distinto” de los eventos que lo rodean (por ejemplo: un <i>sforzando</i> , un <i>staccato</i> , cambios de timbre o intensidad, etc.)
Estructurales	Se producen en los puntos importantes de una frase, generalmente en el primer y último evento (modulaciones armónicas, melódicas, etc.)
Métricos	Se presentan en los pulsos “fuertes” de una unidad métrica.

Los principales resultados en torno al fenómeno del metro muestran una mejora en la percepción, recuerdo y reproducción de frases rítmicas en contextos métricos (Chen *et al.*, 2008; Wu *et al.*, 2013). También, la producción rítmica se vería mayormente favorecida con ritmos marcadamente métricos, que con ritmos con una métrica débil (Chen *et al.*, 2008; Grahn y Rowe, 2009). Todos estos hallazgos llevan a pensar que el uso de acentos y cifras métricas dentro de las actividades musicales en el aula podrían favorecer el desarrollo rítmico del alumnado. Finalmente, se ha planteado que la discriminación métrica, además de ser esencial para el procesamiento rítmico-musical, favorecería habilidades relacionadas con el movimiento y el lenguaje (Haumann *et al.*, 2018; London 2012; Patel, 2008).

Otro elemento facilitador del procesamiento rítmico es la selección de ciertos rangos de velocidad del pulso, es decir, determinados *tempi*. Dado que la duración total de un evento depende del tempo, se ha señalado que existen límites en el procesamiento de información musical que estarían relacionados con el *presente psicológico*. James (1890) caracterizó este constructo como un lapso de atención, una especie de ventana abierta a la experiencia, cambiando continuamente su vista a lo largo del tiempo (Dowling y Harwood, 1986). Por su parte, Fraisse (1976) lo relaciona con el intervalo de tiempo durante el cual los eventos pueden ser percibido sin referencia a la memoria. Dicho intervalo cae en el mismo rango temporal de la longitud de la memoria sensorial auditiva, o almacenamiento ecoico (Fraisse, 1976), es decir, de 2-5 segundos, aunque se extiende ocasionalmente a un rango de 10-12 segundos (Dowling y Harwood, 1986; Krumhansl, 2000). London (2004) plantea que los niveles más altos relacionados con el presente psicológico se encuentran entre los 4 y 6 segundos. En síntesis, el tempo seleccionado debe ajustarse a los límites dados por el *presente psicológico* para que elementos individuales sean percibidos como un solo evento global.

Snyder (2000) sintetiza en cierto modo los límites de rangos de tempo al proponer la “región de *tempi* utilizables” (Figura 2). En ella, se presentan los límites inferiores y superiores de procesamiento de información musical y el espectro de tempo óptimo de 100 bpm, que sería el preferido por la mayoría de las personas (Parncutt, 1994).

Figura 2: Región de tempi utilizables (Snyder, 2000)



Estas medidas, además de vincularse con el presente psicológico, han sido asociadas con procesos evolutivos que han llevado a los grupos humanos a sincronizarse entre sí para optimizar la producción y eficiencia durante actividades colectivas (Levitin *et al.*, 2018). Un ejemplo de esto podrían ser los remeros que deben sincronizar sus movimientos a una velocidad constante para trasladar eficientemente la embarcación.

En relación al tempo preferido durante la primera infancia, se ha señalado es más rápido que el óptimo para los adultos. Para el caso de niñas y niños pequeños sería de 140–150 bpm, mientras que para los adultos, tal como se indicó anteriormente, correspondería a 100 bpm (Drake, Jones y Baruch, 2000; Levitin *et al.*, 2018). Esta preferencia por tempos rápidos va disminuyendo con la edad, evidenciándose respuestas mejoradas a una mayor diversidad de tempos lentos y rápidos gracias al incremento en el desarrollo cognitivo y motor (Drake *et al.*, 2000).

Los principios generales de la agrupación han sido descritos consistentemente por la psicología de la *Gestalt* y posteriormente aplicados a la audición (Bergman, 1990; Lerdahl y Jackendoff, 1983). En relación con las estructuras temporales, existe abundante evidencia que confirma la importancia de la agrupación como facilitadora del procesamiento rítmico musical (Drake, 1998; Drake y Bertrand, 2001; Purwins *et al.*, 2008; Ravignani *et al.*, 2017). Este fenómeno estaría vinculado con el encuentro y repetición de elementos regulares comunes que facilitan la percepción y memorización (Holmes y Hallam, 2017). Por ejemplo, se ha demostrado la ventaja de procesamiento en secuencias de eventos rítmicos regulares por sobre las irregulares (Cutanda, Correa y Sanabria, 2015; Povel y Essens, 1985) y en secuencias con acentos de “duración” cada dos pulsos (*duration accents with duple groupings*) por sobre secuencias con acentos de “tono” cada dos pulsos (*pitch accents with duple groupings*) y acentos de “tono” cada tres pulsos (*pitch accents with triple groupings*) (Prince y Rice, 2018).

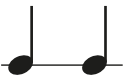



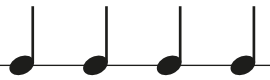
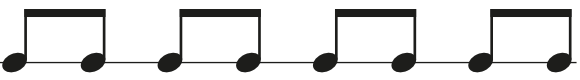




La capacidad de encontrar regularidades, junto con favorecer la percepción y producción rítmica, también influiría en el aprendizaje general (Hoch, Tyler y Tillmann, 2013; Selchenkova, Jones y Tillmann, 2014), en el procesamiento del habla (Quené y Port, 2005; Schmidt-Kassow y Kotz, 2009), en el desarrollo de habilidades matemáticas en educación preescolar (Björklund y Pramling, 2014; Papic, 2007) y primaria (Fujita y Yamamoto, 2011); y, en cierto modo, en la memoria de trabajo mejorada (Plancher, Lévêque, Fanuel, Piquandet y Tillmann, 2018).

Con todo, recientemente se ha especulado que existe un sesgo hacia representaciones regulares de intervalos temporales. Así, en un experimento, se solicitó a las personas que subdividieran aleatoriamente intervalos amusicales, arrítmicos y sin ninguna información periódica; los resultados mostraron una tendencia generalizada por parte de los participantes a la estructura y a la representación periódica de intervalos temporales (Taylor y Grahn, 2019).

Para que una agrupación rítmica se perciba como una estructura organizada, no puede superar los 4 ó 5 segundos ni tener una duración inferior a 100 ms (Fraisse, 1976; Krumhansl, 2000). En este rango, se encuentran casi todos los patrones rítmicos. En relación con ellos, se ha señalado que la regularidad, como supuesto universal rítmico (Drake y Bertrand, 2001; Ravignani *et al.*, 2017), es un elemento relevante para el procesamiento de la estructura interna y el pulso sobre el cual se constituye el patrón (Dowling y Harwood, 1986; Drake y Bertrand, 2001). Esto se explicaría porque la regularidad predice y anticipa la estructura y posición en el tiempo de los patrones rítmicos. Este fenómeno ha sido ampliamente estudiado en teorías relacionadas con la predicción y las expectativas (Clark, 2013; Friston, 2005; Huron, 2006).

En cuanto a las proporciones rítmicas, se ha especificado que las relaciones 1:1 y 2:1 son mayoritarias en todos los contextos culturales (Polak, Jacoby, Fischinger, Goldberg, Holzapfel y London, 2018), siendo más sencillo procesar ritmos que contienen proporciones 2:1 que ritmos con relaciones 3:1 (Gordon, 2012; Repp, London y Keller, 2011). Las secuencias con proporciones 2:1 o 3:1 son más fáciles de reproducir que ritmos con proporciones mayores como 5:1. A su vez, ritmos con proporciones 1:2:4 o 1:2:3 son más sencillos de reproducir que ritmos con relaciones no enteras complejas como 1:2,5:3,5 (Sakai, *et al.*, 1999). Todo esto, se podría vincular con las relaciones 2:1 y 3:1 establecidas en la taxonomía de los patrones rítmicos de Gordon (2012), que propone la existencia de *macrobeat* y *microbeat* congruentes con estas medidas y que facilitarían la adquisición rítmica (Figura 3).

Figura 3: Taxonomía de Gordon (Gordon, 2012). Elaboración propia.

Metro	Macro Beat	Micro Beat
$\frac{2}{4}$		
$\frac{3}{4}$		
$\frac{4}{4}$		
$\frac{6}{8}$		
$\frac{12}{8}$		

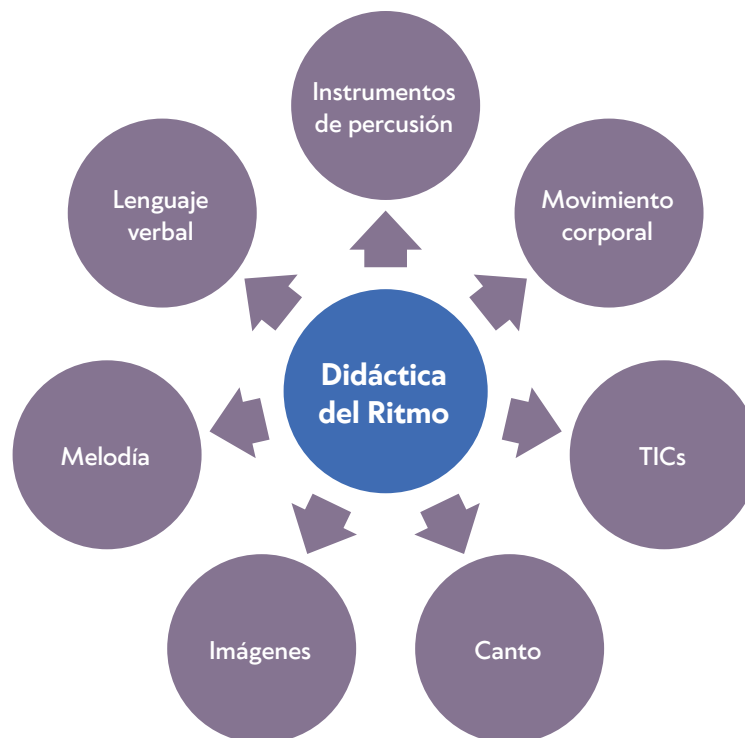
Algunos hallazgos indican que el rendimiento rítmico estaría de algún modo determinado por el entorno cultural y musical (Polak *et al.*, 2018). Lo que convergería con la tendencia a las métricas binarias dada por los procesos de enculturación (Soley y Hannon, 2010). Por ejemplo, las personas estadounidenses presentan una mayor dificultad al intentar percibir proporciones 2:2:3 (Snyder, Hannon, Large y Christiansen, 2006), que individuos turcos (Hannon, Soley y Ullal-Gupta, 2012) o indios (Ullal-Gupta, Hannon y Snyder, 2014). Para estos últimos, sería más simple procesar relaciones complejas como 3:2 y 4:3, dado que son

profusamente usadas en patrones rítmicos en las culturas de estos países (Polak *et al.*, 2018). Estos hallazgos han llevado establecer que, por medio de la exposición pasiva, los bebés y niños pequeños aprenden ritmos complejos con mayor facilidad y rapidez que niños mayores y adultos (Hannon, Van den Bosch der Nederlanden y Tichko, 2012). Con todo, Drake y Bertrand (2001) especulan respecto a una tendencia universal a la proporción 2:1, la cual llevaría a las personas a simplificar las secuencias rítmicas complejas hacia esa medida.

II. PROCESAMIENTO COGNITIVO PARA LA DIDÁCTICA DEL RITMO. ABORDAJE DEL RITMO EN LA FORMACIÓN INICIAL.

Una vez consideradas las teorías y resultados expuestos, surgen interrogantes sobre su transferencia al aula de música. En concreto, cómo y a través de cuáles mecanismos didácticos, pueden ser resignificados los hallazgos científicos en torno al procesamiento temporal y rítmico en pos de facilitar la formación rítmico-musical en etapas iniciales. Atendiendo a las propias experiencias en el aula por parte de los investigadores responsables de este trabajo, sumado a conversaciones y reflexiones pedagógicas con colegas, se observa que las respuestas y los medios pueden ser múltiples (figura 4).

Figura 4: Medios a través de los cuales se podría abordar la formación rítmica en el aula.



Un trabajo reciente muestra que, dentro de todos los posibles caminos didácticos, los más idóneos son el uso del movimiento corporal y la utilización del lenguaje verbal (Álamos y Tejada, 2020b). Esto se explica por que la mayor parte de la literatura científica revisada por estos autores, se aboca al estudio de las interrelaciones cognitivas que posee el ritmo con el movimiento y con el lenguaje.

RELACIÓN CON EL MOVIMIENTO CORPORAL

Uno de los medios más favorables para conducir la formación rítmica en contextos escolares de educación primaria pareciera ser el uso de la expresión corporal. Así lo señala, por ejemplo, un trabajo reciente que evidencia las relaciones entre acción motora y cognición y que da cuenta de los aportes de la neurociencia a la educación rítmico-musical (Álamos y Tejada, 2020b).

Algunas metodologías pedagógico-musicales del siglo XX, tales como Orff, Wilems y Dalcroze, y otras más recientes como el Método BAPNE (Romero, 2013), han dado un rol protagónico a la expresión corporal y al movimiento para el logro de habilidades musicales, especialmente rítmicas. Estas prácticas son congruentes con hallazgos dentro del dominio neurofisiológico, que sugieren que el movimiento influye y es importante para el procesamiento musical (Phillips-Silver y Trainor, 2007). Específicamente, la actividad motriz podría repercutir en cómo se percibe el pulso isócrono, el metro y los patrones rítmicos (Levitin et al., 2018; Phillips-Silver y Trainor, 2007).

El vínculo estrecho entre los aspectos temporales y motores ha llevado a afirmar incluso, que la producción rítmica se constituye como una capacidad sensoriomotora general del cerebro (Todd, Lee y O'Boyle, 2002). Desde la perspectiva de las teorías de predicción y anticipación, se ha señalado que la relación entre estructuras motoras y sensoriales otorga ventajas a la hora de establecer mecanismos de retroalimentación *down-top* y *top-down* y de predicción temporal (Schroeder, Wilson, Radman, Scharfman y Lakatos, 2010). Así, los mecanismos sensoriomotores cumplen un importante rol en la forma en que el ritmo musical es procesado (Slater y Tate, 2018).

Con todo, y reafirmando la importancia que tienen los vínculos cognitivos entre el ritmo y la expresión corporal para la formación rítmica en la escuela, Álamos y Tejada (2020b) plantean:

aún son escasos los trabajos de investigación que han estudiado los alcances didácticos que pueden tener los vínculos cognitivos entre el ritmo y la expresión corporal. Sin embargo, los hallazgos presentados en este artículo respaldan ampliamente las metodologías y prácticas rítmico-musicales basadas en la acción corpórea. (p.12)

RELACIÓN CON EL LENGUAJE VERBAL

El ritmo musical y el lenguaje verbal comparten redes de procesamiento común localizadas en zonas cerebrales anteriormente relacionadas solo con el lenguaje, especialmente, el Área de Broca (Fedorenko, Patel, Casasanto, Winawer y Gibson, 2009; Fiveash y Pammer, 2014). Este vínculo cognitivo se debe principalmente a que, tanto el ritmo como el lenguaje se construyen a partir de la combinación de unidades básicas (duraciones y sílabas, por ejemplo) que dan origen a secuencias estructuradas jerárquicamente (Jackendoff, 2009; Patel, 2009). En este sentido, se ha dicho que ambos sistemas son sintácticos (Patel, 2009) y que una de las características comunes más llamativas, es la estructura métrica (Jackendoff y Lerdahl 2006). Por su parte, el fenómeno de agrupación también es aplicable a secuencias musicales y lingüísticas, presentándose evidencias que muestran una superposición en el procesamiento cerebral para ambos dominios (Patel, 2008).

Jung, Sontag, Park y Loui (2015) llevaron a cabo un estudio que tomó como antecedentes, por una parte, la ya mencionada *Teoría de Asistencia Dinámica*, y por otra, la *Hipótesis de Recursos de Integración Sintáctica Compartida* (SSIRH), que propone, una superposición de las operaciones en las áreas neuronales relacionadas con la integración sintáctica (Patel, 2003). Basándose en que tanto la SSIRH como la *Teoría de Asistencia Dinámica* llevan a cabo predicciones a medida que se desarrolla una secuencia de estímulos, los autores plantean que ambas teorías deben converger cuando se producen simultáneamente expectativas musicales, lingüísticas y rítmicas. En concreto, este estudio muestra que la expectativa rítmica juega un rol preponderante en el procesamiento musical y lingüístico, reafirmando que el procesamiento compartido entre ambos dominios ha sido fundamental, no solo para la cognición musical, sino también para otros procesos relacionados con la mejora de la atención (Jung *et al.*, 2015).

Dentro de la educación musical, especialmente en el contexto escolar primario, la utilización del lenguaje como herramienta para fortalecer las competencias rítmicas tiene una larga historia, particularmente en las metodologías pedagógicas activas e instrumentales del siglo XX. Estas prácticas educativas son respaldadas por los ya mencionados vínculos cognitivos entre los dominios lingüístico y musical y por hallazgos científicos recientes. Varios estudios han reportado un vínculo estrecho entre habilidades rítmico-temporales y habilidades de lectura en niños y niñas (Flaugnacco *et al.*, 2014; Holliman, Wood y Sheehy, 2010). Por ejemplo, se han encontrado correlaciones positivas entre la conciencia fonológica y la mejora en la percepción de elementos musicales, especialmente rítmicos (Posedel, Emery, Souza y Fountain, 2012). Así mismo, algunos trabajos empíricos han sugerido que la asociación entre patrones rítmicos y verbales (por ejemplo, uso de sílabas) es un mecanismo óptimo para facilitar el aprendizaje rítmico (Álamos y Pérez, 2015; Orts, Pérez y Tejada, 2014).

CONCLUSIONES Y DIRECCIONES FUTURAS

Las teorías y hallazgos expuestos en este trabajo llevan a concluir que hay ciertos elementos que resultan fundamentales para el aprendizaje rítmico-musical: pulso, rangos de *tempi* específicos, metro, acentuaciones (Álamos y Tejada, 2021), agrupación y patrones rítmicos (Álamos y Tejada, 2020a). Estos elementos no solo facilitarían los procesos de percepción y producción rítmica, sino que además, se constituyen como contenidos básicos a trabajar en el aula de música. Específicamente, los hallazgos de investigación presentados llevan a sugerir el uso de pulsos isócronos, rangos de *tempi* entre 100 y 120 bpm, metros binarios, y patrones rítmicos que prioricen la relación 2:1 (Álamos y Tejada, 2020b).

Dentro de los múltiples mecanismos didáctico-rítmicos que pueden ser utilizados para transferir al aula de música las evidencias presentadas, el uso del movimiento corporal y el lenguaje verbal parecen ser los más eficientes y significativos. En el primer caso, esto se explicaría porque el movimiento influye en el procesamiento musical (Levitin *et al.*, 2018; Phillips-Silver y Trainor, 2007) y los mecanismos sensoriomotores cumplen un importante rol en la forma en que el ritmo musical es procesado (Slater y Tate, 2018). En el segundo caso, se han establecido vínculos cognitivos entre el procesamiento lingüístico y musical que muestran correlaciones positivas entre ambos dominios (Posedel *et al.*, 2012). Existiendo, además, evidencia que indica que el uso de elementos del lenguaje verbal favorece la adquisición rítmica (Álamos y Pérez, 2015; Orts, Pérez y Tejada, 2014).

Como direcciones futuras, resulta necesario verificar empíricamente la evidencia teórica presentada y continuar estudiando la adquisición de los elementos rítmicos fundamentales a través de investigaciones situadas en el contexto educativo chileno, específicamente, en el aula musical obligatoria de Educación Básica. Además, deben especificarse las características de las actividades y las secuencias didácticas a utilizar, fundamentándolas en hallazgos neurocognitivos. Esto debiera realizarse tanto para el uso del movimiento corporal como para el uso del lenguaje verbal.

REFERENCIAS

Álamos, J. y Pérez, M. 2015. "Paralelos cognitivos entre música y lengua materna en estudiantes de Educación Primaria. Un estudio sobre la influencia del lenguaje verbal y de las características melódicas específicas en la memoria musical a corto plazo". *Revista Electrónica de LEEME* 35, pp. 1-27.

Álamos, J. y Tejada, J. 2020a. "La agrupación temporal y los patrones como facilitadores de la comprensión psicológica de la información rítmica". *Revista Música Hodie* 20, pp. e60522

----- . 2020b. "Interrelaciones entre acción y cognición. Aportaciones de la neurociencia a la educación rítmico-musical". *OPUS*, Vol. 26 N°2, pp. 1-21.

----- . 2021. "Facilitadores en el procesamiento cognitivo de la información rítmica. Revisión de la literatura sobre los conceptos de pulso, tempo, metro y acento". *Interdisciplinaria. Revista de Psicología y Ciencias Afines*, Vol. 38 N°2, pp. 87-102.

Alonso, T. 2018. *Neurociencia en la escuela* (Vol. 25). España: Ediciones SM.

Björklund, C. y Pramling, N. 2014. "Pattern discernment and pseudo-conceptual development in early childhood mathematics education". *International Journal of Early Years Education*, Vol. 22 N°1, pp. 89-104.

Bowling, Daniel et al. 2017. "The nature and nurture of musical consonance". *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, Vol. 35 N°1, pp. 118-121.

Bregman, A. 1990. *Auditory scene analysis: The perceptual organization of sound*. Cambridge, MA, US: MIT Press.

Brochard, Renaud et al. 2003. "The "Ticktock" of our internal clock". *Psychological Science*, Vol. 14 N°4, pp. 362-366.

Chen, Joyce et al. 2008. "Moving on time: Brain network for auditory-motor synchronization is modulated by rhythm complexity and musical training". *Journal of Cognitive Neuroscience*, Vol. 20 N°2, pp. 226-239.

Clark, A. 2013. "Whatever next? Predictive brains, situated agents, and the future of cognitive science". *Behavioral and Brain Sciences* 36, pp. 181-204.

Cutanda, Diana et al. 2015. "Auditory Temporal Preparation Induced by Rhythmic Cues during Concurrent Auditory Working Memory Tasks". *Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance*, Vol. 41 N°3, pp. 790-797.

Dowling, W. y Harwood, D. 1986. *Music cognition*. San Diego: Academic Press.

- Drake, C. 1998. "Psychological processes involved in the temporal organization of complex auditory sequences: Universal and acquired processes". *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, Vol. 16 N°1, pp. 11-26.
- Drake, C. y Bertrand, D. 2001. "The quest for universals in temporal processing in music". *Annals of the New York Academy of Sciences*, Vol. 930 N°1, pp. 17-27.
- Drake, Carolyn et al. 2000. "The development of rhythmic attending in auditory sequences: Attunement, referent period, focal attending". *Cognition*, Vol. 77 N°3, pp. 251-288.
- Fedorenko, Evelina et al. 2009. "Structural integration in language and music: Evidence for a shared system". *Memory and Cognition* 37, pp. 1-9.
- Fiveash, A. y Pammer, K. 2014. "Music and language: Do they draw on similar syntactic working memory resources?" *Psychology of Music* 42, pp. 190-209.
- Flaugnacco, Elena et al. 2014. "Rhythm perception and production predict reading abilities in developmental dyslexia". *Frontiers in Human Neuroscience* 8, pp.392.
- Fraisse, P. 1976. *Psicología del ritmo*. Madrid: Morata.
- Friston, K. 2005. "A theory of cortical responses". *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, Vol. 360 N°1456, pp. 815-836.
- Fujii, S. y Wan, C. 2014. "The role of rhythm in speech and language rehabilitation: The SEP hypothesis". *Frontiers in Human Neuroscience* 8, pp. 1-15.
- Fujita, T. y Shinya, Y. 2011. "The Development of Children's Understanding of Mathematical Patterns through Mathematical Activities". *Research in Mathematics Education*, Vol. 13 N°3, pp. 249-267.
- Gonzalez-Sanchez, Victor et al. 2018. "Correspondences Between Music and Involuntary Human Micromotion During Standstill". *Frontiers in Psychology* 9, pp. 1-10.
- Gordon, E. 2012. *Learning Sequences in Music: A Contemporary Music Learning Theory*. Chicago: GIA Publications.
- Grahn, J. y Rowe, J. 2009. "Feeling the beat: Premotor and striatal interactions in musicians and non-musicians during beat perception". *Journal of Neuroscience*, Vol. 29 N°23, pp. 7540-7548.
- Habegger, L. 2010. "Number concept and rhythmic response in early childhood". *Music Education Research*, Vol. 12 N°3, pp. 269-280.
- Hannon, Erin et al. 2012. "Familiarity Overrides Complexity in Rhythm Perception: A Cross-Cultural Comparison of American and Turkish Listeners". *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, Vol. 38 N°3, pp. 543-548.
- Hannon, Erin et al. 2012. "Effects of Perceptual Experience on Children's and Adults' Perception of Unfamiliar Rhythms." *Annals of the New York Academy of Sciences*, Vol. 1252 N°1, pp. 92-99.
- Haumann, Niels et al. 2018. "Influence of musical enculturation on brain responses to metric deviants". *Frontiers in Neuroscience* 12, pp. 1-15.
- Hoch, Lisianne et al. 2013. "Regularity of Unit Length Boosts Statistical Learning in Verbal and Non-verbal Artificial Languages." *Psychonomic Bulletin & Review*, Vol. 20 N°1, pp. 142-147.

- Holliman, Andrew *et al.* 2010. "The contribution of sensitivity to speech rhythm and non-speech rhythm to early reading development". *Educational Psychology* 30, pp. 247-26.
- Holmes, S. y Hallam, S. 2017. "The Impact of Participation in Music on Learning Mathematics." *London Review of Education*, Vol. 15 N°3, pp. 425-438.
- Honing, H. 2013. "Structure and interpretation of rhythm in music". En Diana Deutsch (Ed.), *The Psychology of Music*. New York: Elsevier, pp. 369-404.
- Huron, D. 2006. *Sweet anticipation: Music and the psychology of expectation*. Massachusetts: MIT press.
- Jackendoff, R. y Lerdahl, F. 2006. "The capacity for music: What is it, and what's special about it?" *Cognition: International Journal of Cognitive Science*, Vol. 100 N°1, pp. 33-72.
- Jackendoff, R. 2009. "Parallels and nonparallels between language and music". *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, Vol. 26 N°3, pp. 195-204.
- Jacoby, N. y McDermott, J. 2017. "Integer ratio priors on musical rhythm revealed cross-culturally by iterated reproduction". *Current Biology*, Vol. 27 N°3, pp. 359-370.
- James, W. 1890. *The principles of psychology* (Vol. 1). New York: Holt.
- Jung, Harim *et al.* 2015. "Rhythmic effects of syntax processing in music and language". *Frontiers in psychology* 6, pp. 1762.
- Kotz, Sonja *et al.* 2018. "The evolution of rhythm processing". *Trends in Cognitive Sciences*, Vol. 22 N°10, pp. 896-910.
- Krumhansl, C. 2000. "Rhythm and pitch in music cognition". *Psychological Bulletin*, Vol. 126 N°1, pp. 159-179.
- Large, E. y Jones, M. 1999. "The dynamics of attending: How people track time-varying events". *Psychological Review*, Vol. 106 N°1, pp. 119-159.
- Lerdahl, F. y Jackendoff, R. 1983. *A generative theory of tonal music*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- Levitin, Daniel *et al.* 2018. "The psychology of music: Rhythm and movement. *Annual Review of Psychology*, Vol. 69 N°1, pp. 51-75.
- London, J. 2004. *Hearing in Time: Psychological Aspects of Musical Meter*. New York: Oxford University Press.
- , 2012. *Hearing in time* (2. ed.). Oxford: Oxford University Press.
- Merchant, Hugo *et al.* 2015. "Finding the beat: A neural perspective across humans and non-human primates". *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, Vol. 370 N°1664, pp. 1-16.
- Miendlarzewska, E. y Trost, W. 2014. "How Musical Training Affects Cognitive Development: Rhythm, Reward and Other Modulating Variables". *Frontiers in Neuroscience*, Vol. 7 N°8, pp. 1-18.

- Orts, Miguel *et al.* 2014. "Efectos de los modos de presentación de información en la exactitud de la producción rítmica de estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria". *Revista electrónica de LEEME* 34, pp. 36-55.
- Papic, M. 2007. "Promoting Repeating Patterns with Young Children: More than just Alternating Colours". *Australian Primary Mathematics Classroom*, Vol. 12 N°3, pp. 8-13.
- Parncutt, R. 1994. "A perceptual model of pulse salience and metrical accent in musical rhythms". *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, Vol. 11 N°4, pp. 409-464.
- Patel, A. 2003. "Language, music, syntax and the brain". *Nature Neuroscience* 6, pp. 674-681.
- 2008. *Music, language, and the brain*. US: Oxford University Press.
- 2009. "Music and the brain: Three links to language". En Susan Hallam, Ian Cross y Michael Thaut (Eds.), *The Oxford handbook of music psychology*. Oxford: Oxford University Press, pp. 208-216.
- Phillips-Silver, J. y Trainor, L. (2007). "Hearing what the body feels: Auditory encoding of rhythmic movement". *Cognition* 105, pp. 533-546.
- Plancher, Gaën *et al.* 2018. "Boosting Maintenance in Working Memory with Temporal Regularities". *Journal of Experimental Psychology. Learning, Memory, and Cognition*, Vol. 44 N°5, pp. 812-818.
- Polak, Rainer *et al.* 2018. "Rhythmic Prototypes Across Cultures". *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, Vol. 36 N°1, pp. 1-23.
- Posedel, James *et al.* 2012. "Pitch perception, working memory, and second-language phonological production". *Psychology of Music* 40, pp. 508-517.
- Povel, D. y Essens, P. 1985. "Perception of temporal patterns". *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, Vol. 2 N°4, pp. 411-440.
- Prince, J. y Rice, T. 2018. "Regularity and Dimensional Salience in Temporal Grouping". *Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance*, Vol. 44 N°9, pp. 1356-1367.
- Purwins, Hendrik *et al.* 2008. "Computational models of music perception and cognition II: Domain-specific music processing". *Physics of Life Reviews*, Vol. 5 N°3, pp. 169-182.
- Quené, H. y Port, R. 2005. "Effects of timing regularity and metrical expectancy on spoken-word perception". *Phonetica*, Vol. 62 N°1, pp. 1-13.
- Ravignani, Andrea *et al.* 2017. "Musical evolution in the lab exhibits rhythmic universals". *Nature Human Behaviour*, Vol 1 N°1, pp. 1-7.
- Repp, Bruno *et al.* 2011. "Perception-production Relationships and Phase Correction in Synchronization with Two-Interval Rhythms". *Psychological Research*, Vol. 75 N°3, pp. 227-242.
- Romero, F. 2013. "Science & art of body percussion: a review". *Journal of Human Sport and Exercise*, Vol. 8 N°2, pp. 442-457.
- Sakai, Katsuyuki *et al.* 1999. "Neural Representation of a Rhythm Depends on Its Interval Ratio". *Journal of Neuroscience*, Vol. 19 N°22, pp. 10074-10081.

- Schmidt-Kassow, M. y Kotz, S. 2009. "Attention and perceptual regularity in speech". *NeuroReport*, Vol. 20 N°18, pp. 1643-1647.
- Schroeder, Charles *et al.* 2010. "Dynamics of Active Sensing and perceptual selection". *Current Opinion in Neurobiology*, Vol. 20 N°2, pp. 172–176.
- Selchenkova, Tatiana *et al.* 2014. "The Influence of Temporal Regularities on the Implicit Learning of Pitch Structures". *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, Vol. 67 N°12, pp. 2360-2380.
- Slater, J. y Tate, M. 2018. "Timing Deficits in ADHD: Insights From the Neuroscience of Musical Rhythm". *Frontiers in Computational Neuroscience* 12, pp. 51.
- Snyder, B. 2000. *Music and memory: An introduction*. Cambridge: The MIT Press.
- Snyder, Joel *et al.* 2006. "Synchronization and Continuation Tapping to Complex Meters". *Music Perception*, Vol. 24 N°2, pp. 135-146.
- Soley, G. y Hannon, E. 2010. "Infants prefer the musical meter of their own culture". *Developmental Psychology*, Vol. 46 N°1, pp. 286-292.
- Swanwick, K. 1991. *Música, pensamiento y educación* (Vol. 24). España: Ediciones Morata.
- Taylor, J. y Grahn, J. 2019. "Simple Random-Interval Generation Reveals the Irresistibly Periodic Structure of Perceived Time". *Attention, Perception, & Psychophysics*, Vol. 81 N°5, pp. 1204-1208.
- Thackray, R. (1972). *Rhythmic abilities in children* (No. 5). London: Novello.
- Todd, McAngus *et al.* 2002. "A sensory-motor theory of temporal tracking and beat induction". *Psychological Research* 66, pp. 26–39.
- Ullal-Gupta, Sangeeta *et al.* 2014. "Tapping to a Slow Tempo in the Presence of Simple and Complex Meters Reveals Experience-Specific Biases for Processing Music". *PloS One*, Vol. 9 N°7, pp. e102962.
- Vuust, P. y Witek, M. 2014. "Rhythmic complexity and predictive coding: A novel approach to modeling rhythm and meter perception in music". *Frontiers in Psychology* 5, pp. 1-14.
- Vuust, P. 2017. "Groove on the brain Springer". En Mitsuko Aramaki, Matthew Davies, Richard Kronland-Martinet y Sølvi Ystad (Eds.), *Music Technology with Swing. International Symposium on Computer Music Multidisciplinary Research, 13Th*. Suiza: Springer, pp. 101-110.
- Wu, Xiang *et al.* 2013. "Serial Binary Interval Ratios Improve Rhythm Reproduction". *Frontiers in Psychology* 4, pp. 512.