



VNIVERSITATĪ VALÈNCIA

FACULTAD DE MAGISTERIO

Programa de Doctorado en Didácticas Específicas

Procesamiento cognitivo y educación rítmica en
Educación Primaria. Un estudio basado en el análisis de
las prácticas docentes del profesorado especialista chileno.

TESIS DOCTORAL

José Álamos Gómez

Dirigida por:

Dr. Jesús Tejada Giménez

Valencia, noviembre de 2021

Los autores de este trabajo han usado mayoritariamente el género masculino para evitar la farragosidad en el discurso y facilitar la lectura. No obstante, se han utilizado sustantivos colectivos libres de género siempre que ha sido posible.

Agradecimientos

Agradezco profundamente a mi madre y familia, por el apoyo incondicional que siempre me han brindado. Especialmente, agradezco a mi hija Alicia Álamos Santelices, por su hermosa existencia y por ser quien me inspira día a día.

A mi director de tesis Jesús Tejada Giménez, por su confianza, guía rigurosa y certera y, respaldo imprescindible en cada etapa de este proceso.

A la Facultad de Música de la Universidad Nacional Autónoma de México, especialmente a Gabriela Pérez Acosta y José Luis Navarro Solís, quienes me recibieron de la mejor forma y con quienes compartí valiosos conocimientos y experiencias durante mi estancia en México.

Al profesorado del Programa de Máster en Investigación en Didácticas Específicas de la Universidad de Valencia, particularmente a Manuel Pérez Gil, quien fue mi tutor de TFM en aquel curso académico 2013-2014.

Finalmente, agradezco a todas las maestras y maestros que de algún modo han forjado al hombre que realizó este trabajo; profesores/as, estudiantes, colegas y amistades valiosas ¡Gracias!

RESUMEN

Para optimizar el escaso tiempo asignado a la clase de música en Chile y responder a las necesidades de aprendizaje del estudiantado, uno de los caminos podría ser considerar teorías y hallazgos de investigación sobre el procesamiento cognitivo. Hasta ahora, la utilización de este conocimiento para potenciar la formación rítmica musical en la escuela parece ser escaso. El objetivo general de esta tesis fue sugerir orientaciones pedagógicas para la educación rítmica de escolares de tercer y cuarto año de Educación Básica en Chile, con base en una doble fuente de información: 1) la revisión de estudios teóricos y empíricos sobre procesamiento cognitivo de la información rítmica; y 2) la praxis docente del profesorado chileno especialista en música. El enfoque de esta investigación es mixto (cualitativo–cuantitativo) y se constituye como de tipo exploratorio con extracción de datos a través de un cuestionario y grupos focales. Según las referencias consultadas, los factores que facilitan el procesamiento rítmico son: el pulso isócrono en un rango de tempo óptimo entre 100 y 120 bpm; el metro, preferentemente binario; y, la agrupación temporal dada principalmente por los patrones rítmicos con relaciones internas de duraciones 2:1. Los resultados de la encuesta y los grupos de discusión indican que los maestros otorgan gran importancia al pulso. Esto converge con hallazgos que muestran que la pulsación isócrona es fundamental para el procesamiento rítmico. En relación al tempo, el profesorado considera el “pulso individual” de cada estudiante y prefiere *tempi* lentos en el rango de 60-90 bpm. Valorar el tempo individual puede ser positivo puesto que los niños tendrían más éxito en las tareas rítmicas con un tempo próximo a su tempo personal espontáneo. Sin embargo, los *tempi* entre 60 y 90 bpm no son congruentes con la medida de tempo óptimo de 100-120 bpm. Se evidencia una utilización generalizada de metros por parte del profesorado. Predomina el 4/4, seguido del 3/4 y el 2/4. Esto converge con la relevancia del metro para facilitar la comprensión psicológica del ritmo, especialmente los metros binarios. Los profesores consideran importante el uso de patrones y, respecto a las figuras rítmicas, se observó una clara inclinación hacia las relaciones de duración de 2:1. Estos resultados coinciden con la mayor eficiencia de la memoria de trabajo cuando se utilizan patrones y con la tendencia natural a la proporción 2:1. En relación con las estrategias didácticas, el movimiento corporal y el lenguaje verbal son los medios más utilizados, tanto por separado como vinculados entre sí. Esto concuerda con la influencia que tendría la expresión corporal en la mejora de la percepción y representación de los ritmos musicales. También coincide con el vínculo estrecho entre habilidades rítmico-temporales y habilidades de lectura en infantes. En el futuro, debieran realizarse estudios en contextos escolares, que permitan confirmar o refutar los hallazgos y teorías existentes. Además, se deberían relacionar la investigación sobre neurocognición con la educación musical para planificar, diseñar e implementar programas de estudio y/o metodologías con bases teórico-cognitivas sólidas.

ABSTRACT

Taking in consideration the limited time assigned to music class in Chile, and attending to student's learning needs, the knowledge of theories and research findings on cognitive processing, seems to be a significant way to enhance rhythmic musical training at Primary School. The general aim of this thesis was to suggest pedagogical guidelines for the rhythmic education of third and fourth year of Basic Education students in Chile, based on a double source of information: 1) the review of theoretical and empirical studies on cognitive processing of rhythmic information; and 2) the teaching practice of Chilean music teachers. The methodology of this research is mixed (qualitative-quantitative) and exploratory in nature, with data extraction through a survey and focus groups. According to the references consulted, the factors that facilitate rhythmic processing are: the isochronous pulse in an optimal tempo range that oscillates between 100 and 120 bpm; the meter, preferably binary; and, the temporal grouping given mainly by rhythmic patterns with internal ratios of 2:1 relationship. The results of the survey and the focus groups indicate that teachers give pulse a great level of importance. These findings converge with studies showing that isochronous pulsation is critical for rhythmic processing. In relation to tempo, the teachers use the "individual pulse" of each student and prefer slow tempes in the range of 60-90 bpm. To consider individual tempo could be positive, since children would be more successful in rhythmic tasks with a tempo close to their spontaneous personal tempo. However, tempi between 60 and 90 bpm are not congruent with the optimal tempo range, 100-120 bpm. In general, teachers use meters where 4/4 predominates, followed by 3/4 and 2/4. These results converge with the relevance of the meter, especially binary, to facilitate psychological understanding of rhythm. Teachers think that patterns are important, specifically, a clear inclination towards rhythmic figures with 2:1 duration ratio was observed. These results coincide with the greater efficiency of working memory when using patterns and with the natural tendency to the 2:1 ratio. In relation to didactic strategies, body movement and language are the most used resources, both separately and linked to each other. These findings agree with the influence that corporal expression could have improving the perception and representation of musical rhythms. Also, there is an important link between rhythmic-temporal skills and reading skills in children. In the future, studies should be carried out in Primary Schools to confirm or refute the actual findings and theories. In addition, research on neurocognition should continue to be related with music education, for planning, designing and implementing study programs and methodologies with solid theoretical-cognitive bases.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Factores fundamentales en el procesamiento cognitivo del ritmo	1
1.2. Procesamiento cognitivo para la didáctica del ritmo	8
1.2.1. Relación con el movimiento corporal	9
1.2.2. Relación con el lenguaje verbal	11
1.3. Compendio de artículos publicados	12
1.4. Preguntas de investigación	13
1.5. Objetivos de investigación.....	14
2. MÉTODO	15
2.1. Diseño	15
2.2. Participantes	15
2.3. Instrumentos y técnicas.....	16
2.4. Categorías	17
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
3.1. Cuestionario	19
3.1.1. Resultados en relación al pulso	19
3.1.2. Resultados en relación al tempo	20
3.1.3. Resultados en relación al metro.....	21
3.1.4. Resultados en relación a los patrones y figuras rítmicas	23
3.1.5. Resultados en relación al movimiento corporal y lenguaje verbal	24
3.2. Grupos focales.....	29
3.2.1. Resultados en relación al pulso	29
3.2.2. Resultados en relación al tempo	31
3.2.3. Resultados en relación al metro.....	32
3.2.4. Resultados en relación a los patrones y figuras rítmicas	35
3.2.5. Resultados en relación al movimiento corporal y lenguaje verbal	37
4. CONCLUSIONES.....	42
4.1. Implicaciones didácticas	47

4.2. Limitaciones.....	51
4.3. Sugerencias de investigación	51
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
ANEXOS. COMPENDIO DE ARTÍCULOS	64

Anexo 1: artículo publicado 1

Álamos, J., y Tejada, J. (2021). Facilitadores en el procesamiento cognitivo de la información rítmica. Revisión de la literatura sobre los conceptos de pulso, tempo, metro y acento. *Interdisciplinaria*, 38(2), 87-102. doi: 10.16888/interd.2021.38.2.6

Anexo 2: artículo publicado 2

Álamos, J., y Tejada, J. (2020). La agrupación temporal y los patrones comofacilitadores de la comprensión psicológica de la información rítmica. *Revista Música Hodie*, 20. doi: 10.5216/mh.v20.60522

Anexo 3: artículo publicado 3

Álamos, J., y Tejada, J. (2020). Interrelaciones entre acción y cognición. Aportaciones de la neurociencia a la educación rítmico-musical. *Opus*, 26(2), 1-21. doi: 10.20504/opus2020b2606.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Medios para abordar la formación rítmica en el aula.....	8
Figura 2. Instrumentos musicales para la formación rítmica en Enseñanza Básica	27
Figura 3. Instrumentos rítmicos de aula en tercer y cuarto año de Enseñanza Básica ...	27

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Categorías y subcategorías: revisión de la literatura científica.....	18
Tabla 2. Categorías y subcategorías: cuestionario y grupos de discusión	18
Tabla 3. Frecuencias de elementos rítmicos básicos mencionados en el cuestionario ...	20
Tabla 4. Frecuencias a partir del análisis de los grupos de discusión.....	30

1. Introducción

Entre los desafíos que tiene el profesorado de música en Chile hoy, está la optimización del escaso tiempo de que dispone para la realización de la clase de música. En el caso de Educación Básica, en las escuelas y colegios chilenos se destinan entre 45 y 90 minutos semanales para la asignatura de educación musical obligatoria (MINEDUC, 2018), por tanto, este tiempo debería ser aprovechado incorporando estrategias didácticas eficaces que respondan a las necesidades educativo – musicales del alumnado.

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 los estudiantes.

1.1. Factores fundamentales en el procesamiento cognitivo del ritmo

La práctica rítmica es fundamental en la vida de las personas, tanto en actividades musicales como para el desarrollo de otras funciones cognitivas (Miendlarzewska y Trost, 2014; Nobre, Correa y Coull, 2007). 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 escolar inicial del alumnado.

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) lo define como una serie de eventos temporales imaginarios idénticos y regularmente recurrentes (isócronos) que se encuentran espaciados en el tiempo y que subyacen a la música. 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; Fujioka, Trainor, Large y Ross, 2012; 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 (Fitch, 2017; Ravignani, Delgado y Kirby, 2017), 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 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; Povel, 1981) y para el procesamiento rítmico en general (Bendixen, Denham, Gyimesi y Winkler, 2010; Grube y Griffiths, 2009; Honing, 2012, 2013; Lawrance, Harper, Cooke y Schnupp, 2014). Esto se explicaría en parte por la Teoría del Reloj Interno (*Internal Clock Theory*; ICT) (Povel y Essens, 1985), la Teoría de Asistencia Dinámica (*Dynamic Attending Theory*; DAT) (Jones, 1987; Jones y Boltz, 1989; Large y Jones, 1999) y, más recientemente, por la Teoría de Codificación Predictiva (*Theory of Predictive Coding*; PC) (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 perceptivas o productivas.

Como un segundo elemento, se ha identificado el metro, con sus respectivos acentos, como un fenómeno que conforma un marco para la expectativa rítmica, la previsibilidad y la organización de los motivos rítmicos que ocurrirán 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 eventos temporales espaciados de forma isócrona (Honing, 2013; Vuust y Witeck, 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: ICT, DAT y PC. 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 bayesiano¹ 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). 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).

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; Temperley, 2000). Los metros de compás 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

¹ 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.

encontrado una clara tendencia a los metros de compás de acentuación binaria por sobre los ternarios, existiendo un procesamiento superior para los ritmos en el primer caso (Bergeson y Trehub, 2006; Drake y Betrand, 2001; Gerry, Faux y Trainor, 2010; Gordon, 2012). Esta inclinación, más que ser universal, estaría vinculada principalmente con procesos de enculturación (Soley y Hannon, 2010) desarrollados, por ejemplo, a través del balanceo cuando se mece al bebé durante sus primeros meses de vida.

Se ha planteado que la discriminación del metro no solo es fundamental para una correcta comprensión psicológica del ritmo (Haumann et al., 2018; London 2012), sino que también favorecería habilidades relacionadas con el movimiento (McAuley, 2010) y el lenguaje verbal (Haumann et al., 2018; Patel, 2008). En concreto, los principales resultados en torno al fenómeno del metro indican que los oyentes perciben, recuerdan y reproducen patrones rítmicos más eficientemente cuando estos se presentan dentro de un sistema métrico (Chen, Penhune y Zatorre, 2008; Wu, Westanmo, Zhou y Pan, 2013). Además, la reproducción del ritmo es mejor para ritmos fuertemente métricos que para ritmos débilmente métricos (Chen et al., 2008; Grahn y Rowe, 2009; Patel, Iversen, Chen y Repp, 2005). En relación con la edad, se ha señalado que los niños de 5 años ya son capaces de mantener un metro determinado (Gembris, 2002). Todos estos hallazgos llevan a pensar que el uso de acentos y metros dentro de las actividades musicales en el aula podrían favorecer el desarrollo rítmico del alumnado.

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 que cambia 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 percibidos 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 tiempo seleccionado debe ajustarse a los límites dados por el *presente psicológico* para que los elementos individuales sean percibidos como un solo evento global.

Snyder (2000) sintetiza en cierto modo los límites de rangos de tiempo al proponer la “región de *tempi* utilizables”. Con ella plantea que los límites de procesamiento de información musical están entre 30 y 300 bpm. Si es un tempo más lento, los eventos se perciben como separados y, si es más rápido, se tienden a percibir fusionados. Por su parte, el pulso preferido o espectro de tempo óptimo está entre 60 y 120 bpm, específicamente en 100 pulsos por minuto o 600 ms, que sería el preferido por la mayoría de las personas (Fraisse, 1982; Grahn y Brett, 2007; Parncutt, 1994; Repp, 2006).

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, Grahn y London, 2018). Ejemplos de estos existen en muchas profesiones y oficios.

En relación al tempo óptimo en distintas edades, estudios pioneros han mostrado diferencias entre estudiantes de Educación Primaria (Walters, 1983). Los infantes más pequeños tienen un tempo preferido más rápido que el óptimo de los adultos (Abril, 2011; Drake, Jones y Baruch, 2000; Eerola, Luck y Toiviainen, 2006; McAuley, Jones, Holub, Johnston y Miller, 2006; Provasi y Bobin-Bègue, 2003). Para el caso de niños menores sería de 140–150 bpm, mientras que para los adultos, tal como se indicó anteriormente, correspondería a 100 bpm (Drake et al., 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). Con todo, entre los 7 y 8 años las capacidades rítmicas serían similares a las de personas adultas sin formación musical (Gooding y Standley, 2011).

Los principios generales de la agrupación han sido descritos consistentemente por la psicología de la Gestalt y posteriormente aplicados a la audición (Bregman, 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 (Cambouropoulos, 1997; Drake, 1998; Drake y Bertrand, 2001; Purwins et al., 2008; Ravignani et al., 2017). Este fenómeno sería un proceso automático (Levitin, 2006) y 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; Silverman, 2012). También, 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*)² (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 mejora de la memoria de trabajo (Plancher, Lévêque, Fanuel, Piquandet y Tillmann, 2018).

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 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 4-5 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 a 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

² Acento de duración se refiere a un evento cuya extensión temporal es mayor y acento de tono, implica una variación de la altura de un evento. En ambos casos, las variaciones se realizan cada dos o tres eventos.

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 (Desain, 1992; Clark, 2013; Friston, 2005). Otro elemento relevante para la percepción de agrupaciones rítmicas es el intervalo de tiempo que existe entre un sonido y otro, denominado *interonset interval* (IOI). El IOI influye y determina consistentemente la percepción del ritmo (Krumhansl, 2000; Thompson y Schellenberg, 2002, 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 et al., 2018), siendo más sencillo procesar ritmos que contienen proporciones 2:1 que ritmos con relaciones 3:1 (Gordon, 2012; Repp, London y Keller, 2011; Repp, Windsor y Desain, 2002). 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 (Essens, 1986; 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*³ congruentes con estas medidas y que podrían facilitar la adquisición rítmica.

Algunos hallazgos indican que el rendimiento rítmico estaría de cierto 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 a 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, Vanden Bosch der Nederlanden

³ 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. (Álamos y Tejada, 2020a, p.6)

y Tichko, 2012). Con todo, Drake y Betrand (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.

1.2. Procesamiento cognitivo para la didáctica del ritmo

Una vez consideradas las teorías y resultados expuestos, surgen interrogantes sobre su transferencia al aula de música. En concreto, cómo y a través de qué 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 1).

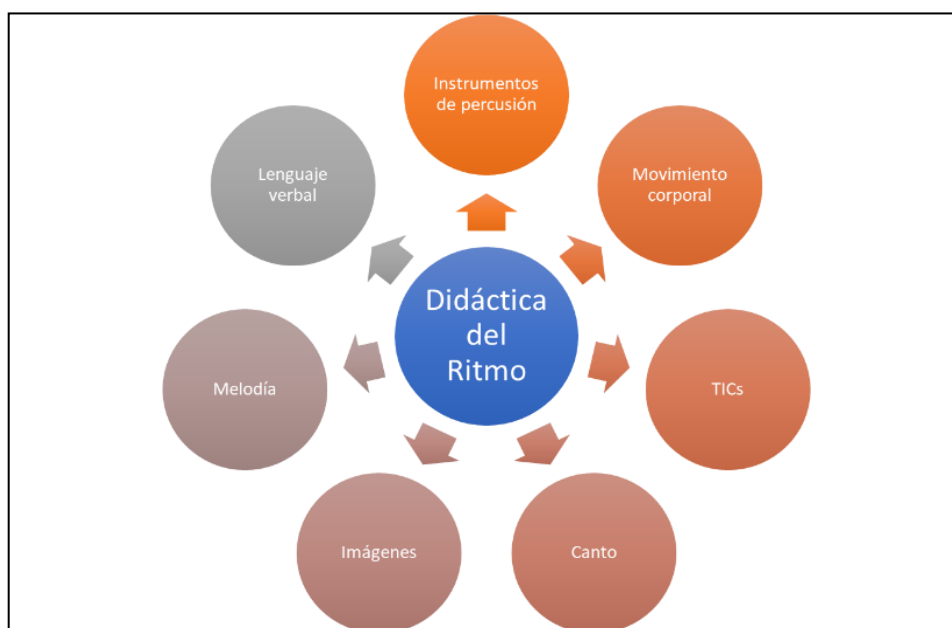


Figura 1. Medios para abordar la formación rítmica en el aula.

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

1.2.1. Relación con el movimiento corporal

Uno de los medios más favorables para conducir la formación rítmica en contextos escolares de educación primaria es 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 del siglo XX, tales como Orff, Willems y Dalcroze han otorgado 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 (Chemin, Mouraux y Nozaradan, 2014; Levitin et al., 2018; Phillips-Silver y Trainor, 2005, 2007, 2008), potenciando habilidades relacionadas con la detección y sincronización rítmica (Levitin et al., 2018; Stupacher, 2019; Stupacher, Witte, Hove y Wood, 2016), aun en contextos rítmicos complejos (Su y Pöppel, 2012).

El vínculo estrecho entre los aspectos temporales y motores ha llevado incluso a afirmar 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 es ventajosa para la generación de 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). Concretamente, una investigación en el contexto escolar ha sugerido que algunas actividades corporales (balanceo, palmeo, giros corporales y percusión de ritmos simples), repercuten en la capacidad de percibir y transcribir patrones rítmicos (Wang, 2008).

Se ha propuesto una tendencia natural al movimiento en contextos rítmicos regulares y con intervalos isócronos (Grahn y McAuley, 2009; Nozaradan, 2014; Nozaradan, Peretz y Mouraux, 2012). Algunos hallazgos sugieren que el pulso se podría coordinar

naturalmente con los movimientos mediolaterales de los brazos (Toiviainen, Luck y Thompson, 2010), con el torso (Witek et al., 2017) o con la cadera y los pies (Burger London, Thompson y Toiviainen, 2018). Por su parte, una de las expresiones corporales sincronizadas con la música que más parece influir en la percepción del metro es el movimiento de la cabeza (Burger et al., 2018; Demorest, 2015).

La inclinación a sincronizar grupalmente el movimiento con el sonido, parece ser universal en la cultura (Iversen y Balasubramaniam, 2016). Esta predisposición ha sido reconocida como un elemento de suma importancia para la evolución humana (Brown y Jordania, 2013; Koelsch, 2010). En este sentido, se ha planteado que el grupo de pares y el contexto social son fundamentales para favorecer la sincronización rítmico-musical a nivel corporal (Hodges, 2016). Por ejemplo, el estudio de Kirschner y Tomasello (2009) muestra que niños de 2 años pueden sincronizarse con un pulso fuera de su rango preferido, siempre y cuando este sea percutido junto a un compañero. Esta misma investigación encontró que niños entre 2 y 4 años demuestran habilidades de sincronización audio-motoras más precisas cuando interactúan con un compañero que cuando percuten individualmente un pulso escuchado desde un reproductor o con una máquina que muestra exclusivamente señales visuales (Kirschner y Tomasello, 2009). Por otra parte, ciertos hallazgos recientes han establecido interesantes relaciones entre aprendizaje motor, habilidades musicales y empatía (Silberstein y Whitfield, 2017).

En cuanto a la frecuencia del sonido, se ha encontrado una disposición y preferencia por el movimiento en contextos rítmico-musicales con líneas de bajo marcadas (Lustig y Tan, 2019). Específicamente, se ha sugerido que la música con acentos en las frecuencias bajas podría contribuir eficazmente al movimiento regular inducido por la música (Burger, Thompson, Luck, Saarikallio y Toiviainen, 2013; Van Dyck et al., 2013; Hove, Martinez y Stupacher, 2020).

En suma, 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)

1.2.2. Relación con el lenguaje verbal

El ritmo musical y el lenguaje verbal comparten redes de procesamiento común localizadas en zonas cerebrales que antiguamente estaban 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 DAT y, por otra, la Hipótesis de Recursos de Integración Sintáctica Compartida (*Shared Syntactic Integration Resource Hypothesis*; 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 DAT 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; Piazza, 1984).

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. Así, varios estudios han reportado un vínculo estrecho entre habilidades rítmico-temporales y habilidades de lectura en niños (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).

En suma, y teniendo en cuenta investigaciones que relacionan procesos neurocognitivos y psicología musical, además de información proporcionada por el profesorado chileno especialista en música, el foco del presente trabajo se sitúa en la repercusión de los modos de procesamiento cognitivo de información rítmico-musical en el logro de aprendizajes rítmicos perceptivo-productivos, en estudiantes de tercer y cuarto año de Educación Básica en Chile.

1.3. Compendio de artículos publicados

Los antecedentes sobre las bases teóricas y trabajos empíricos que sustentan la presente tesis doctoral fueron recogidos en el compendio de los tres artículos publicados hasta el momento (ver anexos).

En el primer artículo, llamado “Facilitadores en el procesamiento cognitivo de la información rítmica. Revisión de la literatura sobre los conceptos de pulso, tempo, metro y acento”, se realiza una revisión bibliográfica en la que se describen, sintetizan y relacionan los hallazgos de las investigaciones vinculadas con el procesamiento cognitivo de los aspectos rítmicos básicos mencionados en el título del artículo. En este trabajo se especifican ciertas características temporales que facilitan la comprensión psicológica del ritmo. En cuanto al pulso, la literatura revisada indica que las personas tienden a la isocronía y a la regularidad en el rango de tempo óptimo 60-120 bpm, especialmente 100 bpm. Por su parte, el metro es relevante, pues facilita la predicción y organización de los

eventos rítmicos que vendrán. Además, se ha observado una predisposición hacia los metros binarios por sobre los ternarios.

En el segundo artículo “La agrupación temporal y los patrones como facilitadores de la comprensión psicológica de la información rítmica” se revisan investigaciones relacionadas con estructuración temporal, agrupación de eventos y formación de patrones rítmicos. Esta revisión presenta un panorama actualizado relativo a ciertos factores facilitadores del procesamiento temporal que son relevantes para una adecuada formación musical. Los principales resultados indican que la agrupación influye en la fragmentación de sonidos en la memoria y la regularidad y relación 2:1 son aspectos fundamentales para favorecer el procesamiento perceptivo y productivo de patrones rítmicos.

El tercer artículo, llamado “Interrelaciones entre acción y cognición. Aportaciones de la neurociencia a la educación rítmico-musical”, da cuenta de hallazgos recientes de investigación neurocognitiva que respaldan fuertemente las acciones formativas vinculadas con el movimiento corporal para el desarrollo rítmico-musical. Algunas investigaciones muestran que la conexión entre estructuras motoras y sensoriales otorga un mecanismo sofisticado de predicción temporal y retroalimentación. Así, el movimiento corporal influye de manera importante en la forma en que se perciben ciertos aspectos rítmicos. Estos hallazgos confirman que la expresión corpórea es uno de los mecanismos más idóneos para el desarrollo de habilidades rítmicas. Finalmente, en este trabajo se dejan planteadas algunas sugerencias didácticas para la educación rítmica, basadas en el binomio música-movimiento.

Además de estos artículos, faltan de publicar los estudios con los resultados y discusión del análisis de encuesta y de los paneles de discusión. Finalmente, se tiene previsto publicar un artículo de un estudio basado en encuesta y grupos de discusión con profesorado de música mexicano desarrollado durante la estancia realizada en México para la obtención de la mención de Doctor Internacional.

1.4. Preguntas de investigación

1) ¿Cuáles son las principales teorías y hallazgos recientes respecto al procesamiento cognitivo de información rítmica musical?

2) ¿Qué estrategias didácticas está utilizando el profesorado de música en Chile, para el logro de aprendizajes rítmico/perceptivos y aprendizajes relacionados con la producción y expresión rítmica de sus estudiantes?

3) ¿Son las estrategias didácticas utilizadas por el profesorado de música en Chile, consistentes con las teorías y los hallazgos sobre procesamiento cognitivo? Y en este sentido, ¿Cuáles son las estrategias más y menos pertinentes para el logro de aprendizajes rítmicos perceptivo-productivos en Educación Primaria?

4) ¿Es posible extraer un conjunto de orientaciones didácticas en relación a la formación rítmica de escolares de tercer y cuarto año de Educación Básica en Chile, que estén fundamentadas en teorías y hallazgos de investigación sobre el procesamiento cognitivo y en el análisis de las prácticas docentes de profesorado chileno especialista en música?

1.5. Objetivos de Investigación

Objetivo General

Sugerir una serie de orientaciones pedagógicas para la educación rítmica de escolares de tercer y cuarto año de Educación Básica en Chile, con base en una doble fuente de información: 1) la revisión de estudios teóricos y empíricos sobre procesamiento cognitivo de la información rítmica; y 2) la praxis docente del profesorado chileno especialista en música.

Objetivos Específicos

1. Analizar y relacionar las principales teorías y hallazgos recientes respecto al procesamiento cognitivo de información rítmica musical.
2. Clasificar y analizar los modos en que el profesorado chileno especialista en música aborda los contenidos rítmicos en tercer y cuarto año de Educación Básica.
3. Verificar la consistencia de las prácticas docentes de formación rítmica, en relación a las teorías y los hallazgos sobre procesamiento cognitivo.

2. Método

2.1. Diseño

El enfoque de la presente investigación es mixto (cualitativo–cuantitativo) de carácter exploratorio, dada la escasa bibliografía sobre metodología del ritmo basa en aspectos cognitivos en Educación Primaria. Los artículos de revisión bibliográfica (revisión de tipo narrativo), que forman parte del compendio de esta tesis, obedecen a un diseño documental con un análisis de contenido basado en categorías analíticas emergentes.

Para realizar la búsqueda de fuentes de información con las que construir el marco teórico, se empleó la siguiente metodología. Se definieron cuatro palabras clave: *cognitive processing*, *musical rhythm*, *rhythmic education* y *elementary school*, las cuales que fueron ingresadas en las bases de datos WOS y SCOPUS. A los 295 artículos obtenidos se les aplicaron criterios de pertinencia, relevancia, calidad y actualidad, siendo finalmente seleccionados, 79 publicaciones. Además, se incluyeron en la revisión capítulos de manuales de investigación en Educación Musical y algunos textos de referencia respecto a la psicología musical y al procesamiento de aspectos temporales de la música (ver referencias). Las publicaciones y textos seleccionados fueron analizados con el software de análisis cualitativo, ATLAS.ti versión 7. A partir de un procedimiento inductivo de tipo recursivo, se definieron tres categorías analíticas emergentes: 1) psicología del ritmo; 2) procesamiento cognitivo de elementos básicos del ritmo (pulso, tempo, metro, acento, agrupación temporal y patrones); y 3) procesamiento cognitivo para la didáctica del ritmo.

Finalmente, el diseño metodológico en la parte práctica utiliza un cuestionario y grupos focales para la extracción de datos cuantitativos y cualitativos. Estos datos formarán parte de artículos que actualmente están en fase de elaboración y revisión en revistas científicas indexadas.

2.2. Participantes

Profesorado de Educación Musical en ejercicio en territorio chileno. 203 educadores participaron en la encuesta y 11 formaron parte de dos grupos focales, uno con 6

integrantes y otro con 5. El profesorado participante fue informado respecto a los objetivos del proyecto; el carácter anónimo de su participación; la ley sobre protección de datos de carácter personal en Chile (ley 19.628) (Gobierno de Chile, 1999); la aceptación voluntaria para participar en el estudio; la opción de desistir a continuar con el estudio en cualquier momento sin consecuencias negativas. Finalmente, se proporcionaron datos de contacto de los responsables de la investigación para realizar consultas o plantear inquietudes. Además, se les indicó que podían contactarse con el investigador principal a través de correo electrónico, para obtener los resultados del estudio una vez concluida la investigación.

2.3. Instrumentos y técnicas

Para el presente trabajo fue diseñado un cuestionario denominado “Encuesta sobre formación rítmica y procesos cognitivos, dirigida al profesorado de música que imparte o ha impartido la asignatura de música en tercer y/o cuarto año de Enseñanza Básica en Chile”. La validación del instrumento fue realizada por dos académicos-investigadores chilenos, expertos en Educación Musical. Los jueces evaluaron la adecuación de cada ítem de acuerdo a los objetivos de investigación, respondiendo dicotómicamente (sí – no). Además, pudieron realizar sugerencias en cada caso a través de respuestas abiertas. Después de una segunda versión del instrumento, que consideró la evaluación de los jueces, se aplicó la prueba estadística kappa de Cohen que evalúa la concordancia inter-jueces ($\kappa=1$).

El cuestionario incluyó cuatro secciones. En la primera, el profesorado fue informado respecto a los términos de la investigación y los derechos de los participantes. La segunda sección incluyó preguntas sobre género, edad y años de servicio pedagógico. La tercera estaba relacionada con la implementación de actividades de percepción y producción del ritmo en el aula. Esta parte incluyó ítems cerrados de respuesta discreta (escala ordinal de 5 puntos) e ítems abiertos para recoger las percepciones del profesorado. Finalmente, la cuarta sección incluyó ítems cerrados y abiertos, en donde cada encuestado podía manifestar libremente sus ideas en relación con su propia práctica y con la formación rítmica en Educación Primaria.

El cuestionario estuvo disponible en la web durante cuatro meses. Fue difundido a través de redes sociales y de correo electrónico. Se registraron 203 encuestas completamente respondidas, las cuales fueron analizadas con *IBM SPSS Statistics* los ítems cerrados y *ATLAS.ti.*, los ítems abiertos cualitativos.

Los grupos focales permitieron obtener datos cualitativos en profundidad de una muestra limitada de profesorado de música en activo, en relación a los modos y abordajes de los contenidos técnicos rítmico-musicales. Las categorías o temas abordados fueron cinco: 1) elementos facilitadores del aprendizaje rítmico en tercer y cuarto año de Enseñanza Básica, 2) pulso isócrono, 3) tempo, 4) metro (acento métrico) y 5) frases o patrones rítmicos.

Los grupos de discusión fueron realizados en modo online (Cisco Webex Meetings) durante el mes de enero de 2021, con una duración aproximada de 90 minutos cada uno. Participaron 11 docentes en total, divididos en dos grupos: El grupo uno estuvo constituido por 2 profesoras y 3 profesores con más de 12 años de servicio docente. El grupo dos se conformó por 3 profesoras y 3 profesores con 4 a 5 años de experiencia laboral. Ambas sesiones fueron grabadas en video y posteriormente analizadas con el software de análisis cualitativo *ATLAS.ti.*

2.4. Categorías

Las categorías de análisis establecidas para este trabajo han emanado de la revisión de literatura y del análisis de los datos extraídos del cuestionario y de los grupos de discusión. Las tablas 1 y 2 muestran cada categoría con sus respectivas subcategorías.

Tabla 1. Categorías y subcategorías: revisión de la literatura científica

Procedencia	Categoría	Subcategorías
Revisión de literatura científica	Pulso	<ul style="list-style-type: none"> - Isocronía - Regularidad y segmentación - Sincronización
	Tempo	<ul style="list-style-type: none"> - Rango de tempo óptimo - Sincronización y tempo personal
	Metro	<ul style="list-style-type: none"> - Metros recurrentes - Regularidad y segmentación - Acentos métricos - Jerarquización métrica
	Patrones rítmicos	<ul style="list-style-type: none"> - Agrupación temporal - Psicología de la Gestalt - Teoría generativa de la música tonal - Teoría de Edwin Gordon - Teorías predictivas - Relaciones y proporciones temporales
	Vínculo cognitivo entre ritmo y movimiento corporal	<ul style="list-style-type: none"> - Zonas motoras del cerebro - Cognición corporizada (<i>Embodied cognition</i>) - Arrastre rítmico neuronal (<i>Entrainment</i>) - Aplicación en el ámbito escolar
	Vínculo cognitivo entre ritmo y lenguaje verbal	<ul style="list-style-type: none"> - Redes neuronales comunes - Estructura y jerarquización - Sintaxis - Aplicación en el ámbito escolar

Tabla 2. Categorías y subcategorías: cuestionario y grupos de discusión

Cuestionario y grupos de discusión	Estrategias didácticas para la formación rítmica	<ul style="list-style-type: none"> - Uso de grabaciones musicales. - El juego/lo lúdico - Uso de instrumentos musicales - Estrategias para trabajar la teoría musical y lectoescritura convencional - Movimiento - Lenguaje verbal - -Uso de repertorio - Imitación/eco
	Percepciones del alumnado (categoría emergente)	<ul style="list-style-type: none"> - Experiencias previas de los estudiantes - Bagaje cultural - Preferencias musicales - Sentir de estudiantes

3. Resultados y discusión

3.1. Cuestionario

Participaron en este cuestionario 203 profesores (42,4 % mujeres; 57,6% hombres; edad media = 35,4 años, SD = 8,91). En cuanto a los años de desempeño pedagógico, el promedio fue 9,5 años (SD = 8,74). Un 24,6% tenía de 0 a 3 años; el 23,6 % de 4 a 7; el 23,2% de 8 a 11; y el 28,6% tenía 12 o más años.

3.1.1. Resultados en relación al pulso

La mayoría del profesorado encuestado (72,4%) señaló que nunca o casi nunca utiliza metrónomo durante la realización de actividades de percepción rítmica. A pesar de ello, un importante porcentaje emplea otros elementos para proporcionar una referencia de sincronización o pulso constante (64,7%). En relación a las actividades de producción rítmica, se ha obtenido resultados similares: un 68,5% declaró que nunca o casi nunca utiliza metrónomo. Sin embargo, un 69% utiliza otros elementos aparte del metrónomo. Estos hallazgos coinciden con la alta frecuencia obtenida por “pulso” en una de las preguntas abiertas de la encuesta (Tabla 3). Un 50,2% de los encuestados se refirió explícitamente a uno o más de los elementos rítmicos básicos, siendo el pulso el que obtuvo la mayor frecuencia.

La tendencia a utilizar elementos para proporcionar un pulso constante durante actividades de percepción y producción rítmica sugiere que el profesorado da importancia a la habilidad de mantener una pulsación isorrítmica. A su vez, converge con hallazgos que muestran que la pulsación isócrona es fundamental para el procesamiento rítmico (Bendixen et al. 2010; Grube y Griffiths, 2009; Honing, 2012; Lawrance et al. 2014). La triangulación de los datos cualitativos y cuantitativos de la encuesta refuerzan la teoría DAT en el sentido de que el profesorado considera necesario utilizar un pulso regular para proporcionar una “base” o un marco referencial facilitador del procesamiento rítmico (Jones, 1987; Jones y Boltz, 1989; Large y Jones, 1999). A pesar de que el profesorado da importancia al pulso, muchos se niegan a utilizar el metrónomo durante actividades de percepción (72,4%) y de producción rítmica (68,5%) en estos niveles de enseñanza.

Tabla 3. Frecuencias de elementos rítmicos básicos mencionados en el cuestionario

Elemento básico	Frecuencia
Pulso	49
Patrones rítmicos	46
Figuras rítmicas	28
Tempo	20
Acento	18
Metro	14

3.1.2. Resultados en relación al tempo

Un 67,6% del profesorado respondió que siempre o casi siempre permite que cada estudiante seleccione su propio tempo en actividades individuales. Estos resultados podrían ser positivos puesto que coinciden con las sugerencias que indican que los niños tienen más éxito en las tareas rítmicas con un tempo próximo a su tempo personal espontáneo (Drake et al., 2000). En las actividades grupales, no existe una tendencia clara: un 44,8% siempre o casi siempre permite que el propio grupo defina su pulso, un 23,2% algunas veces lo hace y un 32% nunca o casi nunca realiza dicha acción. Por su parte, un porcentaje marginal de profesores (1,47%) se refirió a las particularidades del alumnado, señalando: “el (rango de tiempo) que el estudiante pueda dominar” (participante 43); “En grupo, deben acordar el rango de tempo con una práctica previa” (participante 54); y, “el que pueda seguir el alumno con más dificultades” (participante 95).

De acuerdo con la edad del alumnado, gran parte de los educadores indicó que utiliza *tempi* distintos para actividades de expresión rítmica (84,2%) y percepción rítmica (77,9%). Estos resultados son interesantes, pues se vinculan fuertemente con estudios que han demostrado diferencias en el tempo personal en estudiantes de 5 a 9 años (Walters, 1983) y en personas de 4 a 10 años y adultos (Drake et al., 2000). Además, una respuesta en la encuesta señala: “me di cuenta que cuando el tempo es demasiado largo, se pierden bastante y no logran concretar la tarea, a diferencia si es algo más rápido...” (participante 199). Esta sería congruente con la sugerencia de que los niños pequeños tienen/prefieren *tempi* más rápidos (Abril, 2011; Drake et al., 2000; Eerola et al., 2006; McAuley et al., 2006; Provasi y Bobin-Bègue, 2003).

El rango preferido de *tempi* para las actividades de percepción fue 60-90 bpm (67%) y, en segundo lugar, 30-60 bpm (16%). Para la percusión individual de frases rítmicas, fue 60-90 bpm (67%) y 30-60 bpm (19%). Por último, para la percusión grupal de frases rítmicas fue 60-90 bpm (65%) y 30-60 bpm (17%). En todos los casos, los maestros se inclinaron mayoritariamente por el rango 60-90 bpm, seguido por 30-60 bpm. Por el contrario, el rango 90-120 bpm es poco utilizado, mientras que 120-150 bpm apenas se usa durante la práctica rítmica escolar. Estos resultados, si bien se vinculan parcialmente con el rango óptimo de procesamiento 60-120 bpm (Drake y Bertrand, 2001), no coinciden con la medida de 100 bpm, que es idónea para el procesamiento rítmico de las personas sin distinción de edad (Grahn y Brett, 2007; Parncutt, 1994; Repp, 2006). Con todo, la tendencia a seleccionar *tempi* lentos sería adecuada considerando que entre los 7 y 8 años de edad las habilidades rítmicas son similares a las de un adulto promedio sin formación musical (Gooding y Standley, 2011). Así, algunos estudios indican que los adultos prefieren *tempi* más lentos que los niños pequeños (Abril, 2011; Eerola et al., 2006; McAuley et al., 2006; Provasi y Bobin-Bègue, 2003), mientras que otros sugieren que la preferencia por *tempi* rápidos disminuiría con la edad (Drake et al., 2000). Por último, un porcentaje minoritario (8%) no se inclinó por ningún rango específico, manifestando que dependía de otros aspectos, como las características del alumnado o los objetivos de aprendizaje.

3.1.3. Resultados en relación al metro

Un importante porcentaje de participantes declaró utilizar metros de compás. En actividades de expresión rítmica, un 78,3% siempre o casi siempre utiliza pies métricos, mientras que, en actividades de percepción, un 72,9% lo hace. En relación con indicar explícitamente el metro antes de iniciar actividades de expresión o percepción rítmica, las respuestas se distribuyeron de manera relativamente homogénea ($M= 3.72$ $SD= 1.21$) con tendencia a los niveles más altos “casi siempre” y “siempre” (4 y 5 respectivamente). Estos resultados son congruentes con los trabajos que sugieren que el metro es relevante para facilitar la comprensión psicológica de la música (Haumann et al., 2018; London 2012) y especialmente el ritmo (Huron, 2006; Vuust y Witeck, 2014). Además, el uso del metro sería adecuado dado que este facilita la percepción posterior de ritmos extraídos de la música (London, 2012). Es probable que el rendimiento musical de los estudiantes mejore si se escucha previamente el metro de la pieza musical, puesto que los acentos métricos contribuyen eficazmente a la predicción y anticipación de eventos recurrentes

regularmente (Huron, 2006; Vuust y Witek, 2014). A su vez, existe una gran relación entre este fenómeno y la DAT (Large y Jones, 1999).

Más de la mitad de los encuestados se inclina por el 4/4 en las actividades de expresión (59%) y percepción rítmica (54%). Esto coincide con su extendido uso en las culturas occidentales (Kotz et al., 2018). Desde una perspectiva didáctica, el uso del 4/4 -como metro de subdivisión binaria con acentuación binaria- sería pertinente pues concuerda con la predisposición natural de los metros binarios sobre los ternarios (Haumann et al., 2018) y un procesamiento superior para los ritmos en un metro con subdivisión binaria, en contraste con los ritmos en un metro con subdivisión ternaria del pulso (Bergeson y Trehub, 2006; Drake y Bertrand, 2001; Gordon, 2012). De cualquier modo, llama la atención que el 2/4 por sí solo, siendo un metro binario de uso común, no haya alcanzado más de un 5% de las preferencias. Podría pensarse que el 2/4 es aún más “natural” que el 4/4, teniendo en cuenta los planteamientos de Parncutt (1994), quien sugiere una especialización perceptiva de los metros de compás debido al caminar de la madre durante la gestación intrauterina. Por otra parte, no deja de ser llamativa la casi inexistente preferencia por el metro de 6/8 como opción única, dado que los repertorios de música popular y tradicional chilena son profusos en este metro. De ello se podría deducir que los repertorios abordados por el profesorado en aula son ajenos al acervo tradicional chileno, probablemente debido a la predominancia de repertorios eurocentristas y al fenómeno de globalización.

La segunda respuesta mayoritaria fue “las utilizo todas por igual”⁴ (29% para actividades de expresión rítmica y 33% para actividades de percepción rítmica). Por su parte, una minoría (5%) prefirió la alternativa “otra”, en la cual debían describir la respuesta con sus propios términos. Coincidentemente, este grupo declaró utilizar métricas que emplean la negra como unidad de pulso, es decir, con denominador 4 (2/4, 3/4 y 4/4), evitando el denominador 8 (6/8 en este caso). Esta situación fue descrita por uno de los pedagogos:

“...lectura en x/4, figuras rítmicas hasta subdivisión de cuartina. No hago 6/8 en cuanto a lectura porque no logro la forma de explicarlo bien para su comprensión, cantan y tocan en 6/8 por imitación” (participante 129).

⁴ metros de 4/4, 3/4, 2/4 y 6/8.

3.1.4. Resultados en relación a los patrones y figuras rítmicas

Durante actividades de expresión o percepción rítmica, tres cuartas partes del profesorado (74,4%) utilizan patrones o frases repetitivas, sin una tendencia clara hacia el uso de patrones o frases aleatorias ($M= 3.25$, $SD= 1.08$). Esto podría ser interpretado como una práctica eficaz puesto que al utilizar la repetición de patrones se estaría agrupando de forma implícita. El uso de patrones repetidos (*ostinati*) influye en la eficiencia de la memoria de trabajo, lo cual resulta fundamental en la percepción-producción rítmica (Gordon, 2012; Jackendoff, 2009; Patel, 2008). Además, permite al niño no depender de la lectura de una partitura, evitando así utilizar recursos de atención que puede destinar a facilitar el procesamiento rítmico musical en general (Piazza, 1984).

Más de la mitad de las personas respondió que siempre o casi siempre utiliza patrones preestablecidos para actividades de expresión (53,2%) y de percepción rítmica (56,7%). Este dato es consistente con un ítem abierto de la última sección de la encuesta, en el que declaran trabajar frecuentemente patrones -después de la pulsación (Fig. 1)- y lo hacen mediante repertorios, creación de frases, *ostinati*, ecos, sílabas rítmicas, movimiento corporal y el juego. Esta tendencia al uso de patrones preestablecidos, además de la utilización de los elementos señalados -que contienen regularidades de forma implícita y explícita- sugiere que los profesores priorizan los ritmos regulares y consideran importante el uso de patrones rítmicos en la formación musical de sus estudiantes. Esto es coherente con que los eventos rítmicos regulares son más sencillos de procesar que los eventos rítmicos irregulares (Cutanda et al., 2015; Silverman, 2012) y que la regularidad predice y anticipa la estructura y posición en el tiempo de los patrones rítmicos (Clark, 2013; Drake y Bertrand, 2001; Huron, 2006).

En relación a las figuras rítmicas, unidades básicas para la construcción de patrones, el 61% de docentes afirma que las primeras que utilizan para tareas de expresión y percepción rítmica son negra y corchea (en pares). En segundo lugar, se inclinaron por la blanca y la negra (23%). Otras respuestas marginales declararon el uso de negra y su respectivo silencio, grupos de dos corcheas y de cuatro semicorcheas, los conceptos de “pulso y división” y otras combinaciones. En consecuencia, la mayoría de los educadores utiliza relaciones de duración de 2:1 dentro de la práctica rítmica en el aula de tercer y cuarto año de Educación Primaria. Esto es congruente con los estudios que indican que

la relación 2:1 está ampliamente extendida en muchas culturas del mundo (Polak et al. 2018). Por otra parte, esta práctica docente concuerda con hallazgos que indican que reproducir y percibir ritmos con proporciones 2:1 es más sencillo que con relaciones 3:1 (Gordon, 2012; Repp et al., 2011) u otras más complejas (Sakai et al., 1999). Además, la proporción 2:1 parece óptima en contextos de formación rítmico-musical inicial, dado que los oyentes tienden de manera natural a ella, incluso ante la presencia de ritmos más complejos (Drake y Bertrand, 2001).

3.1.5. Resultados en relación al movimiento corporal y lenguaje verbal

En relación a los medios utilizados, el 83% del profesorado señala que siempre (56%) o casi siempre (27%) emplea el movimiento corporal para la formación rítmica del alumnado. Por su parte, el 82% de los docentes, siempre (50%) o casi siempre (32%) ha notado un aumento significativo en el logro de aprendizajes rítmicos por parte del alumnado, al utilizar métodos y/o actividades que incluyen el movimiento rítmico corporal. Además, el 64% cree que el medio más eficaz para el desarrollo de competencias rítmicas en el alumnado es el uso del movimiento corporal, seguido por el lenguaje verbal con un 15%. Todas estas respuestas son congruentes con investigaciones que proponen que la expresión corpórea influye en las formas en que se percibe y representa la música, pudiendo moldear la percepción de los ritmos musicales (Abril, 2011; Chemin et al., 2014; Phillips-Silver y Trainor, 2005, 2007, 2008). Además, se ha planteado que la expresión corporal podría mejorar la capacidad de detectar y sincronizarse con el ritmo (Levitin et al., 2018; Stupacher, 2019; Stupacher et al., 2016), incluyendo ritmos complejos (Su y Pöppel 2012).

Al relacionar elementos específicos del ritmo con el movimiento, el 77% del profesorado señala que siempre (39%) o casi siempre (38%) realiza actividades en que el alumnado marca el pulso y/o acentos corporalmente. Este hecho es consecuente con la tendencia natural a la expresión corporal ante ritmos regulares e isócronos (Nozaradan, 2014; Nozaradan et al., 2012). Además, estas acciones podrían resultar beneficiosas, puesto que mantener un pulso isócrono a través de la acción corporal durante experiencias formativas parece favorecer la adquisición de capacidades de sincronización cinestésicas (Abril, 2011), aumentando el rendimiento en las respuestas motoras y en la discriminación perceptiva en todos los dominios sensoriales (Miendlarzewska y Trost, 2014; Nobre,

Correa y Coull, 2007).

Concretamente, la mitad de los encuestados (50%) recomienda al alumnado que utilice los pies para marcar el pulso y/o acento, y un 38% recomienda las palmas. Por su parte, la mayoría de los participantes que indicó la alternativa “otra” (10%) se inclinó por la idea de utilizar el cuerpo completo, por ejemplo, a través del vaivén o balanceo. Como ya se ha dicho, no hay convergencia en los resultados de los estudios en cuanto a la sincronización del pulso con partes específicas del cuerpo. (Burger et al., 2018; (Toiviainen et al., 2010; Witek et al., 2017). Al relacionar estos hallazgos con las respuestas del profesorado, queda en evidencia la complejidad de vincular movimientos corporales específicos con elementos rítmico-musicales. De cualquier modo, las practicas docentes están bien encaminadas pues hay evidencias que muestran una importante retroalimentación entre la actividad motora, la isocronía y la periodicidad de los elementos acentuados (Fraisie, 1976; Phillips-Silver y Trainor, 2005, 2007, 2008). Igualmente, cabe destacar que los participantes, en general, no mencionaron la cabeza, apesar de que esta parte del cuerpo influiría fuertemente en la percepción métrica (Burger et al., 2018; Demorest, 2015).

Con respecto al metro en actividades de práctica corporal rítmica, el 58% de los maestros utiliza el 4/4. La segunda mayoría (29%) declaró que utiliza todos los metros de compás sugeridos en la encuesta (4/4, 3/4, 2/4 y 6/8) por igual. Algunos hallazgos han sugerido que los acentos métricos dos y cuatro en un metro de 4/4 tienden a sincronizarse con la rotación y la flexión lateral del torso superior (Toiviainen et al., 2010). Por su parte, se ha especulado respecto a la existencia de una predisposición cognitiva hacia metros de acentuación binaria (Haumann et al., 2018). En este sentido, las prácticas docentes, en general, son coherentes con los hallazgos de investigación, sin embargo, resulta necesario continuar especificando elementos que relacionen el metro de 4/4, por ejemplo, con movimientos corporales específicos.

El 90% de los encuestados siempre (64%) o casi siempre (26%) realiza actividades en que el alumnado percute frases rítmicas utilizando las palmas. Por otro lado, el 84% siempre (50%) o casi siempre (34%) realiza actividades en que el alumnado percute frases rítmicas utilizando otras partes del cuerpo (además de las palmas). Estos resultados reafirman la importancia que el profesorado da al binomio ritmo-movimiento. Algunas evidencias señalan que durante el movimiento corporal los ganglios basales responden en

mayor medida a los ritmos más simples que a aquellos más complejos (Grahn y McAuley, 2009; Vuust, 2017) y que los movimientos generales del cuerpo son más regulares y estables cuando hay un ritmo claro y fuerte (Burger et al. 2013). En este sentido, se recomiendan estructuras rítmicas que simplifiquen las tareas, especialmente en Educación Primaria. Una de las características específicas que cumple con este requisito es la relación 2:1 (por ejemplo: negra-corchea), la cual, debido a su regularidad, hace más sencillo su procesamiento y producción (Gordon, 2012; Repp et al., 2011). Con todo, la vinculación de la expresión corporal con las frases rítmicas se constituye como una práctica óptima, pues se ha sugerido que ciertas actividades corpóreas, influyen en la capacidad de percepción y transcripción de patrones rítmicos (Wang, 2008).

En cuanto al trabajo corporal en grupo, el 74% de los encuestados siempre (40%) o casi siempre (34%) realiza actividades grupales que incorporan el movimiento para la formación rítmica del alumnado. Esto se relaciona fuertemente con la tendencia, aparentemente universal en la cultura humana, a sincronizar grupalmente el movimiento con el sonido (Iversen y Balasubramaniam, 2016). A su vez, invita a priorizar secuencias didácticas que involucren la interacción rítmico-corporal con otras personas, puesto que la predisposición a sincronizarse colectivamente ha sido un aspecto fundamental para el desarrollo humano (Brown y Jordania, 2013; Koelsch, 2010).

El alto número de personas encuestadas (casi tres cuartas partes) que dijo utilizar actividades grupales que incorporan el movimiento dentro de su práctica habitual es respaldado por estudios que muestran que el grupo de pares y el contexto social favorecen de manera importante la coordinación rítmica corporal (Hodges, 2016; Kirschner y Tomasello, 2009). Además, estas prácticas pueden fomentar aspectos actitudinales como la empatía (Silberstein y Whitfield, 2017).

El 58% de los maestros declaró que siempre (29%) o casi siempre (29%) selecciona uno o varios timbres específicos mediante instrumentos musicales o audiciones en particular, para realizar actividades de movimiento corporal en sincronía con el sonido. Sin embargo, no es tan clara la tendencia a seleccionar una(s) altura(s) específica(s). El 31% de los docentes señaló que algunas veces considera este parámetro del sonido, el 27% lo hace casi siempre y el 22% siempre. Estas respuestas se complementan con los resultados de otras dos preguntas que referían al uso de instrumentos por parte del profesorado y

alumnado dentro de la clase de música. Las frecuencias en su uso se observan en las figuras 2 y 3.

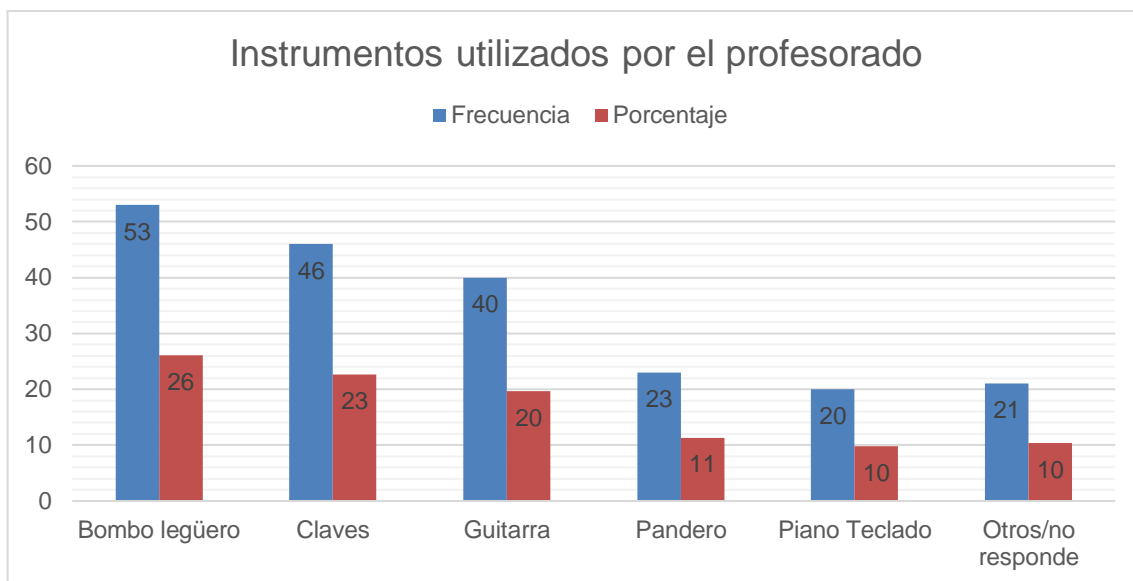


Figura 2. Instrumentos musicales para la formación rítmica en Enseñanza Básica.

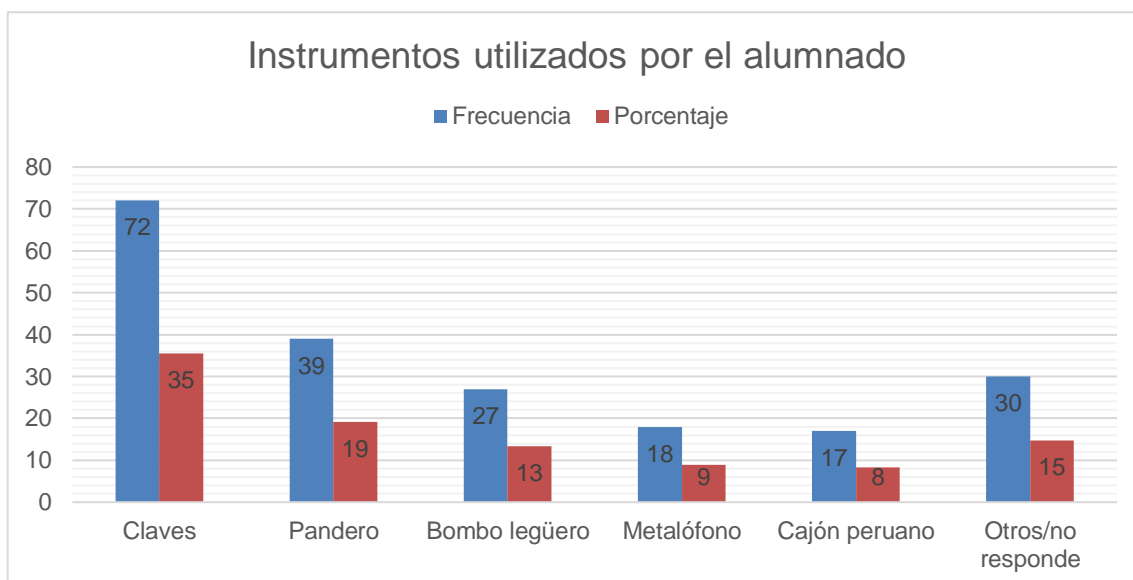


Figura 3. Instrumentos rítmicos de aula en tercer y cuarto año de Enseñanza Básica.

La utilización de un instrumento de frecuencias predominantemente bajas, como es el bombo legüero⁵, por parte importante del profesorado y de los estudiantes, es congruente con la inclinación hacia el movimiento regular ante ritmos con líneas de bajo marcadas (Burger et al., 2013; Van Dyck et al., 2013; Lustig y Tan, 2019; Hove et al., 2020). Por

⁵ Membranófono popular en Sudamérica, especialmente utilizado en el folklore argentino y chileno.

otro lado, la selección de las claves para guiar actividades por parte del profesorado y para realizar ritmos en el caso del alumnado añade frecuencias altas. Con todo, para la selección de instrumentos musicales, debería considerarse los planteamientos de Levitin et al. (2018), quienes proponen que los movimientos de la cabeza sincronizan mejor con sonidos de baja frecuencia y los movimientos de las manos con sonidos de alta frecuencia. Además, algunas características relacionadas con el timbre afectarían la actividad motora (Burger et al., 2013). Este hecho podría relacionarse con la selección de determinados instrumentos musicales de acuerdo con la parte del cuerpo implicada en la acción rítmica (Álamos y Tejada, 2020b).

Después del movimiento, el medio mayoritariamente utilizado por los docentes encuestados es el lenguaje verbal (15%). Además, algunos educadores que dieron una respuesta alternativa coinciden en combinar el uso del movimiento corporal y el lenguaje verbal. Al ser consultados por elemento(s) que consideraba(n) importante(s) dentro de la formación rítmica del alumnado de tercer y/o cuarto año de Enseñanza Básica, un importante número de maestros declaró que la verbalización rítmica era relevante. En general, coincidieron en que explicar ritmos desde el lenguaje verbal es algo que a los niños les hace sentido, dado que, por ejemplo, “hay palabras que tienen una agrupación silábica que naturalmente acentúa la figura rítmica fuerte dentro de la agrupación rítmica” (participante 54). En otros casos, se vio reforzada la idea de vincular el lenguaje verbal con la rítmica corporal: “Para mí también es útil acompañar los movimientos con palabras que decidimos en conjunto, ya que, si un estudiante tiene algún problema de coordinación corporal, se puede apoyar en las palabras” (participante 136). Todas estas prácticas educativas son respaldadas por el vínculo cognitivo entre los dominios lingüístico y musical y por hallazgos científicos recientes. Como se mencionó anteriormente, diversos estudios han reportado un vínculo estrecho entre habilidades rítmico-temporales y habilidades de lectura en infantes (Flaughnacco et al., 2014; Holliman et al., 2010). Por ejemplo, se han encontrado correlaciones positivas entre la conciencia fonológica y la mejora en la percepción de elementos musicales, especialmente rítmicos (Posedel et al., 2012).

Específicamente, las figuras y los patrones fueron los más asociados con el lenguaje verbal. El profesorado concuerda en que la asimilación de estos elementos se ve facilitada con la utilización de sílabas y palabras, incluso en el caso de figuras rítmicas complejas. Algunos docentes hicieron mención a los métodos Orff y Kodály como ejemplos de

asociación entre ritmo y lenguaje, indicando ocasionalmente de forma explícita las sílabas *ti-ti, ta*, usadas en este último método. También fue mencionado el canto *Konnakol* como un mecanismo que puede facilitar la identificación de ritmos a través de las palabras. En suma, estas estrategias concuerdan con algunos trabajos empíricos que 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 et al., 2014).

3.2. Grupos focales

Participaron en los grupos de discusión 11 docentes en total, divididos en dos grupos. El grupo 1 estuvo constituido por 2 profesoras y 3 profesores con más de 12 años de servicio docente. El grupo 2 se conformó por tres profesoras y 3 profesores, con una experiencia laboral en el rango 4-5 años.

3.2.1. Resultados en relación al pulso

Los códigos emergentes con mayores frecuencias vinculados con el pulso fueron aquellos en que el profesorado participante relacionó este elemento con el uso de audiciones, las experiencias previas de los estudiantes y el movimiento corporal. En el primer caso, se trató del uso de grabaciones musicales de distintos estilos aportadas por el profesorado o el alumnado y de canciones ejecutadas por el profesor, ya sea en vivo o grabadas. En segundo lugar, los participantes declararon que se deben considerar las experiencias previas de los estudiantes, puesto que ellos, al pensar en su canción favorita o partir de canciones que el estudiantado ya ha experimentado, resulta más fácil “poner un nombre o teorizar algo que ya conocen” (participante 7). Esto además coincide con la alta frecuencia obtenida por los códigos emergentes “experiencias previas” y “sentir de estudiantes” dentro de los resultados de análisis (Tabla 4).

Tabla 4. Frecuencias a partir del análisis de los grupos de discusión

Código emergente (grupo de discusión)	Frecuencia
Experiencias previas (de estudiantes)	23
Estrategias para ver teoría musical y lectoescritura convencional	22
Sentir de estudiantes	19
Juego	18
Movimiento	17
Sentir de profesor/a	12
Lenguaje verbal	11
Instrumentos	10
Evitar la partitura y explicaciones teóricas	7
Repertorio	6
Imitación /Eco	6

Respecto al pulso y movimiento, los maestros indicaron que hacen caminar, marchar y bailar a los discentes, con músicas diversas. También invitan al alumnado a desplazarse utilizando espacios fuera del aula como el patio de la escuela y a percutir este elemento con diversas partes del cuerpo. Por ejemplo, un participante señala “cuando uno generalmente escucha música, percute con el pie, ¿cierto? inconscientemente, independiente, en el autobús...y siempre empiezo a buscar recuerdos respecto a si han hecho eso” (participante 10). Finalmente, una de las estrategias concretas que se repitió entre los maestros para teorizar respecto al pulso, fue el asociar este elemento con el corazón. Además de mostrar el pulso como el “corazón de la música”, algunos profesores suelen relacionar el pulso cardiaco (en distintos momentos del día, en reposo, en actividad, etc.) con el pulso musical y su velocidad.

Al contrastar estos datos con los resultados de la encuesta, se observa que los maestros otorgan importancia al elemento pulso. A pesar de no utilizar el metrónomo habitualmente, sí utilizan otros elementos para facilitar la percepción y producción del pulso. El principal recurso utilizado es la música grabada, que en muchos casos es seleccionada por los propios estudiantes. También, se realiza abundante expresión corporal a partir de las grabaciones musicales.

3.2.2. Resultados en relación al tempo

Los participantes señalaron que lo que más utilizan son: audiciones, expresión corporal, las experiencias previas del alumnado y la práctica instrumental lenta en un comienzo. Estos medios coinciden con los trabajados para el pulso. En relación con las audiciones, señalaron que cantan acompañados de la guitarra y van acelerando y/o desacelerando el pulso. Esto mismo hacen con una pieza musical grabada, a la cual le modifican el tempo utilizando diferentes *software*. También utilizan grabaciones de obras musicales de diversos repertorios, que en términos de *tempi*, son contrastantes entre sí. Respecto a la expresión corpórea, los docentes declararon que al igual que con el pulso, promueven la utilización de percusión corporal y de música grabada para moverse y caminar a distintos *tempi*. Una de las participantes decía: “Lo mismo pasa sobre lo que hablábamos de tempo, siempre desde lo corporal, como hablábamos antes, de la enseñanza y de la formación rítmica, siempre ligarla a lo corporal ¿para qué? Para que sepan que es real” (participante 7).

Las experiencias previas y la necesidad de una práctica instrumental lenta en las sesiones iniciales también fueron mencionadas por los participantes. En relación a las primeras, algunos maestros plantearon que pedían reforzar en casa el reconocimiento de distintos *tempi*, a través de música infantil y/o de preferencia de los estudiantes. Otros otorgan importancia al bagaje musical del alumnado para teorizar respecto a los conceptos de pulso y tempo. Por otro lado, varios de los participantes planteaban la necesidad de comenzar en un tempo lento el estudio instrumental de una obra con el objeto de facilitar el aprendizaje. Algunos de los maestros decían:

“...y también para practicar, si hay algo que me quiero aprender y no me resulta porque es muy rápido, comienzo más lento, hasta que lo logro más rápido. Esa es una manera de cómo hacerlos conscientes y llegar al momento en que el pulso se transforme en algo natural” (participante 1).

“...la recomendación es qué para partir, siempre partir de una velocidad lenta, no podemos de inmediato tocar una pieza o lo que sea de manera rápida porque eso genera un desorden mental, entonces el cerebro no logra entender qué es lo que tiene que hacer para después pasarlo al instrumento en este caso” (participante 5).

Al triangular estos resultados con los datos extraídos de la encuesta, se concluye que el profesorado considera, generalmente, el “pulso individual” de cada estudiante con el objeto de reforzar o teorizar los conceptos de pulso y tempo. Esto atendiendo a la edad, a

las experiencias previas o las preferencias musicales del alumnado. En relación a rangos específicos de tempo, se observa, a partir de los resultados tanto de la encuesta como de los grupos de discusión, que existe una inclinación hacia *tempi* lentos. En actividades de percepción y producción rítmica, el rango preferido fue 60-90 bpm. Esto se relaciona con testimonios de docentes que valoran la utilización de un tempo lento al estudiar instrumentalmente una obra con el objeto de facilitar el aprendizaje.

3.2.3. Resultados en relación al metro

En relación al metro de compás, los participantes manifestaron que los abordan, principalmente, utilizando audiciones (grabaciones musicales). Por ejemplo, ellos hacen que el alumnado, mientras va escuchando, se exprese a través del movimiento y vaya marcando los acentos con distintas partes del cuerpo. El profesorado prepara audiciones con métricas binarias y ternarias para que los discentes identifiquen auditivamente los acentos y, en algunos casos, para dar una explicación teórica. También, un profesor declaró que utiliza canciones con texto, en donde la persona que canta va marcando acentos a partir de la letra de la canción. Otro recurso utilizado es vincular el metro con las matemáticas. Esto lo llevan a cabo graficando cada relación métrica, enseñando el metro como una fracción y creando compases, estableciendo relaciones matemáticas a partir de la duración de las figuras. Esto último también es reforzado contando durante la audición de distintas piezas musicales: 1,2 para 2/4; 1,2,3 para 3/4 y 1,2,3,4 para 4/4.

Otro de los tópicos que tuvo alta frecuencia fue la dificultad teórica que supone abordar el metro de compás en los niveles de tercer y cuarto año de Educación Básica. El profesorado manifestó que es complejo hacer entender teóricamente a estudiantes de esos cursos el concepto de metro, su procedencia, diferencias, etc. Esto porque consideran que es un concepto muy abstracto que resulta inadecuado para la etapa de desarrollo del alumnado en esas edades. Una profesora lo planteaba así: “El concepto de compás, como concepto tan abstracto, es muy difícil traerlo a un nivel concreto, sobre todo en los más chiquitos. Recordemos que a esta edad, hasta los 10 años, es muy difícil explicar algo abstracto a un niño, por el tema del desarrollo cognitivo...” (participante 9). Con todo, los participantes también se refirieron a estrategias didácticas utilizadas para superar la dificultad planteada. Estas se basan principalmente en el uso de analogías. Por ejemplo, algunas docentes hablaban del “orden” o de cuántos objetos caben en una cajita o de

cuántas personas caben en un sillón. Todos estos elementos estaban relacionados con espacios determinados en donde tenían que “caber” figuras rítmicas específicas y sus duraciones equivalentes.

En relación con los metros mayoritariamente utilizados en la clase de música de tercer y cuarto año de Enseñanza Básica, los maestros priorizan metros de compás “simples e identificables” (participantes 1, 4, 5 y 11), evitando metros irregulares como 5/4 o 7/4, los cuales se trabajan en niveles superiores. Los participantes fueron reiterativos en señalar que seleccionan canciones “cuadraditas, estructuraditas y sin muchos cambios” (participante 4), esto para facilitar la percepción-comprensión y para que “no haya sorpresas en la mitad de la canción” (participante 3). En concreto, la mayoría de los docentes concuerdan en la utilización de 2/4, 3/4 y, especialmente, 4/4. El uso predominante de este último metro se evidencia tanto por comentarios explícitos: “el 4/4 es la forma más ordenada” (participante 2); “canciones y patrones en 4/4 son más fáciles de interiorizar” (participante 5) como por planteamientos relacionados con los ejemplos auditivos seleccionados:

“...estamos en una clase y tú colocas una canción, por ejemplo, me voy a referir a la canción *Back in Black* de *AC/DC*, que es una canción bien cuadrada, entonces pones *play* en el reproductor y los niños automáticamente empiezan a mover su cuerpo, empiezan a mover el pie, la cabeza” (participante 1).

“...Entonces, poniendo varias canciones de ese tipo (rock), uno puede decir, mira, este es un pulso que tiene como una sensación que va siempre...¿cuál es la sensación? ¿qué es lo que hacen ustedes? ¿ustedes mueven la cabeza hacia adelante? ¡Ya! ordenémoslo en un cuadrado, fíjense, voy a hacer cuatro flechas y vamos a hacer que esto tenga un orden, entonces cada vez que se cumple el ciclo del cuadrado, empieza todo de nuevo y así sucesivamente” (participante 5).

Un último elemento que llama la atención dentro del tópico de metros utilizados por el profesorado es la escasa preferencia por los octavos y especialmente por el 6/8, el cual es descartado en los niveles de tercer y cuarto año de Educación Básica por varios de los participantes: “no trabajo en esos niveles con cifras métricas en octavos por ejemplo” (participante 4); “Generalmente, en esos niveles trabajo hartito con lo que son 2/4, 3/4, 4/4, todavía no me atrevo mucho a más allá en cuarto básico, recién después verían lo que es 6/8” (participante 7). Estas prácticas resultan llamativas, especialmente considerando que el 6/8 se encuentra con frecuencia dentro de la música de raíz folclórica chilena. Sin embargo, se debe atender también a los fenómenos de enculturación y globalización, por los cuales, el panorama musical -especialmente en las grandes ciudades- tiende a sufrir

importantes modificaciones. Este hecho es descrito de algún modo por uno de los participantes:

“Y nos hemos dado cuenta...de que Chile es un país donde, por algo nos cuesta bailar nuestro baile típico que es la cueca, porque tenemos tan internalizado el 4/4, que tú pones una cumbia, pones una bachata, pones un reguetón, y no tienes que hacer tanto esfuerzo para sentir estos estilos o ritmos bailables ¿cierto? Versus si tu pones un 6/8 o si pones un 3/4, o sea, ellos mismos me colocaban el ejemplo, 'oye, de verdad *teacher*, lo que usted está diciendo tiene razón, cuando mi papá bailaba el vals de los novios, se tendía a equivocar' claro, porque le falta un tiempo (risas)...” (participante 4).

Un elemento íntimamente relacionado con el metro es el acento. Los participantes otorgan especial importancia a este aspecto rítmico pues lo asocian con el pulso. Además, para algunos es importante que el alumnado entienda la diferencia entre ellos. Para trabajar el acento en el aula, los medios o estrategias que obtuvieron mayor frecuencia fueron el uso del movimiento corporal y el lenguaje verbal. En cuanto a la expresión corpórea, los docentes indicaron que el alumnado sigue las acentuaciones percutiendo con alguna parte del cuerpo e incluso crean en conjunto movimientos corporales preestablecidos para “marcar” cada uno de los aspectos rítmicos, especialmente el acento. Además, varios utilizan el baile y las posibilidades interdisciplinarias que otorga el trabajo con la asignatura de Educación Física, pues han visto casos en que la práctica de una danza facilitó la posterior comprensión teórica del fenómeno acento por parte del estudiantado. En relación con el lenguaje verbal, los educadores refirieron el uso de poesías, rimas y canciones con texto, al igual como lo hacían para trabajar el metro. También, algunos manifestaron la importancia del trabajo interdisciplinar con la asignatura de lenguaje, por ejemplo, a través de la composición de textos poéticos. Un ejemplo concreto de utilización del lenguaje, es el descrito por una de las participantes:

“Y con respecto a la acentuación, igual yo la trabajo en las figuras rítmicas. No es lo mismo decir por ejemplo, “mariposa”, a decir “mariposa”, o acentuar en distintos lugares. Entonces vamos ocupando palabras con sus ritmos base, pero las vamos acentuando en otras sílabas. Entonces decimos: “café” o “café” (risas), o en vez de decir “audífonos” decimos “audífonos”, entonces: 'no, así no se dice, que ridículo, que feo'... ¡ya! entonces ¿cómo se diría? La acentuación cambia todo. Y de ahí empezamos un poquito a meter el término de acento, para que lo puedan entender un poco más desde algo no musical y llevarlo hacia la música” (participante 11).

Al poner en paralelo estos datos con los resultados de la encuesta, se evidencia una utilización generalizada de metros de compás por parte del profesorado, aunque no necesariamente de manera explícita. El principal medio para trabajar este contenido es a

través de la audición activa (acciones que involucran el procesamiento sensorial y el movimiento corporal) utilizando piezas musicales grabadas. De cualquier modo, hay un reconocimiento por parte de los maestros de la dificultad que supone explicar al alumnado, el metro desde un punto de vista teórico. Ante esta dificultad, los educadores proponen como estrategia, el uso de analogías principalmente vinculadas con las matemáticas y el “orden correcto”.

Los resultados obtenidos a partir de la encuesta y los grupos de discusión coinciden en el uso predominante del metro de 4/4, seguido de 3/4 y 2/4. Estos metros son calificados por los maestros como más “simples e identificables”. Por contraparte, los metros de subdivisión ternaria, especialmente el 6/8, son escasamente utilizados e incluso descartados explícitamente. Este hecho no deja de llamar la atención, dado que los repertorios de música popular y tradicional chilena utilizan con cierta frecuencia este metro. De ello se podría deducir que los repertorios abordados por el profesorado en aula son ajenos al acervo popular chileno, probablemente debido a la predominancia de repertorios de tradición europea y al fenómeno de globalización.

3.2.4. Resultados en relación a los patrones y figuras rítmicas

En relación con los patrones rítmicos y su abordaje en el aula, los elementos con mayor frecuencia fueron el uso de bases musicales grabadas (audiciones) y la consideración de las preferencias musicales y experiencias previas de los estudiantes. Dentro de los repertorios utilizados, se encuentra una diversidad de estilos, principalmente pertenecientes a la música popular y/o de raíz folclórica: pop, rock, salsa, cueca, rin, entre otros y, en menor grado, de música docta. Ejemplos concretos mencionados fueron, *We will rock you* (Queen), *Billie Jean* (Michael Jackson), *Rin del Angelito* (Violeta Parra) y Quinta Sinfonía de Beethoven. Sin embargo, más allá del repertorio seleccionado por el profesorado, los participantes daban gran importancia a la música de preferencia del alumnado, pues suponían que estas músicas conectan con las emociones de los discentes y, por ende, favorecen el aprendizaje. Muchos patrones rítmicos procedían de músicas que los estudiantes escuchaban desde antes como por ejemplo música de videojuegos (*Dragon Ball Z*) o de trap/reguetón (Bad Bunny). En relación con esto último, una profesora planteaba: “...aunque muy a mi pesar, hay que incluir este tema del trap y el reguetón porque es algo que los chiquillos también escuchan. Y aunque no sea de nuestra

preferencia de repertorio, uno tiene que incluirlo, lamentablemente, pero es válido” (participante 9). En suma, la tendencia a utilizar música de preferencia del alumnado para trabajar patrones rítmicos dentro de la clase de música en estos niveles puede resumirse con el siguiente testimonio:

“...está el típico chiquillo, chiquilla, que no son pocos, que siempre llegan en la clase de música: 'mire profe, en mi casa me saqué esta canción' que no tiene nada que ver con el repertorio que estamos viendo en la clase y que tiene que ver, no sé, con los programas que ven en la casa, con los dibujos animados, con un montón de cosas. Entonces, en el fondo es, a través de eso, de la importancia que para ellos tiene esa música, de los dibujos animados que ven, de las series que ven, etcétera... Entonces a la hora de llevarlo y ejecutarlo e interpretarlo en algún repertorio, para ellos es mucho más fácil asimilarlo...se les hace más fácil. Pero, tomando como pilar fundamental, ellos como el centro, o sea, su experiencia, sus gustos” (participante 8).

Otras actividades frecuentemente mencionadas por los educadores para trabajar los patrones fueron la percepción auditiva y la creación. La mayoría de los docentes percute patrones con grado creciente de dificultad y pide a los estudiantes que los imiten. También utilizan silencios entre las frases para mejorar la atención y realizan dictados rítmicos. En cuanto a la creación, fomentan la composición de patrones cortos, en algunos casos, siguiendo el modelo y los ejemplos propuestos por el profesor, y en otros, de manera libre. En ambos casos se utiliza la repetición y la percusión sobre bases musicales para favorecer el aprendizaje. Para la percusión se utiliza principalmente el cuerpo, instrumentos de percusión e instrumentos contruidos con materiales y objetos de uso cotidiano. Además, algunos participantes señalaron que como estrategia vinculan los patrones rítmicos con las matemáticas y con elementos visuales: “Les pongo también rectangulitos, con la duración del tiempo, entonces yo les digo ya, por ejemplo, ¿el rectángulo es así? ¿sí? Y ellos hicieron 3 tiempos, entonces yo les pongo que hasta ahí lo hicieron y al otro le pongo al lado un silencio” (participante 11).

Las figuras utilizadas con mayor frecuencia por el profesorado, en el contexto de construcción de patrones rítmicos en los niveles de tercer y cuarto año de Educación Básica, fueron en orden de frecuencia: corcheas, negras, blancas, semicorcheas (en grupo de cuatro), silencio de negra y redonda. Llama la atención el testimonio de uno de los participantes, quien asumió que no trabaja la redonda con sus estudiantes en estos niveles porque según su parecer:

“...hay que ser sinceros, como músicos, redondas son pocas veces las que la ocupamos. Uno siempre al final ve más negras, corcheas agrupadas en pares ¿cierto? y sobre todo en los mismos repertorios que uno ve, va ser un poco más complicado encontrar redondas, blancas

¿cierto? Entonces, la redonda yo la doy por pasada ya en cuarto año Básico y creo que los chicos, hasta el momento, lo han entendido súper bien” (participante 10).

Finalmente, los resultados mostraron que en general los patrones rítmicos abordados en estos niveles están en 4/4. Un buen ejemplo de ello son los dichos de uno de los participantes, quien extrae el patrón rítmico básico de una de las canciones más populares del grupo Queen, *We will rock you*:

“...repeticiones de negra, dos corcheas, que es como el ejemplo básico de la canción de Queen, por ejemplo, que la ocupamos todos en algún momento para poder hacer alguna actividad, ese es el clásico de los clásicos, no falla nunca. Entonces, ese tipo de *ostinato*...o patrones rítmicos más simples, son más fáciles de interiorizar” (participante 5).

Triangulando estos resultados con los datos extraídos del cuestionario, se observa una clara tendencia al uso de patrones o frases repetitivas y preestablecidas. Esto de algún modo confirma que los profesores priorizan los ritmos regulares y consideran importante el uso de patrones rítmicos en la formación musical de sus estudiantes.

Los patrones son extraídos principalmente de músicas seleccionadas por el profesorado y de experiencias previas y preferencias musicales del alumnado, las cuales se trabajan perceptiva y expresivamente utilizando grabaciones (mp3, *Spotify*, videos de *YouTube*, entre otros). Otro de los modos mencionados frecuentemente por los docentes, para trabajar los patrones fueron la creación y la percepción auditiva. La mayoría de los maestros percute patrones con grado creciente de dificultad y pide a los estudiantes que los imiten. El metro de base que predomina para la construcción de patrones es el 4/4. Respecto a las figuras rítmicas, se observó, tanto en la encuesta como el grupo de discusión, una clara inclinación hacia el uso de negras, corcheas y blancas. La mayoría de los educadores utiliza estas figuras en relaciones de duración de 2:1, especialmente, la combinación negra-doble corchea.

3.2.5. Resultados en relación al movimiento corporal y lenguaje verbal

Como se ha mencionado, los participantes utilizan frecuentemente el movimiento corporal para la formación rítmica del alumnado, específicamente, para trabajar elementos relevantes del aspecto temporal. Varios maestros coinciden en que la expresión corporal es de vital importancia para la enseñanza del ritmo musical, especialmente, en este rango etario en el que los niños requieren estar en constante movimiento, ya sea

caminando, saltando o corriendo. De este modo, el profesorado promueve en estos niveles la percusión corporal, el movimiento exagerado del cuerpo, el baile, e incluso, la percusión “sensitiva” o “silenciosa” (con el dedo en la palma de la mano). También, un importante número de opiniones apuntan a que el movimiento, en combinación con el juego, son claves para favorecer el aprendizaje rítmico (ver Tabla 3), indicando algunos docentes, que es importante entregar la información en la mayor cantidad de formas posibles.

Como se mostró anteriormente, las estrategias con que el profesorado relaciona el pulso y el tempo con el movimiento corporal son múltiples: el alumnado camina y/o marcha adecuando su movimiento a distintos *tempi* a través de la escucha activa de grabaciones, se mueve en espacios amplios (por ejemplo, haciendo círculos o rondas dentro de la sala o en espacios exteriores del colegio) y “marca” el pulso a distintos rangos de *tempi* de manera corporal, principalmente con el pie. En este último caso, uno de los docentes lleva a sus estudiantes a recordar cómo mueven el pie de manera automática al escuchar la música cuando van en el autobús. Otro participante invita al grupo curso a moverse al pulso de *Back in Black* y observa que predomina el movimiento de pie y de cabeza.

En el caso de los acentos métricos, algunos docentes fomentan movimientos preestablecidos para marcarlos, por ejemplo, los estudiantes se agachan o aplauden en los tiempos “fuertes” y se quedan quietos o caminan normalmente en los tiempos “débiles”.

Los participantes observan que en contextos de 4/4, especialmente de rock, el alumnado mueve naturalmente la cabeza hacia adelante, mientras que con músicas de metro ternario (3/4) o de subdivisión ternaria (6/8) el movimiento es “de un lado al otro”. Aunque en este último caso, existen indicaciones docentes específicas que inducen dicho movimiento.

Un profesor planteaba la dificultad generalizada de las personas en Chile para expresarse corporalmente en contextos ternarios (ver testimonio de participante 4 en página 29). En relación con ello, algunos docentes destacaban la importancia del baile en pos de facilitar la adquisición de acentos y metros desde el punto de vista práctico y teórico. Ellos proponían un trabajo interdisciplinar a través de la danza con la asignatura de Educación Física, pues habían observado avances significativos de los estudiantes cuando trabajaban previamente estos elementos rítmicos a través del baile:

“Y en ese entonces les tocó un baile ternario. Era un vals venezolano, por lo tanto, a grandes rasgos pude decir ¿qué pasa si este baile lo hacemos de otra forma? ¿Acentuando de otra forma el pie, moviéndonos de forma diferente? Sobre todo, en bailes que eran de pareja...Y eso, al entenderlo en el movimiento, en el baile, lo pudimos llevar al instrumento y a una concepción un poco más concreta musicalmente hablando, desde lo que es el acento, desde lo que es la partitura...habiendo tenido una experiencia previa del baile, los chiquillos tuvieron una facilidad más grande de poder aplicarlo, entenderlo y poder ponerle un nombre en el fondo. A lo que ya sentían corporalmente hablando. Eso me pasó y me ayudó mucho mi trabajo interdisciplinario con la colega de ese entonces, de Educación Física” (participante 8).

En cuanto a los patrones y frases rítmicas, el profesorado declaró que utiliza con frecuencia la percusión corporal. Algunos utilizan movimientos gruesos y con desplazamiento (principalmente baile y saltos de forma lúdica), pero la mayoría fomenta la percusión en el puesto con las palmas o con otras partes del cuerpo y en asociación con sílabas rítmicas. La percusión con palmas se vincula frecuentemente con las sílabas del método Kodály (*ta* y *ti-ti*) o con otras palabras como *voy* y *co-rro*. Por su parte, otras partes del cuerpo vinculadas con la percusión son la boca, chasquidos y golpes en distintas zonas corporales. Una de las participantes ejemplifica esto último:

“La otra parte de la rítmica que me gustaba mucho y ellos la pasaban súper bien (risas) era que disociábamos mucho entre hacer chasquidos, sonidos con la boca, sumar golpes sobre las piernas y los pies al momento de ir haciendo distintos ritmos. O sea, las blancas en los pies o sobre las piernas, las corcheas con las manos... y eso ayudaba mucho a la concentración de los chicos” (participante 2).

Finalmente, el profesorado se refirió escasamente a instrumentos musicales específicos vinculados con el ritmo corporal o con la práctica rítmica habitual. La mayor parte de las menciones a instrumentos utilizados por el alumnado aludían a “cualquier instrumento” y, en mínimas oportunidades, a claves, pandero, metalófono, teclado e instrumentos contruidos con materiales y objetos de uso cotidiano. Cabe destacar que un maestro mencionó pianos y metalófonos virtuales (operados desde teléfonos móviles o tabletas). En cuanto a los instrumentos utilizados por el profesorado para guiar la práctica rítmica, las únicas cuatro menciones se refirieron a la guitarra.

Los resultados del cuestionario y grupos de discusión han mostrado que el movimiento corporal es el medio más utilizado por el profesorado para trabajar el ritmo en el aula. Los maestros consideran en general que la expresión corpórea es fundamental puesto que favorece los aprendizajes rítmicos. Para reforzar la adquisición del pulso en distintos rangos de *tempi*, recurren frecuentemente al cuerpo completo a través de la marcha y la

percusión con palmas y pies; en menor grado, utilizan la cabeza. Los participantes otorgan especial importancia al acento pues lo asocian con el pulso. Mencionan que trabajan de forma paralela estos dos elementos, dado que ambos están íntimamente relacionados. Varios docentes promueven movimientos preestablecidos para marcar acentos dentro de contextos métricos, especialmente en 4/4. Además, algunos utilizan el baile y las posibilidades interdisciplinarias que otorga el trabajo con la asignatura de Educación Física, pues han visto casos en que la práctica de una danza facilitó la posterior comprensión teórica del fenómeno acento por parte del estudiantado.

En relación con los patrones y frases rítmicas el profesorado declaró, tanto en la encuesta como en los grupos de discusión, que utiliza con frecuencia la percusión corporal. Las partes más utilizadas son las palmas, aunque también se reconoce ampliamente el uso de otras secciones del cuerpo. La expresión corpórea a través de actividades grupales para la formación rítmica del alumnado es un medio recurrente también.

El profesorado señaló que utiliza el binomio ritmo-lenguaje a través de múltiples estrategias. Algunos docentes utilizan textos para ejemplificar y/o conceptualizar el tempo. Esto lo hacen leyendo más rápido o más lento y dando énfasis a la importancia expresiva e interpretativa que tiene la velocidad y el pulso constante, tanto en el lenguaje verbal como en la música. También hacen uso de la composición de textos, poesías y rimas para trabajar la importancia del acento, por ejemplo, acentuando distintas sílabas dentro de una palabra o distintas palabras dentro de una oración. Esto último es asociado por algunos profesores con el ritmo de las líneas vocales y las letras de canciones. Todas estas prácticas son congruentes con el vínculo cognitivo entre ritmo y lenguaje. Ambos elementos se construyen con base en la combinación de unidades básicas que dan origen a secuencias estructuradas jerárquicamente (Jackendoff, 2009; Patel, 2009) y a sistemas sintácticos (Patel, 2009) estructurados a partir de una métrica (Jackendoff y Lerdahl 2006). Además, en ambos casos actúan mecanismos predictivos facilitadores descritos en distintas teorías presentadas en la primera parte de este trabajo (Friston, 2005; Large y Jones, 1999; Povel y Essens, 1985; Vuust y Witek, 2014).

Los patrones o frases son el aspecto rítmico más asociado con el lenguaje verbal. La mayoría de los participantes declaró o estuvo de acuerdo con “jugar” con el ritmo de las palabras. Varios de ellos asocian regularmente oraciones con frases rítmicas, palabras con

células o motivos rítmicos y/o sílabas con figuras determinadas. Esto lo hacen, por ejemplo, utilizando los mismos nombres de sus estudiantes y/o palabras-oraciones significativas para ellos. Con este “material temático”, el alumnado crea “oraciones” y genera “conversaciones rítmicas” con sus demás compañeros. Una de las participantes decía: “Efectivamente, es súper bueno incorporar palabras a tus ritmos, también lo hice y siento que una de las cosas que me gustaba mucho y a los niños también era jugar creando conversaciones solamente de percusión” (participante 2). Estas estrategias docentes, articuladas en torno al fenómeno de agrupación, serían aplicables tanto a secuencias musicales como lingüísticas, pues la mayoría de las evidencias muestran una superposición en el procesamiento cerebral para ambos dominios (Patel, 2008).

En relación a sílabas específicas, la mayoría utiliza aquellas propuestas por el método Kodály (*ti-ti, ta*). Incluso, dos de los profesores declararon haber tomado un curso de este método. También son utilizadas *co-rro*, *voy* y el alargamiento de ciertas palabras como *laaaarga* o *goooool*, las cuales representan a la redonda o la blanca según la cantidad de vocales añadidas. Estas prácticas son de algún modo respaldadas por trabajos empíricos que han sugerido que la asociación entre patrones rítmicos y verbales es un mecanismo óptimo para facilitar el aprendizaje rítmico (Álamos y Pérez, 2015; Orts et al., 2014). Así mismo, son congruentes con estudios que encontraron una fuerte relación entre habilidades rítmico-temporales y habilidades de lectura en infantes (Flaughnacco et al., 2014; Holliman et al., 2010).

Finalmente, un interesante testimonio dio cuenta de la necesidad de articular y triangular experiencias previas del alumnado, palabras significativas para ellos y movimiento corporal:

“Entonces, trato de hacer un triángulo, entre la palabra, su experiencia como persona, qué significa esa palabra para él, y un movimiento corporal que le permita asimilar ya sea un movimiento de brazo con un golpe de pierna, golpe de palmas... creo que ha sido una muy buena experiencia en este sentido” (participante 1).

Triangulando estos resultados con los extraídos del cuestionario, se observa que el lenguaje verbal es uno de los medios más recurridos por el profesorado para trabajar el ritmo en los niveles de tercer y cuarto año de Enseñanza Básica. Las figuras y los patrones rítmicos fueron los elementos más asociados con el lenguaje verbal. Los docentes utilizan frecuentemente palabras y frases verbales para facilitar el aprendizaje rítmico,

especialmente las sílabas propuestas por el método Kodály. Finalmente, es importante destacar que los resultados en general muestran una tendencia por parte de los docentes a vincular el lenguaje verbal con el movimiento corporal.

4. Conclusiones

El primer objetivo específico de este trabajo, vinculado con la primera pregunta de investigación, fue analizar y relacionar las principales teorías y hallazgos recientes respecto al procesamiento cognitivo de información rítmica musical. Así, se concluye que existen cinco elementos fundamentales para facilitar el aprendizaje rítmico: pulso, ciertos rangos de tempo, metro, acentos y frases o patrones rítmicos. Las especificidades para cada uno de estos elementos fueron analizadas y discutidas en dos revisiones de literatura recientes realizadas por el autor de esta tesis y su director (Álamos y Tejada, 2020a, 2020b). A continuación, se presentan las conclusiones más relevantes:

En relación con el pulso, parece existir consenso en que los seres humanos tienden a la isocronía y a la regularidad. La propensión humana a la isocronía encuentra explicación en aspectos biológicos, específicamente relacionados con el sistema nervioso (Fujii y Wan, 2014; Fujioka et al., 2012; Merchant et al., 2015). En este sentido, se ha especulado que existe un sesgo cognitivo hacia la isocronía en la música (Fitch, 2017; Ravignani et al., 2017) y que este sesgo podría estar dado por procesos de enculturación (Jacoby y McDermott, 2017) o por aspectos biológicos (Bowling et al., 2017). De cualquier modo, un aspecto fundamental en el procesamiento rítmico es la existencia de una regularidad o un pulso subyacente (Dowling y Harwood, 1986; Drake, 1998; Povel, 1981; Purwins et al., 2008).

La velocidad del pulso o tempo es otro factor que debería ser considerado para facilitar el procesamiento de estructuras rítmicas. El pulso preferido o espectro de tempo óptimo para todos, independientemente de la formación musical, la edad u otras características personales, oscila entre 60 y 120 pulsos por minuto (Drake y Bertrand, 2001) y se vincula específicamente con la medida de 100 pulsos por minuto o 600 ms (Fraisse, 1982; Grahn y Brett, 2007; Parncutt, 1994; Repp, 2006). Estas medidas se asocian con el comportamiento sincronizado entre grupos humanos primitivos (Levitin et al., 2018), quienes evolutivamente han tenido la necesidad de llevar a cabo actividades comunitarias

y colectivas. Por otra parte, se ha señalado que los niños pequeños tendrían un tempo preferido más rápido que las personas adultas (Drake et al., 2000; Eerola et al., 2006).

El metro influye fuertemente en el procesamiento del ritmo. Se ha planteado que este elemento conforma un marco para la expectativa rítmica que anticipa el pulso central o acentuado, lo que permite la previsibilidad y organización de los eventos rítmicos futuros involucrados en un fragmento o pieza musical (London, 2012; Snyder, 2000). Este proceso parece ser automático (Brochard et al., 2003) y se explica porque el cerebro establece constantemente predicciones comparando la información anterior acumulada con el estímulo sensorial que percibe desde el exterior (Friston, 2005). Como consecuencia de las expectativas adquiridas por los procesos de enculturación, se evidencia una búsqueda por acentos métricos incluso ante la audición de secuencias no métricas (Haumann et al., 2018; Temperley, 2000). Además, la reproducción rítmica es mejor para los ritmos métricos que para los no métricos (Chen et al., 2008) y para los fuertemente métricos que para aquellos débilmente métricos (Chen et al., 2008; Grahn y Rowe, 2009; Patel et al., 2005). Finalmente, algunos trabajos indican que la discriminación métrica es fundamental no solo para el procesamiento rítmico, sino también para una correcta comprensión psicológica del movimiento corporal y del lenguaje (Haumann et al., 2018; London, 2012; McAuley, 2010; Patel, 2008).

En la música occidental existe un predominio de la organización en múltiplos de dos y tres (Patel, 2008) y los principales metros de compás están agrupados en dos, tres y cuatro pulsos; por su parte, el metro más frecuente parece ser el 4/4 (Kotz et al., 2018). Se ha sugerido una predisposición por parte de los oyentes hacia los metros binarios más que hacia los ternarios (Haumann, et al., 2018) y la existencia de un procesamiento mejorado para las relaciones binarias jerárquicas en comparación con las ternarias o más complejas. Así, la discriminación y reproducción de ritmos en un metro con subdivisión binaria del pulso sería superior que para los ritmos en un metro con subdivisión ternaria (Bergeson y Trehub, 2006; Drake y Betrand, 2001; Gerry et al., 2010; Gordon, 2012).

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 (Fraisse, 1976; Gordon, 2012; Jackendoff, 2009; Lerdahl y 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 (Cambouropoulos, 1997; Drake, 1998; Drake y Bertrand, 2001; Purwins et al., 2008; Ravnani, 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 atención (Levitin, 2006).

Para que un ritmo se perciba como una estructura organizada, una agrupación rítmica no puede superar los 4-5 segundos ni tener una duración inferior a 100 ms (Fraisse, 1976; Krumhansl, 2000). 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 y Schellenberg, 2002, 2006). 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 sensoriomotor 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 y Harwood, 1986; Drake y 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; Friston, 2005; Jones; Boltz, 1989; Vuust y Witek, 2014). 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). 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 1:2,5:3,5 (Essens, 1986; Sakai et al., 1999). Además, 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 y Bertrand, 2001).

El segundo objetivo específico de esta tesis, que a su vez responde a la segunda pregunta de investigación, pretendía clasificar y analizar los modos en que el profesorado chileno especialista en música aborda los contenidos rítmicos en tercer y cuarto año de Educación Básica. Las estrategias didácticas utilizadas para el logro de aprendizajes rítmico-perceptivos y competencias relacionadas con la producción y expresión rítmica son múltiples.

En cuanto al pulso, utilizan diversos elementos para facilitar su percepción y producción. El recurso utilizado con mayor frecuencia es la música grabada, seleccionada en muchos casos por el alumnado. Además, se realizan diversas actividades de expresión corporal a partir de dichas grabaciones. En suma, los maestros otorgan gran importancia al pulso isócrono, aunque el metrónomo casi no se utiliza.

En relación con el tempo, el profesorado considera importante atender al “pulso individual” de cada estudiante. Esto, tomando en cuenta la edad, las experiencias previas y las preferencias musicales del alumnado. Con respecto a rangos específicos de tempo, se observa que existe una inclinación hacia *tempi* lentos (60-90 bpm), tanto en actividades de percepción como de producción rítmica. Esto se relaciona con la creencia generalizada de que estudiar una pieza musical a un tempo lento facilita el aprendizaje de la misma.

En cuanto al metro, se evidencia su uso extensivo, aunque no necesariamente de manera explícita. Se trabaja principalmente a través de actividades de audición activa de música de diferentes estilos y géneros. Los maestros reconocen ciertas dificultades al intentar explicar teóricamente el concepto de metro a los estudiantes, que tratan de solventar mediante el uso de analogías relacionadas en su mayoría con el “orden correcto” y las matemáticas. Los metros más utilizados en estos niveles son 4/4 (que es predominante), 3/4 y 2/4, los cuales son catalogados por los maestros, como más “simples e identificables”. Por el contrario, el 6/8 u otros metros de subdivisión ternaria son escasamente utilizados, lo que resulta inconsistente en relación a su abundante empleo en el patrimonio tradicional de los territorios culturales que componen el estado chileno. La hegemonía de la industria musical, la predominancia de los repertorios de tradición europea y los procesos de globalización quizá podrían constituir causas parciales de este fenómeno.

Respecto a los patrones rítmicos, se evidencia una inclinación marcada al uso de patrones o frases repetitivas y preestablecidas. De esto se puede concluir que los profesores prefieren ritmos regulares y otorgan importancia al uso de patrones en contextos formativo-musicales. En muchos casos, estos patrones son extraídos y seleccionados a partir de grabaciones musicales aportadas por el profesorado y los estudiantes, las cuales son utilizadas para identificar y percudir las frases rítmicas, promoviendo la percepción auditiva y la creación. Por otro lado, parte importante de los docentes utiliza la imitación de patrones en forma de ecos rítmicos y con creciente dificultad como parte de la metodología de enseñanza. El metro de base que predomina para la construcción de frases rítmicas es el 4/4 y las figuras rítmicas más recurrentes son negras, corcheas y blancas. La mayoría utiliza estas figuras en relaciones de duración de 2:1, especialmente, la combinación negra-dos corcheas.

En cuanto a los medios utilizados para la formación rítmica, se concluye que el recurso más empleado es la expresión corporal. Los maestros consideraron en general que el movimiento es fundamental para fortalecer el aprendizaje rítmico. Para facilitar la asimilación del pulso a distintos *tempi*, realizan frecuentemente actividades corporales que incluyen marcha y percusiones corporales (palmas y pies). El acento es trabajado corporalmente de forma paralela al pulso, pues se considera que estos dos elementos están fuertemente vinculados. Algunos docentes promueven movimientos específicos para marcar el acento y utilizan el baile como medio para facilitar la comprensión teórica de este fenómeno. En cuanto a los patrones y frases rítmicas, se evidencia una utilización generalizada de la percusión corporal a través de distintas secciones del cuerpo, principalmente las palmas. En el contexto de actividades grupales, también se recurre con frecuencia a la expresión motriz.

El lenguaje verbal es otro medio utilizado ampliamente para la enseñanza rítmica en los niveles de tercer y cuarto año de Educación Básica. Las figuras y los patrones rítmicos fueron los más asociados con este recurso. El profesorado utiliza palabras y frases verbales para favorecer la formación rítmica, particularmente las sílabas *ti-ti*, *ta* incluidas tanto en el método Kodály como en sus adaptaciones internacionales.

Existe una importante tendencia por parte de los docentes a vincular el lenguaje verbal al movimiento. Así, la expresión corporal con desplazamiento es mayoritariamente utilizada

para favorecer el desarrollo de los componentes básicos del ritmo (pulso isócrono, tempo, metro y acento), mientras que el lenguaje verbal estaría relacionado con las figuras rítmicas, frases y patrones, es decir, con el fenómeno de agrupación.

El tercer objetivo específico, que obedece a la tercera pregunta de investigación, buscaba verificar la consistencia de las prácticas docentes de formación rítmica, en relación a las teorías y los hallazgos sobre procesamiento cognitivo. En el debate teórico realizado en la sección anterior, se ha visto que los modos en que el profesorado de música encuestado aborda el pulso, el tempo, el metro y los patrones rítmicos son, en general, consistentes con los hallazgos teóricos y empíricos sobre procesamiento cognitivo.

Las estrategias menos utilizadas en estos niveles parecen estar relacionadas con las clases magistrales sobre contenidos teóricos al estilo de conservatorio. Esto se deduce, por una parte, por la escasa importancia que el profesorado da a las explicaciones teóricas de pizarra y, por otra, al observar que las prácticas docentes se centran principalmente en “aprender haciendo” a través de la expresión corporal, juegos y audición activa utilizando repertorios musicales basados en las preferencias musicales del alumnado. Estas últimas estrategias pueden ser consideradas como las más pertinentes.

A continuación, con el propósito de responder a la cuarta pregunta de investigación y al objetivo general de esta tesis, se deja planteado un conjunto de orientaciones didácticas en relación a la formación rítmica de escolares de tercer y cuarto año de Educación Básica en Chile, fundamentadas en teorías y hallazgos de investigación sobre el procesamiento cognitivo y en el análisis de las prácticas docentes de profesorado chileno especialista en educación musical. A su vez, estas implicaciones didácticas dejan encaminadas unas tipologías de actividades idóneas para trabajar en estos niveles.

4.1. Implicaciones didácticas

La utilización de estrategias para marcar un pulso isócrono facilita la percepción y producción rítmica y, en consecuencia, el desarrollo musical del estudiantado. El profesorado debería continuar empleando en el aula de música, elementos que ayuden a la identificación y adquisición de este elemento fundamental. Un recurso óptimo para el logro de este propósito, es la expresión corporal con desplazamiento a partir de

grabaciones musicales.

El rango de tempo óptimo está entre 60 y 120 bpm, específicamente en 100 pulsos por minuto. Es deseable que las actividades en el aula (especialmente grupales) consideren un tempo de 100 bpm, más que *tempi* lentos o por debajo de los 90 bpm, pues esta medida facilitaría la adquisición y la práctica rítmica entre los discentes. Con todo, la utilización de un tempo lento para estudiar inicialmente una obra ha dado buenos resultados a los docentes, pues estos mencionan que ha facilitado el aprendizaje por parte del alumnado.

La edad es un factor importante en la preferencia del tempo. En edades más tempranas, los *tempi* entre 140-150 parecen óptimos, sin embargo, la inclinación por *tempi* rápidos disminuye con el paso de los años. Se recomienda, especialmente en los cursos superiores de Educación Primaria, la priorización de *tempi* más lentos que en los primeros años de infancia. El alumnado de tercer y cuarto año de Educación Primaria (entre 8 y 9 años) tendría habilidades rítmicas y *tempi* preferidos similares a los de los adultos.

Se ha observado que los infantes tienen un mejor rendimiento en las tareas rítmicas cuando utilizan un rango de velocidad próximo a su tempo personal espontáneo. Por su parte, un grupo mayoritario de docentes atiende al “pulso individual” de cada estudiante con el objeto de reforzar o teorizar los conceptos de pulso y tempo. Se recomienda considerar un tempo próximo al “natural” del alumnado dentro de la práctica rítmica en el aula.

Durante los procesos perceptivos, existe una tendencia natural a la búsqueda de regularidades. El metro cumple un rol importante en este proceso. Este elemento no solo facilita la construcción de habilidades rítmicas, sino también la correcta comprensión psicológica del movimiento corporal y del lenguaje verbal. En actividades de expresión y percepción rítmica, se sugiere utilizar metros, independientemente de que el alumnado sepa que se están empleando. Los mecanismos para dicho propósito deberían relacionarse con el uso de audiciones (piezas musicales grabadas), promoviendo actividades que involucren el sistema sensoriomotor y el movimiento corporal. Es deseable evitar la teorización excesiva del concepto de metro en los niveles de tercer y cuarto año de Educación Básica.

Los metros binarios facilitan la percepción y producción rítmica, especialmente en las sociedades occidentales, en donde existe una tendencia hacia ellos. Por su parte, el profesorado ha identificado estos metros como más “simples e identificables” para el alumnado. En este sentido, es recomendable seleccionar repertorio musical o actividades basadas en métricas binarias, especialmente en 4/4. Las estrategias óptimas para trabajar el acento métrico en el aula estarían relacionadas con el uso del movimiento corporal y el lenguaje verbal.

La repetición tiende a la agrupación y esta última resulta fundamental en la percepción musical y el procesamiento rítmico. Por parte del profesorado, se observa una clara tendencia al uso de patrones o frases repetitivas y preestablecidas. Estos antecedentes permiten recomendar la utilización de patrones o frases repetitivas por sobre frases aleatorias durante actividades de expresión y percepción rítmica.

Los eventos rítmicos regulares son más sencillos de procesar que los irregulares y la regularidad predice la estructura y posición en el tiempo de los patrones. Es importante utilizar frases rítmicas preestablecidas que tiendan a la regularidad. Los patrones deberían ser extraídos principalmente de músicas seleccionadas por el profesorado, del repertorio preferente del alumnado y de las experiencias previas que los mismos estudiantes traen consigo. También se debería considerar la creación y el uso de *ostinati*, ecos, repeticiones, entre otros recursos relacionados.

Procesar ritmos con la proporción 2:1 es más sencillo que con la proporción 3:1 u otras más complejas. Por su parte, existe una clara tendencia entre el profesorado a utilizar eventos temporales que están en la relación 2:1 (blancas, negras y dobles corcheas). De este modo, es altamente recomendable el uso de la proporción 2:1 durante los primeros años de formación musical, en este caso, en los niveles de tercer y cuarto año de Educación Básica.

Existe un fuerte vínculo cognitivo entre el aspecto rítmico y el movimiento corporal. Este último es uno de los medios más utilizados para favorecer el aprendizaje musical en contextos formativos y los docentes participantes lo consideran fundamental, pues favorece especialmente los aprendizajes rítmicos. Los medios idóneos para reforzar la adquisición del pulso y los acentos en distintos rangos de *tempi* parecen ser la marcha y

la percusión con palmas y pies. También es importante la vinculación con la danza. En relación con los patrones y frases rítmicas, es deseable continuar utilizando las palmas, aunque no se debe descartar el uso de otras partes del cuerpo. Además, es importante fomentar actividades grupales que utilicen la expresión corporal para favorecer la formación rítmica, la sincronización y la empatía entre el alumnado.

Al relacionar el ritmo corporal con ciertos timbres y alturas, se ha observado que un pulso saliente en los sonidos de baja frecuencia estimula la acción inducida por la música. Así, parece existir una mayor preferencia y disposición por mover el cuerpo en contextos musicales con líneas de bajo claramente marcadas. Esto es congruente con la tendencia del profesorado a utilizar un instrumento de frecuencias predominantemente bajas, como es el bombo legüero. Con todo, se recomienda en contextos educativos la utilización de repertorios o fragmentos musicales con líneas de bajo destacadas y con pulsos y acentos claramente marcados, especialmente en la línea de percusión, puesto que la música con menos elementos percusivos tiende a inducir una acción menos regular. Por otra parte, los movimientos de la cabeza sincronizan mejor con sonidos de baja frecuencia y los movimientos de las manos con sonidos de alta frecuencia. Esto lleva a sugerir la selección de instrumentos musicales con rangos de altura concordantes con el segmento corporal a utilizar. En el caso chileno, como ya se dijo, el instrumento grave vinculado con la cabeza sería el bombo legüero, mientras que el agudo asociado con las manos serían las claves.

Otro aspecto estrechamente relacionado con el ritmo desde el punto de vista cognitivo es el lenguaje verbal. Este vínculo se debe principalmente a la naturaleza estructural y jerarquizada que ambos dominios comparten, además de los mecanismos predictivos utilizados para extraer regularidades que facilitan su procesamiento. En concreto, se ha encontrado una conexión estrecha entre habilidades rítmico-temporales y habilidades de lectura en infantes, sugiriéndose que la asociación entre patrones musicales y verbales es un mecanismo óptimo para facilitar el aprendizaje rítmico. Todos estos elementos, sumado al uso extendido del lenguaje verbal para favorecer especialmente el aprendizaje de figuras y patrones rítmicos, llevan a recomendar ampliamente la integración del dominio verbal en el aula de educación musical.

4.2. Limitaciones

En este trabajo, por su propio carácter de exploratorio, no se puede determinar limitaciones dado que son escasos los trabajos empíricos en el área de neurocognición desarrollados en contextos de Educación Primaria que avalen o refuten teorías educativas del ritmo musical. Sin embargo, se reseñan algunas derivadas de la propia consistencia interna de los datos del estudio. Así, las respuestas dadas por el profesorado para actividades de percepción y producción rítmica casi no difieren. Esto ha impedido establecer diferencias o especificidades entre estos dos grupos de actividades.

Por otra parte, se produjo un desequilibrio en el nivel de profundidad con que se abordaron los vínculos cognitivos entre ritmo-movimiento corporal y ritmo-lenguaje verbal. Este último elemento fue considerado en un menor grado, tanto en la revisión de literatura como en el diseño de la encuesta. Sería pertinente ampliar el estudio de esta relación en futuras investigaciones, en especial, mediante trabajos de carácter cualitativo.

Finalmente, los resultados de la encuesta y los de los grupos de discusión mostraron frecuencias altas para el uso de grabaciones musicales, el juego/lo lúdico, las experiencias previas de los estudiantes (incluyendo sus percepciones, bagaje cultural y preferencias musicales) y el uso de instrumentos musicales. Sin embargo, estos medios para trabajar el aspecto rítmico fueron escasamente abordados en el marco teórico, debido principalmente a una ausencia de literatura que hubiera permitido establecer relaciones de procesamiento cognitivo entre estos elementos y la formación rítmica. Sería muy conveniente seguir avanzando en este punto.

4.3. Sugerencias de investigación

En relación al pulso, sería importante determinar la importancia del uso de metrónomo en contextos escolares de Educación Primaria y resolver si existen diferencias significativas en el rendimiento rítmico cuando se utiliza este elemento, en contraste con lo que sucede cuando se usan otros mecanismos de marcación como, por ejemplo, música grabada o instrumentos musicales. También sería relevante contrastar el desempeño rítmico de estudiantes de Educación Primaria en las condiciones de “tempo espontáneo” o “natural” y de “tempo óptimo universal”, estableciendo posibles diferencias en el aprendizaje

musical.

Atendiendo a la complejidad que supone la comprensión teórica del metro por parte de estudiantes de Educación Primaria, sería importante encontrar formas alternativas de representación de este elemento en dichas edades, por ejemplo, a través de gestos, expresión corporal, imágenes, y otras semejantes. Dado que los metros binarios - especialmente el 4/4- son los que mayoritariamente facilitan el procesamiento rítmico en este contexto, sería relevante especificar la tipología de actividades facilitadoras con músicas en metro de 4/4 y averiguar si existen diferencias significativas entre la utilización de este metro y el 2/4.

Considerando que en los contextos educativos actuales se utiliza ampliamente la actividad motriz para favorecer la formación musical, sumado a que la investigación cognitiva que relaciona elementos rítmicos con el movimiento corporal se ha desarrollado exponencialmente durante los últimos años, resulta muy pertinente estudiar los procesos cognitivos involucrados en los procesos pedagógico-musicales en relación al movimiento rítmico. Esto, con el objeto de construir una teoría que sustente la eficacia y pertinencia de dichos procedimientos dentro de la clase de educación musical. A su vez, este sustento teórico debería apuntar a la exploración de nuevas formas de enseñanza rítmica que contemplen aspectos sensomotores y que actualicen y sistematicen métodos relacionados con la expresión corporal.

Existe escasa evidencia empírica en torno a las repercusiones que pueden tener los movimientos de partes específicas del cuerpo sobre la adquisición de habilidades rítmicas. En este sentido, quedan por responder múltiples interrogantes relacionadas principalmente con la eficacia de ciertas acciones corporales para el desarrollo de competencias rítmicas, las especificidades de dichas competencias y el fortalecimiento de la sincronización individual y grupal. Se han establecido algunas conexiones cognitivas entre los elementos de pulso, metro, acento y las actividades neuromotoras involucradas, sin embargo, todavía resulta necesario establecer relaciones neuronales generadas a partir de movimientos complejos como, por ejemplo, aquellos derivados de coreografías o danzas de pareja y grupales.

Finalmente, se constata que la mayoría de los estudios cognitivos llevados a cabo hasta ahora han sido realizados con personas adultas y en contextos de laboratorio. De esto se infiere la necesidad de replicar estos trabajos en ámbitos escolares a través de la implementación de investigaciones que consideren la edad, la etapa de desarrollo psicológico y otras variables relacionadas con la realidad particular del alumnado. Estas investigaciones podrían confirmar o refutar los hallazgos y teorías existentes, estableciendo relaciones causales en torno al aprendizaje de elementos rítmicos durante la formación musical obligatoria. Dos aspectos especialmente importantes a seguir estudiando son los patrones, como elementos estructurales jerarquizados que integran la mayoría de los componentes rítmicos y las acciones corporales específicas como uno de los medios más eficaces para la formación rítmica. Con todo, resulta relevante relacionar la investigación sobre neurocognición con la educación musical. Esto permitiría planificar, diseñar e implementar programas de estudio y/o metodologías con bases teórico-cognitivas sólidas para ser implementados tanto en la clase de música escolar obligatoria, como en conservatorios u otras instancias formativas.

Referencias

- Abril, C. R. (2011). Music, movement, and learning. En R. Collwell, y P. Webster (Eds.), *MENC Handbook of Research on Music Learning: Volume 2: Applications* (pp. 92-129) New York: Oxford University Press.
- 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), 1-27. Recuperado de <https://ojs3.uv.es/index.php/LEEME/article/view/9866>
- 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. doi:10.5216/mh.v20.60522
- Álamos, J. y Tejada, J. (2020b). Interrelaciones entre acción y cognición. Aportaciones de la neurociencia a la educación rítmico-musical. *Opus*, 26(2), 1-21. doi: 10.20504/opus2020b2606.
- Álamos, J., y Tejada, J. (2021). Facilitadores en el procesamiento cognitivo de la información rítmica. Revisión de la literatura sobre los conceptos de pulso, tempo, metro y acento. *Interdisciplinaria*, 38(2), 87-102. doi: 10.16888/interd.2021.38.2.6

- Bendixen, A., Denham, S., Gyimesi, K., y Winkler, I. (2010). Regular patterns stabilize auditory streams. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 128(6), 3658-3666. doi:10.1121/1.3500695
- Bergeson, T. R., y Trehub, S. E. (2006). Infants' perception of rhythmic patterns. *Music Perception*, 23(4), 345. doi: 10.1525/mp.2006.23.4.345
- Björklund, C., y Pramling, N. (2014). Pattern discernment and pseudo-conceptual development in early childhood mathematics education. *International Journal of Early Years Education*, 22(1), 89-104. doi:10.1080/09669760.2013.809657
- Bowling, D. L., Hoeschele, M., Gill, K. Z., y Fitch, W. T. (2017). The nature and nurture of musical consonance. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, 35(1), 118-121. doi:10.1525/mp.2017.35.1.118
- Bregman, A. (1990). *Auditory scene analysis: The perceptual organization of sound*. Cambridge: MIT Press.
- Brochard, R., Abecasis, D., Potter, D., Ragot, R., y Drake, C. (2003). The “Ticktock” of our internal clock. *Psychological Science*, 14(4), 362-366. doi:10.1111/1467-9280.24441
- Brown, S., y Jordania, J. (2013). Universals in the world's musics. *Psychology of Music*, 41(2), 229-248. doi:10.1177/0305735611425896
- Burger, B., London, J., Thompson, M., y Toiviainen, P. (2018). Synchronization to metrical levels in music depends on low-frequency spectral components and tempo. *Psychological Research*, 82(6), 1195-1211. doi:10.1007/s00426-017-0894-2
- Burger, B., Thompson, M. R., Luck, G., Saarikallio, S., y Toiviainen, P. (2013). Influences of rhythm- and timbre-related musical features on characteristics of music-induced movement. *Frontiers in Psychology*, 4, 183. doi:10.3389/fpsyg.2013.00183
- Cambouropoulos, E. (1997). Musical rhythm: A formal model for determining local boundaries, accents and metre in a melodic surface. En M. Leman (Ed.), *Music, Gestalt, and Computing. JIC 1996* (pp. 277-293). Berlin: Springer.
- Chemin, B., Mouraux, A., y Nozaradan, S. (2014). Body movement selectively shapes the neural representation of musical rhythms. *Psychological Science*, 25(12), 2147-2159. doi:10.1177/0956797614551161
- Chen, J. L., Penhune, V. B., y Zatorre, R. J. (2008). Moving on time: Brain network for auditory-motor synchronization is modulated by rhythm complexity and musical training. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 20(2), 226-239. doi:10.1162/jocn.2008.20018
- Clark, A. (2013). Whatever next? predictive brains, situated agents, and the future of cognitive science. *The Behavioral and Brain Sciences*, 36(3), 181-204. doi:10.1017/S0140525X12000477

- Cutanda, D., Correa, Á., y Sanabria, D. (2015). Auditory temporal preparation induced by rhythmic cues during concurrent auditory working memory tasks. *Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance*, 41(3), 790-797. doi:10.1037/a0039167
- Demorest, S. M. (2015). Biological and environmental factors in music cognition and learning. En R. Collwell, y P. Webster, *MENC Handbook of Research on Music Learning: Volume 1 Strategies* (pp. 173 - 215) Oxford University Press.
- Desain, P. (1992). A (de) composable theory of rhythm perception. *Music perception*, 9(4), 439-454. doi:10.2307/40285564
- Dowling, W. J., y Harwood, D. L. (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*, 16(1), 11-26. doi:10.2307/40285774
- Drake, C., Jones, M. R., y Baruch, C. (2000). The development of rhythmic attending in auditory sequences: Attunement, referent period, focal attending. *Cognition*, 77(3), 251-288. doi:10.1016/S0010-0277(00)00106-2
- Drake, C., y Bertrand, D. (2001). The quest for universals in temporal processing in music. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 930(1), 17-27. doi:10.1111/j.1749-6632.2001.tb05722.x
- Eerola, T., Luck, G., y Toiviainen, P. (2006). An investigation of pre-schoolers' corporeal synchronization with music. En M. Baroni (Ed.). *Alma Mater Studiorum*. Conferencia llevada a cabo en la 9th International Conference on Music Perception and Cognition, Bologna, Italy.
- Essens, P. (1986). Hierarchical organization of temporal patterns. *Perception & Psychophysics*, 40(2), 69-73. doi:10.3758/BF03208185
- Fedorenko, E., Patel, A., Casasanto, D., Winawer, J., y Gibson, E. (2009). Structural integration in language and music: evidence for a shared system. *Memory & cognition*, 37(1), 1-9. doi:0.3758/MC.37.1.1
- Fitch, W. T. (2017). Cultural evolution: Lab-cultured musical universals. *Nature Human Behaviour*, 1(1) doi:10.1038/s41562-016-0018
- Fiveash, A., y Pammer, K. (2014). Music and language: Do they draw on similar syntactic working memory resources?. *Psychology of Music*, 42(2), 190-209. doi:10.1177/0305735612463949
- Flaugnacco, E., Lopez, L., Terribili, C., Zoia, S., Buda, S., Tilli, S., ... y Schön, D. (2014). Rhythm perception and production predict reading abilities in developmental dyslexia. *Frontiers in human neuroscience*, 8, 392. doi:10.3389/fnhum.2014.00392
- Fraisse, P. (1976). *Psicología del ritmo*. Madrid: Morata.

- Fraisse, P. (1982). Rhythm and tempo. En D. Deutsch (Ed.), *The psychology of music* (pp. 149-180). Orlando, FL: Academic Press.
- Friston, K. (2005). A theory of cortical responses. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 360(1456), 815-836. doi:10.1098/rstb.2005.1622
- Fujii, S., y Wan, C. Y. (2014). The role of rhythm in speech and language rehabilitation: The SEP hypothesis. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, 777. doi:10.3389/fnhum.2014.00777.
- Fujioka, T., Trainor, L. J., Large, E. W., y Ross, B. (2012). Internalized timing of isochronous sounds is represented in neuromagnetic beta oscillations. *The Journal of Neuroscience: The Official Journal of the Society for Neuroscience*, 32(5), 1791-1802. doi:10.1523/JNEUROSCI.4107-11.2012
- Fujita, T., y Yamamoto, S. (2011). The development of children's understanding of mathematical patterns through mathematical activities. *Research in Mathematics Education*, 13(3), 249-267. doi:10.1080/14794802.2011.624730
- Gembris, H. (2002). The development of musical abilities. En R. Colwell, y C. Richardson (Eds.), *The New Handbook of Research on Music Teaching and Learning* (pp. 487-508). Oxford: Oxford University Press.
- Gerry, D. W., Faux, A. L., y Trainor, L. J. (2010). Effects of kindermusik training on infants' rhythmic enculturation. *Developmental Science*, 13(3), 545-551. doi:10.1111/j.1467-7687.2009.00912.x
- Gobierno de Chile. (1999). *Ley 19.628 sobre protección de la vida privada* (publicada el 28 de agosto de 1999). Recuperado de <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=141599>
- Gooding, L., y Standley, J. M. (2011). Musical development and learning characteristics of students. *Update: Applications of Research in Music Education*, 30(1), 32-45. doi:10.1177/8755123311418481
- Gordon, E. (2012). *Learning sequences in music: A contemporary music learning theory*. Chicago: GIA Publications.
- Grahn, J. A., y Brett, M. (2007). Rhythm and beat perception in motor areas of the brain. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 19(5), 893-906. doi:10.1162/jocn.2007.19.5.893
- Grahn, J. A., y McAuley, J. D. (2009). Neural bases of individual differences in beat perception. *NeuroImage*, 47(4), 1894-1903. doi:10.1016/j.neuroimage.2009.04.039
- Grahn, J. A., y Rowe, J. B. (2009). Feeling the beat: Premotor and striatal interactions in musicians and nonmusicians during beat perception. *Journal of Neuroscience*, 29(23), 7540-7548. doi:10.1523/JNEUROSCI.2018-08.2009
- Grube, M., y Griffiths, T. D. (2009). Metricity-enhanced temporal encoding and the

- subjective perception of rhythmic sequences. *Cortex*, 45(1), 72-79. doi:10.1016/j.cortex.2008.01.006
- Habegger, L. (2010). Number concept and rhythmic response in early childhood. *Music Education Research*, 12(3), 269-280. doi:10.1080/14613808.2010.504810
- Hannon, E. E., Soley, G., y Ullal-Gupta, S. (2012). Familiarity overrides complexity in rhythm perception: A cross-cultural comparison of american and turkish listeners. *Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance*, 38(3), 543-548. doi:10.1037/a0027225
- Hannon, E. E., Vanden Bosch der Nederlanden, C, y Tichko, P. (2012). Effects of perceptual experience on children's and adults' perception of unfamiliar rhythms. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1252(1), 92-99. doi:10.1111/j.1749-6632.2012.06466.x
- Haumann, N. T., Vuust, P., Bertelsen, F., y Garza-Villarreal, E. A. (2018). Influence of musical enculturation on brain responses to metric deviants. *Frontiers in Neuroscience*, 12, 218. doi:10.3389/fnins.2018.00218
- Hoch, L., Tyler, M., y Tillmann, B. (2013). Regularity of unit length boosts statistical learning in verbal and nonverbal artificial languages. *Psychonomic Bulletin & Review*, 20(1), 142-147. doi:10.3758/s13423-012-0309-8
- Hodges, D. (2016). The child musician's brain. En G. McPherson (Ed.), *The child as musician* (pp. 52-66). Oxford: Oxford University Press.
- Holliman, A. J., Wood, C., y Sheehy, K. (2010). The contribution of sensitivity to speech rhythm and non-speech rhythm to early reading development. *Educational Psychology*, 30(3), 247-267. doi:10.1080/01443410903560922
- Holmes, S., y Hallam, S. (2017). The impact of participation in music on learning mathematics. *London Review of Education*, 15(3), 425-438. doi:10.18546/LRE.15.3.07
- Honing, H. (2012). Without it no music: Beat induction as a fundamental musical trait. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1252(1), 85-91. doi:10.1111/j.1749-6632.2011.06402.x
- Honing, H. (2013). Structure and interpretation of rhythm in music. En D. Deutsch (Ed.), *The psychology of music* (pp. 369-404). New York: Elsevier Academic Press.
- Hove, M. J., Martinez, S. A., y Stupacher, J. (2020). Feel the bass: Music presented to tactile and auditory modalities increases aesthetic appreciation and body movement. *Journal of Experimental Psychology. General*, 149(6), 1137-1147. doi:10.1037/xge0000708
- Huron, D. (2006). *Sweet anticipation: Music and the psychology of expectation*. Massachusetts: MIT press.
- Iversen, J. R., y Balasubramaniam, R. (2016). Synchronization and temporal

- processing. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 8, 175-180. doi:10.1016/j.cobeha.2016.02.027
- Jackendoff, R. (2009). Parallels and nonparallels between language and music. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, 26(3), 195-204. doi:10.1525/mp.2009.26.3.195
- 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*, 100(1), 33-72. doi:10.1016/j.cognition.2005.11.005
- Jacoby, N., y McDermott, J. H. (2017). Integer ratio priors on musical rhythm revealed cross-culturally by iterated reproduction. *Current Biology*, 27(3), 359-370. doi:10.1016/j.cub.2016.12.031
- James, W. (1890). *The principles of psychology* (Vol. 1). New York: Holt.
- Jones, M. (1987). Dynamic pattern structure in music: Recent theory and research. *Perception & Psychophysics*, 41(6), 621-634. doi:10.3758/BF03210494
- Jones, M. R., y Boltz, M. (1989). Dynamic attending and responses to time. *Psychological Review*, 96(3), 459-491. doi:10.1037/0033-295X.96.3.459
- Jung, H., Sontag, S., Park, Y. S., y Loui, P. (2015). Rhythmic effects of syntax processing in music and language. *Frontiers in psychology*, 6, 1762. doi:10.3389/fpsyg.2015.01762
- Kirschner, S., y Tomasello, M. (2009). Joint drumming: Social context facilitates synchronization in preschool children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 102(3), 299-314. doi:10.1016/j.jecp.2008.07.005
- Koelsch, S. (2010). Towards a neural basis of music-evoked emotions. *Trends in Cognitive Sciences*, 14(3), 131-137. doi:10.1016/j.tics.2010.01.002
- Kotz, S. A., Ravignani, A., y Fitch, W. T. (2018). The evolution of rhythm processing. *Trends in Cognitive Sciences*, 22(10), 896-910. doi:10.1016/j.tics.2018.08.002
- Krumhansl, C. L. (2000). Rhythm and pitch in music cognition. *Psychological Bulletin*, 126(1), 159-179. doi:10.1037//0033-2909.126.1.159
- Large, E. W., y Jones, M. R. (1999). The dynamics of attending: How people track time-varying events. *Psychological Review*, 106(1), 119-159. doi:10.1037//0033-295X.106.1.119
- Lawrance, E. L., Harper, N. S., Cooke, J. E., y Schnupp, J. W. (2014). Temporal predictability enhances auditory detection. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 135(6), EL357-EL363. doi:10.1121/1.4879667
- Lerdahl, F., y Jackendoff, R. (1983). *A generative theory of tonal music*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.

- Levitin, D. J. (2006). *This is your brain on music* (1. print. ed.). New York, NY: Dutton.
- Levitin, D. J., Grahn, J. A., y London, J. (2018). The psychology of music: Rhythm and movement. *Annual Review of Psychology*, 69(1), 51-75. doi:10.1146/annurev-psych-122216-011740
- London, J. (2004). *Hearing in time*. Oxford: Oxford University Press.
- London, J. (2012). *Hearing in time* (2. ed.). Oxford: Oxford University Press.
- Lustig, E., y Tan, I. (2019). All about that bass: Audio filters on basslines determine groove and liking in electronic dance music. *Psychology of Music*, 48(6), 861-875. doi:10.1177/0305735619836275
- McAuley, J. D., Jones, M. R., Holub, S., Johnston, H. M., y Miller, N. S. (2006). The time of our lives. *Journal of Experimental Psychology: General*, 135(3), 348-367. doi:10.1037/0096-3445.135.3.348
- McAuley. (2010). *Music perception: Springer handbook in auditory research (SHAR)*. New York, NY: Springer.
- Merchant, H., Grahn, J., Trainor, L., Rohrmeier, M., y Fitch, W. T. (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*, 370(1664), 20140093. doi:10.1098/rstb.2014.0093
- Miendlarzewska, E. A., y Trost, W. J. (2014). How musical training affects cognitive development: Rhythm, reward and other modulating variables. *Frontiers in Neuroscience*, 7, 279. doi:10.3389/fnins.2013.00279
- Ministerio de Educación de Chile (MINEDUC). (2018). *Plan de Estudio (1° a 6° año de Enseñanza Básica)*. Recuperado de https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-34970_recurso_plan.pdf
- Nobre, A. C., Correa, A., y Coull, J. T. (2007). The hazards of time. *Current opinion in neurobiology*, 17(4), 465-470. doi:10.1016/j.conb.2007.07.006
- Nozaradan, S. (2014). Exploring how musical rhythm entrains brain activity with electroencephalogram frequency-tagging. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 369(1658), 20130393. doi:10.1098/rstb.2013.0393
- Nozaradan, S., Peretz, I., y Mouraux, A. (2012). Selective neuronal entrainment to the beat and meter embedded in a musical rhythm. *The Journal of Neuroscience: The Official Journal of the Society for Neuroscience*, 32(49), 17572-17581. doi:10.1523/JNEUROSCI.3203-12.2012
- Ortiz, T. (2018). *Neurociencia en la escuela*. España: Ediciones SM.
- Orts, M., Pérez, M., y Tejada, J. (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), 36-55. Recuperado

- Papic, M. (2007). Promoting repeating patterns with young children : More than just alternating colours. *Australian Primary Mathematics Classroom*, 12(3), 8-13. doi:10.3316/informit.135529953955178
- Parncutt, R. (1994). A perceptual model of pulse salience and metrical accent in musical rhythms. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, 11(4), 409-464. doi:10.2307/40285633
- Patel, A. (2003). Language, music, syntax and the brain. *Nature neuroscience*, 6(7), 674-681. doi:10.1038/nn1082
- Patel, A. (2008). *Music, language, and the brain*. Oxford: Oxford University Press.
- Patel, A. (2009). Music and the brain: Three links to language. En S. Hallam, I. Cross y M. Thaut (Eds.), *The Oxford handbook of music psychology* (pp. 208-216). Oxford: Oxford University Press.
- Patel, A., Iversen, J., Chen, Y., y Repp, B. (2005). The influence of metricality and modality on synchronization with a beat. *Experimental Brain Research*, 163(2), 226-238. doi:10.1007/s00221-004-2159-8
- Phillips-Silver, J., y Trainor, L. J. (2005). Feeling the beat: Movement influences infant rhythm perception. *Science*, 308(5727), 1430. doi:10.1126/science.1110922
- Phillips-Silver, J., y Trainor, L. J. (2007). Hearing what the body feels: Auditory encoding of rhythmic movement. *Cognition*, 105(3), 533-546. doi:10.1016/j.cognition.2006.11.006
- Phillips-Silver, J., y Trainor, L. J. (2008). Vestibular influence on auditory metrical interpretation. *Brain and Cognition*, 67(1), 94-102. doi:10.1016/j.bandc.2007.11.007
- Piazza, G. (1984). *Orff-Schulwerk Musica per bambini*. Milán: Suvini Zerboni.
- Plancher, G., Lévêque, Y., Fanuel, L., Piquandet, G., y Tillmann, B. (2018). Boosting maintenance in working memory with temporal regularities. *Journal of Experimental Psychology. Learning, Memory, and Cognition*, 44(5), 812-818. doi:10.1037/xlm0000481
- Polak, R., Jacoby, N., Fischinger, T., Goldberg, D., Holzapfel, A., y London, J. (2018). Rhythmic prototypes across cultures. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, 36(1), 1-23. doi:10.1525/mp.2018.36.1.1
- Posedel, J., Emery, L., Souza, B., y Fountain, C. (2012). Pitch perception, working memory, and second-language phonological production. *Psychology of Music*, 40(4), 508-517. doi:10.1177/0305735611415145
- Povel, D. (1981). Internal representation of simple temporal patterns. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 7(1), 3-18. doi:10.1037/0096-1523.7.1.3

- Povel, D., y Essens, P. (1985). Perception of temporal patterns. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, 2(4), 411-440. doi:10.2307/40285311
- Prince, J. B., y Rice, T. (2018). Regularity and dimensional salience in temporal grouping. *Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance*, 44(9), 1356-1367. doi:10.1037/xhp0000542
- Provasi, J., y Bobin-Bègue, A. (2003). Spontaneous motor tempo and rhythmical synchronisation in 2½- and 4-year-old children. *International Journal of Behavioral Development*, 27(3), 220-231. doi:10.1080/01650250244000290
- Purwins, H., Grachten, M., Herrera, P., Hazan, A., Marxer, R., y Serra, X. (2008). Computational models of music perception and cognition II: Domain-specific music processing. *Physics of Life Reviews*, 5(3), 169-182. doi:10.1016/j.plrev.2008.03.005
- Quené, H., y Port, R. F. (2005). Effects of timing regularity and metrical expectancy on spoken-word perception. *Phonetica*, 62(1), 1-13. doi:10.1159/000087222
- Ravignani, A., Delgado, T., y Kirby, S. (2017). Musical evolution in the lab exhibits rhythmic universals. *Nature Human Behaviour*, 1(1) doi:10.1038/s41562-016-0007
- Repp, B. (2006). Rate limits of sensorimotor synchronization. *Advances in Cognitive Psychology*, 2(2), 163-181. doi:10.2478/v10053-008-0053-9
- Repp, B., London, J., y Keller, P. (2011). Perception–production relationships and phase correction in synchronization with two-interval rhythms. *Psychological Research*, 75(3), 227-242. doi:10.1007/s00426-010-0301-8
- Repp, B., Windsor, W., y Desain, P. (2002). Effects of tempo on the timing of simple musical rhythms. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, 19(4), 565-593. doi:10.1525/mp.2002.19.4.565
- Sakai, K., Hikosaka, O., Miyauchi, S., Takino, R., Tamada, T., Iwata, N. K., y Nielsen, M. (1999). Neural representation of a rhythm depends on its interval ratio. *Journal of Neuroscience*, 19(22), 10074-10081. doi:10.1523/JNEUROSCI.19-22-10074.1999
- Schmidt-Kassow, M., y Kotz, S. A. (2009). Event-related brain potentials suggest a late interaction of meter and syntax in the P600. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 21(9), 1693-1708. doi:10.1162/jocn.2008.21153
- Schroeder, C. E., Wilson, D. A., Radman, T., Scharfman, H., y Lakatos, P. (2010). Dynamics of active sensing and perceptual selection. *Current Opinion in Neurobiology*, 20(2), 172-176. doi:10.1016/j.conb.2010.02.010
- Selchenkova, T., Jones, M. R., y Tillmann, B. (2014). The influence of temporal regularities on the implicit learning of pitch structures. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 67(12), 2360-2380. doi:10.1080/17470218.2014.929155

- Silberstein, J., y Whitfield, J. (2017). Trait Empathy associated with Agreeableness and rhythmic entrainment in a spontaneous movement to music task: Preliminary exploratory investigations. *Musicae Scientiae*, 23(1), 5-24. doi:10.1177/1029864917701536
- Silverman, M. J. (2012). Effects of melodic complexity and rhythm on working memory as measured by digit recall performance. *Music & Medicine*, 4(1), 22-27. doi:10.1177/1943862111424415
- Slater, J. L., y Tate, M. C. (2018). Timing deficits in ADHD: insights from the neuroscience of musical rhythm. *Frontiers in computational neuroscience*, 12, 51. doi:10.3389/fncom.2018.00051
- Snyder, B. (2000). *Music and memory: An introduction*. Cambridge: The MIT Press.
- Snyder, J. S., Hannon, E. E., Large, E. W., y Christiansen, M. H. (2006). Synchronization and continuation tapping to complex meters. *Music Perception*, 24(2), 135-146. doi:0.1525/mp.2006.24.2.135
- Soley, G., y Hannon, E. E. (2010). Infants prefer the musical meter of their own culture. *Developmental Psychology*, 46(1), 286-292. doi:10.1037/a0017555
- Stupacher, J. (2019). The experience of flow during sensorimotor synchronization to musical rhythms. *Musicae Scientiae*, 23(3), 348-361. doi:10.1177/1029864919836720
- Stupacher, J., Witte, M., Hove, M. J., y Wood, G. (2016). Neural entrainment in drum rhythms with silent breaks: Evidence from steady-state evoked and event-related potentials. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 28(12), 1865-1877. doi:10.1162/jocn_a_01013
- Su, Y. H., y Pöppel, E. (2012). Body movement enhances the extraction of temporal structures in auditory sequences. *Psychological research*, 76(3), 373-382. doi:10.1007/s00426-011-0346-3
- Swanwick, K. (1991). *Música, pensamiento y educación*. España: Ediciones Morata.
- Taylor, J., y Grahn, J. (2019). Simple random-interval generation reveals the irresistibly periodic structure of perceived time. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 81(5), 1204-1208. doi:10.3758/s13414-019-01751-2
- Temperley, D. (2000). Meter and grouping in african music: A view from music theory. *Ethnomusicology*, 44(1), 65-96. doi:10.2307/852655
- Thompson, W., y Schellenberg, E. (2006). Listening to music. En R. Collwell (Ed.), *MENC Handbook of Musical Cognition and Development* (pp. 72-123). Oxford: Oxford University Press.
- Thompson, W., y Schellenberg, G. (2002). Cognitive constraints on music listening. En R. Colwell (Ed.), *The New Handbook of Research on Music Teaching and Learning* (pp. 461-486). Oxford: Oxford University Press.

- Todd, M., Lee, C., y O'Boyle, D. (2002). A sensorimotor theory of temporal tracking and beat induction. *Psychological Research*, 66(1), 26-39. doi:10.1007/s004260100071
- Toiviainen, P., Luck, G., y Thompson, M. (2010). Embodied meter: Hierarchical eigenmodes in music-induced movement. *Music Perception*, 28(1), 59-70. doi:10.1525/mp.2010.28.1.59
- Ullal-Gupta, S., Hannon, E. E., y Snyder, J. S. (2014). Tapping to a slow tempo in the presence of simple and complex meters reveals experience-specific biases for processing music. *PloS One*, 9(7), e102962. doi:10.1371/journal.pone.0102962
- Van Dyck, E., Moelants, D., Demey, M., Deweppe, A., Coussement, P., y Leman, M. (2013). The impact of the bass drum on human dance movement. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, 30(4), 349-359. doi:10.1525/mp.2013.30.4.349
- Vuust, P. (2017). Groove on the brain Springer. En M. Aramaki, M. Davies, R. Kronland-Martinet y S. Ystad (Eds.), *Music Technology with Swing*. Conferencia llevada a cabo en el International Symposium on Computer Music Multidisciplinary Research, 13Th, Matosinhos, Portugal.
- Vuust, P., y Witek, M. A. (2014). Rhythmic complexity and predictive coding: A novel approach to modeling rhythm and meter perception in music. *Frontiers in Psychology*, 5, 1111. doi:10.3389/fpsyg.2014.01111
- Walters, D. L. (1983). *The relations between personal tempo in primary-aged children and their ability to synchronize movement with music* (Tesis doctoral). University of Michigan, Ann Arbor, Michigan, Estados Unidos.
- Wang, D. (2008). The Quantifying Analysis of Effectiveness of Music Learning Through the Dalcroze Musical Method. *US-China Education Review*, 5(9), 32-41.
- Witek, M., Popescu, T., Clarke, E., Hansen, M., Konvalinka, I., Kringelbach, M. L., y Vuust, P. (2017). Syncopation affects free body-movement in musical groove. *Experimental Brain Research*, 235(4), 995-1005. doi:10.1007/s00221-016-4855-6
- Wu, X., Westanmo, A., Zhou, L., y Pan, J. (2013). Serial binary interval ratios improve rhythm reproduction. *Frontiers in Psychology*, 4, 512. doi:10.3389/fpsyg.2013.00512

ANEXOS

ANEXO 1

Artículo publicado 1

Álamos, J., y Tejada, J. (2021). Facilitadores en el procesamiento cognitivo de la información rítmica. Revisión de la literatura sobre los conceptos de pulso, tempo, metro y acento. *Interdisciplinaria*, 38(2), 87-102. doi: 10.16888/interd.2021.38.2.6

Facilitadores en el procesamiento cognitivo de la información rítmica. Revisión de la literatura sobre los conceptos de pulso, tempo, metro y acento

Facilitating factors in the cognitive processing of rhythmic information.

A review of the literature on the concepts of pulse, tempo, meter and accent

José Eduardo Álamos Gómez¹ y Jesús Tejada Giménez²

¹Profesor de Música. Licenciado en Educación. Máster en Investigación en Didácticas Específicas. Doctorando en Didácticas Específicas. Departamento de Didáctica, Expresión Musical, Plástica y Corporal. Facultat de Magisteri, Universitat de València, España.

E-mail: josealamos@gmail.com

²Profesor Superior de Música. Doctor en Humanidades. Doctor en Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación. Instituto de Creatividad e Innovaciones Docentes, Universitat de València, España. E-mail: jesus.tejada@uv.es

Este trabajo fue financiado por el Programa Formación de Capital Humano Avanzado, sub-programa Beca de Doctorado en el Extranjero - Becas Chile, convocatoria 2018, la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica, Gobierno de Chile, y el Ministerio de Ciencia e Innovación de España - Agencia Estatal de Investigación (código PID2019-105762GB-I00) y cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER).

Universitat de València.

Valencia, España.

Resumen

Los modelos de percepción del ritmo han estudiado una importante variedad de características generales de las estructuras temporales y elementos específicos del ritmo musical, y presentan un grado de heterogeneidad en los objetos de estudio. Sin embargo, la mayoría de las investigaciones convergen en el análisis de los procesos relacionados con la detección, por parte del oyente, de un pulso temporal subyacente. Estos procesos, junto con otros como la agrupación temporal, se han denominado “aspectos básicos” o “primitivos”, ya que parecen fundamentales para la percepción de secuencias rítmicas simples. En el presente trabajo se hace una revisión de la literatura en

la que se describen, sintetizan y relacionan los hallazgos de las investigaciones vinculadas con el procesamiento cognitivo de los aspectos rítmicos básicos (pulso, tempo, metro y acento) con el objeto de especificar ciertas características temporales que facilitan la comprensión psicológica del ritmo. La información presentada se ha obtenido de revistas científicas indexadas y de textos fundamentales en el estudio del procesamiento temporal y rítmico a nivel cognitivo. En relación con el pulso, parece existir consenso en que los seres humanos tienden a la isocronía y a la regularidad, y el espectro de tempo óptimo es aquel que oscila entre 60 y 120 pulsos por minuto. Los niños pequeños tendrían un tempo preferido más rápido. El metro conforma un marco

que permite la previsibilidad y organización de los eventos rítmicos futuros, y se evidencia una predisposición de las personas hacia los metros binarios por sobre los ternarios. Los hallazgos presentados en este artículo deben ser considerados en el futuro para promover la comprensión psicológica del ritmo en diversos contextos individuales y/o grupales, especialmente en educación musical.

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

Abstract

Rhythm perception models have studied an important variety of general characteristics of temporal structures and specific elements of musical rhythm, presenting a degree of heterogeneity in study objects. However, most of the research converges in the study of processes related to the listener's detection of an underlying temporal pulse. This, along with other processes such as temporal grouping, have been referred to as basic or primitive aspects, since they seem fundamental to the perception of simple rhythmic sequences.

In the present work, a review of the literature in which research findings related to the cognitive processing of basic rhythmic aspects are described, synthesized and related: pulse, tempo, meter and accent. This review aims to specify certain temporal characteristics that facilitate the psychological understanding of rhythm. The information presented has been obtained from scientific journals indexed in Wos and Scopus; from Research Handbook on Education-Musical Cognition and; from fundamental texts in the study of temporal and rhythmic processing at the cognitive level.

Among the basic elements that make up the musical rhythm, perhaps the most intrinsic and natural is the pulse. There seems to be consensus that humans, either by processes of enculturation or by biological aspects mainly related to the nervous system, tend to isochrony and regularity. Pulse velocity, called in

musical language as *tempo*, is an important factor to consider when facilitating the processing of rhythmic structures. This is how, the preferred pulse or optimal tempo spectrum for all, regardless of musical formation, age, or personal characteristics; ranges from 60 to 120 pulses or beats per minute (bpm). In addition, recent research findings show that young children have a preferred tempo of 140–150 bpm (400 ms approximately), which is a faster rate for adults: 100 bpm (600 ms approximately). This preference for fast *tempi*, decreases with age, showing improved responses to a greater diversity of slow and fast *tempi* thanks to the increase in cognitive and motor development.

The meter is another factor that strongly influences the psychological understanding of the rhythm. The meter has been defined as a sequence of regular pulse cycles that include “strong” and “soft” impacts organized at hierarchical levels. It has been proposed that the meter forms a framework for rhythmic expectation that anticipates the central or accented pulse, allowing the predictability and organization of future rhythmic events involved in a fragment or piece of music. This process appears to be automatic and is explained by the brain constantly setting predictions by comparing the previous information accumulated with the sensory stimulus it perceives from the outside. In the context of Western music, a predisposition by listeners towards binary meters (sequences of accented pulses every two, four, etc.) has been proposed rather than to the ternaries (pulse sequences accentuated every three, six, etc.). This has led to hypothesize regarding the existence of improved processing for hierarchical binary relationships in contrast to the more complex or ternary.

Finally, the findings presented in this article should be considered in the future to promote psychological understanding of the rhythm in various individual and/or group contexts, especially in formative - musical areas.

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

Introducción

Gran parte de la actividad musical se basa en el ritmo, elemento que proporciona una base organizacional para la música y que es fundamental en el desarrollo musical de las personas (Tejada, Pérez y García, 2010), especialmente, si se considera que en todas las culturas del mundo los seres humanos se sincronizan y se mueven con los ritmos musicales (Kotz, Ravignani y Fitch, 2018). El ritmo es un elemento consustancial de la actividad musical que contribuye en gran medida al desarrollo cognitivo (Miendlarzewska y Trost, 2014); por ejemplo, algunas investigaciones muestran que la práctica rítmica perceptiva y productiva favorece la memoria, la atención sostenida, la flexibilidad, o la previsibilidad, aunque su desarrollo mediante la educación rítmica no es automático, sino que está supeditado a un conjunto de medidas propiciadas en los ámbitos educativos (Phillips-Silver y Trainor, 2007). En esta línea, identificar los factores que facilitan el procesamiento cognitivo de los aspectos temporales de la música resulta relevante en distintos contextos de la educación musical, especialmente porque en dichos ámbitos se dedican grandes esfuerzos por promover el desarrollo del ritmo en todos los niveles educativos, con especial énfasis en Educación Inicial y Educación Primaria (Alsina, 2006).

Los modelos de percepción del ritmo han estudiado una importante variedad de características generales de las estructuras temporales y los elementos específicos del ritmo musical, y presentan cierto grado de heterogeneidad en los objetos de estudio. No obstante, la mayoría de las investigaciones convergen en el análisis de los procesos relacionados con la detección, por parte del oyente, de un pulso temporal subyacente (Purwins, Grachten, Herrera, Hazan, Marxer y Serra, 2008). Este pulso, junto a otros procesos como la agrupación temporal, han sido denominados como “aspectos básicos” o “primitivos”, puesto que parecen fundamentales para la percepción de secuencias rítmicas simples (Drake, 1998).

El pulso es uno de los elementos más arcaicos e intuitivos dentro de la música de diversas culturas, especialmente dentro de la estructura rítmica. Snyder (2000) lo define como una serie de puntos de tiempo imaginarios idénticos recurrentes (isócronos), o *beats* (golpeteos) a un ratio estable de repetición o tempo. Esta pulsación constante e isócrona no solo es patrimonio de la música, sino que también forma parte de otros procesos vitales para la existencia y organización humana, tales como el pulso cardíaco, la respiración, la marcha o la regularidad del reloj. Además del pulso, el metro y los acentos son elementos musicales íntimamente relacionados que encontramos en la mayoría de las estructuras rítmicas y que contribuirían eficazmente a facilitar el procesamiento cognitivo de información rítmica (Levitin, Grahn y London, 2018; London, 2012). El metro de compás sirve como marco de referencia para construir el ritmo, puesto que, al parecer, corresponde a una de las percepciones iniciales que anticipa la posterior aparición de ritmos extraídos de la música (London, 2012); por su parte, la percepción de acentos permite que ciertos eventos en una secuencia rítmica se perciban más destacados que otros (Levitin et al., 2018).

En concreto, dentro del presente artículo se realiza una revisión de la literatura en la que se describen, sintetizan y relacionan hallazgos de investigación vinculados con el procesamiento cognitivo de algunos aspectos rítmicos básicos: el pulso, el tempo, el metro y el acento. Este cuerpo teórico permitirá actualizar y dar continuidad a la discusión en torno a los factores que facilitan el procesamiento de los elementos básicos del ritmo en la formación musical inicial.

Pulso

Entre los elementos básicos que componen el ritmo musical quizá el más instintivo y natural sea el pulso. Una de las razones por las cuales el pulso es uno de los elementos más primitivos dentro de la música, y espe-

cialmente dentro de la estructura rítmica de casi todas las culturas, es porque no solo es patrimonio del arte musical, sino que también forma parte de otros procesos vitales para la existencia y organización humana tales como el pulso cardíaco, la respiración, la marcha o la regularidad del segundero y minuterio del reloj. Percutir sobre un pulso, a pesar de ser una de las actividades más básicas dentro de la práctica musical, es un proceso complejo y especializado que requiere una amplia red de áreas auditivas, motoras y prefrontales del cerebro (Chen, Penhune y Zatorre, 2008; Chen, Zatorre y Penhune, 2006).

Snyder (2000) define el *pulso* como “una serie de eventos temporales imaginarios idénticos y regularmente recurrentes (isócronos) que se encuentran espaciados en el tiempo y que subyacen a la música proporcionando un marco temporal básico”; por ejemplo, cuando una persona mueve la cabeza o el pie de forma constante e invariante (como las agujas de un reloj) mientras escucha música, se dice que está marcando el pulso. Otra denominación que homologa la temporalidad del pulso con un fenómeno sonoro es *beat*, concepto inglés más coloquial utilizado en el contexto de música popular que se refiere a unidades de igual duración percibidas a través de impulsos sonoros (Dowling y Harwood, 1986). En ambos casos, las definiciones hacen referencia a un aspecto más objetivo, pero también Lerdahl y Jackendoff (1983) hablaron de *tactus* para referirse a la velocidad más natural en la que un oyente puede tocar o aplaudir para una pieza musical. Esta velocidad se relaciona con el tempo personal, que es el pulso natural o ritmo creado por un individuo a través de movimientos con o sin desplazamiento (por ejemplo, caminar o palmear), sin ningún tipo de estímulo musical (Abril, 2011).

En relación con la isocronía, que corresponde a un pulso constante con latidos idénticos en el tiempo, se ha planteado que, a pesar de que en la música se puede transgredir la isocronía estricta por propósitos expresivos, esta es una peculiaridad generalizada de ritmo

musical presumiblemente impulsada por la necesidad de coherencia dentro de actividades o interpretaciones musicales grupales (Kotz et al., 2018). En este sentido, Ravignani y Madison (2017) presentan hallazgos de investigación que señalan que las raíces de la propensión humana a la isocronía se encuentran claramente establecidas en nuestra biología, específicamente en la preparación de nuestro sistema nervioso (Fujii y Wan, 2014; Fujioaka, Trainor, Large y Ross, 2012; Merchant, Grahn, Trainor, Rohrmeier y Fitch, 2015). Adicionalmente, los autores dan como ejemplos el trabajo de Honing, Ladinig, Hádén y Winkler (2009), que indica que los bebés recién nacidos reaccionan de manera diferente a las secuencias isócronas en relación con las asíncronas, y el estudio de Eerola, Luck y Toiviainen (2006) que señala que los niños de 2 a 4 años de edad muestran una conducta isócrona motora con periodicidades claras, aunque con desajustes de tempo.

En síntesis, Ravignani y Madison (2017) muestran investigaciones recientes que sugieren que la isocronía ha sido un rasgo evolutivo seleccionado y que los humanos tienen una suerte de sesgo cognitivo hacia la isocronía en la música (Fitch, 2017; Ravignani, Delgado y Kirby, 2017). Este sesgo podría estar modulado por la enculturación (Jacoby y McDermott, 2017) o por aspectos biológicos (Bowling, Hoeschele, Gill y Fitch, 2017). Sin embargo, esta discusión escapa a los intereses del presente trabajo.

La inclinación natural del ser humano a la isocronía está de alguna forma respaldada por la Teoría de la Asistencia Dinámica (*Dynamic Attending Theory*) propuesta por Jones (1976, 1987; Jones y Boltz, 1989; Large y Jones, 1999). Esta teoría proporciona un marco que explica cómo los auditores pueden extraer regularidades desde el principio de una secuencia auditiva y luego utilizar estas regularidades para crear expectativas sobre lo que vendrá. Esto a su vez coincide con la idea de un reloj interno planteada por Povel y Essens (1985), que indica que, dada una secuencia de

eventos musicales, la mayoría de los oyentes intentan inferir un habitual subyacente (pulso constante). Tanto los planteamientos de Jones como los de Povel y Essens han sido confirmados por trabajos posteriores (Drake, 1998; Purwins et al., 2008), que coinciden en que dos elementos fundamentales dentro del procesamiento temporal de secuencias rítmicas son la extracción de una regularidad o pulso subyacente y la segmentación/agrupación de secuencias.

Tempo

En relación con el tempo o la velocidad de la música, se revisarán algunos estudios que han discutido sobre el tempo ideal de procesamiento del ritmo. Snyder (2000) habla de la región de los tempos utilizables, que corresponde a los límites de procesamiento adecuado de información musical. Este rango de tempo se sitúa entre 30 y 300 bpm (un evento cada 2 segundos y cinco eventos por segundo) y es el rango dentro del cual los flujos de los eventos musicales pueden ser escuchados para tener un tempo en absoluto. El límite superior del rango de tempos utilizables es 300 bpm (tempo de cinco eventos por segundo) y corresponde a la medida en que el orden de los eventos musicales individuales comienza a ser poco claro o resulta casi imposible de procesar.

Sabiendo que las personas tienen dificultad para mantener un pulso más rápido que cada 200 ms y más lento que cada 1 o 2 segundos y, a su vez, que hay una preferencia por los tempos que se producen aproximadamente cada 500-700 ms (Parncutt, 1994; Van Noorden y Moelants, 1999), a los investigadores les ha resultado interesante conocer el rango de tempo preferido para la percepción del ritmo, más allá del rango de tempos correspondiente a los límites de percepción humana.

Fraisse (1982) observó que tres fenómenos temporales distintos —el ritmo al caminar, el ritmo cardíaco y la tasa de succión en los recién nacidos— tienden a tener una tasa entre

60 y 120 eventos por minuto, un rango que también incluye el tempo de la mayoría de las piezas de música (Thompson y Schellenberg, 2006). Estos estudios de tempo sugieren que el pulso preferido o de resolución temporal óptima correspondería a 100 pulsaciones por minuto o alrededor de 600 ms por pulso (Fraisse, 1982), apuntando en la dirección de un ritmo natural para eventos psicológicos de 1.3 a 1.7 por segundo. Es decir, eventos espaciados entre 0.6 y 0.75 segundos o entre 80 y 100 latidos por minuto (Dowling y Harwood, 1986). Estas medidas coinciden con el tempo promedio o moderado de 100 bpm que la mayoría de las personas considera que no es ni rápido ni lento (Parncutt, 1994). Además, se encuentran dentro de la región de mayor prominencia del pulso (rango entre 60-150 bpm), que rodea el tempo moderado y que según Snyder (2000) es el rango a partir del cual los oyentes son más propensos a inferir el pulso básico de una pieza musical y pueden responder físicamente de varias maneras sencillas como marcarlo con los pies.

Actualmente, los hallazgos de investigación continúan sosteniendo la existencia de un espectro de tempo preferido que oscila entre 60 y 120 pulsos por minuto vinculado más específicamente con la medida de 100 pulsos por minuto o 600 ms (Grahn y Brett, 2007; Parncutt, 1994; Repp, 2006; Van Noorden y Moelants, 1999). Este hecho estaría relacionado con un cambio general de procesamiento basado en el procesamiento rítmico a intervalos en tempos lentos en las redes estriadas-tálamo-corticales (McAuley, Henry y Tkach, 2012), vinculado evolutivamente con el comportamiento sincronizado entre grupos de humanos primitivos (Levitinet al., 2018) a través del trabajo colectivo y ritos comunitarios.

Conjuntamente, existe evidencia de que, independientemente de la formación musical, la edad, o las características personales de los individuos, el rango entre 100 y 120 bpm (600 ms) pareciera ser común para todos. Este hecho es de algún modo sintetizado en

el trabajo de Drake y Bertrand (2001), el cual muestra que tanto músicos como no músicos se centran en el valor 600 ms, aunque los primeros presentan un mayor rango de flexibilidad de tempo óptimo (Drake y Botte, 1993). Asimismo, cuando se comparan niños de edades comprendidas entre 4 y 10 años, también se encuentra la misma zona de tempo óptimo, aunque el rango aumenta con la edad (Drake, Jones y Baruch, 2000). Adicionalmente, los bebés de dos meses de edad muestran una reacción a la novedad solo por el rango de 600 ms, demostrando la misma zona óptima desde la primera infancia (Baruch y Drake, 1997).

Independientemente de las similitudes en el rango de tempo óptimo para el procesamiento rítmico, también existe un importante cuerpo de investigación que muestra diferencias relacionadas con las etapas de desarrollo de los niños. Por ejemplo, Walters (1983) encontró que el tempo personal en estudiantes de jardín a tercer año de primaria (entre 5 y 9 años) varió de 40 a 210 pulsaciones por minuto. Otros resultados indican que las personas varían en el tempo que sincronizan con la música, y que su velocidad preferida es aquella relacionada con su pulso espontáneo. En este sentido, los niños tienen más éxito en las tareas rítmicas cuando estas tienen un tempo más próximo a su tempo personal espontáneo (Drake et al., 2000). Otros trabajos indicaron que los *tempi* más lentos, en general, eran más difíciles que los tempos rápidos para los estudiantes (Abril, 2011) y que la capacidad de sincronizar con otros en un determinado pulso está relacionada con las diferencias individuales relativas a la capacidad de anticipar un ritmo regular (Pecenka y Keller, 2011). Además, las habilidades de anticipación y ajuste predicen el éxito de la sincronización de forma independiente y en interacción (Mills, Van derSteen, Schultz y Keller, 2015).

En relación con las edades específicas de los niños, se ha planteado que alrededor del año o un año y medio, durante los primeros cantos, el pulso se mantiene constante dentro

de las frases; sin embargo, a medida que el niño crece, la regularidad del pulso se extiende durante períodos de tiempo cada vez más largos (Dowling, 1984). A partir de los tres años, los niños pueden seguir un metrónomo con intervalos de 400 a 600 ms o pulso a velocidad entre 100 y 150 bpm impactando una vez por cada pulso, aunque no necesariamente con sincronización óptima. Ya a los 7, casi todos los niños son capaces de conservar un pulso de manera destacada, y se da una tendencia de que, cuanto mayor es el niño, posee mayor precisión y conservación de la pulsación rítmica (Fraisse, 1976).

Recientemente, algunos hallazgos de investigación muestran la interesante novedad de que los niños pequeños tienen un tempo preferido más rápido que los adultos, correspondiente a 140-150 bpm (400 ms aproximadamente) y 100 bpm (600 ms aproximadamente), respectivamente (Corrigall y Schellenberg, 2015; Drake et al., 2000; Eerola et al., 2006; Levitin et al., 2018). Estos hallazgos coinciden con resultados de investigación que indican consistentemente que el aumento en la edad se corresponde con la disminución en el pulso personal para la locomoción y movimientos sin desplazamiento (Abril, 2011; Drake et al., 2000; Walters, 1983). En definitiva, el tempo preferido de los niños va disminuyendo con la edad, y se evidencia además un incremento gradual en la sincronización con una mayor gama de tempos (lentos y rápidos) gracias a las mejoras en el procesamiento cognitivo, el control motor, la coordinación y la planificación (Drake et al., 2000).

Finalmente, parece existir consenso en torno a la gran importancia del pulso en el procesamiento individual y grupal de patrones rítmicos. Así, continúan vigentes las ideas planteadas hace casi 40 años atrás por Povel (1981) y Dowling y Harwood (1986), quienes señalan que los oyentes pueden recordar y reproducir los patrones rítmicos mucho más fácilmente si se introducen en relación con un pulso regular, y procesar las duraciones de eventos rítmicos e intervalos de tiempo

con mayor precisión cuando se encuentran contextualizadas dentro de un pulso constante. Estos autores sugirieron que el pulso constante es un marco cognitivo de referencia que sirve al oyente para estructurar correctamente el tiempo musical, contribuyendo a la orientación y sentido audio-espacial.

Metro y acento

Junto al pulso, el metro es otro de los elementos musicales que sirve como marco de referencia para construir el ritmo. Las definiciones coinciden en señalar que el *metro* corresponde a un “conjunto de pulsos isócronos en el que se pueden percibir algunos pulsos más fuertes o marcados que otros” (London, 2001). La repetición regular de pulsaciones fuertes cada cierta cantidad de pulsos genera distintos tipos de metros (por ejemplo en un ritmo de vals, uno de cada tres pulsos es percibido como fuerte y a esto se le denomina “metro de $\frac{3}{4}$ ”). Estos pulsos fuertes y débiles se organizan en niveles jerárquicos, con los niveles más lentos en la parte superior y niveles más rápidos en la parte inferior de la jerarquía (Largey Jones, 1999; Temperley, 2000). Se ha planteado que el metro es una de las percepciones iniciales que anticipa la posterior aparición de ritmos extraídos de la música (London, 2012), ya que el metro es una derivación del pulso, puesto que su percepción implica una sensación de pulso o un patrón de latidos a intervalos isócronos (Honing, 2013). Así, algunos modelos identifican el metro como el verdadero *tactus* en el cual es más natural acompañar con el pie (Thompson y Schellenberg, 2006).

Concretamente, en la música occidental las cifras métricas predominantes son aquellas que agrupan las pulsaciones de a dos, tres y cuatro (esta última agrupación es la más frecuente). Además, el primer tiempo de cada agrupación es considerado como el tiempo fuerte (Kotz et al., 2018).

La percepción de acentos es un componente importante dentro de la percepción rítmica,

puesto que permite que ciertos eventos, en una secuencia rítmica, se perciban más destacados que otros (Levitin et al., 2018), lo cual le otorga más peso o énfasis a un determinado pulso y, por lo tanto, más importancia o centralidad que los pulsos que se encuentran alrededor (Snyder, 2000). Aunque generalmente los acentos están asociados a la intensidad del sonido, estos pueden estar dados por múltiples factores que han sido claramente definidos y agrupados por Lerdahl y Jackendoff (1983) y, posteriormente, revisados por Snyder (2000). Estos autores señalan que existen tres tipos de acentos: 1) fenoménicos, que son todos aquellos que sobresalen de la superficie musical (puntos de ataque, *sforzando*, cambios repentinos de intensidad o timbre, notas largas y cambios armónicos); 2) estructurales, que están causados por puntos de gravedad armónicos o melódicos (por ejemplo, cambios de acordes, modulaciones armónicas, y cambios de tonalidad), y 3) métricos, que corresponde a cualquier pulso que sea fuerte de acuerdo a su contexto métrico.

Considerando el procesamiento rítmico jerarquizado en torno a las agrupaciones en niveles más pequeños y más grandes con respecto al pulso de referencia (dos, tres o cuatro pulsos generalmente), los acentos métricos parecen adquirir mayor importancia que los acentos fenoménicos y estructurales. Esta relación se encuentra, por ejemplo, cuando a las personas se les presentan sonidos regulares isócronos con la misma intensidad y dividen subjetivamente estos eventos en grupos recurrentes de dos o tres (Fraisse, 1982), o cuando escuchan secuencias tonales isócronas con una misma altura y perciben espontáneamente algunos tonos acentuados (Brochard, Abecasis, Potter, Ragot y Drake, 2003). Estos principios son explicados y desarrollados ampliamente por la Teoría Generativa de la Música Tonal, consolidada por un gran número de investigaciones, y sugiere que el oyente organiza naturalmente las señales sonoras en estructuras grupales (motivos, temas, frases, períodos, etcétera). Además,

deduce instintivamente tiempos fuertes y débiles (Jackendoff y Lerdahl, 2006).

En referencia a cifras métricas particulares y su aparente facilidad de procesamiento, se sabe que los metros de la música occidental son dominados por la organización en múltiplos de dos y tres en cuanto a las pulsaciones que constituyen una unidad básica de medida y las subdivisiones de cada pulso (Patel, 2008). Por otra parte, se ha sugerido que existe un predominio perceptivo subjetivo de las agrupaciones binarias sobre las ternarias. Por ejemplo, un estudio pionero (Vos, 1978) mostró que los oyentes presentaban un sesgo en la audición de fragmentos rítmicos binarios, incluso cuando las secuencias eran ternarias. Este hallazgo coincide con Drake y Bertrand (2001), quienes propusieron la idea de un mejor procesamiento de las relaciones binarias en intervalos temporales con proporción 2:1 comparado con agrupaciones ternarias o más complejas. También coincide con algunos estudios que sugieren una ventaja para las relaciones binarias jerárquicas sobre las no binarias (Bergeson y Trehub, 2006; Drake, 1993; Gerry, Faux y Trainor, 2010). Del mismo modo, se ha dicho que los compases de 4/4 y 2/4 son fáciles para caminar, bailar o marchar, porque al ser números pares siempre el mismo pie golpea en el tiempo fuerte, no así con el 3/4 que es menos natural al caminar: “nunca verás a un equipo militar o una división de infantería en marcha a 3/4” (Levitin, 2006, p. 66).

Como ya se ha dicho, uno de los metros de más frecuente uso en la música occidental es el 4/4. Es quizás por este motivo que algunos estudios han descrito las características propias de este metro (Lerdahl y Jackendoff, 1983; Levitin, 2006; Snyder, 2000). Estos indican que existe una jerarquización de acentos métricos en cada compás, en la que el tiempo más fuerte es el primero, seguido por el tercero, luego el segundo y el cuarto, luego los contra-tiempos de corchea y, finalmente, el segundo y cuarto tiempo del grupo de cuatro semi-corcheas en cada pulso (Snyder, 2000). Esto

coincide con las expectativas de los oyentes, quienes esperan que los pulsos impares sean fuertes y que los pulsos pares sean débiles, ya que prefieren metros binarios comunes en la música occidental y coincidentes con las características del metro de 4/4 (Haumann, Vuust, Bertelsen y Garza-Villarreal, 2018). Adicionalmente, otras investigaciones señalan que la discriminación y reproducción del ritmo son mejores para los ritmos en un metro con subdivisión binaria del pulso, que para los ritmos en un metro con subdivisión ternaria del pulso (Bergeson y Trehub, 2006; Drake, 1993; Gerry et al., 2010). Esto último podría explicarse desde una perspectiva fisiológica por el caminar de la mujer embarazada, que otorga naturalmente un ritmo binario al nonato (Parncutt, 1994).

Los hallazgos expuestos hasta aquí llevan a pensar que la tendencia a las relaciones métricas binarias pareciera ser universal. Sin embargo, al considerar aspectos culturales, algunas investigaciones sugieren que esta tendencia podría estar relacionada con procesos de enculturación de las estructuras métricas occidentales, en lugar de un sesgo de procesamiento universal (Hannon y Trehub, 2005; Soley y Hannon, 2010). Por ejemplo, Yamamoto (1996) señala que las canciones infantiles basadas en metros triples (con división ternaria como 6/8) son extrañas en Japón, pero comunes en Gran Bretaña, y propone que esto se debe a las diferencias en el ritmo del habla entre ambos idiomas. Corrigan y Schelenberg (2015) plantean que en culturas no occidentales con otros sistemas musicales los metros complejos con características no isócronas son comunes, que contienen pulsos acentuados periódicamente, pero no con intervalos espaciados regularmente. Adicionalmente, ellos presentan hallazgos que sugieren que los bebés nacieron igualmente preparados para procesar cualquier tipo de metro y esa especialización perceptiva de los metros dada por aspectos culturales comienza durante el primer año de vida (Soley y Hannon, 2010). En síntesis, parece que los procesos de enculturación y eventualmente la

adquisición del lenguaje hacen que lo binario no sea universal. Sin embargo, en Occidente existe una tendencia hacia relaciones métricas binarias.

Más allá de la prevalencia binaria, el metro es importante para facilitar el procesamiento rítmico. Ya en la década de 1980 se planteaba que, así como las tonalidades y escalas son un marco referencial importante para la percepción del tono, el pulso y las estructuras métricas son facilitadores de la percepción temporal (Dowling y Harwood, 1986). Los oyentes son capaces de percibir y recordar los patrones rítmicos de manera mucho más eficiente cuando se presentan dentro de la estabilidad de un sistema métrico (Summers, Hawkins y Mayers, 1986). Además, el metro influye en la interpretación instrumental, puesto que una misma sucesión de notas es tocada de forma distinta dependiendo de la cifra métrica (Sloboda, 1983). Esto sugiere que la percepción del metro activa señales que ayudan a establecer un esquema mental temporal-acental por parte del intérprete (Patel, 2008).

Todos los hallazgos expuestos han sido respaldados sistemáticamente por estudios teóricos y empíricos que indican que la distinción del metro es fundamental para una correcta comprensión psicológica del ritmo, el movimiento y el lenguaje (Hauman et al., 2018; London 2012; McAuley, 2010; Patel, 2008). Por ejemplo, Wu, Westanmo, Zhou y Pan (2013) presentan hallazgos que indican que la discriminación y la reproducción del ritmo son mejores para los ritmos métricos que para los no métricos (Chen et al., 2008) debido a que la mayoría de los ritmos musicales, especialmente en la música occidental, tienen una estructura métrica jerárquica subyacente con múltiples niveles de periodicidad temporal (Grahn y Rowe, 2009; Iversen, Repp y Patel, 2009; Patel, Iversen, Chen y Repp, 2005; Zatorre, Chen y Penhune, 2007).

¹En inglés, Snyder utiliza la expresión *listened forward to* para referirse al pulso acentuado (tiempo fuerte) que se repite cíclicamente. Este pulso acentuado es inferido por el oyente y, una vez establecido, tiende a permanecer de forma constante.

Además, es mejor para ritmos con métricas muy marcadas que al contrario (Chen et al., 2008; Drake, 1993; Grahn y Rowe, 2009; Patel et al., 2005).

En el contexto musical occidental, el metro de compás es una estructura que, por lo general, funciona como un marco referencial establecido previamente y no presenta mayores variaciones durante un fragmento musical. Esta característica otorga la posibilidad al oyente de anticiparse a cierta información musical, puesto que el cerebro constantemente predice a partir de la comparación entre el conocimiento procedente de los esquemas cognitivos del sujeto y la información sensorial real (Friston, 2005). En este sentido, se ha afirmado que la predicción y la anticipación juegan roles clave para la percepción de la música y, particularmente, el ritmo (Huron, 2006; Vuust y Witek, 2014).

La regularidad y la previsibilidad del metro hacen que los eventos rítmicos futuros se organicen y conformen un marco para la expectativa rítmica en la que el pulso principal o acentuado se “escucha hacia adelante”¹ (Snyder, 2000, p. 160); este proceso pareciera ser automático (Brochard et al., 2003). En este sentido, Haumann et al. (2018) muestran hallazgos en los que se señala que, ante la imposibilidad de escuchar acentos métricos regulares de una secuencia objetiva (una secuencia irregular, sincopada o no métrica por ejemplo), el oyente aún puede esperar ciertos acentos métricos como consecuencia de las expectativas adquiridas a través de los procesos de enculturación (Temperley, 2000). Adicionalmente, experimentos de comportamiento y electroencefalogramas muestran que los sonidos no acentuados se perciben de forma más inesperada cuando se ubican en posiciones métricas correspondientes a los pulsos principales o naturalmente acentuados (Brochard et al., 2003; Parncutt, 1994; Potter, Fenwick, Abecasis y Brochard, 2009).

En relación con la edad, estudios de la década de 1970 sugerían que la percepción métrica no se desarrolla hasta los 7 años y se estabiliza a los 9 años (Jones, 1976; Zenatti, 1976); sin embargo, hallazgos más recientes muestran que los niños de 5 años ya pueden mantener un metro dado (Gembris, 2002). Este aumento de las habilidades rítmicas podría explicarse, por una parte, por un proceso de enculturación acelerado debido a una influencia cada vez más fuerte y temprana de los medios de comunicación, y por otra, por la sofisticación de los instrumentos de medición aplicados (Gembris, 2002). Con todo, es sabido que el uso de organizaciones métricas jerárquicas aumenta con la edad, y es alrededor de los 7 años la edad en que los niños usan un pulso acentuado de referencia y un nivel jerárquico superior o inferior a dicho pulso (Drake, 1993).

Considerando las inclinaciones personales hacia un metro determinado y la edad en que estas se manifiestan, se ha sugerido que las preferencias pueden modificarse por el aprendizaje o la exposición a corto plazo a cifras métricas binarias o ternarias, incluso en fetos durante determinados períodos de su desarrollo intrauterino, por ejemplo a través del caminar de la madre, (Parncutt, 1994) y en bebés (Phillips-Silver y Trainor, 2005). Bergeson y Trehub (2006) encontraron que a los 9 meses se discriminan de mejor forma los ritmos binarios predominantes en la estructura musical occidental que los ritmos ternarios, quizás, más lejanos a las experiencias musicales previas de los bebés. Estos estudios fueron realizados a partir del movimiento de cabeza de los participantes, lo cual apunta hacia un acoplamiento sensorio-motor recíproco y apoya los hallazgos que sugieren que el acoplamiento de la música y el movimiento –sobre todo el movimiento de la cabeza– es esencial para el desarrollo de la percepción del metro (Demorest, 2015). En este sentido, la entrada vestibular, relacionada con el equilibrio, el control espacial e infor-

mante de la posición de la cabeza en relación con el suelo,² tiene un papel clave en la percepción del ritmo (Phillips-Silver y Trainor, 2008; Todd y Cody, 2000).

Sintetizando y relacionando los hallazgos presentados en esta revisión, se puede concluir que la interacción entre pulso y metro es fundamental para una comprensión adecuada de los patrones rítmicos. En el contexto occidental, los oyentes de todas las edades y culturas están constantemente expuestos a la música métrica, por lo que el metro se convierte en un contexto sumamente necesario para que la información rítmico-musical pueda organizarse.

Conclusiones

El objetivo de este trabajo fue describir, sintetizar y relacionar hallazgos de investigación vinculados con el procesamiento cognitivo de cuatro aspectos rítmicos básicos (pulso, tempo, metro y acento) con el propósito de identificar los factores que facilitan el procesamiento de la información rítmica y que podrían repercutir en el mejoramiento del desarrollo musical en contextos educativos iniciales.

En relación con el pulso, parece existir consenso en que los seres humanos tienden a la isocronía y a la regularidad. La propensión humana a la isocronía encuentra explicación en aspectos biológicos, específicamente relacionados con el sistema nervioso (Fujii y Wan, 2014; Fujioka et al., 2012; Merchant et al., 2015). En este sentido, se ha especulado que existiría un sesgo cognitivo hacia la isocronía en la música (Fitch, 2017; Ravignani et al., 2017) y que este sesgo podría estar dado por procesos de enculturación (Jacoby y McDermott, 2017) o por aspectos biológicos (Bowling et al., 2017). Con todo, un aspecto fundamental en el procesamiento rítmico es la existencia de una regularidad o un pulso subyacente (Dowling y Harwood, 1986; Drake, 1998; Povel, 1981; Purwins et al., 2008). Esto lleva a pensar que

²El sistema vestibular es responsable de detectar el movimiento de la cabeza en el espacio y es crucial para el funcionamiento en el entorno, puesto que contribuye a la percepción espacial y a mantener una orientación corporal adecuada (Gdowski y McCrea, 1999).

posiblemente el uso de metrónomo, u otros elementos que marquen un pulso constante durante actividades de percepción y producción rítmica, facilitarían el aprendizaje de los elementos que componen el lenguaje rítmico y, por ende, el desarrollo musical del alumnado. Con todo, aún está por determinarse si es específicamente el metrónomo u otros mecanismos de marcación del pulso –como pueden ser algunos instrumentos musicales– los que favorecen el aprendizaje rítmico.

La velocidad del pulso denominada “tempo” es otro factor importante a considerar al momento de facilitar el procesamiento de estructuras rítmicas. El pulso preferido o espectro de tempo óptimo para todos, independientemente de la formación musical, la edad, u otras características personales (Drake y Bertrand, 2001), oscila entre 60 y 120 pulsos por minuto y se vincula específicamente con la medida de 100 pulsos por minuto o 600 ms (Fraise, 1982; Grahn y Brett, 2007; Parncutt, 1994; Repp, 2006; Van Noorden y Moelants, 1999). Estas medidas se asocian con el comportamiento sincronizado entre grupos de humanos primitivos (Levitin, Grahn y London, 2018), quienes evolutivamente han tenido la necesidad de llevar a cabo actividades comunitarias y colectivas. En relación con estos hallazgos y considerando que muchas de las actividades realizadas dentro del contexto musical escolar son grupales, se podría especular que el alumnado vería beneficiado su aprendizaje y mejorada su coordinación con el grupo al utilizar como referencia el rango de tempo descrito, especialmente la medida de 100 pulsos por minuto. Por otra parte, se ha señalado que los niños pequeños tendrían un tempo preferido más rápido que las personas adultas (Drake et al., 2000; Eerola et al., 2006) por lo que el profesorado debiera considerar la utilización de *tempi* diferenciados que se adecuen a la edad del alumnado, y hacer más rápido el tempo en niveles educativos menores. También debiera aumentarse el espectro de *tempi* utilizados en cursos superiores de enseñanza, puesto que el incremento en el desarrollo cognitivo y motor

permiten el rendimiento mejorado dentro de una mayor diversidad de tempos lentos y rápidos (Drake et al., 2000).

El metro es otro de los factores que influye fuertemente en el procesamiento del ritmo. Se ha planteado que la cifra de compás conforma un marco para la expectativa rítmica que anticipa el pulso central o acentuado, lo que permite la previsibilidad y organización de los eventos rítmicos futuros involucrados en un fragmento o pieza musical (London, 2012; Snyder, 2000). Este proceso parece ser automático (Brochard et al., 2003) y se explica porque el cerebro establece constantemente predicciones comparando la información anterior acumulada con el estímulo sensorial que percibe desde el exterior (Friston, 2005). Además, como consecuencia de las expectativas adquiridas por los procesos de enculturación, se evidencia una búsqueda por acentos métricos, incluso ante la audición de secuencias no métricas (Haumann et al., 2018; Temperley, 2000). Esta búsqueda natural de regularidades lleva a pensar que la utilización de cifras métricas durante actividades escolares de producción y percepción rítmica, independientemente de que el alumnado sepa que las está usando, beneficiaría el procesamiento rítmico y el aprendizaje musical. Esto de algún modo está respaldado por hallazgos que muestran que los oyentes perciben y recuerdan patrones rítmicos más eficientemente cuando estos se presentan dentro de un sistema métrico (Summers et al., 1986). Además, la reproducción del ritmo es mejor para los ritmos métricos que para los no métricos (Chen et al., 2008) y para los fuertemente métricos que para aquellos débilmente métricos (Chen et al., 2008; Drake, 1993; Grahn y Rowe, 2009; Patel et al., 2005). Con todo, es importante confirmar estos resultados empíricamente y en contextos escolares, puesto que, exceptuando el estudio de Drake (1993), los trabajos citados han sido realizados con personas adultas.

En relación con la edad, se ha señalado que los niños de 5 años ya son capaces de mantener un metro determinado (Gembris, 2002), lo cual no necesariamente implica que sean capaces de

representar la cifra métrica a través del lenguaje musical convencional (con una fracción). Esto plantea la necesidad de encontrar formas alternativas de representación del metro en contextos educativos infantiles y primarios, por ejemplo, a través de imágenes, gestos o expresión corporal. Además, en etapas de formación infantil y primaria, en las que la adquisición del lenguaje verbal y el control psicomotor aún están en proceso de maduración, el metro podría convertirse en un elemento propedéutico importante, dado que su discriminación es fundamental no solo para un procesamiento mejorado del ritmo, sino también para una correcta comprensión psicológica del movimiento corporal y del lenguaje verbal (Hauman et al., 2018; London, 2012; McAuley, 2010, Patel, 2008).

En la música occidental, existe un predominio de la organización en múltiplos de dos y tres (Patel, 2008), y las principales cifras métricas están agrupadas en dos, tres y cuatro pulsos; por su parte, el metro más frecuente parece ser el 4/4 (Kotz et al., 2018). Se ha propuesto una predisposición por parte de los oyentes hacia los metros binarios más que hacia los ternarios (Haumann, et al., 2018; Vos, 1978) y la existencia de un procesamiento mejorado para las relaciones binarias jerárquicas que para las ternarias o más complejas, con lo cual sería superior la discriminación y la reproducción para los ritmos en un metro con subdivisión binaria del pulso que para los ritmos en un metro con subdivisión ternaria del pulso (Bergeson y Trehub, 2006; Drake, 1993; Drake y Bertrand, 2001; Gerry et al., 2010; Gordon, 2012). Estos hallazgos llevan a sugerir al profesorado de Educación Inicial y/o Primaria que seleccione repertorio musical o actividades que contengan métricas binarias (acentuadas cada dos o cuatro pulsos), ya sea para desarrollar en el alumnado habilidades de producción (ejecutar un instrumento, cantar y otras semejantes) o percepción (discriminación auditiva de cualidades del sonido). Finalmente, una deficiencia dentro de la presente revisión se relaciona con la exposición insuficiente de

trabajos empíricos realizados en contextos escolares de formación primaria. Esto se debe, principalmente, a que se han encontrado escasos estudios implementados en aulas escolares, que aborden los procesos didácticos-musicales desde una perspectiva neurocognitiva. Futuros trabajos debieran apuntar a la realización de estudios empíricos que consoliden las teorías y hallazgos expuestos en esta revisión, y confirmen posibles relaciones causales vinculadas con la adquisición mejorada de aprendizajes rítmicos en la formación musical inicial.

Algunos interrogantes que surgen de la presente revisión y que aún quedan por resolver, son: ¿existen diferencias significativas en el rendimiento rítmico con la utilización de un metrónomo? ¿Se registran diferencias significativas en el rendimiento rítmico al utilizar otros elementos o mecanismos de marcación del pulso implementados por el profesorado? ¿Se debe considerar el tempo espontáneo o natural que posee cada estudiante para facilitar su procesamiento y práctica rítmica mejorada, a pesar de la existencia de un tempo óptimo para todas las personas? ¿Es la cifra métrica de 4/4 (que predomina en la música occidental) la que mayormente favorece el aprendizaje rítmico-musical en etapas iniciales? ¿En qué actividades y para qué elementos musicales favorecería el aprendizaje la cifra de 4/4? ¿Existen diferencias significativas en el logro de aprendizajes entre cifras métricas binarias, por ejemplo, al utilizar un metro de 2/4 en comparación con un 4/4?

Referencias bibliográficas

- Alsina, P. (2006). *El área de educación musical. Propuestas para aplicar en el aula*. Barcelona: Graó.
- Abril, C.R. (2011). "Music, movement, and learning". En R.Collwell y P. Webster (Eds.), *MENC Handbook of Research on Music Learning, Applications* (pp. 92-129). New York: Oxford University Press.
- Baruch, C. y Drake, C. (1997). Tempo discrimination in infants. *Infant Behavior and Develop-*

- ment, 20(4), 573-577. [https://doi.org/10.1016/S0163-6383\(97\)90049-7](https://doi.org/10.1016/S0163-6383(97)90049-7)
- Bergeson, T. R. y Trehub, S. E. (2006). Infants' perception of rhythmic patterns. *Music Perception, 23(4)*, 345-360. <https://doi.org/10.1525/mp.2006.23.4.345>
- Bowling, D. L., Hoeschele, M., Gill, K. Z. y Fitch, W. T. (2017). The nature and nurture of musical consonance. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal, 35(1)*, 118-121. <https://doi.org/10.1525/mp.2017.35.1.118>
- Brochard, R., Abecasis, D., Potter, D., Ragot, R. y Drake, C. (2003). The "Ticktock" of our internal clock. *Psychological Science, 14(4)*, 362-366. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.24441>
- Chen, J. L., Penhune, V. B. y Zatorre, R. J. (2008). Moving on time: Brain network for auditory-motor synchronization is modulated by rhythm complexity and musical training. *Journal of Cognitive Neuroscience, 20(2)*, 226-239. <https://doi.org/10.1162/jocn.2008.20018>
- Chen, J. L., Zatorre, R. J. y Penhune, V. B. (2006). Interactions between auditory and dorsal premotor cortex during synchronization to musical rhythms. *Neuroimage, 32(4)*, 1771-1781. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2006.04.207>
- Corrigall, K. A. y Schellenberg, E. G. (2015). "Music cognition in childhood". En G. McPherson (Ed.), *The child as musician* (pp. 81-101). Oxford: Oxford University Press.
- Demorest, S. M. (2015). "Biological and environmental factors in music cognition and learning". En R. Collwell y P. Webster (Eds.), *MENC Handbook of Research on Music Learning*: (pp. 173 - 215). Oxford: Oxford University Press.
- Dowling, W. J. (1984). Development of musical schemata in children's spontaneous singing. *Advances in Psychology, 19*, 145-163. [https://doi.org/10.1016/S0166-4115\(08\)62350-X](https://doi.org/10.1016/S0166-4115(08)62350-X)
- Dowling, W. J. y Harwood, D. L. (1986). *Music cognition*. San Diego: Academic Press.
- Drake, C. (1993). Reproduction of musical rhythms by children, adult musicians, and adult nonmusicians. *Perception & Psychophysics, 53(1)*, 25-33. <https://doi.org/10.3758/BF03211712>
- Drake, C. (1998). Psychological processes involved in the temporal organization of complex auditory sequences: Universal and acquired processes. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal, 16(1)*, 11-26. <https://doi.org/10.2307/40285774>
- Drake, C. y Bertrand, D. (2001). The quest for universals in temporal processing in music. *Annals of the New York Academy of Sciences, 930(1)*, 17-27. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2001.tb05722.x>
- Drake, C. y Botte, M. (1993). Tempo sensitivity in auditory sequences: Evidence for a multiple-look model. *Perception & Psychophysics, 54(3)*, 277-286. <https://doi.org/10.3758/BF03205262>
- Drake, C., Jones, M. R. y Baruch, C. (2000). The development of rhythmic attending in auditory sequences: Attunement, referent period, focal attending. *Cognition, 77(3)*, 251-288. [https://doi.org/10.1016/S0010-0277\(00\)00106-2](https://doi.org/10.1016/S0010-0277(00)00106-2)
- Eerola, T., Luck, G. y Toiviainen, P. (2006). An investigation of pre-schoolers' corporeal synchronization with music. *Paper presented at the Proceedings of the 9th International Conference on Music Perception and Cognition*, 472-476. <https://bit.ly/2kLFdEI>
- Fitch, W. T. (2017). Cultural evolution: Lab-cultured musical universals. *Nature Human Behaviour, 1(1)*, 1-2. <https://doi.org/10.1038/s41562-016-0018>
- Fraisse, P. (1976). *Psicología del ritmo*. Madrid: Morata.
- Fraisse, P. (1982). "Rhythm and tempo". En D. Deutsch (Ed.), *The Psychology of Music* (pp. 149-180). Orlando, FL: Academic Press.
- Friston, K. (2005). A theory of cortical responses. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 360(1456)*, 815-836. <https://doi.org/10.1098/rstb.2005.1622>
- Fujii, S. y Wan, C. Y. (2014). The role of rhythm in speech and language rehabilitation: The SEP hypothesis. *Frontiers in Human Neuroscience, 8*, 1-15. <https://doi.org/10.3389/>

- fnhum.2014.00777
- Fujioka, T., Trainor, L. J., Large, E. W. y Ross, B. (2012). Internalized timing of isochronous sounds is represented in neuromagnetic beta oscillations. *The Journal of Neuroscience: The Official Journal of the Society for Neuroscience*, 32(5), 1791-1802. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.4107-11.2012>
- Gdowski, G. T. y McCrea, R. A. (1999). Integration of vestibular and head movement signals in the vestibular nuclei during whole-body rotation. *Journal of Neurophysiology*, 82(1), 436-449. <https://doi.org/full/10.1152/jn.1999.82.1.436>
- Gembris, H. (2002). The development of musical abilities. En R. Colwelly y C. Richardson (Eds.), *The new Handbook of Research on Music Learning* (pp. 487-508). Oxford: Oxford University Press.
- Gerry, D. W., Faux, A. L. y Trainor, L. J. (2010). Effects of kindermusik training on infants' rhythmic enculturation. *Developmental Science*, 13(3), 545-551. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2009.00912.x>
- Grahn, J. A. y Brett, M. (2007). Rhythm and beat perception in motor areas of the brain. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 19(5), 893-906. <https://doi.org/10.1162/jocn.2007.19.5.893>
- Grahn, J. A. y Rowe, J. B. (2009). Feeling the beat: Premotor and striatal interactions in musicians and nonmusicians during beat perception. *Journal of Neuroscience*, 29(23), 7540-7548. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2018-08.2009>
- Hannon, E. y Trehub, S. (2005). Metrical categories in infancy and adulthood. *Psychological Science*, 16(1), 48-55. <https://doi.org/10.1111/j.0956-7976.2005.00779.x>
- Haumann, N. T., Vuust, P., Bertelsen, F. y Garza-Villarreal, E. A. (2018). Influence of musical enculturation on brain responses to metric deviants. *Frontiers in Neuroscience*, 12, 1-15. <https://doi.org/10.3389/fnins.2018.00218>
- Honing, H. (2013). Structure and interpretation of rhythm in music. En D. Deutsch (Ed.), *The Psychology of Music* (pp. 369-404). New York: Elsevier.
- Honing, H., Ladinig, O., Haden, G. P. y Winkler, I. (2009). Is beat induction innate or learned? *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1169(1), 93-96. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.04761.x>
- Huron, D. (2006). *Sweet anticipation: Music and the psychology of expectation*. Massachusetts: MIT press.
- Iversen, J. R., Repp, B. H. y Patel, A. D. (2009). Top-down control of rhythm perception modulates early auditory responses. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1169(1), 58-73. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.04579.x>
- 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*, 100(1), 33-72. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2005.11.005>
- Jacoby, N. y McDermott, J. H. (2017). Integer ratio priors on musical rhythm revealed cross-culturally by iterated reproduction. *Current Biology*, 27(3), 359-370. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2016.12.031>
- Jones, M. R. (1976). Time, our lost dimension: Toward a new theory of perception, attention, and memory. *Psychological Review*, 83(5), 323-355. <http://doi.org/10.1037/0033-295X.83.5.323>
- Jones, M. R. (1987). Dynamic pattern structure in music: Recent theory and research. *Perception & Psychophysics*, 41(6), 621-634. <https://doi.org/10.3758/BF03210494>
- Jones, M. R. y Boltz, M. (1989). Dynamic attending and responses to time. *Psychological Review*, 96(3), 459-491. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.96.3.459>
- Jones, R. L. (1976). The development of the child's conception of meter in music. *Journal of Research in Music Education*, 24(3), 142-154. <https://doi.org/10.2307/3345157>
- Kotz, S. A., Ravignani, A. y Fitch, W. T. (2018). The evolution of rhythm processing. *Trends in Cognitive Sciences*, 22(10), 896-910. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2018.08.002>
- Large, E. W. y Jones, M. R. (1999a). The dynamics of attending: How people track time-varying events. *Psychological Review*, 106(1), 119-159.

- <https://doi.org/10.1037/0033-295X.106.1.119>
- Lerdahl, F. y Jackendoff, R. (1983). *A generative theory of tonal music*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- Levitin, D. J. (2006). *This is your brain on music*. New York, NY: Dutton.
- Levitin, D. J., Grahn, J. A. y London, J. (2018). The psychology of music: Rhythm and movement. *Annual Review of Psychology*, *69*(1), 51-75. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-122216-011740>
- London, J. (2001). *Rhythm*. Grove Music Online. <https://bit.ly/3hUZnFt>
- London, J. (2012). *Hearing in time* (2. ed.). Oxford: Oxford University Press.
- McAuley, J. D. (2010). *Music perception: Springer handbook in auditory research (SHAR)*. New York, NY: Springer.
- McAuley, J. D., Henry, M. J. y Tkach, J. (2012). Tempo mediates the involvement of motor areas in beat perception. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1252*(1), 77-84. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2011.06433.x>
- Merchant, H., Grahn, J., Trainor, L., Rohrmeier, M. y Fitch, W. T. (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*, *370*(1664), 1-16. <https://doi.org/10.1098/rstb.2014.0093>
- Miendlarzewska, E. y Trost, W. (2014). How Musical Training Affects Cognitive Development: Rhythm, Reward and Other Modulating Variables. *Frontiers in Neuroscience*, *7*(8), 1-18. <https://doi.org/10.3389/fnins.2013.00279>
- Mills, P. F., van der Steen, M. C., Schultz, B. G. y Keller, P. E. (2015). Individual differences in temporal anticipation and adaptation during sensorimotor synchronization. *Timing & Time Perception*, *3*(1-2), 13-31. <https://doi.org/10.1163/22134468-03002040>
- Parncutt, R. (1994). A perceptual model of pulse salience and metrical accent in musical rhythms. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, *11*(4), 409-464. <https://doi.org/10.2307/40285633>
- Patel, A. (2008). *Music, language, and the brain*. US: Oxford University Press.
- Patel, A., Iversen, J., Chen, Y. y Repp, B. (2005). The influence of metricality and modality on synchronization with a beat. *Experimental Brain Research*, *163*(2), 226-238. <https://doi.org/10.1007/s00221-004-2159-8>
- Pecenka, N. y Keller, P. (2011). The role of temporal prediction abilities in interpersonal sensorimotor synchronization. *Experimental Brain Research*, *211*(3), 505-515. <https://doi.org/10.1007/s00221-011-2616-0>
- Phillips-Silver, J. y Trainor, L. J. (2005). Feeling the beat: Movement influences infant rhythm perception. *Science*, *308*(5727), 1430-1430. <https://doi.org/10.1126/science.1110922>
- Phillips-Silver, J. y Trainor, L. J. (2007). Hearing what the body feels: Auditory encoding of rhythmic movement. *Cognition*, *105*, 533-546. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2006.11.006>
- Phillips-Silver, J. y Trainor, L. J. (2008). Vestibular influence on auditory metrical interpretation. *Brain and Cognition*, *67*(1), 94-102. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2007.11.007>
- Potter, D. D., Fenwick, M., Abecasis, D. y Brochard, R. (2009). Perceiving rhythm where none exists: Event-related potential (ERP) correlates of subjective accenting. *Cortex*, *45*(1), 103-109. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2008.01.004>
- Povel, D. (1981). Internal representation of simple temporal patterns. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *7*(1), 3-18. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.7.1.3>
- Povel, D. y Essens, P. (1985). Perception of temporal patterns. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, *2*(4), 411-440. <https://doi.org/10.2307/40285311>
- Purwins, H., Grachten, M., Herrera, P., Hazan, A., Marxer, R. y Serra, X. (2008). Computational models of music perception and cognition II: Domain-specific music processing. *Physics of Life Reviews*, *5*(3), 169-182. <https://doi.org/10.1016/j.pprev.2008.03.005>
- Ravignani, A., Delgado, T. y Kirby, S. (2017).

- Musical evolution in the lab exhibits rhythmic universals. *Nature Human Behaviour*, 1(1), 1-7. <https://doi.org/10.1038/s41562-016-0007>
- Ravignani, A. y Madison, G. (2017). The paradox of isochrony in the evolution of human rhythm. *Frontiers in Psychology*, 8, 1-13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01820>
- Repp, B. (2006). Rate limits of sensorimotor synchronization. *Advances in Cognitive Psychology*, 2(2), 163-181. <https://doi.org/10.2478/v10053-008-0053-9>
- Sloboda, J. A. (1983). The communication of musical metre in piano performance. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 35(2), 377-396. <https://doi.org/10.1080/14640748308402140>
- Snyder, B. (2000). *Music and memory: An introduction*. Cambridge: The MIT Press.
- Soley, G. y Hannon, E. E. (2010). Infants prefer the musical meter of their own culture. *Developmental Psychology*, 46(1), 286-292. <https://doi.org/10.1037/a0017555>
- Summers, J., Hawkins, S. y Mayers, H. (1986). Imitation and production of interval ratios. *Perception & Psychophysics*, 39(6), 437-444. <https://doi.org/10.3758/BF03207072>
- Tejada, J., Pérez, M. y García, R. (2010). Tactus: Didactic design and implementation of a pedagogically sound-based rhythm-training computer program. *Journal of Music, Technology & Education*, 3(2-3), 155-165. https://doi.org/10.1386/jmte.3.2-3.155_1
- Temperley, D. (2000). Meter and grouping in African music: A view from music theory. *Ethnomusicology*, 44(1), 65-96. <https://doi.org/10.2307/852655>
- Thompson, W. y Schellenberg, E. (2006). Listening to music. En R. Collwell, *MENC Handbook of Musical Cognition and Development* (pp. 72-123). Oxford: Oxford University Press.
- Todd, N. P. M. y Cody, F. W. (2000). Vestibular responses to loud dance music: A physiological basis of the “rock and roll threshold”? *The Journal of the Acoustical Society of America*, 107(1), 496-500. <https://doi.org/10.1121/1.428317>
- Van Noorden, L. y Moelants, D. (1999). Resonance in the perception of musical pulse. *Journal of New Music Research*, 28(1), 43-66. <https://doi.org/10.1076/jnmr.28.1.43.3122>
- Vos, P. G. (1978). *Identification of meter in music (internal report 78 ON 06)*. Nijmegen, The Netherlands: University of Nijmegen.
- Vuust, P. y Witek, M. A. G. (2014). Rhythmic complexity and predictive coding: A novel approach to modeling rhythm and meter perception in music. *Frontiers in Psychology*, 5, 1-14. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.01111>
- Walters, D. L. (1983). *The relations between personal tempo in primary-aged children and their ability to synchronize movement with music* (Unpublished doctoral dissertation). University of Michigan, Ann Arbor. <https://bit.ly/2miwk61>
- Wu, X., Westanmo, A., Zhou, L. y Pan, J. (2013). Serial binary interval ratios improve rhythm reproduction. *Frontiers in Psychology*, 4, 1-13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00512>
- Yamamoto, F. (1996). English speech rhythm studied in connection with British Traditional Music and dance. *The Journal of the College of Foreign Languages, Himeji Dokkyo University* 9, 224-243. <https://doi.org/110000511330>
- Zatorre, R. J., Chen, J. L. y Penhune, V. B. (2007). When the brain plays music: Auditory-motor interactions in music perception and production. *Nature Reviews Neuroscience*, 8(7), 547-558. <https://doi.org/10.1038/nrn2152>
- Zenatti, A. (1976). Jugement esthétique et perception de l'enfant, entre 4 et 10 ans, dans des épreuves rythmiques. *L'année Psychologique*, 76(1), 93-115. <https://doi.org/10.3406/psy.1976.28129>

Recibido: 25 de septiembre de 2019

Aceptado: 12 de febrero de 2021

ANEXO 2



Artículo publicado 2

Álamos, J., y Tejada, J. (2020). La agrupación temporal y los patrones como facilitadores de la comprensión psicológica de la información rítmica. *Revista Música Hodie*, 20. doi: 10.5216/mh.v20.60522

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

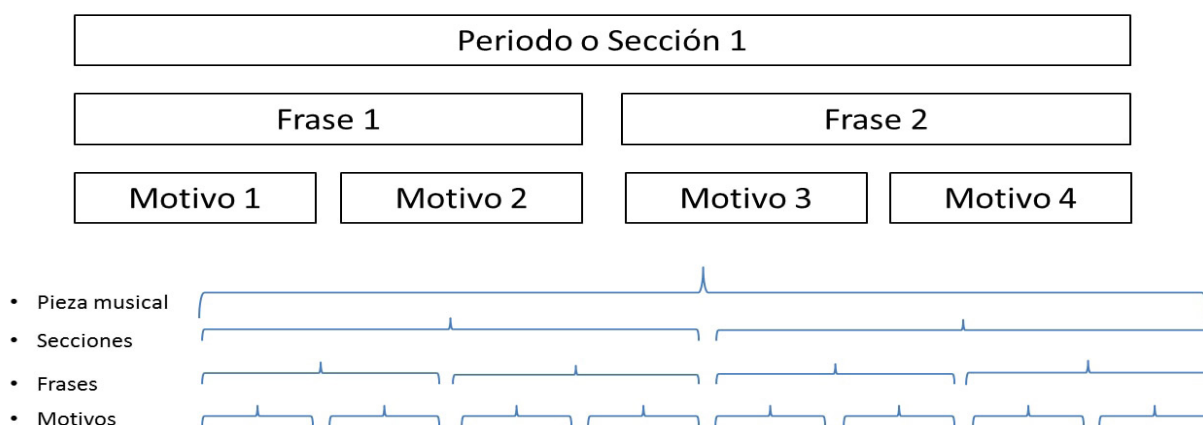
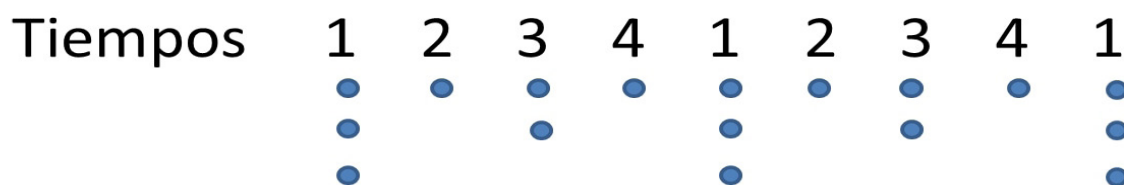


Fig.2: Ejemplo de Estructura Métrica Jerarquizada para el caso de 4/4. Más puntos representan una acentuación mayor y menos puntos una acentuación menor.



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 Fraisse, 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 Fraisse (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)

ANEXO 3

Artículo publicado 3

Álamos, J., y Tejada, J. (2020). Interrelaciones entre acción y cognición. Aportaciones de la neurociencia a la educación rítmico-musical. *Opus*, 26(2), 1-21. doi: 10.20504/opus2020b2606.

Interrelaciones entre acción y cognición. Aportaciones de la neurociencia a la educación rítmico-musical¹

José Álamos-Gómez
(Universidad de Valencia, España)

Jesús Tejada
(Universidad de Valencia, España)

Resumen: El movimiento corporal ha tenido un importante rol en la formación musical y parece existir consenso en que este es uno de los medios más eficaces para el desarrollo de habilidades rítmicas. En el presente artículo se analizan y relacionan hallazgos recientes de investigación neurocognitiva que respaldan acciones formativas que apuntan en esta dirección. Algunos resultados muestran que el vínculo entre sistemas sensoriales y motores proporciona un sofisticado mecanismo de predicción temporal y retroalimentación, lo cual ha llevado a pensar que la expresión corporal influye en la forma en que se perciben ciertos elementos rítmicos. Finalmente, se plantean algunas sugerencias para la educación rítmica en la escuela y perspectivas formativas transversales relacionadas con el vínculo entre música y movimiento.

Palabras clave: Música y movimiento. Cognición corporizada. Educación musical. Formación rítmica. Sincronización rítmica.

Interrelations between action and cognition. Contributions of neuroscience to education of music rhythm.

Abstract: *Body movement has played an important role in music education and there appears to be a consensus that it is one of the most effective means to develop rhythmic skills. In this article, we relate and analyze recent findings of neurocognitive research that support formative actions in this direction. Some results show that the link between sensory and motor systems provides a sophisticated mechanism of temporal prediction and feedback, which has led to the belief that body expression influences the way certain rhythmic elements are perceived. Finally, we propose some suggestions for rhythm education in school and cross training perspectives related to the link between music and movement.*

Keywords: *Music and movement. Embodied cognition. Music education. Rhythm education. Rhythmic synchronization.*

¹ Esta investigación ha sido patrocinada por la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo. Programa de Becas Chile (folio 72190077) y por el Ministerio de Ciencia e Innovación de España. Plan i+d+i 2019. Subprograma Fomento General del Conocimiento. PID2019-105762GB-I00

La expresión corporal ha tenido un significativo rol en la educación musical, especialmente en los primeros años de infancia. Durante el siglo XX y hasta la actualidad, varios enfoques y métodos de enseñanza consideran el uso de movimientos intencionales como un medio para ayudar a los estudiantes a alcanzar objetivos musicales específicos (ABRIL, 2011). Con relación al ritmo, existe un número relevante de investigaciones que lo han relacionado con la acción corporal y han estudiado la viabilidad de utilizar esta última como una herramienta para el aprendizaje rítmico (ABRIL, 2011). En suma, parece existir consenso en que la actividad motriz es uno de los medios más naturales y eficaces para alcanzar las habilidades rítmicas (LAUCIRICA; ORDOÑANA; MURUAMENDIARAZ, 2009. RICHTER; OSTOVAR, 2016. ROMERO-NARANJO, 2013. ZENATTI, 1994).

Entre los referentes de los métodos activos y metodologías pedagógico-musicales del siglo XX que daban importancia a la acción motora como herramienta para el aprendizaje rítmico se encuentran: Willems, Orff y, particularmente, Emile Jaques-Dalcroze. Willems (1981) planteaba que el ritmo, al ser conducido por funciones fisiológicas, necesariamente debiera ser acción. Orff creía que los estudiantes debían experimentar físicamente el fenómeno métrico y los patrones rítmicos y, una vez comprendidos estos elementos, expresarse a través del movimiento estructurado y no estructurado y la ejecución instrumental (ANDERSON; LAWRENCE, 2007). Jaques-Dalcroze, uno de los mayores precursores en la asociación ritmo-movimiento, afirmaba categóricamente: “el ritmo musical es movimiento y el movimiento es ritmo” (ABRIL, 2011: 106)². Este autor utilizó la actividad corporal para desarrollar conceptos rítmicos asociados con el pulso, el metro y el ritmo (CONSTANZA; RUSSELL, 1992).

A nivel cerebral, se ha sugerido que la interacción acción-sonido es fundamental para el procesamiento de la música a lo largo de vida (LEMAN y MAES, 2014. TRAINOR, 2007). El vínculo entre sistemas sensoriales y motores proporciona un mecanismo sofisticado de predicción temporal y retroalimentación (SCHROEDER et al., 2010), que juega un papel relevante en la forma en que los humanos procesan el ritmo musical (SLATER; TATE, 2018). La expresión motriz podría tener un efecto en la forma en que se percibe el pulso, la organización métrica y los patrones rítmicos (LEVITIN; GRAHN; LONDON, 2017. PHILLIPS-SILVER; TRAINOR, 2005, 2007).

A pesar de estos antecedentes y debido en parte a la complejidad que supone la transferencia del conocimiento sobre procesos neurobiológicos a los procesos de educación musical, aún son escasos los trabajos de investigación que han estudiado los vínculos cognitivos entre el ritmo a través de la acción corpórea y sus posibles implicaciones para la formación musical escolar. En este sentido, el objetivo del presente artículo es analizar, relacionar y sintetizar hallazgos de investigación actualizados que respalden, desde un punto de vista cognitivo, algunas metodologías y prácticas musicales que buscan facilitar el desarrollo de competencias rítmicas a través de la acción corpórea. Además, el análisis de la literatura revisada lleva a sugerir ciertas recomendaciones didácticas para la enseñanza rítmica y plantear interrogantes de investigación con relación a las conexiones cognitivas entre ritmo y expresión corporal.

MÉTODO

La presente revisión de literatura científica se enmarca dentro de un proyecto de tesis doctoral, cuyo primer objetivo específico ha sido extraer las principales teorías y hallazgos

² “musical rhythm is movement and movement is rhythm” (ABRIL, 2011: 106).

recientes respecto al procesamiento cognitivo de información rítmica musical en estudiantes de Educación Primaria. Para dar respuesta al objetivo planteado, en una primera etapa se buscaron publicaciones con los términos *cognitive processing* y *rhythm* en la base de datos de WOS, arrojando esta búsqueda 1.343 resultados, puesto que se incluían no solo artículos relativos a la música, sino también vinculados con aspectos médicos o con los llamados ritmos circadianos. Atendiendo a esta situación, se especificaron los términos de búsqueda y se definieron cuatro nuevas palabras clave: *cognitive processing*, *musical rhythm*, *rhythmic education* y *elementary school*. Estos términos fueron ingresados en las bases de datos WOS, SAGE y SCOPUS, dando como resultado 295 publicaciones. A dichos resultados se les aplicaron criterios de pertinencia, relevancia y calidad (medida por publicación en revistas indexadas con alto factor de impacto), siendo seleccionadas 79 publicaciones. Adicionalmente, se incluyeron en la revisión capítulos de manuales de investigación en Educación Musical (ABRIL, 2011. CONSTANZA; RUSSELL, 1992. CORRIGALL; SCHELLENBERG, 2015. DEMOREST, 2015) y algunos textos de referencia respecto a la psicología musical y al procesamiento de aspectos temporales de la música (FRAISSE, 1976. GORDON, 2012. LERDAHL; JACKENDOFF, 1983. LEVITIN 2006. SNYDER, 2000).

Para el estudio de las publicaciones y textos seleccionados se utilizó el software de análisis cualitativo, ATLAS.ti versión 7. A partir de un procedimiento inductivo de tipo recursivo se definieron tres categorías analíticas emergentes: 1) psicología del ritmo; 2) procesamiento cognitivo de elementos básicos del ritmo (pulso, tempo, metro, acento, agrupación temporal y patrones); y 3) procesamiento cognitivo para la didáctica del ritmo. Esta última categoría se constituyó a partir de 6 códigos (subcategorías), dentro de los cuales, el que tuvo mayor frecuencia fue *relación con el movimiento corporal* (Tabla 1). Estos resultados preliminares indujeron una segunda etapa de búsqueda con los términos *body movement* y *musical rhythm*. Esta búsqueda dio como resultado 95 artículos publicados entre los años 2015 y 2020, de los cuales se seleccionaron 18 de acuerdo a criterios de pertinencia, relevancia y calidad. Además, se incluyó un texto fundamental dentro del estudio de la cognición musical corporizada (LEMAN; MAES, 2014). Con ello, se ha completado un panorama teórico sintético y actualizado respecto a los procesos cognitivos comunes entre la acción corporal y la práctica rítmica.

Categoría de Análisis	Código o subcategoría	Frecuencia
Procesamiento cognitivo para la didáctica del ritmo.	Relación con el movimiento corporal	93
	Relación con el lenguaje verbal	49
	Relación con la melodía	11
	Relación con imágenes	11
	Sincronización con otros	10
	Relación con los medios utilizados	6

Tabla 1: Categoría de análisis "Procesamiento cognitivo para la didáctica del ritmo", con sus respectivos códigos (subcategorías) y frecuencia por cada código.

Vínculos entre procesamiento rítmico y movimiento corporal

La idea de que las estructuras motoras participan en la percepción y los juicios mentales en general, incluso en ausencia de acción, está siendo ampliamente aceptada (ALLMAN et al., 2014. GRUBE et al., 2010. PRESS et al., 2014). La conexión de la música con la actividad corpórea parece residir en la arquitectura neurológica del cerebro, puesto que los sistemas motores y auditivos están neurológicamente vinculados (BAUER; KREUTZ; HERRMANN, 2015).

COOPER et al., 2012. GRAHN, 2012. STUPACHER, 2019). En concreto, algunos estudios han señalado que ejecutar un ritmo es producto de una facultad sensoriomotora general del cerebro humano (JANATA; TOMIC; HABERMAN, 2012. TODD; LEE, 2015) y que el procesamiento cognitivo del ritmo depende de la actividad motora y viceversa (CHRISTENSEN et al., 2014. LESAFFRE; LEMAN, 2013). Durante la percepción rítmica, incluso en ausencia de actividad corporal, se produce una extensa activación de las áreas motoras (CHEN; PENHUNE; ZATORRE, 2008. GRAHN; ROWE, 2009. LEVITIN; GRAHN; LONDON, 2017. OVERY; MOLNAR-SZAKACS, 2009. TODD; LEE, 2015).

Las estructuras cerebrales que intervienen en el procesamiento y en la producción rítmica son principalmente: ganglios basales (GRAHN, 2009), cerebelo (BENGTSSON et al., 2009. CHEN; PENHUNE; ZATORRE, 2008) y área motora suplementaria (SMA, por sus siglas en inglés) (CHEN; PENHUNE; ZATORRE, 2008. KORNYSHEVA et al., 2010). Estas tres áreas estarían relacionadas con la extracción y percepción del pulso (CAMERON et al., 2016. GRAHN; BRETT, 2009. NOZARADAN et al., 2017), especialmente los ganglios basales y el área motora suplementaria que son más activos cuando los oyentes perciben ritmos fuertemente métricos (GRAHN; BRETT, 2009). El cerebelo es la estructura más importante de estas tres áreas, puesto que, como se mencionó anteriormente, ha sido vinculado con un número considerable de tareas rítmico-auditivas. Además de cumplir un papel fundamental en el procesamiento sensoriomotor, espacial y emocional (LÓPEZ; BLANKE; MAST, 2012), el cerebelo juega un rol trascendental en el procesamiento temporal, específicamente en la detección del pulso (GRAHN; ROWE, 2013), conteniendo una subestructura dentro de la organización de la memoria que actúa como cronometrador, anticipando y sincronizando con la música percibida (LEVITIN, 2006). También, los ganglios basales son relevantes, por cuanto se constituyen como un grupo de estructuras cerebrales profundas que participan en el control motor, selección de acciones y el aprendizaje (GRAYBIEL, 2005. GRAHN; ROWE, 2009. KORNYSHEVA et al., 2010).

Cognición corporizada (*Embodied cognition*)

La conciencia de que la actividad motriz juega un rol fundamental en el procesamiento de contenidos musicales, sumado a las críticas que ha recibido la tradición cognitiva por descuidar el componente de acción en la relación del sujeto con el medio ambiente (LEMAN, 2008), ha llevado al nacimiento, en los últimos años, del concepto Cognición Corporizada (*Embodied Cognition*, EC, por sus siglas en inglés). La EC es concebida como un nuevo paradigma de la cognición musical que va más allá del enfoque cognitivo clásico (LEMAN, 2008. LEMAN; MAES, 2014) y que se basa en la comprensión corpórea de las estructuras musicales (THAUT, 2005). Este enfoque de la cognición se ha vuelto cada vez más relevante dentro de este campo de estudio (LEMAN; MAES, 2014. MAES, 2016. SCHIAVIO; MENIN; MATYJA, 2014).

Algunos trabajos relacionados con aspectos temporales convergen en que la acción corpórea no solamente se constituye como funcional a procesos biológicos primarios, sino también influiría en la percepción cognitiva y, por ende, en la forma en que se procesa la información de entrada. La investigación de Varga y Heck (2017) muestra, por medio de un estudio de la respiración, que el cuerpo y los sistemas sensoriomotores del organismo no solo entregan información sensorial permitiendo la "salida" del comportamiento, sino también pueden dar forma al procesamiento cognitivo de modo significativo. Por su parte, Wilson (2002) propone que ciertas actividades sencillas, como contar con los dedos, abren nuevas perspectivas para el estudio de las estrategias cognitivas.

Con todo, numerosas interpretaciones y definiciones de lo que es “corporizado” coinciden en señalar que la EC se centra en la importancia de las funciones sensoriales y motoras para el logro de interacciones exitosas con el medio ambiente (ENGEL, 2013). “La cognición humana es completamente social y profundamente corporizada” (UITHOL; GALLESE, 2015: 457)³.

La teoría de integración sensorial es uno de los elementos clave para entender la EC. Esta teoría plantea que la música se “siente” y se percibe no solo como sonido puro, sino también como sonido en asociación con otras propiedades: experiencias visuales, táctiles y motoras (ZIMMERMAN et al., 2012). Esto explicaría la capacidad de los seres humanos de sincronizar la salida motora con la entrada sensorial cuando se realizan actividades sensoriomotoras, tales como bailar o caminar en sincronía con otras personas (IVERSEN; BALASUBRAMANIAM, 2016). De este modo, la relación entre cuerpo y mente, acción y percepción, durante el procesamiento musical parece reforzar la idea de que el movimiento favorece el aprendizaje rítmico (LEMAN; MAES, 2014).

En síntesis, los planteamientos de la EC se oponen a la idea “localizada” exclusivamente en el cerebro, sosteniendo que al menos algunos procesos cognitivos se comprenden mejor al ser considerados como una interacción dinámica entre procesos corporales (no neuronales) y neuronales (FOGLIA; WILSON, 2013). Con todo, aún es necesario unificar algunos puntos en relación con la EC, puesto que proyectos de investigación que la incluyen parecieran carecer de homogeneidad, definiciones establecidas (WILSON, 2002) y claridad sobre si la EC se concibe como complementaria o se presenta como una alternativa concreta a la ciencia cognitiva estándar (VARGA; HECK, 2017).

Arrastre rítmico neuronal (*Entrainment*)

Levitin, Grahn y London (2017) plantean que, cuando se escucha música, las conexiones neuronales y acciones motrices son impulsadas por señales musicales externas, especialmente relacionadas con el sistema sensoriomotor. Estos procesos rítmicos internos generalmente tienen características de osciladores jerárquicos sincronizados a frecuencias temporales particulares (LEVITIN; GRAHN; LONDON, 2017). Los osciladores corresponden a la actividad sincrónica de conjuntos neuronales que están intrínsecamente relacionados por una entrada común (ARNAL; POEPPPEL; GIRAUD, 2016) y que pueden ser fundamentales para la construcción de un sistema dinámico de patrones de frecuencia, o un banco de osciladores, que se acoplan a ritmos externos permitiendo el arrastre a entradas auditivas con diferentes características acústicas (LEHMANN; ARIAS; SCHONWIESNER, 2016)⁴.

La habilidad de arrastrar el movimiento a un ritmo musical se podría relacionar con la acción espontánea inducida por la música (por ejemplo, marcar el pulso con el pie), que generalmente es coincidente con el ritmo de esta (LEMAN, 2008). La coordinación de una acción motora periódica y regular con una música externa puede ser entendida como un *arrastre rítmico neuronal (Entrainment; ARN de aquí en adelante)*, que puede darse entre individuos o entre un individuo y un estímulo musical (CLAYTON, 2012).

El ARN es un concepto relacionado directamente con la forma en que se modifican y/o representan los ritmos a través de la expresión corpórea (SLATER; TATE, 2018). La actividad

³ "Human cognition is thoroughly social, and deeply embodied" (UITHOL; GALLESE, 2015: 457).

⁴ Aplicado a la percepción rítmico-musical, el oscilador puede ser entendido como un dispositivo que permite dividir eventos temporales en partes iguales, dando origen a regularidades y, por ende, facilitando el procesamiento de información rítmica.

motora está vinculada con las oscilaciones jerarquizadas y con la tendencia generalizada de las personas a moverse espontáneamente con la música (LESAFFRE et al., 2008). El ARN es un principio físico que consiste en la adaptación de al menos dos agentes oscilantes hacia una fase y un período común, los cuales podrían conducir a los osciladores hacia una perfecta sincronización (MIENDLARZEWSKA; TROST, 2014). En concreto, Nozaradan et al. (2015) sugieren que los osciladores vinculados con el pulso se relacionan con el acoplamiento sensoriomotor. Además, el ARN jugaría un papel clave en el seguimiento del ritmo (TIERNEY; KRAUS, 2015), proporcionando expectativas y predicciones que son cruciales para la experiencia placentera durante la audición musical (SALIMPOOR et al., 2015; STUPACHER, 2019).

Los seres humanos pueden realizar este ARN en el nivel de pulso o patrones regulares con gran precisión y coincidir con un determinado ritmo de forma casi perfecta (REPP; SU, 2013). Sin embargo, para lograr el arrastre debe existir una representación interna del ritmo, que puede verse facilitada si la acción corpórea comienza simultáneamente con el ritmo y no después (LEVITIN; GRAHN; LONDON, 2017). Los resultados de algunos trabajos sobre el entrenamiento motriz previo con metros determinados y el reconocimiento de metros en contextos sonoros ambiguos muestran que el ARN no solo está determinado por las características acústicas de los ritmos, sino que también influyen las experiencias anteriores de movimiento corporal (CHEMIN; MOURAUX; NOZARADAN, 2014. PHILLIPS-SILVER; TRAINOR, 2005, 2007, 2008). Los estudios mostraron que los bebés y los niños prefirieron las versiones de los ritmos acentuados de acuerdo con el metro para el que fueron entrenados, lo que indica que el acoplamiento sensoriomotor es recíproco y adaptativo (VUUST, 2017) y que el sistema motor puede afectar el sistema auditivo y viceversa (IVERSEN; REPP; PATEL, 2009).

En síntesis, los procesos perceptivos tienen gran relación con los procesos psicomotores (RICHTER; OSTOVAR, 2016. TODD; LEE, 2015), por lo que parece confirmarse la idea de que gran parte de lo que sucede en la percepción puede ser entendido en términos de acción (STUPACHER, 2019). Actualmente, existe amplio consenso en que el movimiento corporal influye en las formas en que se percibe y representa la música, pudiendo moldear la percepción de los ritmos musicales (ABRIL, 2011. CHEMIN; MOURAUX; NOZARADAN, 2014. MANNING; SCHUTZ, 2013. MORILLON; SCHROEDER; WYART, 2014), influir en la percepción de la expresividad musical de los niños (MAES; LEMAN, 2013) o incluso en las preferencias musicales (SEDLMEIER; WEIGELT; WALTHER, 2011).

Todo esto ha llevado a sugerir que la actividad motriz puede mejorar la percepción y procesamiento del ritmo, así como su detección y sincronización (LEVITIN; GRAHN; LONDON, 2017. STUPACHER, 2016), inclusive en el caso de ritmos complejos (SU; PÖPPEL, 2012). En este sentido, se deberían continuar fomentando prácticas pedagógico-musicales que involucren la acción corpórea para la adquisición de habilidades rítmicas, especialmente aquellas relacionadas con la identificación y producción de regularidades, tales como el pulso y los acentos métricos, los cuales son fundamentales para coordinar la ejecución instrumental, la ejecución vocal u otras actividades musicales grupales. Además, debiera tenerse en cuenta el elemento lúdico implícito en la expresión corporal, dado que la promoción del disfrute mediante experiencias placenteras durante la audición podría favorecer el aprendizaje rítmico y musical en general.

Implicaciones para la formación rítmica en la escuela

Durante siglos, se ha intuido que la actividad motriz es una manera de desarrollar y reforzar las habilidades musicales, así como un medio para que los estudiantes demuestren

sus conocimientos (ABRIL, 2011). Esto se ha visto reflejado en las prácticas pedagógicas de muchos docentes de música e, incluso, ha repercutido en el diseño de metodologías musicales del siglo XX que asignan especial atención a la acción motriz como, por ejemplo, el método de Jaques-Dalcroze y el modelo de Carl Orff. A pesar de esto, y debido en parte a la complejidad que supone la transferencia del conocimiento sobre procesos neurobiológicos a la educación musical, aún son escasos los trabajos de investigación que han estudiado los vínculos cognitivos entre el ritmo-movimiento y sus implicaciones para la enseñanza musical a nivel escolar.

El trabajo de Rose (1995) señala que la competencia rítmica de estudiantes de 5 a 7 años de edad mejoró significativamente al recibir 32 semanas de instrucción basada en el método Jaques-Dalcroze, en contraste con estudiantes que recibieron formación mediante explicaciones verbales y sin acción motora. De forma convergente, otro estudio reportó que estudiantes de Sexto curso de Primaria que recibieron 10 semanas de instrucción basada en la actividad corporal, a través de música en general, danzas e ideas teóricas, puntuaron significativamente mejor en una prueba de sincronización que aquellos estudiantes que recibieron enseñanza rítmica tradicional, sin el uso de movimiento (ROHWER, 1998). Por su parte, Wang (2008) descubrió que las actividades de eurítmica de Jaques-Dalcroze desarrolladas por un periodo de 6 meses produjeron un aumento significativo en las capacidades rítmicas de estudiantes chinos de 11 años. Estos trabajos han estudiado el desarrollo de la capacidad del alumnado de "mantener" un pulso constante durante las actividades de percepción y producción musical. De ello se deduce la relevancia de esta competencia específica durante los primeros años de formación musical. No obstante, en el estudio de Rohwer (1998) se hallaron bajas correlaciones entre las variables dependientes: habilidad de percepción del pulso, sincronización con pulso y precisión con pulso durante la ejecución instrumental. En la disciplina de educación musical, estos resultados abren ciertas interrogantes relacionadas con la repercusión o beneficios que puede tener la capacidad perceptiva rítmica en actividades de producción rítmica, como coordinar con la pulsación durante la ejecución instrumental. Es decir, el alumnado que percibe adecuadamente un pulso, ¿lo percute también de manera correcta? ¿Puede mantener un pulso constante sin acelerarse o decelerarse durante la práctica instrumental? O, al revés, ¿se puede dar por sentado que el alumnado que produce sonidos y coordina correctamente con la pulsación -por ejemplo, durante la percusión de frases rítmicas o práctica instrumental- percibe correctamente el pulso durante actividades pasivas en las que no media la expresión corporal? Wang (2008) responde parcialmente a este cuestionamiento pues sugiere que ciertas actividades corporales (balanceo, palmeo, giros corporales y percusión de ritmos simples), influyen en la capacidad de percepción y transcripción de patrones rítmicos de cuatro compases en metros de 2/4, 3/4 y 4/4.

Otras investigaciones en contextos educativos especiales también han reportado los efectos positivos de la acción motora en el desarrollo de habilidades musicales. Niños y niñas con implante coclear mejoraron su capacidad de identificar y memorizar canciones cuando realizaron tareas relacionadas con la escucha activa a través de la danza (VONGPAISAL; CARUSO; YUAN, 2016). Por otra parte, estudiantes con discapacidad intelectual mostraron una mejora significativa en las habilidades rítmico-musicales después de un año de formación basada en el método Willems (SMOLEJ; PEKLAJ, 2019). No obstante, habría que tomar los resultados de este estudio con cautela, pues se utilizaron otros recursos propios del método además de la actividad motora.

Si bien aún resultan escasos los estudios empíricos existentes, los resultados coinciden en señalar que la actividad corpórea favorece el desarrollo de habilidades rítmicas. Esto, por una parte, respaldaría las prácticas pedagógico-musicales que apuntan en esa dirección y, por otra, podría llevar a la toma de decisiones pedagógicas tendentes a optimizar el escaso tiempo asignado para la educación musical en las escuelas y/o a contribuir con la motivación del alumnado.

En relación con la edad, a medida que los niños crecen se observa una maduración paulatina que favorece el aumento de las habilidades motoras relacionadas con la música (ZIMMERMAN, 2002) y las capacidades rítmicas y de sincronización (ABRIL, 2011). Por otra parte, durante la primera infancia las actividades locomotoras que involucran todo el cuerpo son más complejas que la expresión motora pequeña o sin desplazamiento, por lo que podría deducirse que la forma más fácil de reproducir el ritmo en la infancia es mediante recursos que no implican desplazamiento o acción de grandes partes del cuerpo, como es el caso del ritmo hablado (ABRIL, 2011). En este sentido, estarían bien encaminadas aquellas prácticas pedagógicas que utilizan la lengua materna -por medio de sílabas, palabras o frases verbales- como una estrategia propedéutica para facilitar la adquisición de habilidades rítmicas durante los primeros años de infancia. Esta última es una interesante línea de investigación, sin embargo, escapa a los intereses del presente estudio.

Elementos específicos del ritmo y su vinculación con el movimiento

Hallazgos de investigación cognitiva referidos a elementos rítmicos específicos que implican actividad motriz han sido escasamente transferidos a investigaciones en educación musical, por lo que a continuación se intentará establecer algunas conexiones entre el ámbito investigativo y la formación rítmico-musical escolar.

Parece existir una tendencia natural a moverse a un ritmo regular y con intervalos isócronos, incluso si la música escuchada contiene ritmos sincopados (NOZARADAN, 2014. NOZARADAN; PERETZ; MOURAUX, 2012) o polirritmias (VUUST et al., 2006). Esto podría resultar beneficioso, puesto que mantener un pulso isócrono a través de la acción corporal durante experiencias formativas puede favorecer la adquisición de capacidades de sincronización cinestésicas (ABRIL, 2011), aumentando el rendimiento en las respuestas motoras y en la discriminación perceptiva en todos los dominios sensoriales (MIENDLARZEWSKA; TROST, 2014. NOBRE; CORREA; COULL, 2007). Además, la isocronía, proporcionada principalmente por el pulso y acentos métricos, desempeña un papel significativo en la danza, puesto que los procesos perceptivos tienen el importante rol de facilitar los procesos motores (FITCH, 2016. LALAND; WILKINS; CLAYTON, 2016). Fitch (2016) sostiene que los aspectos centrales del ritmo musical solo pueden entenderse completamente en el contexto de la danza y la expresión corporal. Como ejemplo, este autor plantea que dos de los metros musicales más básicos y omnipresentes (2/2 y 4/4) se observan naturalmente, en forma de movimiento, durante el caminar de cualquier persona:

[...] el metro de compás más sencillo posible proviene, de una forma bastante natural, del simple acto de caminar. No obstante y dado que debemos ascender y descender cada pierna, la convención para contar ciclos conduce a la subdivisión de cada uno de ellos: derecha, arriba, izquierda, arriba. Esto produce un metro de compás de 4/4, con los ciclos de arsis 1 y 3 (donde el pie contacta) y los ciclos de tesis 2 y 4 (donde el pie se eleva al máximo). (FITCH, 2016: 2)⁵.

⁵ "...the simplest possible 2/2 meter derives, quite naturally, from attending to simple bipedal locomotion. But given that we must both raise and lower each leg during bipedal walking, the cycle-counting convention leads to a four-way subdivision of each cycle: right - up - left - up. This yields a 4/4 meter, with the 1 and 3 as "downbeats" (where the foot makes contact) and the 2 and 4 as upbeats (where one foot is maximally raised)" (FITCH, 2016: 2).

Esto lleva al mismo Fitch (2016) a plantear la necesidad de esforzarse por realizar análisis de los procesos cognitivos involucrados en la danza, con el objetivo de comprender, con un enfoque ecológicamente válido, las limitaciones cognitivas que subyacen a los aspectos rítmico-musicales, especialmente teniendo en cuenta que muchas formas de la música encuentran sus orígenes rítmicos y métricos en los estilos de baile correspondientes.

Fraisse (1976) señaló que la actividad motora depende principalmente de la isocronía y periodicidad de los elementos acentuados, por lo que el acento tiene gran trascendencia en la experiencia rítmica. A modo de ejemplo, este autor plantea que los tiempos “fuertes” de marchas y danzas provocan un gran aumento de la actividad motriz sincronizada. Estas ideas coinciden con las de Phillips-Silver y Trainor (2005, 2007, 2008), quienes han demostrado la importancia de la acción corpórea en la representación métrica de tiempos “fuertes” y “débiles”. En relación con esto, una de las expresiones corporales sincronizadas con la música que más parece influir en la percepción del metro es el movimiento de la cabeza (BURGER et al., 2018. DEMOREST, 2015). Además, mediante un análisis de la actividad corporal espontánea mientras se escucha música, se ha sugerido que los acentos métricos dos y cuatro en un metro de 4/4 tienden a sincronizarse con la rotación y la flexión lateral del torso superior (TOIVAINEN et al., 2010).

En cuanto a la sincronización del pulso con partes específicas del cuerpo, no hay convergencia en los resultados de los estudios. Los hallazgos sugieren que el pulso se podría coordinar naturalmente con los movimientos mediolaterales de los brazos (TOIVAINEN et al., 2010), con el torso (WITEK et al., 2017) o con la cadera y los pies (BURGER et al., 2018). Estos resultados ponen en evidencia la complejidad de relacionar ciertas acciones motrices con elementos musicales específicos. Al mismo tiempo, plantea un desafío en los estudios sobre cognición corporizada y su posterior aplicación didáctica.

Mediante imágenes por resonancia magnética funcional, se ha descubierto que los ganglios basales responden en mayor medida a los ritmos simples que a los complejos durante la percepción del ritmo (GRAHN; MCAULEY, 2009. VUUST, 2017). Complementariamente, cuando hay un ritmo marcado, bien saliente y que puede ser reconocido inmediatamente en la música, la actividad general del cuerpo tiende a ser más regular y estable que cuando el ritmo es más débil o menos regular (BURGER et al., 2013). Estos hallazgos invitan a utilizar elementos rítmicos con características específicas que tiendan a facilitar la adquisición de habilidades rítmicas en contextos formativos iniciales, como por ejemplo: 1) pulsos isócronos, pues se presume una propensión biológica a la isocronía en los seres humanos (ARNAL; GIRAUD, 2012. FUJII; WAN, 2014); 2) tempo en torno a 100-120 bpm, ya que este sería un rango óptimo que facilita ciertas actividades rítmicas y promueve la expresión natural del cuerpo (ETANI et al., 2018); 3) metros de acentuación binaria, pues se especula la existencia de una predisposición cognitiva hacia ellos (HAUMANN et al., 2018); y 4) secuencias rítmicas basadas en la relación 2:1 (largo-corto, por ejemplo: negra-corchea), debido a su regularidad, que hace más sencillo su procesamiento y producción (GORDON, 2012. REPP; LONDON; KELLER, 2011).

Con respecto a la percepción rítmica con distintas frecuencias sonoras durante la expresión corporal, algunos estudios han observado que un pulso fuerte en las frecuencias bajas contribuye más eficazmente a la acción regular inducida por la música (DYCK et al., 2013. HOVE; MARTINEZ; STUPACHER, 2020). En este sentido, las personas tendrían mayor disposición y preferencia por mover su cuerpo en contextos rítmico-musicales con líneas de bajo fuertemente presentes (ETHAN, 2019). También se ha señalado que los movimientos de la cabeza tienden a sincronizarse con los sonidos de baja frecuencia, mientras que la acción de las manos tiende a coincidir con sonidos de alta frecuencia (LEVITIN; GRAHN; LONDON, 2017). Estos resultados conducen a diferentes sugerencias: primero, que estilos, repertorios o fragmentos musicales con

las líneas del bajo destacadas, con pulsos y acentos claramente marcados, serían recomendables en etapas de aprendizaje musical y rítmico inicial; segundo, que en la selección de secuencias sonoras o fragmentos musicales se deberían privilegiar instrumentos musicales con rangos de altura congruentes con la parte del cuerpo a utilizar (por ejemplo: bajo, bombo, tuba o fagot para la cabeza y percusiones menores o platillos de batería para las manos). En ambos casos, es clave considerar que la música con menos percusión tiende a inducir una acción menos regular (BURGER et al., 2013), por lo que, dentro del contexto formativo inicial, debiera incluirse música con líneas de percusión bien marcadas y claramente perceptibles.

Finalmente, se ha planteado que existen otras características acústicas que influyen en la expresión corporal espontánea a partir de la audición musical. Además del ritmo y la frecuencia sonora, parecen existir algunas características relacionadas con el timbre que afectarían la actividad motora (BURGER et al., 2013). Este hecho, dentro del contexto escolar, podría relacionarse con la selección de determinados instrumentos musicales de acuerdo con la parte del cuerpo implicada en la acción rítmica. En este sentido, resulta necesario continuar explorando por medio de trabajos empíricos los mecanismos musicales más idóneos para facilitar la actividad corporal en sincronización con el ritmo musical, especialmente en contextos formativos iniciales.

Movimiento y sincronización con otros

Parte importante de las actividades de aprendizaje llevadas a cabo en la clase regular de música, especialmente durante las etapas de Educación Infantil y Primaria, implican dinámicas grupales tales como coreografías, rondas, mímicas y juegos de sincronización. Estas actividades, que en muchos casos buscan desarrollar la musicalidad a través de la expresión corporal, plantean la necesidad de atender la valía que pueden tener los trabajos de sincronización corporal en el aula. La tendencia a sincronizar la acción corpórea con el sonido, especialmente en grupo, parece ser universal en la cultura (IVERSEN; BALASUBRAMANIAM, 2016). Esta predisposición ha sido reconocida como un elemento relevante para la evolución humana que, en cierto modo, ha permitido la cohesión de comunidades sociales más grandes (BROWN; JORDANIA, 2013. KOELSH, 2010), aumentando la cooperación, la coordinación, la comunicación, el contacto y la cognición social entre los miembros de un colectivo (KOELSCH, 2010. MIENDLARZEWSKA; TROST, 2014).

Algunos estudios muestran que el grupo de pares y el contexto social son fundamentales para favorecer la sincronización rítmico-musical a nivel corporal (HODGES, 2015). Por ejemplo, el estudio de Kirschner y Tomasello (2009) muestra que niños de 2 años pueden sincronizarse con un pulso fuera de su rango preferido, siempre y cuando este sea percutido junto a un compañero. En los resultados también se menciona que niños entre 2 y 4 años demuestran habilidades de sincronización audio-motoras más precisas cuando interactúan con un compañero que cuando percuten individualmente un pulso escuchado desde un reproductor, o con una máquina que muestra exclusivamente señales visuales (KIRSCHNER; TOMASELLO, 2009). En conjunto, estos hallazgos sugieren el uso de secuencias didácticas que impliquen coordinarse con otras personas, porque la sincronización es un elemento fundamental, tanto para la música como para la danza (REPP, 2006. RICHTER; OCTAVAR, 2016). Algunas de las actividades rítmicas que frecuentemente se realizan en educación primaria y que debieran seguir desarrollándose preferentemente de forma grupal son, por ejemplo, sincronizar con pulsos y acentos a través de la audición participativa de músicas de distintas procedencias; ejecutar pequeñas coreografías en torno a canciones infantiles; cantar mientras se “marca” el pulso con los pies de forma coordinada; percutir ecos y/o preguntas y respuestas rítmicas; entre otras.

Otras perspectivas formativas a través del binomio acción-cognición

Más allá del desarrollo de competencias musicales específicas, la expresión corporal en sincronía con el procesamiento temporal puede facilitar la adquisición de otros recursos cognitivos. Miendlarzewska y Trost (2014) proponen que la producción sincronizada de respuestas motoras que dependen del procesamiento temporal podría activar los recursos de atención, el control de movimiento, la memoria de trabajo auditiva e incluso, la sincronía social. Los autores plantean que estos aspectos particulares de la formación musical, ausentes en otras manifestaciones artísticas, contribuyen al desarrollo integral de las habilidades cognitivas.

Con relación al desarrollo integral del alumnado, la empatía es un aspecto actitudinal que debería estar involucrado en la etapa formativa. En este sentido, algunos hallazgos recientes relacionan directamente la empatía con la actividad sincrónica con otros (SILBERSTEIN; WHITFIELD, 2017). El vínculo entre la empatía y la acción sincronizada con pares tiene su base neurológica en el *sistema de neuronas en espejo* (*Mirror Neuron System* o MNS) alojado en la corteza motora (RIZZOLATTI, 2005). Esto coincide con la EC, la cual considera que la empatía es un proceso fundamentalmente corporizado (IACOBONI, 2009). Realizar una actividad en sincronía con otros está fuertemente vinculado con la activación del MNS (MIENDLARZEWSKA; TROST, 2014. OVERY; MOLNAR-SZAKACS, 2009. TOGNOLI et al., 2007), por lo que el MNS adquiere gran protagonismo en la práctica de actividades tales como la música y la danza (SILBERSTEIN; WHITFIELD, 2017).

Silberstein y Whitfield (2017) presentan la teoría denominada *simulación de empatía*. Esta teoría sugiere que el procesamiento motor se utiliza para empatizar a través de la imitación o modelado de las acciones de los demás. Esto coincide con los planteamientos de la EC descritos anteriormente, que postulan que la música, especialmente el ritmo, se percibe como un estímulo motor. En ambos casos, el MNS podría ser un mecanismo subyacente y superpuesto entre la capacidad de empatizar con los demás y la capacidad de percibir el ritmo en la música (SILBERSTEIN; WHITFIELD, 2017). Los autores mencionados sugieren que, de confirmarse la relación entre el desarrollo del aprendizaje motor, las habilidades musicales y la empatía, podrían darse condiciones para el establecimiento de estrategias terapéuticas de entrenamiento musical en el tratamiento de trastornos de empatía.

El MNS se ha vinculado también con la emoción por medio del *modelo de experiencia de movimiento afectivo compartido* (OVERY; MOLNAR-SZAKACS, 2009) y a través de la empatía social (SILBERSTEIN; WHITFIELD, 2017). Esta evidencia confirma la trascendencia que ha tenido la actividad motriz sincronizada para la evolución humana. Además, respalda de algún modo la necesidad de desarrollar aprendizajes, especialmente rítmico-musicales, mediante la expresión corpórea colectiva. Con todo, se ha señalado que es conveniente ser cautos puesto que hay controversia con relación al constructo MNS en la comunidad neurocientífica (SILBERSTEIN; WHITFIELD, 2017). Por una parte, se señala que el MNS evolucionó específicamente para permitir la comprensión de las acciones observadas y, por otra, que es un subproducto del aprendizaje asociativo sensoriomotor (HEYES, 2010).

En síntesis, los hallazgos expuestos hasta aquí respaldan las prácticas pedagógico-musicales y las metodologías basadas en la acción corporal. Además, llevan a pensar que los beneficios de las actividades sensoriomotoras trascienden los procesos específicos de la educación musical, puesto que podrían repercutir positivamente en la adquisición de recursos cognitivos necesarios para el aprendizaje en general.

CONCLUSIONES

El objetivo de este trabajo ha sido analizar, relacionar y sintetizar hallazgos de investigación sobre el vínculo entre el procesamiento rítmico-musical y la actividad corporal. La finalidad, por una parte, ha sido sustentar teóricamente prácticas pedagógico-musicales que faciliten el desarrollo de competencias rítmicas a través de la acción motriz y, por otra, sugerir algunas recomendaciones didácticas para el aprendizaje rítmico. Además, se dejan planteadas ciertas interrogantes de investigación relacionadas con las conexiones cognitivas entre ritmo y actividad corporal.

Los sistemas motores y auditivos están neurológicamente vinculados (BAUER; KREUTZ; HERRMANN, 2015. COOPER et al., 2012. GRAHN, 2012. STUPACHER, 2019) puesto que comparten códigos neuronales comunes (RICHTER; OSTOVAR, 2016. TODD; LEE, 2015). Actualmente, existe amplio consenso en que el movimiento corporal influye en las formas en que se percibe y representa la música, pudiendo moldear la percepción de los ritmos musicales (ABRIL, 2011. CHEMIN; MOURAUX; NOZARADAN, 2014. PHILLIPS – SILVER; TRAINOR, 2005, 2007, 2008). Además, la expresión corporal podría mejorar la capacidad de detectar y sincronizarse con el ritmo (LEVITIN; GRAHN; LONDON, 2017. STUPACHER et al., 2016), incluyendo ritmos complejos (SU; POPPEL, 2012).

Dos de los fundamentos teóricos que actualmente cuentan con un amplio respaldo y que han intentado explicar neurológicamente las conexiones entre el ritmo y la actividad motora son: el *arrastré rítmico neuronal (Entrainment)* y la *cognición corporizada (Embodied cognition)*. Por una parte, el primer fenómeno se relaciona con la tendencia generalizada de las personas a moverse espontáneamente con la música (LESAFFRE et al., 2008) y sincronizarse con ella. El *entrainment* sería uno de los principales responsables de la modificación y/o representación de los ritmos a través de la actividad corporal (SLATER; TATE, 2018). Por otra parte, la *cognición corporizada (EC)* sostiene que al menos algunos procesos cognitivos se comprenden mejor al ser considerados como una interacción dinámica entre procesos corporales (no neuronales) y neuronales, oponiéndose a la idea de que el procesamiento de los estímulos externos es realizado exclusivamente por el sistema cognitivo (FOGLIA; WILSON, 2013).

Con relación a la educación rítmica en la escuela, 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. Además, la tendencia a sincronizar la actividad motriz con el sonido -que pareciera ser universal en la cultura- especialmente en grupo (IVERSEN; BALASUBRAMANIAM, 2016), invita a priorizar secuencias didácticas que involucren la interacción rítmico-corporal con otras personas. La predisposición a sincronizarse colectivamente ha sido reconocida como un elemento relevante para la evolución humana. Esto ha permitido, en cierto modo, la cohesión de grupos sociales más grandes (BROWN; JORDANIA, 2013. KOELSH, 2010), aumentando la cooperación, la coordinación, la comunicación, el contacto y la cognición social entre los miembros de un grupo (KOELSCH, 2010. MIENDLARZEWSKA; TROST, 2014).

Con respecto a los elementos específicos del ritmo en contextos formativos iniciales, se deberían privilegiar metros binarios y secuencias rítmicas simples y regulares basadas en la proporción 2:1. Esto considerando que las evidencias señalan que durante la expresión corporal, los ganglios basales responden en mayor medida a los ritmos más simples que a aquellos más complejos (GRAHN; MCAULEY, 2009. VUUST, 2017) y que las acciones generales del cuerpo son más regulares y estables cuando hay un ritmo claro y fuerte (BURGER et al., 2013). Con relación al pulso, se sugiere incluir música con pulsos fuertes en las frecuencias bajas, pues

esto podría contribuir eficazmente a la acción regular inducida por la música (BURGER et al., 2013. DYCK et al., 2013). Además, en la selección de audiciones o instrumentos musicales dentro de la práctica rítmica corporal, debiera tenerse en cuenta que los movimientos de la cabeza sincronizan mejor con sonidos de baja frecuencia y la actividad de las manos con sonidos de alta frecuencia (LEVITIN; GRAHN; LONDON, 2017).

Complementariamente, ciertos hallazgos recientes han establecido interesantes relaciones entre aprendizaje motor, habilidades musicales y empatía (SILBERSTEIN; WHITFIELD, 2017). De confirmarse esta asociación, se abrirían nuevas alternativas para el trabajo pedagógico en aula tendentes no solo a desarrollar habilidades rítmicas a partir de la actividad corporal, sino también al logro por parte de los estudiantes de aspectos actitudinales relevantes e integrales tales como la empatía.

A continuación, se plantean algunas recomendaciones y se realiza una prospectiva de investigación. Primero, considerando que en el contexto educativo actual se utilizan metodologías que otorgan importancia a la actividad motriz dentro de la formación musical -como el método Jaques-Dalcroze y el modelo didáctico de Carl Orff-, resultaría necesario estudiar las bases cognitivas implicadas en los procedimientos establecidos en los modelos pedagógicos activos del siglo XX, con el fin de construir una teoría que sustente su efectividad en los procesos de educación musical. Segundo, atendiendo al amplio consenso existente en torno a la idea de que la práctica musical basada en la expresión corporal es un mecanismo eficaz para el desarrollo de habilidades rítmicas, sería necesario diseñar e implementar metodologías que utilicen acciones corpóreas específicas que puedan ser respaldadas a partir de comprobación empírica en contextos educativos. Con relación a la actividad de determinadas partes del cuerpo y su repercusión en la adquisición de habilidades rítmicas, existe escasa evidencia empírica que establezca relaciones directas (causales). Esto lleva a plantear algunas interrogantes, por ejemplo, ¿qué acciones corporales son las más efectivas para el desarrollo de competencias rítmicas? ¿qué competencias rítmicas específicas se ven favorecidas con una determinada acción? ¿qué movimientos son más eficaces para mejorar la sincronización tanto individual como grupal? Finalmente, si bien se han establecido relaciones entre los mecanismos cognitivos involucrados en actividades motoras sincronizadas y algunos elementos básicos del ritmo, como pulso, metro y acento, queda todavía por descubrir las conexiones neuronales que se generan a partir de movimientos complejos, como los experimentados al ejecutar esquemas rítmicos corporales o coreografías.

REFERENCIAS

ABRIL, Carlos. Music, Movement, and Learning. In: COLLWELL, R.; WEBSTER P. (Org.). *MENC Handbook of Research on Music Learning: Volume 2: Applications*. New York: Oxford University Press, 2011. p. 92-129.

ALLMAN, Melissa J. et al. Properties of the Internal Clock: First- and Second-Order Principles of Subjective Time. *Annual Review of Psychology*. United States, v. 65, n. 1p. 743-771, 2014. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24050187>

ANDERSON, William; LAWRENCE, Joy. *Integrating music into the elementary classroom*. 7th Edition. Belmont: Cengage Learning, 2007.

ARNAL, Luc H; GIRAUD, Anne-Lise. Cortical oscillations and sensory predictions. *Trends in Cognitive Sciences*. England, v. 16, n. 7, p. 390-398, 2012. Disponible en: <https://www.clinicalkey.es/playcontent/1-s2.0-S1364661312001210>

ARNAL, Luc; POEPEL, David; GIRAUD, Anne-Lise. A neurophysiological perspective on speech processing in "The Neurobiology of Language". In: HICKOK G.; SMALL S. L. (Org.) *Neurobiology of language*. San Diego: Academic Press, 2016. p. 463-478.

AUER, Anna-Katharina R.; KREUTZ, Gunter; HERRMANN, Christoph S. Individual musical tempo preference correlates with EEG beta rhythm. *Psychophysiology*. United States, v. 52, n. 4, p. 600-604, 2015. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/psyp.12375>

BENGTSSON, Sara L. *et al.* Listening to rhythms activates motor and premotor cortices. *Cortex*. Italy, v. 45, n. 1, p. 62-71, 2009. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cortex.2008.07.002>

BROWN, Steven; JORDANIA, Joseph. Universals in the world's musics. *Psychology of Music*. London, England, v. 41, n. 2p. 229-248, 2013. Disponible en: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0305735611425896>

BURGER, Birgitta *et al.* Influences of Rhythm -and Timbre-Related Musical Features on Characteristics of Music- Induced Movement. *Frontiers in Psychology*. Switzerland, v. 4, p. 183, 2013. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23641220>

BURGER, Birgitta *et al.* Synchronization to metrical levels in music depends on low-frequency spectral components and tempo. *Psychological Research*. Berlin/Heidelberg, v. 82, n. 6, p. 1195-1211, 2018. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28712036>

CAMERON, Daniel J. *et al.* The Effect of Dopaminergic Medication on Beat-Based Auditory Timing in Parkinson's Disease. *Frontiers in Neurology*. Switzerland, v. 7, p. 19, 2016. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26941707>

CHEMIN, Baptiste; MOURAUX, André; NOZARADAN, Sylvie. Body Movement Selectively Shapes the Neural Representation of Musical Rhythms. *Psychological Science*. Los Angeles, CA, v. 25, n. 12p. 2147-2159, 2014. Disponible en: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0956797614551161>

CHEN, Joyce L.; PENHUNE, Virginia B.; ZATORRE, Robert J. Listening to Musical Rhythms Recruits Motor Regions of the Brain. *Cerebral Cortex*. United States, v. 18, n. 12, p. 2844-2854, 2008. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18388350>

CHRISTENSEN, Julia F. *et al.* Enhancing emotional experiences to dance through music: the role of valence and arousal in the cross-modal bias. *Frontiers in Human Neuroscience*. Switzerland, v. 8, p. 757, 2014. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25339880>

CLAYTON, Martin. What is Entrainment? Definition and applications in musical research. *Empirical Musicology Review*. [S. l.], v. 7, n. 1-2, p. 49-56, 2012. Disponible en: https://www.openaire.eu/search/publication?articleId=dedup_wf_001::5c849c173823df1d50d02ef1678971d4

CONSTANZA, Peter; RUSSELL, Timothy. Methodologies in Music Education. In COLLWELL, R. (Org.). *Handbook of Research on Music Teaching and Learning* (pp. 498-508). New York, NY: Schirmer, 1992. p. 498-508.

COOPER, Richard P. *et al.* Associative (not Hebbian) learning and the mirror neuron system. *Neuroscience Letters*. Ireland, v. 540, p. 28-36, 2013. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.neulet.2012.10.002>

CORRIGALL, Kathleen; SCHELLENBERG, Glenn. Music cognition in childhood. In: MCPHERSON, G. (Org.). *The child as musician*. Oxford: Oxford University Press, 2015. p. 81-101.

DEMAREST, Steven. Biological and environmental factors in music cognition and learning. In: COLLWELL, R.; WEBSTER, P. MENC *Handbook of Research on Music Learning: Volume 1 strategies*. Oxford: Oxford University Press, 2015. P. 173 – 215.

DYCK, Edith Van *et al.* The Impact of the Bass Drum on Human Dance Movement. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*. [S. l.], v. 30, n. 4, p. 349–359, 2013. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/10.1525/mp.2013.30.4.349>

ENGEL, Andreas K. *et al.* Where's the action? The pragmatic turn in cognitive science. *Trends in Cognitive Sciences*. England, v. 17, n. 5, p. 202–209, 2013. Disponible en: <https://www.clinicalkey.es/playcontent/1-s2.0-S1364661313000715>

ETANI, Takahide *et al.* Optimal Tempo for Groove: Its Relation to Directions of Body Movement and Japanese nori. *Frontiers in Psychology*. Switzerland, v. 9, p. 462, 2018. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29692747>

FITCH, W. Tecumseh. Dance, Music, Meter and Groove: A Forgotten Partnership. *Frontiers in Human Neuroscience*. Lausanne, v. 10, p. 64, 2016. Disponible en: <https://search.proquest.com/docview/2290922380>

FOGLIA, Lucia; WILSON, Robert A. Embodied cognition. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*. Hoboken, USA, v. 4, n. 3, p. 319–325, 2013. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/wcs.1226>

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

FUJII, Shinya; WAN, Catherine Y. The Role of Rhythm in Speech and Language Rehabilitation: The SEP Hypothesis. *Frontiers in Human Neuroscience*. Lausanne, v. 8, p. 777, 2014. Disponible en: <https://search.proquest.com/docview/2292085296>

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

GRAHN, Jessica A. Neural Mechanisms of Rhythm Perception: Current Findings and Future Perspectives. *Topics in Cognitive Science*. Oxford, UK, v. 4, n. 4, p. 585–606, 2012. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1756-8765.2012.01213.x>

GRAHN, Jessica A. The Role of the Basal Ganglia in Beat Perception: Neuroimaging and Neuropsychological Investigations. *Annals of the New York Academy of Sciences*. United States, v. 1169, n. 1, p. 35–45, 2009. Disponible en: <http://www.ingentaconnect.com/content/bsc/nyas/2009/00001169/00000001/art00005>

GRAHN, Jessica A.; BRETT, Matthew. Impairment of beat-based rhythm discrimination in Parkinson's disease. *Cortex*. Italy, v. 45, n. 1, p. 54–61, 2009. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cortex.2008.01.005>

GRAHN, Jessica A.; MCAULEY, J. Devin. Neural bases of individual differences in beat perception. *NeuroImage*. United States, v. 47, n. 4, p. 1894–1903, 2009. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuroimage.2009.04.039>

GRAHN, Jessica A.; ROWE, James B. Feeling the Beat: Premotor and Striatal Interactions in Musicians and Nonmusicians during Beat Perception. *Journal of Neuroscience*. United States, v. 29, n. 23, p. 7540–7548, 2009. Disponible en: <http://www.jneurosci.org/cgi/content/abstract/29/23/7540>

GRAHN, Jessica A.; ROWE, James B. Finding and Feeling the Musical Beat: Striatal Dissociations between Detection and Prediction of Regularity. *Cerebral Cortex* (New York, N.Y. : 1991).

United States, v. 23, n. 4, p. 913–921, 2013. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22499797>

GRAYBIEL, Ann M. The basal ganglia: learning new tricks and loving it. *Current Opinion in Neurobiology*. England, v. 15, n. 6p. 638–644, 2005. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.conb.2005.10.006>

GRUBE, Manon *et al.* Transcranial Magnetic Theta-Burst Stimulation of the Human Cerebellum Distinguishes Absolute, Duration-Based from Relative, Beat-Based Perception of Subsecond Time Intervals. *Frontiers in Psychology*. Switzerland, v. 1p. 171, 2010. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21833234>

HAUMANN, Niels T. *et al.* Influence of Musical Enculturation on Brain Responses to Metric Deviants. *Frontiers in Neuroscience*. Switzerland, v. 12, p. 218, 2018. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29720932>

HEYES, Cecilia. Where do mirror neurons come from? *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. United States, v. 34, n. 4, p. 575–583, 2010. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.neubiorev.2009.11.007>

HODGES, Donald. (2015) The child musician's brain. In: MCPHERSON, G. (Org.). *The child as musician*. Oxford: Oxford University Press, 2015. p. 52-66.

HOVE, Michael J.; MARTINEZ, Steven A.; STUPACHER, Jan. Feel the bass: Music presented to tactile and auditory modalities increases aesthetic appreciation and body movement. *Journal of Experimental Psychology. General*. United States, v. 149, n. 6, p. 1137–1147, 2020. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31697113>

IACOBONI, Marco. Imitation, Empathy, and Mirror Neurons. *Annual Review of Psychology*. United States, v. 60, n. 1, p. 653–670, 2009. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18793090>

IVERSEN, John; BALASUBRAMANIAM, Ramesh. Synchronization and temporal processing. *Current Opinion in Behavioral Sciences*. [S. l.], v. 8, p. 175–180, 2016. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S235215461630050X>

IVERSEN, John; REPP, Bruno; PATEL, Aniruddh. Top-Down Control of Rhythm Perception Modulates Early Auditory Responses. *Annals of the New York Academy of Sciences*. United States, v. 1169, n. 1, p. 58–73, 2009. Disponible en: <http://www.ingentaconnect.com/content/bsc/nyas/2009/00001169/00000001/art00007>

JANATA, Petr; TOMIC, Stefan T.; HABERMAN, Jason M. Sensorimotor coupling in music and the psychology of the groove. *Journal of Experimental Psychology. General*. United States, v. 141, n. 1, p. 54–75, 2012. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21767048>

KIRSCHNER, Sebastian; TOMASELLO, Michael. Joint drumming: Social context facilitates synchronization in preschool children. *Journal of Experimental Child Psychology*. United States, v. 102, n. 3, p. 299–314, 2009. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jecp.2008.07.005>

KOELSCH, Stefan. Towards a neural basis of music-evoked emotions. *Trends in Cognitive Sciences*. England, v. 14, n. 3, p. 131–137, 2010. Disponible en: <https://www.clinicalkey.es/playcontent/1-s2.0-S1364661310000033>

KORNYSHEVA, Katja *et al.* Tuning'in to the beat: Aesthetic appreciation of musical rhythms correlates with a premotor activity boost. *Human Brain Mapping*. Hoboken, v. 31, n. 1, p. 48–64, 2010. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/hbm.20844>

LALAND, Kevin; WILKINS, Clive; CLAYTON, Nicky. The evolution of dance. *Current Biology*. England, v. 26, n. 1, p. R5–R9, 2016. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cub.2015.11.031>

LAUCIRICA, Ana; ORDOÑANA, José Antonio; MURUAMENDIARAZ, Nerea. Consideraciones preliminares en el diseño de programas informáticos para el desarrollo rítmico. *Revista Electrónica de LEEME*, 24, 49-63, 2009.

LEHMANN, Alexandre; ARIAS, Diana; SCHÖNWIESNER, Marc. Tracing the neural basis of auditory entrainment. *Neuroscience*. United States, v. 337, p. 306–314, 2016. Disponible en: <https://www.clinicalkey.es/playcontent/1-s2.0-S0306452216304493>

LEMAN, Marc. Embodied music cognition and mediation technology. Cambridge, Mass. [u.a.]: MIT Press, 2008.

LEMAN, Marc; MAES, Pieter-Jan. Music perception and embodied music cognition. In: SHAPIRO, L. *The Routledge Handbook of Embodied Cognition*. New York: Routledge, 2014.

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

LESAFFRE, Micheline *et al.* How potential users of music search and retrieval systems describe the semantic quality of music. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*. Hoboken, v. 59, n. 5p. 695–707, 2008. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/asi.20731>

LESAFFRE, Micheline; LEMAN, Marc. *The power of music: researching musical experiences: a viewpoint from IPEM*. Leuven: Accoed Leuven, 2013

LEVITIN, Daniel J.; GRAHN, Jessica A.; LONDON, Justin. The Psychology of Music: Rhythm and Movement. *Annual Review of Psychology*. United States, v. 69, n. 1, p. 51–75, 2017. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29035690>

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

LÓPEZ, C.; BLANKE, O.; MAST, F. W. The human vestibular cortex revealed by coordinate-based activation likelihood estimation meta-analysis. *Neuroscience*. United States, v. 212, p. 159–179, 2012. Disponible en: <https://www.clinicalkey.es/playcontent/1-s2.0-S0306452212002898>

MAES, Pieter-Jan. Sensorimotor Grounding of Musical Embodiment and the Role of Prediction: A Review. *Frontiers in Psychology*. Switzerland, v. 7, p. 308, 2016. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26973587>

MAES, Pieter-Jan; LEMAN, Marc. The influence of body movements on children's perception of music with an ambiguous expressive character. *PloS one*. United States, v. 8, n. 1, p. e54682, 2013. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23358805>

MANNING, Fiona; SCHUTZ, Michael. "Moving to the beat" improves timing perception. *Psychonomic Bulletin & Review*. Boston, v. 20, n. 6, p. 1133–1139, 2013. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23670284>

MIENDLARZEWSKA, Ewa A.; TROST, Wiebke J. How musical training affects cognitive development: rhythm, reward and other modulating variables. *Frontiers in Neuroscience*. Switzerland, v. 7, p. 279, 2014. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24672420>

MORILLON, Benjamin; SCHROEDER, Charles E.; WYART, Valentin. Motor contributions to the temporal precision of auditory attention. *Nature Communications*. England, v. 5, n. 1, p. 5255, 2014. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25314898>

NOBRE, A. C.; CORREA, A.; COULL, J. T. The hazards of time. *Current Opinion in Neurobiology*. England, v. 17, n. 4, p. 465–470, 2007. Disponible en: <https://www.clinicalkey.es/playcontent/1-s2.0-S095943880700089X>

NOZARADAN, Sylvie. Exploring how musical rhythm entrains brain activity with electroencephalogram frequency-tagging. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*. England, v. 369, n. 1658, p. 20130393, 2014. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25385771>

NOZARADAN, Sylvie *et al.* Capturing with EEG the Neural Entrainment and Coupling Underlying Sensorimotor Synchronization to the Beat. *Cerebral Cortex* (New York, N.Y.: 1991). United States, v. 25, n. 3, p. 736–747, 2015. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24108804>

NOZARADAN, Sylvie *et al.* Specific contributions of basal ganglia and cerebellum to the neural tracking of rhythm. *Cortex*. Italy, v. 95p. 156–168, 2017. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0010945217302721>

NOZARADAN, Sylvie; PERETZ, Isabelle; MOURAUX, André. Selective Neuronal Entrainment to the Beat and Meter Embedded in a Musical Rhythm. *The Journal of Neuroscience : the Official Journal of the Society for Neuroscience*. United States, v. 32, n. 49, p. 17572–17581, 2012. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23223281>

OVERY, Katie; MOLNAR-SZAKACS, Istvan. Being Together in Time: Musical Experience and the Mirror Neuron System. *Music Perception*. USA, v. 26, n. 5, p. 489–504, 2009. Disponible en: http://gateway.proquest.com/openurl?url_ver=Z39.88-2004&res_dat=xri:iimp:&rft_dat=xri:iimp:article:citation:iimp00680732

PHILLIPS-SILVER, Jessica; TRAINOR, Laurel J. Feeling the Beat: Movement Influences Infant Rhythm Perception. *Science*. United States, v. 308, n. 5727, p. 1430, 2005. Disponible en: <http://www.sciencemag.org/cgi/content/abstract/308/5727/1430>

PHILLIPS-SILVER, Jessica; TRAINOR, Laurel J. Hearing what the body feels: Auditory encoding of rhythmic movement. *Cognition*. Netherlands, v. 105, n. 3, p. 533–546, 2007. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cognition.2006.11.006>

PHILLIPS-SILVER, Jessica; TRAINOR, Laurel J. Vestibular influence on auditory metrical interpretation. *Brain and Cognition*. United States, v. 67, n. 1, p. 94–102, 2008. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bandc.2007.11.007>

PRESS, Clare *et al.* Moving time: The influence of action on duration perception. *Journal of Experimental Psychology: General*. United States, v. 143, n. 5, p. 1787–1793, 2014. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25089534>

REPP, Bruno. Musical synchronization. In: ALTENMÜLLER, E.; WIESENDANGER, M.; KESSELRING, J. (Org.). *Music, motor control and the brain*. Oxford: Oxford University Press, 2006. p. 55–76.

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.

REPP, Bruno; SU, Yi-Huang. Sensorimotor synchronization: A review of recent research (2006–2012). *Psychonomic Bulletin & Review*. New York, v. 20, n. 3, p. 403–452, 2013. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23397235>

RICHTER, Joachim; OSTOVAR, Roya. “It Don’t Mean a Thing if It Ain’t Got that Swing”- an Alternative Concept for Understanding the Evolution of Dance and Music in Human Beings.

Frontiers in Human Neuroscience. Switzerland, v. 10, p. 485, 2016. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27774058>

RIZZOLATTI, Giacomo. The mirror neuron system and its function in humans. *Anatomy and Embryology*. Berlin/Heidelberg, v. 210, n. 5, p. 419–421, 2005. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16222545>

ROHWER, Debbie. Effect of Movement Instruction on Steady Beat Perception, Synchronization, and Performance. *Journal of Research in Music Education*. Los Angeles, CA, v. 46, n. 3p. 414–424, 1998. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/3345553>

ROMERO-NARANJO, Francisco Javier. Science & art of body percussion: a review. *Journal of Human Sport and Exercise*. Alicante, v. 8, n. 2, p. 442–457, 2013. Disponible en: https://www.openaire.eu/search/publication?articleId=dedup_wf_001::d24d3815c575bb24aab4afe9620e035a

ROSE, Sarah. *The effects of Dalcroze Eurhythmies on beat competency performance skills of kindergarten, first-, and second-grade children*. Tesis (Doctoral). University of North Carolina, Greensboro, 1995.

SALIMPOOR, Valorie N. *et al.* Predictions and the brain: how musical sounds become rewarding. *Trends in Cognitive Sciences*. England, v. 19, n. 2, p. 86–91, 2014. Disponible en: <https://www.clinicalkey.es/playcontent/1-s2.0-S1364661314002538>

SCHIAVIO, Andrea; MENIN, Damiano; MATYJA, Jakub. Music in the flesh: Embodied simulation in musical understanding. *Psychomusicology: Music, Mind, and Brain*. Washington, v. 24, n. 4, p. 340–343, 2014. Disponible en: <https://search.proquest.com/docview/1660448890>

SCHROEDER, Charles E. *et al.* Dynamics of Active Sensing and perceptual selection. *Current Opinion in Neurobiology*. England, v. 20, n. 2, p. 172–176, 2010. Disponible en: <https://www.clinicalkey.es/playcontent/1-s2.0-S0959438810000322>

SEDLMEIER, Peter; WEIGELT, Oliver; WALTHER, Eva. Music is in the Muscle: How Embodied Cognition May Influence Music Preferences. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*. Berkeley, v. 28, n. 3, p. 297–306, 2011. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/10.1525/mp.2011.28.3.297>

SILBERSTEIN, Joshua; WHITFIELD, Jane. Trait Empathy associated with Agreeableness and rhythmic entrainment in a spontaneous movement to music task: Preliminary exploratory investigations. *Musicae Scientiae*. London, England, v. 23, n. 1p. 5–24, 2017. Disponible en: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/1029864917701536>

SLATER, Jessica; TATE, Matthew. Timing Deficits in ADHD: Insights From the Neuroscience of Musical Rhythm. *Frontiers in Computational Neuroscience*. Switzerland, v. 12, p. 51, 2018. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30034331>

SMOLEJ FRITZ, Barbara; PEKLAJ, Cirila. A case study of music instruction according to E. Willems' pedagogy in children with intellectual disabilities: Its impacts on music abilities and language skills. *International Journal of Music Education*. London, England, v. 37, n. 2, p. 243–256, 2019. Disponible en: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0255761419833082>

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

STUPACHER, Jan. The experience of flow during sensorimotor synchronization to musical rhythms. *Musicae Scientiae*. London, England, v. 23, n. 3, p. 348–361, 2019. Disponible en: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/1029864919836720>

STUPACHER, Jan *et al.* Neural Entrainment in Drum Rhythms with Silent Breaks: Evidence from Steady-state Evoked and Event-related Potentials. *Journal of Cognitive Neuroscience*. United States, v. 28, n. 12, p. 1865–1877, 2016. Disponible en: http://www.mitpressjournals.org/doi/abs/10.1162/jocn_a_01013

SU, Yi-Huang; POPPEL, Ernst. Body movement enhances the extraction of temporal structures in auditory sequences. *Psychological Research*. Berlin/Heidelberg, v. 76, n. 3, p. 373–382, 2012. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21695472>

THAUT, Michael. *Rhythm, Music, and the Brain: Scientific Foundations and Clinical Applications*. New York: Routledge, 2005.

TIERNEY, Adam; KRAUS, Nina. Neural Entrainment to the Rhythmic Structure of Music. *Journal of Cognitive Neuroscience*. United States, v. 27, n. 2, p. 400–408, 2014. Disponible en: http://www.mitpressjournals.org/doi/abs/10.1162/jocn_a_00704

TODD, Neil P. M.; LEE, Christopher S. The sensory-motor theory of rhythm and beat induction 20 years on: a new synthesis and future perspectives. *Frontiers in Human Neuroscience*. Switzerland, v. 9, p. 444, 2015. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26379522>

TOGNOLI, Emmanuelle *et al.* The phi Complex as a Neuromarker of Human Social Coordination. *From the Cover*. United States, v. 104, n. 19, p. 8190–8195, 2007. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/25427639>

TOIVIAINEN, Petri. Embodied Meter: Hierarchical Eigenmodes in Music-Induced Movement. *Music Perception*. USA, v. 28, n. 1, p. 59–70, 2010. Disponible en: http://gateway.proquest.com/openurl?url_ver=Z39.88-2004&res_dat=xri:iimp:&rft_dat=xri:iimp:article:citation:iimp00833113

UITHOL, Sebo; GALLESE, Vittorio. The role of the body in social cognition. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*. Hoboken, USA, v. 6, n. 5, p. 453–460, 2015. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/wcs.1357>

VARGA, Somogy; HECK, Detlef. Rhythms of the body, rhythms of the brain: Respiration, neural oscillations, and embodied cognition. *Consciousness and Cognition*. United States, v. 56, p. 77–90, 2017. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1053810017302088>

VONGPAISAL, Tara; CARUSO, Daniela; YUAN, Zhicheng. Dance Movements Enhance Song Learning in Deaf Children with Cochlear Implants. *Frontiers in Psychology*. Switzerland, v. 7, p. 835, 2016. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27378964>

VUUST, Peter. Groove on the brain Springer. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON COMPUTER MUSIC MULTIDISCIPLINARY RESEARCH, 13th, 2017, Matosinhos, Portugal. *Music Technology with Swing*. Switzerland: Springer, 2017. p. 101-110.

VUUST, Peter. *et al.* It don't mean a thing... Keeping the rhythm during polyrhythmic tension, activates language areas (BA47). *NeuroImage*. United States, v. 31, n. 2, p. 832–41, 2006. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16516496>

WANG, Dennis Ping-Cheng. The quantifying analysis of effectiveness of music learning through the Dalcroze musical method. *US-China Education Review*. [S. l.], v. 5, n. 9 p. 32–41, 2008. Disponible en: <http://lib.cqvip.com/qk/88583X/20089/28500948.html>

WILLEMS, Edgar. *El valor humano de la educación musical*. Barcelona: Ediciones Paidós, 1981.

WILSON, Margaret. Six views of embodied cognition. *Psychonomic Bulletin & Review*. New York, v. 9, n. 4, p. 625–636, 2002. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12613670>

WITEK, Maria *et al.* Syncopation affects free body-movement in musical groove. *Experimental Brain Research*. Berlin/Heidelberg, v. 235, n. 4, p. 995–1005, 2017. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28028583>

ZENATTI, Arlette. Deux figures marquantes de la psychologie de la musique en France: Paul Fraisse, Robert Francès. In ZENATTI, A. (Org.). *Psychologie de la musique*. Paris: Psychologie d'aujourd'hui. Presses Universitaires de France, 1994. p. 317-340.

ZIMMERMAN, Emily; LAHAV, Amir. The multisensory brain and its ability to learn music. *Annals of the New York Academy of Sciences*. Malden, USA, v. 1252, n. 1, p. 179–184, 2012. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1749-6632.2012.06455.x>

ZIMMERMAN, Marilyn. Musical characteristics of children. In: CAMPBELL, M (Org.). *On musicality and milestones*. Urbana, IL: University of Illinois at Urbana-Champaign, 2002. p. 127-150.

José Álamos Gómez es Profesor de Educación Musical, Licenciado en Ciencias de la Educación y Máster en Investigación en Didácticas Específicas. Paralelamente a su trabajo como profesor en Educación Primaria y Secundaria, se ha desempeñado como docente en el Departamento de Ciencias Sociales de la Universidad de Chile, en la Facultad de Arte de la Universidad de Playa Ancha de Ciencias de la Educación y en la Universidad Academia de Humanismo Cristiano, donde ocupó el cargo de Coordinador de Prácticas al interior de la Carrera de Pedagogía en Música. En investigación posee publicaciones y ponencias especializadas en cognición musical y didáctica de la música. Actualmente, patrocinado por la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID), cursa Doctorado en Didácticas Específicas en la Universidad de Valencia, España. josealamos@gmail.com

Jesús Tejada es Profesor Superior de Música, doctor en Humanidades y doctor en Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación. Es profesor titular en el Instituto de Creatividad e Innovaciones Educativas de la Universidad de Valencia. Ha impartido docencia, seminarios y conferencias en universidades de España, Chile, México, Portugal y EE.UU. En investigación, sus líneas de trabajo son: contraste de efectividad multimodal de materiales de aprendizaje, efectos de los editores de partituras en la formación de imágenes mentales sonoras, diseño de evaluación de programas informáticos para el aprendizaje musical y construcción y validación de plataformas de formación musical para profesorado de música. jesus.tejada@uv.es