



EL PAPEL DE LAS CUALIDADES DEL SONIDO EN LAS IMÁGENES MENTALES SONORAS

The role of the sound's qualities in the auditory imagery

RUBÉN VÁZQUEZ-SÁNCHEZ

Universidade da Coruña (UDC), España

KEYWORDS

*Mental images
Auditory perception
Audition
Music
Cognitivism
Psychology*

ABSTRACT

Sound mental images are the product of copies or reconstructions of past perceptual experiences or the product of anticipation of possible future experiences, but in the absence of appropriate external stimuli. However, in music, how these interact with external visual perceptions in the recreation or generation of auditory mental images is not known for certain. Throughout this literature review, we will attempt to discern how each of the qualities of sound infers or elicits a response in thought processes and provides the semantic basis for musical language.

PALABRAS CLAVE

*Imágenes mentales
Percepción auditiva
Audición
Música
Cognitivismo
Psicología*

RESUMEN

Las imágenes mentales sonoras son el producto de las copias o reconstrucciones de experiencias perceptivas del pasado o el producto de anticipación de experiencias futuras posibles, pero en ausencia de los estímulos externos apropiados. Sin embargo, en el área musical, no se conoce a ciencia cierta cómo interactúan estas con percepciones visuales externas en la recreación o generación de imágenes mentales auditivas. A lo largo de esta revisión bibliografía se tratará de discernir cómo cada una de las cualidades del sonido infiere o provoca una respuesta en los procesos de pensamiento y proporciona la base semántica para el lenguaje musical.

Recibido: 21/ 05 / 2022

Aceptado: 31/ 07 / 2022

1. Introducción

A través de la vista y del oído, los músicos entrenados son capaces de percibir aquellos elementos musicales que componen una obra musical y la fórmula de acceso a los niveles más complejos de la mente musical, por lo que la percepción sensorial será fundamental para el desarrollo de la capacidad lectora y, junto a los componentes psicológicos sub y suprayacentes, constituirán una construcción fortalecida para la tarea a desarrollar.

La música –como constructo artístico y social– está presente en todas las culturas y, aunque existan diferentes estilos, formas o concepciones, todas las personas desde edades tempranas tienen las capacidades básicas para su procesamiento y; a través de las interacciones entre los sistemas perceptivos y el cerebelo, los ganglios basales, el córtex premotor dorsal y el área motora suplementaria, son capaces de imaginar música (Soria-Urios *et al.*, 2011).

Por tanto, a pesar de que puedan existir interferencias en su funcionamiento si la fisionomía no responde a estándares médicos –ya sea a través de malformaciones, disfunciones o alteraciones congénitas o adquiridas–; todas las personas, en mayor o menor medida, son capaces de evocar una melodía de un tema conocido, de un tema popular o de una melodía en cualquier contexto sin tener que escucharla en ese momento.

Evidentemente, la experiencia musical que cada persona tiene es única, ya que sus propias vivencias y experiencias serán las que constituyan principalmente su imaginario musical; sin embargo, esta habilidad es transcultural y transsocial porque, sea la música que sea, casi toda la población puede reproducir música mentalmente que haya escuchado previamente –ya sea con mayor o menor extensión, afinación y/o timbre–.

Sin embargo, en aquellas personas instruidas musicalmente, las imágenes mentales sonoras junto a sus capacidades psicofísicas sirven a un músico cuando él o ella interpreta leyendo a primera vista como una retroalimentación mental auditiva para comprobar que las figuras, notas y símbolos ejecutadas coincidan con la notación impresa o cuando un/una intérprete es capaz de comprobar si la representación impresa de un fragmento musical coincide con la representación sonora o viceversa.

2. Imágenes sonoras mentales o imágenes auditivas. Definición

Por tanto, un músico experto puede recrear imágenes auditivas musicales a partir de estímulos visuales como puede ser la notación musical; es decir, que, si bien los músicos y no músicos pueden recrear imágenes auditivas a partir de la evocación propia y sin estímulos sonoros, los músicos expertos además son capaces de evocarlos a partir de estímulos visuales sin tener la necesidad de existir un estímulo sonoro presente (Deutsch y Pierce, 1992; Kosslyn, 1980); esto es, las imágenes auditivas musicales a menudo se consideran un subconjunto de las imágenes mentales y se han descrito como la reproducción mental silenciosa de la música en la propia mente y en ausencia de un elemento sonoro que desencadene el inicio de este proceso (Clark *et al.*, 2012; Godøy y Jørgensen, 2001; Halpern, 2003). Draï-Zerbib, Baccino y Bigand, además de la reproducción, añaden que también pertenecería a la imaginería musical la capacidad de “recordar o inventar un sonido musical a través del „oído interno“” (Draï-Zerbib *et al.*, 2011, p. 231)

Estas habilidades, tanto la de los músicos entrenados como la de la persona que no lo está, han sido analizadas por la investigación a lo largo del tiempo, relacionadas con áreas muy diversas, desde diferentes disciplinas y que posee multiplicidad de términos asociados a esta descripción, lo que provoca que sea confuso concretar un término que sea capaz de agrupar a todos ellos.

En esta investigación se empleará el término “imágenes auditivas musicales” o “imágenes auditivas” como contenedor de toda la terminología que hace alusión al hecho antes mencionado porque los psicólogos cognitivistas suelen emplear los términos “musical imagery” o “auditory imagery” (Clark *et al.*, 2014; Godøy y Jørgensen, 2001; Halpern y Zatorre, 1999; Hubbard y Stoeckig, 1988; Zatorre *et al.*, 1996) para hacer referencia a este concepto, aunque es probable que el uso de ambos pueda facilitar su integración bajo un solo concepto aunque existan numerosas referencias y nomenclaturas en la literatura investigadora (Fine *et al.*, 2015 o Hubbard, 2018). Por ello, es posible que, si se realiza un análisis categórico de la bibliografía disponible, podamos encontrarnos con conceptos como *imagined music* (Bailes, 2007a; Lucas *et al.*, 2010; Tanaka y Kirino, 2017), *involuntary musical imagery* (Floridou *et al.*, 2015; Jakubowski *et al.*, 2017; Müllensiefen *et al.*, 2014), *auditory image* (Brodsky *et al.*, 2003; Halpern y Zatorre, 1999), *auditory imagery* (Aleman *et al.*, 2000; Deutsch y Pierce, 1992; Pecenká y Keller, 2009), *aural perception* (Grutzmacher, 1987), *aural image* (Oare, 2014), *musical imagery* (Bailes, 2007b; Bailes y Bishop, 2012; Clark, Williamon y Aksentijevic, 2012; Hubbard y Stoeckig, 1988; Godøy y Jørgensen, 2001, Seashore, 1938; Zatorre y Halpern, 2005) o *notational audiation* (Brodsky *et al.*, 2008) que hacen referencia al mismo concepto –en esta revisión léxica se ha decidido mantener los términos en inglés porque es posible que, con la traducción al castellano, se hubiesen solapado o desaparecido términos y se perdería la profusión de términos que aquí se querían mostrar–.

Si bien todos ellos poseen similitudes en su descripción porque hacen referencia a funciones generalizadas y a su empleo desde la visión desde múltiples especialidades, esto provoca que en la investigación exista una gran variedad de especificaciones o características y cierta ambigüedad respecto a las imágenes auditivas. Asimismo,

estas nociones o concepciones para diferentes tipos, componentes, mecanismos o procesos de imágenes auditivas han proliferado y el grado en que diferentes términos podrían referirse al mismo tipo o componente, mecanismo o proceso no siempre son claras (Hubbard, 2018).

En esta investigación, siempre que se haga referencia a ellos, estarán enfocados en la investigación de imágenes sonoras empleadas donde existen representaciones mentales auditivas.

2.1. Delimitación del estudio. Diferencias entre imágenes musicales voluntarias e involuntarias

El procedimiento de producción de imágenes auditivas musicales es difícil de definir ya que, aunque exista una constancia intuitiva de que existe esa evocación mental de la música, es difícilmente comprobable a través de estudios clínicos. Además, a ello le hemos de añadir la existencia de esas imágenes auditivas en la vivencia cotidiana de personas que no son profesionales de la música y que también las experimentan. Como explica Bailes (2006), Hemming y Merrill (2015) o Williams (2015), poco se sabe sobre la prevalencia o la naturaleza de la experiencia cotidiana de imaginar música en el „oído de la mente“ –ear’s mind– en no músicos.

Una de las principales dificultades para el estudio de esta destreza es que existe una gran dependencia de los informes indirectos y retrospectivos y, en aquellos casos que se han tratado de emplear otro tipo de instrumentos, se han limitado al entorno centrado en el experimentador en condiciones de laboratorio (Bailes, 2006).

Además, a partir de las investigaciones llevadas a cabo por Liikkanen (2008, 2012), Müllensiefen *et al.* (2014), Williams (2015) o Williamson *et al.* (2012) se pone de manifiesto como este concepto es también experimentado por no músicos, aunque existe una diferencia significativa que provoca que estas no sean objeto de estudio en esta investigación. En el caso de estos autores, y aunque las definiciones sean similares a las de las imágenes auditivas –véanse, por ejemplo, la definición de „persistencia introspectiva de una experiencia musical en ausencia de instigación sensorial directa de esa experiencia“ de Williamson (Williamson *et al.*, 2012, p. 260), “experiencia consciente de la música, familiar u original que se repite repetidamente en la mente durante la conciencia diurna normal“ de Liikkanen (Liikkanen, 2012, p. 12) o „experiencia interna consciente de un extracto musical en ausencia de un estímulo externo, que luego se repite fuera de la voluntad o el control consciente“ de Müllensiefen (Müllensiefen *et al.*, 2014, p. 323)–, existe un denominador común en todas ellas, que es la falta de control o la imposibilidad de que la persona que lo experimente sea capaz de tener un control volitivo en la aparición de estas imágenes auditivas musicales.

Por tanto, la terminología adquirida en este estudio sobre estas experiencias musicales involuntarias serán definidas como aquellas “experiencias musicales que ocurrieron sin la elección activa de la persona –es decir, involuntariamente– y sin la instigación sensorial directa de la experiencia” (Williams, 2015, p. 8).

En el campo de la neurociencia, Hemming y Merrill (2015) distinguen entre, al menos, cinco condicionantes diferentes para la aparición de estas imágenes musicales, donde sólo en una de ellas se produce a través del control voluntario, donde los no músicos pueden imaginar o recrear una melodía. Los cuatro restantes, son todas ellas descritas como involuntarias y no controlables. También es cierto que, debido al reciente interés en estas imágenes musicales inconscientes y al poco conocimiento que todavía se tienen de ellas, serán obviadas porque no se dan a través del conocimiento musical, sino que surgen espontáneamente y son incontrolables para el individuo.

3. Evolución histórica del concepto de imágenes musicales

Aunque pueda parecer un acto recientemente descubierto, tampoco es especialmente novedoso este concepto o idea, ya que según describe Brodsky *et al.*, Robert Schumann a mediados del siglo XIX en su obra *Musikalische Haus—und Lebensregeln*, escribe para sus alumnos: “debes llegar al punto en que puedas escuchar música de la partitura” (Brodsky *et al.*, 2008, p. 427); donde trataba de exponer esa representación mental de la recreación de un mensaje musical interno a partir del texto escrito. Por tanto, para Schumann, sus alumnos han de ser capaces de desarrollar esta habilidad descrita durante el estudio de su obra.

Tradicionalmente, ciertas perspectivas pedagógico-musicales históricas manifestaban que el canto a primera vista ayudaba a generar imágenes mentales de la música impresa (Karpinski, 2000), varios métodos pedagógico-musicales afirman que son capaces de desarrollar la audición interna (Gordon, 1993; Jacques-Dalcroze, 1921) y músicos famosos han defendido la importancia de este tipo de imágenes mentales, como Karl Leimer, Walter Giesekeing, Pau Casals, Glenn Gould o Anton Rubinstein (Clark *et al.*, 2012). Sin embargo no había una fundamentación basada en la investigación científica, sino en las experiencias empiristas, con pruebas de valoración subjetivas o con un entrenamiento específico, para provocar que suceda en pruebas experimentales (Goldsworthy en Gelding *et al.*, 2020).

A través de la evolución de las teorías psicológicas que analizan el comportamiento humano, estas han sido las que han modelado las perspectivas desde las que se han estudiado la generación de imágenes mentales. Por tanto, el enfoque tomado para su comprobación es parejo a la evolución del término y cómo fluctúan las interacciones entre estímulo y comportamiento.

Uno de los primeros investigadores que trata de revelar esta habilidad es el psicólogo Carl Seashore, cuando propone, a través de diversas pruebas empíricas, que una “mente musical” puede pensar musicalmente, es decir, tiene la capacidad de producir imágenes musicales (Seashore, 1919).

Seashore explica que la capacidad que tienen los músicos para experimentar imágenes musicales puede ser la marca sobresaliente de una mente musical. Las imágenes musicales han sido vistas como una condición necesaria para el aprendizaje, la retención, el recuerdo, el reconocimiento y la anticipación de eventos musicales (Seashore, 1938).

Seashore (1938) y Farnsworth (1958) distinguían diferentes tipos de imágenes auditivas que estaban supeditadas por la cognición musical, entre la percepción auditiva, la motora, así como imágenes visuales asociadas; por tanto, existiría un enlace entre la percepción y las imágenes sonoras, supeditadas a la “interpretación” de la cognición musical. Es decir, la aparición de las imágenes sonoras eran el fruto de un entrenamiento musical extenso y, tras este, el intérprete o lector era capaz de elaborar estas imágenes auditivas, aunque basadas en experiencias previas vividas por el individuo.

Años más tarde, Hebb (1966) explica que las imágenes sonoras pueden ser recreadas como una forma de “procedimentación” en la memoria, ya que estas imágenes son una “forma” de memoria. La representación mental de estas imágenes, según Hebb (1966, 1968), es capaz de activar los mismos sistemas neuronales centrales que desempeñan un papel en el evento original, pero en ausencia de la actividad sensorial original. El autor lo compara con la experiencia de dolor, picazón o calambres en una extremidad fantasma, donde la actividad sensorial periférica ni siquiera puede existir, pero aun así provocan la percepción de estas extremidades.

Asimismo, Hebb (1968) expone que los movimientos oculares poseen funciones de organización, por lo que se puede ver aquí una “complementación” de los movimientos oculares supeditados al procesamiento cognitivo superior.

Sin embargo, y aunque existen investigaciones a lo largo de décadas anteriores a los años 70, es en esta década cuando surge una concepción de las imágenes sensoriales –en este caso, auditivas– que añadía nuevos tópicos a la investigación. Edwin Gordon idea el término *audiation* basándose en el verbo *audiate*. Según este autor, la *audiation* es definida como „escuchar música en la mente de uno cuando el sonido no está físicamente presente“ (Gordon, 1985, p. 34), mientras que lo diferencia de la percepción auditiva, que es delimitada como “escuchar música cuando el sonido está físicamente presente” (Gordon, 2011, p. 49).

Aunque este término se asocia a una experiencia sensitiva, el autor formula que la evocación de este tipo de imágenes auditivas son entrenables.

Este hecho es especialmente significativo porque, hasta ese momento, solo se discernía la capacidad que tenía una mente para ser capaz de llevar a cabo la “recreación” de las imágenes musicales, mientras que con la teoría de Gordon (1985) se hipotetiza sobre la posibilidad de que, estando ligadas a las posibles aptitudes auditivas del individuo, estas puedan ser instruidas y/u optimizables. En el caso de la música, esto implica el acto de crear imágenes musicales en ausencia del acto kinestésico de tocar, cantar o reproducir físicamente el sonido.

A través de su hipótesis, Gordon (1997) establece una teoría en la que identifica ocho subtipos de *audiation* diferentes, que podrían ser aquellas que el músico profesional podría obtener a lo largo de su formación musical. Son las siguientes –sin jerarquía aparente según Gordon– aunque algunos de ellos sirven como preparación para otros:

- Escuchando música familiar o no familiar
- Leyendo música familiar o no familiar
- Escribiendo música familiar o música no familiar de un dictado
- Recordando e interpretando música familiar de memoria
- Recordando y escribiendo música familiar de memoria
- Creando e improvisando música no familiar
- Creando e improvisando música no familiar mientras lee
- Creando e improvisando música no familiar mientras escribe

En este caso se ha puesto como música familiar o no familiar porque Gordon lo denomina así, como “*familiar and/or not familiar*”, similar a música conocida o no conocida (Gordon, 1997).

Como se puede comprobar, uno de los subtipos de Gordon –el recordar o interpretar música familiar o conocida de memoria– es el que más se aproxima a la concepción de imágenes auditivas que en este estudio se pretende abordar.

Al tiempo, Gordon (1997) también establece seis etapas de audición que, en este caso, sí están destinadas a ser secuenciales. Estas etapas secuenciales incluyen:

- retención momentánea;
- imitar y audicionar patrones tonales y rítmicos, reconociendo e identificando un centro tonal y micromedidas;
- establecimiento objetivo o subjetivo de la tonalidad y la métrica;
- retención auditiva de patrones tonales y patrones de ritmo que han sido organizados;

- recuperación de patrones tonales y patrones de ritmo organizados;
- anticipación y predicción de patrones tonales y rítmicos.

Esta secuenciación de habilidades implica un aprendizaje activo del oyente y, por lo tanto, la necesidad de que el oyente sea capaz de pasar activa y cognitivamente de un proceso a otro.

La práctica específica de la “*notational audition*” implica un procesamiento cognitivo superior a la propia percepción visual y los músicos suelen confiar en ella para guiar la interpretación, la memorización o la composición de música (Aleman *et al.*, 2000; Bailes, 2009; Brodsky *et al.*, 2003) y, a través de investigaciones recientes, se puede comprobar que la asociación de imágenes musicales y la habilidad musical muestran que las primeras apoyan una interpretación efectiva (Keller, 2012 o Keller y Appel, 2010).

A través de esta, el músico ha de ser capaz de dar un significado sintáctico a lo que se percibe visualmente a través de la música notada sin la ayuda del sonido físico; por ello, Gordon (1985, 2011) declara que la simple decodificación o identificación de los símbolos musicales no constituye una atribución de un significado musical a un fragmento, sino que la *audiation* es capaz de producir una experiencia musical exclusivamente cognitiva antes de la presentación en un escenario previo a la lectura o práctica. Por tanto, el intérprete puede obtener un mapa o un esquema mental de forma previa a la interpretación de este, en el que es capaz de “intuir” las posibilidades resolutivas que este fragmento puede tener. A modo de ejemplo, Aleman *et al.* (2000) exponen que la capacidad de leer música escrita en silencio es una habilidad adquirida que a menudo implica imágenes mentales, donde no hay ejecución vocal o instrumental, pero sí sirve para la comprensión del texto musical.

Hasta la aparición de esta teoría, los estudios clínicos realizados basados en la comprobación de una habilidad cognitiva superior basada en la audición tenían resultados que eran difícilmente comprobables –siendo en muchos casos autoinformes realizados por los participantes, aun habiendo constancia intuitiva–, Gordon (1984, 2001, 2004) decide basar su constructo teórico de la *audiation* como un principio teórico comprobable a través de varios tests: Gordon’s Primary Measures of Music Audiation (PMMA), Intermediate Measures of Music Audiation (IMMA) y Advanced Measures of Music Audiation (AMMA)

Estos instrumentos evaluativos han sido desarrollados específicamente para determinar la aptitud musical en los niños a través de mediciones cuantificadas de sus habilidades de audición, a los cuales se les ha comparado con otros tests de medición de aptitudes académicas y de logro académico, como el Cognitive Abilities Test –CAT–, California Achievement Test –CAT-C–, Wechsler Intelligence Scale for Children–Revised –WISC-R– y el Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence –WPPSI–, cuyos resultados han mostrado una correlación débil entre aptitudes académicas, logro académico e inteligencias generales y las aptitudes musicales según el PMMA (Gordon, 1987; Simmons, 1981; Webb, 1984) aunque estudios como los de Doxey y Wright (1990) parecen contradecir los hallazgos de Gordon (1987).

Hasta este momento, el desafío era evidenciar las similitudes y diferencias en cómo se representan las propiedades estructurales y temporales del sonido –por ejemplo, tono, duración, ritmo, tempo, timbre y volumen– durante las imágenes mentales sonoras y previas a la percepción auditiva, ya que las investigaciones contemporáneas tratan de exteriorizar lo que es esencialmente una experiencia interna y subjetiva para examinar lo que significa tener una “melodía dentro de la cabeza”.

4. Las cualidades del sonido y su incidencia en las imágenes auditivas mentales

El reto es el de evidenciar qué parámetros provocaban o desembocaban en la aparición de las imágenes mentales musicales; por ello, era necesario analizar los componentes cualitativos de los fenómenos musicales para comprobar el grado de mediación/intervención que estos tenían.

Si bien la música es una disciplina auditiva y aunque el uso del lenguaje musical sea prácticamente extensivo a todos aquellos músicos profesionales occidentales, la notación musical es solo un sistema de codificación, almacenamiento y recuperación de información; es decir, que sirve para representar ideas musicales sin la necesidad de la representación auditiva de la idea, pero no para adquirir o para desarrollar sensibilidad musical. Por tanto, y como exponía Gordon (1985), existe la coordinación mental de habilidades que implican el procesado y la significancia dada al texto musical y, en combinación de lo percibido y los conocimientos musicales adquiridos, otorgan la destreza de poder anticipar y visualizar datos más allá de lo impreso.

Existen evidencias de que las imágenes mentales auditivas son capaces de controlar y modular los parámetros cualitativos del sonido, como son la intensidad (Bailes *et al.*, 2012; Bishop, *et al.*, 2013; Pitt y Crowder, 1992), la altura (Halpern, 1989; Hubbard y Stoeckig, 1988; Levitin, 1994; Vuvan y Schmuckler, 2011), la duración (Stupacher *et al.*, 2017) y el timbre (Bailes, 2007b; Crowder, 1989; Halpern *et al.*, 2004; Seashore, 1938); sin embargo, esto es más probable que suceda en aquellas personas entrenadas que en las no entrenadas, ya que las primeras pueden emplearlas para diversas tareas musicales, desde tocar una melodía simple hasta organizar una armonía de cuatro voces, así calificada como „composición“ (Beaty *et al.*, 2013).

Este razonamiento lleva a los investigadores a tomar una perspectiva conductista en la que el estudio de las imágenes auditivas y de las cualidades del sonido implican relaciones direccionales entre estímulos y respuestas donde, sin embargo, se encuentran evidencias de procesamiento mental de tipo cognitivista a lo largo de las

optimizaciones en las pruebas realizadas con el paso de las décadas, discusión que será tratada en las conclusiones de este artículo.

A partir de este momento, se analizarán de forma individualizada cómo cada una de las cualidades del sonido es capaz de influenciar la producción de imágenes mentales auditivas y qué desencadenan en ellas.

4.1. Intensidad

La primera cualidad sonora para analizar será la intensidad. Respecto a esta cualidad del sonido, se encuentran cuantitativamente en una menor cantidad de investigaciones relacionadas con las imágenes mentales, por lo que provoca que esta cualidad del sonido sea la menos investigada y, por tanto, existan menor cantidad de evidencias en la relación entre ambas variables.

En 1980, Intons-Peterson (1980) halla que la intensidad es una cualidad que puede no ser representada en las imágenes mentales. En su estudio, a través de las cuatro pruebas llevadas a cabo, llega a la conclusión de que la intensidad es un componente opcional en la generación de imágenes auditivas, donde solo estaría disponible bajo ciertas demandas contextuales.

Esta evidencia marca sustancialmente la investigación de esta cualidad del sonido porque, si bien se han tratado de replicar y de realizar nuevas comprobaciones, los resultados parecen ser consistentes en el tiempo porque, si bien se han encontrado otros estudios en los que sí existen percepciones diferenciales respecto a la intensidad del sonido y la respuesta conductual originada (Dean *et al.*, 2011; Neuhoff, 2001), no está claro que este modelo sustancialmente el resultado final de la imagen sonora generada (Intons-Peterson, 1992; Pitt y Crowder, 1992; Wu *et al.*, 2010).

Más allá de la investigación puramente musical, hay estudios en los que se estudian la relación entre la intensidad sonora y el rendimiento deportivo donde, sin todavía resultados concluyentes y de escasos en cantidad, parece ser que existe cierta correlación entre el rendimiento deportivo cuando existe un aumento de la intensidad sonora (Brown *et al.*, 2008; Edworthy y Waring, 2006; Haas y Edworthy, 1996; Hutchinson y Sherman, 2014; Karageorghis y Priest, 2012; Murgia y Galmonte, 2015, Van Dyck, 2019). Sin embargo, en el área musical, algunos autores comprenden que el cambio de intensidad en la música es un parámetro universalmente informativo de la expresión musical para los oyentes (Dean *et al.*, 2011) porque es un aspecto dinámico de la música que cambia con el tiempo, por lo que existe una implicación menor con él (Repp, 1999).

Bishop, Bailes y Dean (2013) enuncian que encuentran similitudes entre la percepción auditiva de un estímulo y la imagen mental en relación con la intensidad y donde ni la capacidad de escuchar ni la capacidad de la memoria de trabajo covariaban consistentemente con la capacidad de crear imágenes auditivas musical o la experiencia musical. Aun así, en el experimento llevado a cabo por Bailes, Bishop, Stevens y Dean se llega a la conclusión de que “la experiencia musical mejora el acoplamiento acción-efecto de manera bastante amplia [...] y podría haber reforzado la capacidad de los participantes para imaginar los componentes motores y auditivos del cambio de volumen” (Bailes *et al.*, 2012).

En resumen, la intensidad de un sonido, un fragmento o una obra parece no ser representable a través de las imágenes mentales de forma directa, aunque sí existe cierta correlación entre su representación mental y la coordinación motora con la experiencia musical del intérprete.

4.2. Altura o tono

La segunda cualidad del sonido a analizar es la altura o tono –cuya nomenclatura varía en función del autor o autora estudiados, aunque su concepto permanece inmutable–. En este caso, probablemente sea el parámetro sonoro cuya investigación tiene mayor recorrido temporal en el análisis de las imágenes sonoras musicales, ya que comienzan a analizarse a inicios de la década de los 80 del siglo pasado –véase como pionera la investigación de Farah y Smith (1983)– hasta la actualidad.

Esta primera investigación está basada en la recreación de una imagen mental a partir de un estímulo presentado y completar una tarea de detección de señales, los resultados comprueban que la información de la frecuencia de la altura se representa en imágenes mentales en una forma que puede interactuar con las representaciones perceptivas.

Estas evidencias también son parejas a las obtenidas en las pruebas realizadas por Halpern (1989). En ellas, a pesar de la multiplicidad de pruebas llevadas a cabo, existe una retención parcial del tono absoluto de las melodías, a pesar de la escasez de señales verbales o visuales para la representación del tono existentes en la propia metodología desarrollada.

Sin embargo, estos resultados no son compartidos por todos los investigadores, ya que autores como Finke (1986) u Okada y Matsuoka (1992) manifiestan que sí existen imágenes mentales sonoras que mejoran la discriminación de tonos aislados, pero no facilita la detección de tonos expuestos de forma absoluta. Es posible que estos puedan ser provocados por la metodología de su experimento –diferente a la empleada por Farah y Smith (1983), por ejemplo– o que todavía no se conocen claramente las implicaciones de tener un oído absoluto

porque, por ejemplo, pueden perjudicar a los que lo tienen cuando transportan mentalmente una obra de una tonalidad a otras, provocando interferencias entre lo percibido visual y auditivamente (Miyazaki y Ogawa, 2006).

Por tanto, parece ser que los músicos entrenados son capaces de retener el tono de las melodías a través de la percepción auditiva; sin embargo, parece que no se realiza de igual forma en participantes que tengan una alta destreza en la percepción tonal absoluta frente a aquellos que no la poseen aunque todavía esto no ha sido objeto de estudio –debido a la muy baja prevalencia de personas con percepción tonal absoluta o total, ya que varía de entre un 3.4% (Révész, 1953) a un 8.8% (Wellek, 1963) en músicos entrenados o con estudios superiores (Baharloo *et al.*, 1998), en función de los criterios de análisis empleados (Miyazaki y Ogawa, 2006)–.

Por otra parte, la creación o recreación de imágenes sonoras también varía en función de la percepción individual o simultánea de ondas sonoras. Hubbard y Stoeckig (1988) encuentran que la recreación de imágenes mentales es más veloz en el caso de la percepción de tonos que con estímulos físicamente más complejos, como acordes. Ambos autores explican que es probable que la percepción de acordes sea conjunta, no desglosada en serie en cada uno de los elementos que lo forman, concordantes con estudios como los de Kosslyn *et al.* (1983).

Asimismo, la obtención de imágenes de tonos individuales en paralelo para formar un acorde puede llevar más tiempo que generar imágenes de un solo tono debido a la naturaleza compleja de la representación de un acorde o porque se necesita tiempo adicional para fusionar las representaciones de tonos individuales en una única entidad musical compleja.

Parece ser que sí existe una mediación de la cognición en la percepción tonal auditiva (Finke, 1985; Hubbard y Stoeckig, 1988; Marschark *et al.*, 1987 y Vuvan y Schmuckler, 2011), ya que las imágenes mentales basadas en esta son capaces de establecer un contexto armónico y, por tanto, las imágenes de tonos y acordes parecen facilitar la percepción posterior de los mismos tonos o acordes.

4.3. Duración

La tercera cualidad del sonido que compone esta investigación es la duración. Esta cualidad del sonido es la que más ampliamente ha sido analizada porque existen conductas muy similares a pesar de las diferencias interpersonales habidas en los estudios realizados.

Repp (2001) explica que existe similitud en el golpeteo de los dedos entre eventos en música percibida que en imágenes mentales sonoras. Por tanto, los participantes son capaces de crear una sincronización sensoriomotora entre la percepción auditiva y la cognición con el desempeño motor –que autores como Ammirante, Patel y Russo (2016); Gámez *et al.* (2018), Grahn y Rowe (2009); Iversen *et al.* (2015); Koelsch *et al.* (2019) o Large y Snyder (2009) han replicado posteriormente con resultados similares–. Parece ser que esta sincronización no es baladí, sino que hace uso de la cognición como mediadora, por lo que ya no solo implica la percepción del tempo en sí mismo, sino que también hace extensiva esta relación con la cinestesia (Jeannerod y Decety, 1995; Morillon y Baillet, 2017; Repp, 2001, Safaie *et al.*, 2020; Su y Pöppel, 2012; Zalta *et al.*, 2020) e incluso a la anticipación de esta sincronización sensoriomotora con el tempo –véase, por ejemplo, el modelo ADAM de Van der Steen y Keller (2013)–.

Al igual que en la percepción de la altura, aunque exista la intervención de la cognición para la formulación de elementos teóricos superiores, se tratará de exponer principalmente los efectos de la percepción en la cognición.

Por tanto, parece ser que la percepción del tempo en fragmentos musicales, tanto audibles como imaginados, pueden ser mediados a través de la percepción sensoriomotora sin grandes dificultades, incluso a través de las existentes diferencias interculturales (Drake y Bertrand, 2001; Jacoby y McDermott, 2017 y Trehub, 2015).

La percepción del ritmo implica dos tipos de percepción del tiempo: el tiempo basado en intervalos –absoluto– y el tiempo basado en latidos –relativo– (Grube *et al.*, 2010; Ross *et al.*, 2016; Iversen y Balasubramaniam, 2016). El primero hace referencia a la capacidad de discriminar diferencias entre un intervalo de tiempo, mientras que el segundo hace referencia a la capacidad de establecer intervalos de tiempo en relación con las regularidades subyacentes a ese tempo (Teki *et al.*, 2011). Por tanto, aquella percepción relacionada con la sensación de un ritmo regular –la basada en latidos–, la prominencia del ritmo y la acentuación provocan en la mente del oyente un fuerte componente perceptual debido a las regularidades que presenta la duración del estímulo auditivo (Nozaradan *et al.*, 2011; Honing, 2012; Ravnani *et al.*, 2017).

Además, en el caso de los músicos expertos interpolan sus conocimientos en la percepción del ritmo, donde la situación del oyente tiene una profunda influencia en su percepción de los patrones temporales (Repp *et al.*, 2008); es decir, que aun habiendo patrones temporales idénticos de figuras escuchadas con diferentes interpretaciones de tempo, pueden sonar como ritmos completamente diferentes en función del oyente porque este es capaz de controlar la percepción del ritmo en función de los patrones rítmicos de las figuras que lo componen.

Por consiguiente, la organización del ritmo es jerárquica, ya que los individuos son capaces de cambiar el tempo de un ritmo determinado a otro diferente, manteniendo el espacio temporal entre cada una de las figuras que emita.

Sin embargo, parece ser que esta medida es más sencilla cuando el tempo se percibe entre el intervalo de tiempo de 250 milisegundos a 2 segundos –entre 240 a 30 pulsos por minutos, ppm–, ya que un tempo superior

o inferior se vuelve más difícil de controlar (Repp, 2005, McAuley *et al.*, 2006, Repp y Su, 2013; Zalta *et al.*, 2020). Es más, incluso dentro de estos rangos, la percepción del tiempo difiere en ambos extremos, por el hecho de que los participantes tienden a sobreestimar los intervalos de tiempo más cortos –aproximadamente 250-400 ms, unos 240-150 ppm– y subestimar los largos –de 600 ms a 2 s, de 100 a 30 ppm– (Rajendran *et al.*, 2018); por lo que el intervalo de indiferencia, aquel en el que las personas realizan golpeteos espontáneamente, corresponde a la velocidad de entre 400 y 600 ms –entre 150 y 100 ppm– (Clarke, 1999), donde la percepción del tiempo sería más precisa.

En este caso, parece ser que esta sincronización entre la percepción del ritmo y la posibilidad de seguirlo de forma efectiva se da tanto en personas entrenadas musicalmente como en aquellas que no (Bishop *et al.*, 2013; Zarco *et al.*, 2009) y, aunque este estímulo no fuese auditivo, también se extiende al procesamiento de sucesos no auditivos, bien sea a la percepción de estímulos visuales o táctiles con cierta organización temporal (Escoffier *et al.*, 2010).

En el caso de la percepción del *tempo* en músicos entrenados, además son capaces de implicar otros rasgos musicales a mayores de la propia periodicidad en esta cualidad percibida porque el ritmo sirve para poder guiar la atención en el tiempo y estos pueden crear patrones entre las duraciones existentes; es decir, son capaces de establecer relaciones internas entre las pulsaciones, facilitando una representación interna más precisa (Sakai *et al.*, 1999), una mejor detección de desviaciones temporales (Large y Jones, 1999), una memoria mejorada (Deutsch, 1986; Palmer y Krumhansl, 1990) y mejor sincronización del *tempi* (Patel *et al.*, 2005).

Todo ello facilita la percepción del acento musical (Repp, 2007) y, a su vez, le sirve para establecer la determinación de los límites de agrupación entre patrones rítmicos (Costa-Faidella *et al.*, 2017; Daikoku *et al.*, 2018).

Por tanto, la percepción del ritmo no es simplemente el „descubrimiento“ de la periodicidad en intervalos de sonido complejos, si no es más activo y está bajo control voluntario, y proporciona una referencia temporal interna que da forma a la percepción del ritmo (Patel e Iversen, 2014).

4.4. Timbre

Si bien el timbre es una de las cuatro cualidades del sonido a investigar, la exploración del fenómeno como proceso musical está atrasada (Bailes, 2007b), lo que provoca que se sepa menos sobre cómo influye el timbre en la recreación de imágenes mentales que del resto de cualidades del sonido (Halpern *et al.*, 2004). Es posible que su análisis sea menos relevante para los investigadores por las conclusiones obtenidas hasta el momento.

Bailes (2007b) expone que, si bien el tono y la duración que forman una melodía son estructuralmente relativos, en el caso del timbre no posee esa estructuración de cara a la construcción del discurso musical; es decir, que es probable que es necesaria la cohesión estructural de los demás elementos del sonido para facilitar la generación de imágenes sonoras del timbre. Si bien la percepción sonora del timbre está más o menos clara y cómo influye en la estructuración mental (Wei *et al.*, 2022), las investigaciones relativas al timbre y a las imágenes mentales no tienen una representación teórica tan clara.

Sin embargo, en la escasa bibliografía existente se muestra que las imágenes auditivas parecen representar de forma bastante precisa el timbre. Según Reisberg (2010), en pruebas en las que tienen que calificar las similitudes en sonidos cuyo único cambio era el timbre y se obtienen unos resultados que indican que „todas las relaciones de pares entre los sonidos están bien conservadas en las imágenes, lo que implica a su vez, que los timbres se representaron de una manera al menos consistente y, sobre todo, fiel a los sonidos reales“ (Reisberg, 2010, p. 165). Este modelo teórico, desarrollado y comprobado por autores como Grey (1977); McAdams (1993); Handel (1995); Hajda *et al.* (1997) y Toiviainen *et al.* (1998); vincula la percepción de las personas con las propiedades físicas del timbre a través de la inferencia de los datos de clasificación de los timbres por pares, lo que permite categorizar los timbres sin depender de ningún procesamiento previo de la estructura física o perceptiva del timbre. No obstante, este sistema de *match-making* se realiza con timbres sonoros, físicos, lo que provoca que la recreación se realice de forma real y no a través de imágenes sonoras mentales –aunque dentro de modelo exista una clasificación subjetiva de los pares de timbres, para lo que sí se han de evocar las imágenes mentales de los timbres escuchados pero limitados a percepciones ya establecidas por lo que se pierden sutiles diferencias entre estos timbres (Thoret *et al.*, 2020)–.

Si se analizan los estudios que relacionan el timbre con la generación de imágenes mentales, pocas investigaciones relevan cómo se focalizan en la interacción de ambas variables. En aquellas que sí existe esa correlación, es posible que, como sugiere Intons-Peterson (1980) o McAdams (2013), el timbre pueda ser opcionalmente importante para la percepción y la generación de imágenes auditivas en función de la necesidad de esta cualidad del sonido para la representación mental; sin embargo, cuando la atención se focaliza en la percepción exclusiva de esta cualidad, la organización mental cambia para atender a la misma (Reisberg, 2010). Aún así, teóricos como Lerdahl (1987) postulan que el timbre puede organizarse de manera jerárquica para proporcionar estructura musical, de tal forma que constituya una parte esencial para la comprensión total del mensaje.

5. Conclusiones

Aunque muchos filósofos y psicólogos del siglo XX, pertenecientes a una gran variedad de modalidades teóricas, han argumentado enérgicamente en contra y, en varios casos, han desarrollado teorías bastante detalladas en contra de este tipo de teoría psicológica –véanse Baylor, 1972; Hinton, 1979; Neisser, 1976; Pylyshyn, 1973, 1978, 1981, 2002; Skinner, 1974 o Thomas, 1999, 2009, entre otros–; sin embargo, la evidencia parece demostrar que a pesar de la notable dificultad de precisar y/o interpretar el término de imágenes mentales, gran parte de la discusión científica y filosófica sobre las imágenes mentales y las funciones cognitivas a las que puede o no servir siguen basándose en la suposición de que, si existe una imagen mental, debe consistir en representaciones interiores.

A diferencia de los autores anteriormente citados y sus precededores que se basaban en teorías conductistas, la mayoría de perspectivas cognitivas defienden que las imágenes mentales han de ser reales porque son explicativamente necesarias: muchos de los resultados obtenidos por estos en sus investigaciones no pueden explicarse satisfactoriamente sin recurrir al almacenamiento y procesamiento de representaciones mentales imaginarias. Por tanto, la mayoría de las cualidades percibidas del sonido cuando se accede a la representación escrita del mismo también se pueden imaginar en ausencia de este y estos parámetros son recreados de forma más verídica por los músicos expertos que los no expertos.

¿Por qué es importante esta afirmación? Porque la recreación imaginaria de un sonido o una secuencia de sonidos no están conceptualizadas como “elementos imaginarios”, sino que pertenecen a un tipo de “representación subyacente” porque serían incapaces de obtenerlos sin poder acceder y procesar los conocimientos previos que tiene el individuo al tratar de interpretar el mensaje escrito. Es decir, los sujetos entienden las experiencias con las imágenes mentales sonoras copias o reconstrucciones de experiencias perceptivas reales de su pasado y; en otras ocasiones, puede parecer que anticipan futuras experiencias posibles.

Sartre (1940), en su línea conductista, argumenta que no es posible de originar nueva información sobre el mundo a partir de nuestras imágenes mentales, por lo que ningún resultado obtenible de este proceso puede contener nada excepto lo que el individuo creador de la imagen mental puso allí, por lo que ya ha tenido que haber estado en su mente previamente. No obstante, la inferencia puede conducir al conocimiento porque las imágenes mentales pueden interceder en ciertos tipos de inferencia y, por tanto, brindar un conocimiento genuino y nuevo sobre las realidades presentes.

En el caso de las imágenes mentales sonoras puede constatarse a través de esta fórmula en el caso de músicos formado. Por ejemplo, cuando un fragmento musical perceptible auditivamente se interrumpe y se le pide al músico formado que trate de finalizarlo, este puede crear una serie de posibles resoluciones musicales que, junto a sus conocimientos previos, su memoria y su creatividad, pueden ser muy similares o incluso iguales a la resolución real de ese fragmento, ya que la preparación de la resolución del fragmento musical –ya sea a través de su movimiento armónico y/o melódico y de otros componentes musicales percibidos– le provocan el acceso a nueva información que no había tenido previamente. Por consiguiente, la concepción de esa nueva información estaría derivada de una probable resolución a un fragmento nunca antes escuchado, por lo que se podría inferir como nuevo conocimiento a partir de la imagen mental sonora que tendrá ese individuo formado musicalmente sobre el estímulo al que ha sido expuesto.

Cognitivamente, si se analizan cómo las imágenes mentales están condicionadas a la percepción visual de los elementos, se puede comprobar que la investigación llevada a cabo hasta el momento ha discernido cómo tanto la altura –o tono– como la duración son las dos dimensiones más importantes de las cualidades del sonido (Krumhansl, 2000) y se ha encontrado que el rendimiento de las imágenes sonoras en ambos dominios parece ser disociable, donde la precisión tonal es mayor y mejor que la precisión temporal dentro de estas cualidades del sonido (Janata y Paroo, 2006; Fourie, 2004; Weir *et al.*, 2015). En este caso, la investigación evidencia cómo tanto la altura como la duración son más fácilmente recreables mentalmente, siendo la precisión tonal la que mejor resultado obtendría en el imaginario mental de las muestras analizadas.

Sin embargo, parece que tanto la intensidad como el timbre pueden –o no– aparecer dentro de las representaciones mentales sonoras producidas en las pruebas realizadas hasta el momento y, en el caso de que aparezcan, su aportación a la representación mental parece menor y sus resultados son poco consistentes hasta el momento.

Si bien los estudios basados en las características físicas del sonido han sido –y son– importantes durante décadas en cuanto a su relación con la existencia/no existencia de imágenes mentales sonoras, existían grandes dificultades para excluir el efecto de las variables externas a la propia percepción, ya que aunque algunas de las pruebas llevadas a cabo tratan de minimizar su impacto, no siempre es posible. Por ejemplo, existen estudios en los que se han demostrado sesgos visoespaciales en la percepción de la altura (Connell *et al.*, 2013) y sesgos perceptuales en la duración según existe una agrupación rítmica regular y una determinada intensidad (Penel y Drake, 2004). Esto puede deberse a los desafíos asociados a la dificultad de aislar el papel del sesgo perceptivo en función de los requisitos de una tarea determinada.

Por otra parte, y como se puede ver en los estudios anteriormente descritos, la influencia de la cognición a través de funciones cerebrales generales que sirven a la atención, la memoria y la predictibilidad de eventos futuros también provocan variabilidad en los resultados en función del individuo, por lo que no es sencillo mostrar cómo las imágenes auditivas afectan al rendimiento lector.

Referencias

- Aleman, A., Nieuwenstein, M., Böcker, K.B.E., & De Haan, E.H.F. (2000). Music training and mental imagery ability. *Neuropsychologia*, 38(12), 1664-1668. [https://doi.org/10.1016/s0028-3932\(00\)00079-8](https://doi.org/10.1016/s0028-3932(00)00079-8)
- Ammirante, P., Patel, A.D., & Russo, F.A. (2016). Synchronizing to auditory and tactile metronomes: A test of the auditory-motor enhancement hypothesis. *Psychonomic Bulletin & Review*, 23(6), 1882-1890. <https://doi.org/10.3758/s13423-016-1067-9>
- Baharloo, S., Johnston, P.A., Service, S.K., Gitschier, J., & Freimer, N.B. (1998). Absolute pitch: an approach for identification of genetic and nongenetic components. *American journal of human genetics*, 62(2), 224-231. <https://doi.org/10.1086/301704>
- Bailes, F.A. (2006). The use of experience-sampling methods to monitor musical imagery in everyday life. *Musicae Scientiae*, 10(2), 173-190. <https://doi.org/10.1177%2F102986490601000202>
- Bailes, F.A. (2007a). The prevalence and nature of imagined music in the everyday lives of music students. *Psychology of Music*, 35(4), 555-570. <https://doi.org/10.1177/0305735607077834>
- Bailes, F.A. (2007b). Timbre as an Elusive Component of Imagery for Music. *Empirical Musicology Review*, 2(1), 21-34. <https://doi.org/10.18061/1811/24476>
- Bailes F.A. (2009). Translating the musical image: case studies of expert musicians. En A. Chan & A. Noble (Eds.), *Sounds in Translation: Intersections of Music, Technology and Society* (pp. 41-60). ANU E Press. <https://doi.org/10.22459/st.09.2009.03>
- Bailes, F.A., & Bishop, L. (2012). Musical imagery in the creative process. En D. Collins (Ed.), *The Act of Musical Composition: Studies in the Creative Process* (pp. 53-77). Ashgate.
- Bailes, F.A., Bishop, L., Stevens, C.J., & Dean, R.T. (2012). Mental imagery for musical changes in loudness. *Frontiers in psychology*, 3, 525. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00525>
- Baylor, G.W. (1972). *A Treatise on the Mind's Eye: An Empirical Investigation of Visual Mental Imagery*. [Doctoral Thesis] Carnegie-Mellon University. University Microfilms 72-12, 699.
- Beaty, R.E., Burgin, C.J., Nusbaum, E.C., Kwapil, T.R., Hodges, D.A., & Silvia, P.J. (2013). Music to the inner ears: Exploring individual differences in musical imagery. *Consciousness and Cognition*, 22(4), 1163-1173. <http://doi.org/10.1016/j.concog.2013.07.006>
- Bishop, L., Bailes, F., & Dean, R.T. (2013). Musical expertise and the ability to imagine loudness. *PloS One*, 8(2), e56052. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0056052>
- Brodsky, W., Henik, A., Rubinstein, B.-S., & Zorman, M. (2003). Auditory imagery from musical notation in expert musicians. *Perception & Psychophysics*, 65(4), 602-612. <https://doi.org/10.3758/BF03194586>
- Brodsky, W., Kessler, Y., Rubinstein, B.-S., Ginsborg, J., & Henik, A. (2008). The mental representation of music notation: Notational audiation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 34(2), 427-445. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.34.2.427>
- Brown, A.M., Kenwell, Z.R., Maraj, B.K., & Collins, D.F. (2008). "Go" signal intensity influences the sprint start. *Medicine and science in sports and exercise*, 40(6), 1142-1148. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31816770e1>
- Clark, T., Lisboa, T., & Williamon, A. (2014). An investigation into musicians' thoughts and perceptions during performance. *Research Studies in Music Education*, 36(1), 19-37. <https://doi.org/10.1177/1321103X14523531>
- Clark, T., Williamon, A., & Aksentijevic, A. (2012). Musical imagery and imagination: the function, measurement and application of imagery skills for performance. En D.J. Hargreaves; D. Miell & R. MacDonald (Eds.), *Musical Imaginations: Multidisciplinary Perspectives on Creativity, Performance and Perception* (pp. 351-365): Oxford Scholarship Online. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199568086.003.0022>
- Clarke, E.F. (1999). *Rhythm and timing in music*. En D. Deutsch (Ed.), *Academic Press series in cognition and perception: A series of monographs and treatises. The psychology of music* (p. 473-500). **Academic Press**.
- Connell, L., Cai, Z.G., & Holler, J. (2013). Do you see what I'm singing? Visuospatial movement biases pitch perception. *Brain and Cognition*, 81(1), 124-130. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2012.09.005>
- Costa-Faidella, J., Sussman, E., & Escera, C. (2017). Selective entrainment of brain oscillations drives auditory perceptual organization. *Neuroimage*, 159, 195-206. <http://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2017.07.056>
- Crowder, R.G. (1989). Imagery for musical timbre. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 15(3), 472-478. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.15.3.472>
- Daikoku, T., Takahashi, Y., Tarumoto, N., & Yasuda, H. (2018). Motor Reproduction of Time Interval Depends on Internal Temporal Cues in the Brain: Sensorimotor Imagery in Rhythm. *Frontiers in psychology*, 9: 1873. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01873>
- Dean, R.T., Bailes, F., & Schubert, E. (2011). Acoustic Intensity Causes Perceived Changes in Arousal Levels in Music: An Experimental Investigation. *PLoS ONE* 6(4), e18591. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0018591>
- Deutsch, D. (1986). A musical paradox. *Music Perception* 3(3), 275-280. <https://doi.org/10.2307/40285337>
- Deutsch, D., & Pierce, J.R. (1992). The climate of auditory imagery and music. En D. Reisberg (Ed.), *Auditory Imagery* (pp. 237-260). Hillsdale: Lawrence Erlbaum

- Doxey, C., & Wright, C. (1990) An exploratory study of children's music ability. *Early Childhood Research Quarterly*, 5(3), 425-440. [https://doi.org/10.1016/0885-2006\(90\)90031-U](https://doi.org/10.1016/0885-2006(90)90031-U)
- Drai-Zerbib, V., Baccino, T., & Bigand, E. (2011). Sight-reading expertise: Cross-modality integration investigated using eye-tracking. *Psychology of Music*, 40(2), 216-235. <http://doi.org/10.1177/0305735610394710>
- Drake, C., & 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>
- Edworthy, J., & Waring, H. (2006). The effects of music tempo and loudness level on treadmill exercise. *Ergonomics*, 49(15), 1597-1610. <https://doi.org/10.1080/00140130600899104>
- Escoffier, N., Sheng, D.Y.J., & Schirmer, A. (2010). Unattended musical beats enhance visual processing. *Acta psychologica (Amsterdam)*, 135(1), 12-16. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2010.04.005>
- Farah, M.J., & Smith, A.F. (1983). Perceptual interference and facilitation with auditory imagery. *Perception & Psychophysics*, 33(5), 475-478. <https://doi.org/10.3758/BF03202899>
- Farnsworth, P.R. (1958). *The social psychology of music*. The Dryden Press.
- Fine, P.A., Wise, K.J., Goldemberg, R., & Bravo, A. (2015). Performing musicians' understanding of the terms "mental practice" and "score analysis". *Psychomusicology: Music, Mind, and Brain*, 25(1), 69-82. <https://doi.org/10.1037/pmu0000068>
- Finke, R.A. (1985). Theories relating mental imagery to perception. *Psychological Bulletin*, 98(2), 236-259. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.98.2.236>
- Finke, R.A. (1986). Mental imagery and the visual system. *Scientific American*, 254(3), 88-95. <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0386-88>
- Floridou, G.A., Williamson, V.J., Stewart, L., & Müllensiefen, D. (2015). The Involuntary Musical Imagery Scale (IMIS). *Psychomusicology: Music, Mind, and Brain*, 25(1), 28-36. <https://doi.org/10.1037/pmu0000067>
- Fourie, E. (2004). The influence of visual interference on eye-hand span during piano sight-reading: teaching aspects. *Musicus*, 32(2), 85-88. <https://hdl.handle.net/10520/EJC82911>
- Gámez, J.; Yc, K.; Ayala, Y.A.; Dotov, D.; Prado, L., & Merchant, H. (2018). Predictive rhythmic tapping to isochronous and tempo changing metronomes in the nonhuman primate. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1423(1), 396-414. <https://doi.org/10.1111/nyas.13671>
- Gelding, R.W., Harrison, P.M.C., Silas, S., Johnson, B.W., Thompson, W.F., & Müllensiefen, D. (2020). An efficient and adaptive test of auditory mental imagery. *Psychological Research*. <https://doi.org/10.1007/s00426-020-01322-3>
- Godøy, R.I., & Jørgensen, H. (2001). *Musical Imagery*. Taylor & Francis.
- Gordon, E.E. (1984). A Longitudinal Predictive Validity Study of the Intermediate Measures of Music Audiation. *Bulletin of the Council for Research in Music Education*, (78), 1-23. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/40317839>
- Gordon, E.E. (1985). Research studies in audiation: I. *Bulletin of the Council for Research in Music Education*, 84, 34-50. Recuperado de <https://www.jstor.org/stable/40375310>
- Gordon, E.E. (1987) *The nature, description, measurement, and evaluation of music aptitudes*. GIA Publications.
- Gordon, E.E. (1993). *Learning sequences in music: Skill, content, and patterns*. GIA Publications.
- Gordon, E.E. (1997). *Learning sequences in music: skill, content and patterns: A Music Learning Theory*. GIA Publications.
- Gordon, E.E. (2001). *Music Aptitude and Related Tests*. An Introduction. GIA Publications.
- Gordon, E.E. (2004). *Continuing Studies in Music Aptitudes*. GIA Publications.
- Gordon, E.E. (2011). *Roots of music learning theory and audiation*. GIA Publications.
- Grahn, J.A., & 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>
- Grey, J. M.. (1977). Multidimensional perceptual scaling of musical timbres. *ournal of the Acoustical Society of America*, 61(15), 1270-1277. <https://doi.org/10.1121/1.381428>
- Grube, M.; Lee, K.-H.; Griffiths, T.D., Barker, A.T., & Woodruff, P.W. (2010). Transcranial magnetic theta-burst stimulation of the human cerebellum distinguishes absolute, duration-based from relative, beat-based perception of subsecond time intervals. *Front. Psychol.* 1:171. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2010.00171>
- Grutzmacher, P.A. (1987). The Effect of Tonal Pattern Training on the Aural Perception, Reading Recognition, and Melodic Sight-reading Achievement of First-Year Instrumental Music Students. *Journal of Research in Music Education*, 35(3), 171-181. <https://doi.org/10.2307/3344959>
- Haas, E.C., & Edworthy, J. (1996). Designing urgency into auditory warnings using pitch, speed and loudness. *Computing & Control Engineering Journal*, 7(4), 193-198. <https://doi.org/10.1049/cce:19960407>
- Hajda, J. M., Kendall, R. A., Carterette, E. C., & Harshberger, M. L. (1997). Methodological issues in timbre research. En I. Deliège & J. Sloboda (Eds.), *Perception and cognition of music* (pp. 253-306). Psychology Press/Erlbaum (UK) Taylor & Francis.

- Halpern A.R. (1989). Memory for the absolute pitch of familiar songs. *Memory & cognition*, 17(5), 572-581. <https://doi.org/10.3758/BF03197080>
- Halpern, A.R. (2003). Cerebral substrates of musical imagery. En I. Peretz & R.J. Zatorre (Eds.), *The cognitive neuroscience of music* (pp. 217-230). Oxford University Press.
- Halpern, A.R., & Zatorre, R.J. (1999). When that tune runs through your head: A PET investigation of auditory imagery for familiar melodies. *Cerebral Cortex*, 9(7), 697-704. <https://doi.org/10.1093/cercor/9.7.697>
- Halpern, A.R., Zatorre, R.J., Bouffard, M., & Johnson, J.A. (2004). Behavioral and neural correlates of perceived and imagined musical timbre. *Neuropsychologia*, 42(9), 1281-1292. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2003.12.017>
- Handel, S. (1995). Timbre perception and auditory object identification. En B. C. J. Moore (Ed.), *Hearing* (pp. 425-461). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-012505626-7/50014-5>
- Hebb, D.O. (1966). *Textbook of psychology* (2nd ed.). Saunders.
- Hebb, D.O. (1968). Concerning imagery. *Psychological Review*, 75(6), 466-477. <https://doi.org/10.1037/h0026771>
- Hemming, J., & Merrill, J. (2015). On the distinction between involuntary musical imagery, musical hallucinosis, and musical hallucinations. *Psychomusicology: Music, Mind, and Brain*, 25(4), 435-442. <https://doi.org/10.1037/pmu0000112>
- Hinton, G. (1979). Some Demonstrations of the Effects of Structural Descriptions in Mental Imagery. *Cognitive Science*, 3(3), 231-250. https://doi.org/10.1207/s15516709cog0303_3
- 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. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2011.06402.x>
- Hubbard, T.L. (2018). Some Methodological and Conceptual Considerations in Studies of Auditory Imagery. *Auditory Perception & Cognition*, 1(1,2), 6-41. <https://doi.org/10.1080/25742442.2018.1499001>
- Hubbard, T.L., & Stoeckig, K. (1988). Musical imagery: Generation of tones and chords. *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition*, 14(4), 656-667. <https://doi.org/10.1037//0278-7393.14.4.656>
- Hutchinson, J.C., & Sherman, T. (2014). The relationship between exercise intensity and preferred music intensity. *Sport, Exercise, and Performance Psychology*, 3(3), 191-202. <https://doi.org/10.1037/spy0000008>
- Intons-Peterson, M.J. (1980). The role of loudness in auditory imagery. *Memory & Cognition*, 8(5), 385-393. <https://doi.org/10.3758/BF03211134>
- Intons-Peterson, M.J. (1992). Components of auditory imagery. En D. Reisberg (Ed.), *Auditory imagery* (p. 45-71). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Iversen, J.R., & Balasubramaniam, R. (2016). Synchronization and temporal processing. *Curr. Opin. Behav. Sci.* 8, 175-180. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2016.02.027>
- Iversen, J.R., Patel, A.D., Nicodemus, B., & Emmorey, K. (2015). Synchronization to auditory and visual rhythms in hearing and deaf individuals. *Cognition*, 134, 232-244. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2014.10.018>
- Jacoby, N., & 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>
- Jacques-Dalcroze, E. (1921). *Rhythm, meter, and education*. Putnam.
- Jakubowski, K., Finkel, S., Stewart, L., & Müllensiefen, D. (2017). Dissecting an earworm: Melodic features and song popularity predict involuntary musical imagery. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 11(2), 122-135. <https://doi.org/10.1037/aca0000090>
- Janata, P., & Paroo, K. (2006). Acuity of auditory images in pitch and time. *Perception & Psychophysics*, 68(5), 829-844. <https://doi.org/10.3758/BF03193705>
- Jeannerod, M., & Decety, J. (1995). Mental motor imagery: a window into the representational stages of action. *Curr. Opin. Neurobiol.*, 5(6), 727-732. [https://doi.org/10.1016/0959-4388\(95\)80099-9](https://doi.org/10.1016/0959-4388(95)80099-9)
- Karageorghis, C.I., & Priest, D.-L. (2012). Music in the exercise domain: a review and synthesis (Part I). *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 5(1), 44-66. <https://doi.org/10.1080/1750984X.2011.631026>
- Karpinski, G.S. (2000). *Aural skills acquisition: The development of listening, reading, and performing skills in college-level musicians*. Oxford University Press.
- Keller, P.E. (2012). Mental imagery in music performance: underlying mechanisms and potential benefits. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1252(1), 206-213. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2011.06439.x>
- Keller, P.E., & Appel, M. (2010). Individual differences, auditory imagery, and the coordination of body movements and sounds in musical ensembles. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, 28(1), 27-46. <https://doi.org/10.1525/mp.2010.28.1.27>
- Koelsch, S., Vuust, P., & Friston, K. (2019). Predictive processes and the peculiar case of music. *Trends in Cognitive Sciences*, 23(1), 63-77. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2018.10.006>
- Kosslyn, S. (1980). *Image and Mind*. Harvard University Press.
- Kosslyn, S.M., Reiser, B.J., Farah, M.J., & Fliegel, S.L. (1983). Generating visual images: Units and relations. *Journal*

- of *Experimental Psychology: General*, 112(2), 278–303. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.112.2.278>
- Krumhansl, C.L. (2000). Rhythm and pitch in music cognition. *Psychological Bulletin*, 126(1), 159–179. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.126.1.159>
- Large, E.W., & Jones, M.R. (1999). 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>
- Large, E.W., & Snyder, J.S. (2009). Pulse and meter as neural resonance. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1169(1), 46–57. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.04550.x>
- Lerdahl, F. (1987). Timbre hierarchies. *Contemporary Music Review*, 2(1), 135–160. <https://doi.org/10.1080/07494468708567056>
- Levitin, D.J. (1994). Absolute memory for musical pitch: evidence from the production of learned melodies. *Perception & psychophysics*, 56(4), 414–423. <https://doi.org/10.3758/bf03206733>
- Liikkanen, L.A. (2008). *Music in everymind: Commonality of involuntary musical imagery*. En K. Miyazaki, Y. Hiraga, M. Adachi, Y. Nakajima y M. Tsuzaki (Eds.), *Proceedings of the 10th International Conference on Music Perception and Cognition (ICMPC10)* (pp. 408–412), Sapporo, Japan. Recuperado de http://l.kryptoniitti.com/lassial/files/publications/080904-Music_in_everymind_pdf.pdf
- Liikkanen, L.A. (2012). Involuntary Music Among Normal Population and Clinical Cases. *Advances in clinical neuroscience and rehabilitation*, 12(4), 12–14. Recuperado de <http://www.acnr.co.uk/14%20S012/12%20Review%20article%202.pdf>
- Lucas, B.J., Schubert, E., & Halpern, A.R. (2010). Perception of Emotion in Sounded and Imagined Music. *Music Perception*, 27(5), 399–412. <https://doi.org/10.1525/mp.2010.27.5.399>
- Marschark, M., Richman, C.L., Yuille, J.C., & Hunt, R.R. (1987). The role of imagery in memory: On shared and distinctive information. *Psychological Bulletin*, 102(1), 28–41. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.102.1.28>
- McAdams, S. (1993). Recognition of sound sources and events. En S. McAdams & E. Bigand (Eds.), *Thinking in sound: The cognitive psychology of human audition* (pp. 146–198). Clarendon Press/Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198522577.003.0006>
- McAdams, S. (2013). Musical timbre perception. In D. Deutsch (Ed.), *The psychology of music* (pp. 35–67). Elsevier Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-381460-9.00002-X>
- McAuley, J.D., Jones, M.R., Holub, S., Johnston, H.M., & Miller, N.S. (2006). The time of our lives: life span development of timing and event tracking. *Journal of experimental psychology. General*, 135(3), 348–367. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.135.3.348>
- Miyazaki, K., & Ogawa, Y. (2006). Learning Absolute Pitch by Children: A Cross-Sectional Study. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, 24(1), 63–78. <https://doi.org/10.1525/mp.2006.24.1.63>
- Morillon, B., & Baillet, S. (2017). Motor origin of temporal predictions in auditory attention. *PNAS*, 114(42), E8913–E8921. <https://doi.org/10.1073/pnas.1705373114>
- Müllensiefen, D., Fry, J., Jones, R., Jilka, S., Stewart, L., & Williamson, V.J. (2014). Individual Differences Predict Patterns in Spontaneous Involuntary Musical Imagery. *Music Perception*, 31(4), 323–338. <https://doi.org/10.1525/mp.2014.31.4.323>
- Murgia, M., & Galmonte, A. (2015). The role of sound in motor perception and execution. *Open Psychol. J.* 8(1), 171–173. <http://doi.org/10.2174/1874350101508010171>
- Neisser, U. (1976). *Cognition and Reality. Principles and implications of cognitive psychology*. W.H. Freeman.
- Neuhoff, J.G. (2001). An Adaptive Bias in the Perception of Looming Auditory Motion. *Ecological Psychology*, 13(2), 87–110. https://doi.org/10.1207/S15326969ECO1302_2
- Nozaradan, S., Peretz, I., Missal, M., & Mouraux, A. (2011). Tagging the neuronal entrainment to beat and meter. *Journal of Neuroscience*, 31(28), 10234–10240. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0411-11.2011>
- Oare, S. (2014). Aural Image in Practice: A Multicase Analysis of Instrumental Practice in Middle School Learners. *Update: Applications of Research in Music Education*, 34(2), 37–44. <https://doi.org/10.1177/8755123314550415>
- Okada, H., & Matsuoka, K. (1992). Effects of auditory imagery on the detection of a pure tone in white noise: Experimental evidence of the auditory perky effect. *Perceptual and Motor Skills*, 74(2), 443–448. <https://doi.org/10.2466%2Fpms.1992.74.2.443>
- Palmer, C., & Krumhansl, C. L. (1990). Mental representations for musical meter. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 16(4), 728–741. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.16.4.728>
- Patel, A.D., Iversen, J.R., Chen, Y., & Repp, B.H. (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>
- Patel, A.D., & Iversen, J.R. (2014). The evolutionary neuroscience of musical beat perception: the Action Simulation for Auditory Prediction (ASAP) hypothesis. *Frontiers in systems neuroscience*, 8, 57. <https://doi.org/10.3389/fnsys.2014.00057>

- Pecenka, N., & Keller, P.E. (2009). The Relationship Between Auditory Imagery and Musical Synchronization Abilities in Musicians. En J. Louhivuori, T. Eerola, S. Saarikallio, T. Himberg, P.-S. Eerola (Eds.), *Proceedings of the 7th Triennial Conference of European Society for the Cognitive Sciences of Music (ESCOM 2009)* (pp. 409-415). Jyväskylä, Finland: Universidad de Jyväskylä.
- Penel, A., & Drake, C. (2004). Timing variations in music performance: Musical communication, perceptual compensation, and/or motor control? *Perception & Psychophysics*, 66(4), 545-562. <https://doi.org/10.3758/BF03194900>
- Pitt, M.A., & Crowder, R.G. (1992). The role of spectral and dynamic cues in imagery for musical timbre. *J. Exp. Psychol. Hum. Percept. Perform.*, 18(3), 728-238. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.18.3.728>
- Pylyshyn, Z.W. (1973). What the mind's eye tells the mind's brain: A critique of mental imagery. *Psychological Bulletin*, 80(1), 1-24. <https://doi.org/10.1037/h0034650>
- Pylyshyn, Z.W. (1978). Imagery and Artificial Intelligence. *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, 9, 19-55. <https://hdl.handle.net/11299/185336>
- Pylyshyn, Z. W. (1981). The imagery debate: Analogue media versus tacit knowledge. *Psychological Review*, 88(1), 16-45. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.88.1.16>
- Pylyshyn, Z. W. (2002). Mental imagery: in search of a theory. *The Behavioral and brain sciences*, 25(2), 157-237. <https://doi.org/10.1017/s0140525x02000043>
- Rajendran, V.G.; Teki, S., & Schnupp, J.W.H. (2018). Temporal Processing in Audition: Insights from Music. *Neuroscience*, 389(1), 4-18. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2017.10.041>
- Ravignani, A., Delgado, T., & Kirby, S. (2017). Musical evolution in the lab exhibits rhythmic universals. *Nature Human Behaviour*, 1: 0007. <https://doi.org/10.1038/s41562-016-0007>
- Reisberg, D. (2010). Auditory imagery. En E.B. Goldstein (Ed.), *Encyclopedia of perception* (pp. 164-167). Sage Publications, Inc. <https://dx.doi.org/10.4135/9781412972000>
- Repp, B.H. (1999). Effects of auditory feedback deprivation on expressive piano performance. *Music Perception*, 16(4), 409-438. <https://doi.org/10.2307/40285802>
- Repp, B.H. (2001). Effects of music perception and imagery on sensorimotor synchronization with complex timing patterns. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 930, 409-411. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2001.tb05754.x>
- Repp, B.H. (2005). Sensorimotor synchronization: a review of the tapping literature. *Psychonomic Bulletin and Review*, 12(6), 969-992. <https://doi.org/10.3758/BF03206433>
- Repp B.H. (2007). Hearing a melody in different ways: multistability of metrical interpretation, reflected in rate limits of sensorimotor synchronization. *Cognition*, 102(3), 434-454. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2006.02.003>
- Repp B.H., Iversen J.R., & Patel A.D. (2008). Tracking an imposed beat within a metrical grid. *Music Perception*, 26(1), 1-18. <https://doi.org/10.1525/mp.2008.26.1.1>
- Repp, B.H., & Su, Y.H. (2013). Sensorimotor synchronization: A review of recent research (2006-2012). *Psychonomic Bulletin & Review*, 20(3), 403-452. <https://doi.org/10.3758/s13423-012-0371-2>
- Révész, G. (1953). *Introduction to the psychology of music*. Londres, Reino Unido: Longmans, Green & Co.
- Ross, J.M., Iversen, JR., & Balasubramaniam, R. (2016). Motor simulation theories of musical beat perception. *Neurocase*, 22(6), 558-565. <https://doi.org/10.1080/13554794.2016.1242756>
- Safaie, M., Jurado-Parras, M.T., Sarno, S., Louis, J., Karoutchi, C., Petit, L.F., Pasquet, M.O., Eloy, C., & Robbe, D. (2020). Turning the body into a clock: Accurate timing is facilitated by simple stereotyped interactions with the environment. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 117(23), 13084-13093. <https://doi.org/10.1073/pnas.1921226117>
- Sakai, K., Hikosaka, O., Miyauchi, S., Takino, R., Tamada, T., Iwata, N.K., & Nielsen, M. (1999). Neural representation of a rhythm depends on its interval ratio. *J. Neurosci.*, 19(22), 10074-10081. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.19-22-10074.1999>
- Seashore, C.E. (1919). *Thepsychologyofmusictalent*. Silver, Burdett and Company. <https://doi.org/10.1037/13031-000>
- Seashore, C.E. (1938). *The psychology of music*. McGraw Hill.
- Simmons, J.C.H. (1981). *An investigation of relationships among primary-level student performance on selected measures of music aptitude, scholastic aptitude, and academic achievement* (Tesis doctoral). University of Virginia, Virginia. Disponible en Dissertation Abstracts International, sect. A,42(4), 1529A.
- Skinner, B.F. (1974). *About Behaviorism*. Knopf.
- Soria-Urios, G., Duque, P., & García-Moreno, J.M. (2011). Música y cerebro: fundamentos neurocientíficos y trastornos musicales. *Rev Neurol*, 52(1), 45-55. <https://doi.org/10.33588/rn.5201.2010578>
- Stupacher, J., Wood, G., & Witte, M. (2017). Neural Entrainment to Polyrhythms: A Comparison of Musicians and Non-musicians. *Frontiers in neuroscience*, 11, 208. <https://doi.org/10.3389/fnins.2017.00208>
- Su, Y.H., & Pöppel, E. (2012). Body movement enhances the extraction of temporal structures in auditory sequences. *Psychological research*, 76(3), 373-382. <https://doi.org/10.1007/s00426-011-0346-3>

- Tanaka, S., & Kirino, E. (2017). Dynamic Reconfiguration of the Supplementary Motor Area Network during Imagined Music Performance. *Front. Hum. Neurosci.*, 11:606. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00606>
- Teki, S., Grube, M., Kumar, S., & Griffiths, T.D. (2011). Distinct neural substrates of duration-based and beat-based auditory timing. *J. Neurosci.*, 31(10), 3805–3812. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.5561-10.2011>
- Thomas, N. J. T. (1999). Are theories of imagery theories of imagination? An active perception approach to conscious mental content. *Cognitive Science*, 23(2), 207–245. [https://doi.org/10.1016/S0364-0213\(99\)00004-X](https://doi.org/10.1016/S0364-0213(99)00004-X)
- Thomas, N.J.T.(2009). Visual Imagery and Consciousness. En W.P. Banks (Ed.), *Encyclopedia of Consciousness* (volume 2, pp. 445-457). Elsevier/Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-012373873-8.00083-9>
- Thoret, E., Caramiaux, B., Depalle, P., & McAdams, S. (2020). Learning metrics on spectrotemporal modulations reveals the perception of musical instrument timbre. *Nature Human Behaviour*, 5(3): 369-377. <https://doi.org/10.1038/s41562-020-00987-5>
- Toiviainen, P., Tervaniemi, M., Louhivuori, J., Saher, M., Huotilainen, M., & Näätänen, R. (1998). Timbre similarity: Convergence of neural, behavioral, and computational approaches. *Music Perception*, 16(2), 223–241. <https://doi.org/10.2307/40285788>
- Trehub, S.E. (2015). Cross-cultural convergence of musical features. *PNAS*, 112(29), 8809-8810. <https://doi.org/10.1073/pnas.1510724112>
- Van der Steen, M.C., & Keller, P.E. (2013). The ADaptation and Anticipation Model (ADAM) of sensorimotor synchronization. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7: 253. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00253>
- Van Dyck, E. (2019). Musical Intensity Applied in the Sports and Exercise Domain: An Effective Strategy to Boost Performance? *Front. Psychol.*, 10, p.1145. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01145>
- Vuvan, D.T., & Schmuckler, M.A. (2011). Tonal hierarchy representations in auditory imagery. *Memory & cognition*, 39(3), 477–490. <https://doi.org/10.3758/s13421-010-0032-5>
- Webb, M.N.A. (1984). An investigation of the relationship of musical aptitude and intelligence of students at the third grade level (Doctoral dissertation). University of North Carolina, Greensboro. Disponible en <http://libres.uncg.edu/ir/listing.aspx?id=25797>
- Weir, G., Williamson, V.J., & Müllensiefen, D. (2015). Increased involuntary musical mental activity is not associated with more accurate voluntary musical imagery. *Psychomusicology: Music, Mind, and Brain*, 25(1), 48–57. <https://doi.org/10.1037/pmu0000076>
- Wellek, A. (1963). *Musikpsychologie und Musikästhetik: Grundriss der systematischen Musikwissenschaft*. Frankfurt, Alemania: Akademische Verlagsgesellschaft.
- Williams, T.I. (2015). The classification of involuntary musical imagery: The case for earworms. *Psychomusicology: Music, Mind, and Brain*, 25(1), 5–13. <https://doi.org/10.1037/pmu0000082>
- Williamson, V.J., Jilka, S.R., Fry, J., Finkel, S., Müllensiefen, D., & Stewart, L. (2012). How do “earworms” start? Classifying the everyday circumstances of Involuntary Musical Imagery. *Psychology of Music*, 40(3), 259–284. <https://doi.org/10.1177/0305735611418553>
- Wu, J., Yu, Z., Mai, X., Wei, J., & Luo, Y. (2010). Pitch and loudness information encoded in auditory imagery as revealed by event-related potentials. *Psychophysiology* 48(3), 415–419. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2010.01070.x>
- Zalta, A., Petkoski, S., & Morillon, B. (2020). Natural rhythms of periodic temporal attention. *Nature Communications*, 11, 1051. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-14888-8>
- Zarco, W.; Merchant, H.; Prado, L., & Méndez, J.C. (2009). Subsecond timing in primates: comparison of interval production between human subjects and rhesus monkeys. *Journal of neurophysiology*, 102(6), 3191–3202. <https://doi.org/10.1152/jn.00066.2009>
- Zatorre, R.J., & Halpern, A.R. (2005). Mental Concerts: Musical Imagery and Auditory Cortex. *Neuron*, 47(1), 9-12. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2005.06.013>
- Zatorre, R.J., Halpern, A.R., Perry, D.W., Meyer, E., & Evans, A.C. (1996). Hearing in the Mind’s Ear: A PET Investigation of Musical Imagery and Perception. *Journal of cognitive neuroscience*, 8(1), 29–46. <https://doi.org/10.1162/jocn.1996.8.1.29>