

El Oído Absoluto: bases y perspectivas neurocognitivas

Fabrizio Veloso – Universidad de Brasilia, Brasilia/DF, Brasil
Maria Ângela Guimarães Feitosa – Universidad de Brasilia, Brasilia/DF, Brasil

Resumen

Absolute Pitch, la capacidad de nombrar tonos sin una referencia externa, comúnmente se relaciona con la cognición musical. Si bien existe una inversión creciente en su estudio, aún quedan muchas cuestiones por aclarar, tales como: génesis, concepto, metodologías de estudio, aspectos estructurales y funcionales que lo caracterizan. Esta revisión tiene como objetivo analizar los avances y limitaciones recientes en el área, considerando las bases metodológicas y teóricas, así como puntos controvertidos que permean el tema, como la definición y origen de la habilidad. En conclusión, se destaca la necesidad de diseños específicos para el estudio de la cognición musical como un aliado importante para una mejor comprensión y dilucidación de los problemas inherentes al Absolute Pitch.

Palabras clave: Tono absoluto; Cognición musical; Percepción musical; Neurociencia Cognitiva; Percepción auditiva.

Absolute Pitch: fundamentos y perspectivas neurocognitivas

Abstracto

El tono absoluto, la capacidad de nombrar tonos sin una referencia externa, comúnmente se relaciona con la cognición musical. A pesar de la creciente inversión en su comprensión, muchas cuestiones aún no se comprenden bien, como la génesis, la conceptualización, la metodología de la investigación y la identificación de características estructurales y funcionales. La presente revisión tiene como objetivo analizar los avances y limitaciones recientes en el área, considerando sus bases metodológicas y teóricas, así como las controversias existentes (definición y génesis). Se concluye señalando la necesidad de diseños específicos para el estudio de la cognición musical para una mejor comprensión del tono absoluto.

Palabras clave: tono absoluto; Reconocimiento musical; Percepción musical; Neurociencia Cognitiva; Percepción auditiva.

El Oído Absoluto: bases y perspectivas neurocognitivas

Resumen

El Sonido Absoluto, la capacidad de nombrar tonos sin una referencia externa, comúnmente se relaciona con la cognición musical. Si bien se nota una creciente inversión en su estudio, muchas cuestiones aún no están claras, tales como: génesis, concepto, metodologías del estudio, aspectos estructurales y funcionales que lo caracterizan. Esta revisión se propone analizar los avances y limitaciones del área, considerando las bases metodológicas, teóricas y puntos controvertidos que abordan el tema, como la definición y origen de la habilidad. En conclusión, la necesidad de pautas específicas para el estudio de la cognición musical se demuestra como un aliado importante para una mejor comprensión y clarificación de los problemas inherentes al Sonido Absoluto.

Palabras clave: Audiencia absoluta; Cognición musical; Percepción musical; Neurociencia Cognitiva; Percepción auditiva.

La literatura describe la Audición Absoluta como la capacidad de identificar, nombrar o producir la frecuencia de un estímulo tonal sin la ayuda de un tono de referencia (Deutsch, 2002; Ross, Olson & Gore, 2003; Ward, 1999). Se asocia a una capacidad diferente en la codificación del croma, es decir, la repetición cíclica de intervalos en cada octava (Roederer, 2002) y la altura tonal de un tono musical (Bachem, 1937).

Su aparición es rara, con una prevalencia estimada de 1 de cada 10.000 personas, considerando la población de Europa y América del Norte, y se observa más comúnmente en músicos (alrededor del 20%) con formación formal (Bachem, 1955; Profita & Bidder, 1988).). Esto se debe básicamente a dos factores: la recurrente suposición de que el oído absoluto se limita a la capacidad de nombrar una nota musical (lo que se refleja en el desarrollo de pruebas que confirman la existencia de esta habilidad) y el hecho de que, invariablemente, los no- músicos no son expertos en reconocer esta habilidad. Los primeros estudios sobre el tono absoluto incluyeron diferencias fundamentales en la definición del término. Bachem (1937) llamó la atención sobre los subtipos: tono absoluto

genuino, de tono casi absoluto y pseudo-absoluto, y las personas con tono casi absoluto se diferenciarían por la internalización de una sola frecuencia específica que sirve como referencia para el reconocimiento de tonos, como un A4 (440 Hz), mientras que las personas con El pseudo-oído absoluto sólo sería capaz de hacer una estimación de la frecuencia tocada, en detrimento de una codificación tonal exacta, basada en una formación musical previa.

El objetivo de esta revisión es identificar y discutir temas controvertidos sobre el oído absoluto, analizando la literatura científica actual relacionada con el tema e incluyendo trabajos clásicos. Vale resaltar la relevancia científica del tema, considerando que la explicación de la habilidad tiene implicaciones importantes respecto del procesamiento musical y aspectos perceptivos y cognitivos, así como los correlatos neuronales involucrados en la resolución de información sonora de alta complejidad y cómo estos afectan la dinámica cerebral. Los artículos examinados fueron buscados en las bases de datos "Web of Science" y "Scopus", utilizando las palabras clave "absolute pitch", "music", "music perception" y "music cognition".

Básicamente se consideraron textos publicados en inglés, sin delimitar el período de publicación. Se consideraron los artículos disponibles en la base de datos entre el período de agosto de 2010 y junio de 2012. Las referencias citadas por artículos centrales al tema y obtenidas en la base de datos también se utilizaron para identificar otros estudios relevantes.

Percepción y cognición

Las investigaciones de las últimas dos décadas consideran que el tono absoluto está relacionado con la capacidad de asociar automáticamente una frecuencia tonal con una etiqueta lingüística que la identifique como una nota musical (Levitin & Rogers, 2005; Schulze, Mueller & Koelsch, 2012), así como como el mantenimiento de esta información en un sistema de memoria a largo plazo (Levitin, 1994). Se observa que, comúnmente, el fenómeno se refiere al conocimiento previo de las notas musicales, de acuerdo con la escala atemperada. En otras palabras, el tono absoluto se define verificando un alto grado de precisión en la asociación directa entre un estímulo sonoro y una etiqueta verbal específica. Por tanto, existe una evidente participación de un componente lingüístico (cognitivo) relacionado con la habilidad que la diferencia de otras manifestaciones de la música en el cerebro humano, además de conocimientos previos en teoría musical como condición intrínseca.

El papel crucial de la cognición en las habilidades es un objeto de atención bien conocido en la literatura. Los estudios muestran un desempeño marcadamente diferente de esta población con respecto a la precisión en la denominación de notas musicales, en comparación con músicos sin la habilidad o personas sin formación musical (Baharloo & cols., 1998; Takeushi & Hulse, 1993;) y aceleran la identificación de tonos musicales (Miyazaki, 1988). Además, las estructuras activadas en el cerebro para las tareas de nombrar e identificar determinados tonos musicales en personas con oído perfecto difieren de las áreas activadas en personas que no tienen esta capacidad (Schlaug, Jancke, Huang & Steinmetz, 2005; Wilson, Lusher, Wan, Dudgeon y Reutens, 2009; Zatorre, Perry, Beckett, Westbury y Evans, 1998). En conjunto, estos hallazgos corroboran el papel distinto y específico de la cognición en la identificación y producción de un tono musical en personas con tono perfecto.

El tono absoluto también se ha asociado con la codificación de las frecuencias de distintas señales acústicas de estímulos musicales (Ross, Gore y Marks, 2005). Algunos estudios consideran esencial el componente perceptual del fenómeno, frente a un enfoque esencialmente cognitivo. En investigaciones anteriores de Ross et al. (2004), se encontró que en una tarea de ajuste de frecuencia tonal a una frecuencia previamente presentada, ambos músicos

Sin formación musical formal, pueden presentar una interpretación equivalente a la de músicos con tono perfecto (Ross, Olson, Marks & Gore, 2004), mientras que los adultos no músicos parecen ser capaces de codificar adecuadamente la frecuencia de los estímulos musicales en una frecuencia tonal. tarea de identificación (Ross & cols., 2003). Además, las personas sin tono perfecto también tienen la capacidad de identificar cambios en el nivel de tono de los tonos que componen extractos de canciones que conocen (Deutsch, 2002; Halpern, 1989; Schellenberg & Trehub, 2003), lo que sugiere la retención de información acústica. Asimismo, los músicos sin tono absoluto pueden retener información tonal en la memoria a largo plazo en tareas de reconocimiento de melodías (Creel & Tumlin, 2012) y al juzgar la frecuencia correcta de los tonos telefónicos (Smith & Schmukler, 2004), así como al identificar la frecuencia correcta de los tonos telefónicos (Smith & Schmukler, 2004). clave en canciones conocidas (Terhardt & Seewann, 1983).

En conjunto, los estudios mencionados anteriormente respaldan la afirmación de que la exclusión de personas sin formación musical o sin oído absoluto del estudio del tema puede representar, por tanto, una limitación importante para una mejor comprensión del fenómeno. Además, estos estudios indican que tanto los componentes cognitivos como los perceptivos juegan un papel importante en el desarrollo del tono absoluto. Considerarlos de forma aislada puede implicar una limitación crucial a su comprensión. Los límites de participación de cada uno de estos factores, así como sus interacciones, aún no están bien establecidos por los estudios y merecen una mayor inversión científica, considerando tanto a músicos con la habilidad, como a potenciales poseedores sin conocimientos teóricos musicales.

Factores constitucionales y ambientales.

La génesis de la habilidad es otro punto controvertido. En primer lugar, algunas investigaciones han demostrado la influencia de la formación musical formal, considerando la existencia de un período sensible para su desarrollo (Miyazaki, 1988; Takeushi & Hulse, 1993), asociado al desarrollo del lenguaje (Deutsch, 2002). Parece haber convergencia entre los estudios cuando se comprueba que las personas que iniciaron sus estudios musicales con menos de seis años tienen más probabilidades de desarrollar el oído absoluto que aquellas que iniciaron sus estudios en una etapa de desarrollo más tardía. En un estudio realizado por Baharloo & cols. (1998), con músicos de orquesta, conservatorios y programas de formación musical, encontraron que alrededor del 40% tenía oído absoluto e inició sus estudios antes de los 4 años. Por otro lado, sólo el 4% de los que iniciaron su formación musical a partir de los 9 años refirieron tener Afinación Absoluta. Otro estudio (Deutsch, Dooley, Henthorn

& Head, 2009) observó que las personas que iniciaron su formación musical formal entre los 2 y los 5 años obtuvieron un mayor porcentaje de respuestas correctas en una prueba de denominación de notas musicales, sugiriendo la influencia del entrenamiento temprano en la prevalencia de la habilidad. De hecho, se sugiere que el periodo de 2 a 5 años facilitaría la asociación entre la representación absoluta de una frecuencia tonal y el etiquetado verbal de esta frecuencia en el sistema de memoria a largo plazo (Levitin & Rogers, 2005; Zatorre & Beckett, 1989). En conjunto, estos hallazgos refuerzan la influencia ambiental en la adquisición de tono absoluto.

Sin embargo, también se ha adoptado una explicación constitucional. Hay evidencia de una mayor prevalencia del tono absoluto en poblaciones asiáticas, como la japonesa, la coreana y la china (Gregersen, Kowalski, Kohn & Marvin, 2000), independientemente del inicio temprano en el estudio musical y del hecho de que son países con lenguajes tonales, así como una alta tasa de concordancia para la aparición de la habilidad en gemelos monocigóticos (78%), en comparación con gemelos dicigóticos (45%) (Theusch & Gitschier, 2011). Otro dato apunta a una prevalencia cuatro veces mayor de esta habilidad en familias de entrevistados con oído perfecto, en comparación con personas sin oído perfecto (Baharloo & cols., 1998). Además, Baharloo et al. (1998) encontraron en sus estudios que la mayoría de los participantes encuestados y que informaron una formación musical formal que comenzó a la edad de 6 años o menos no tenían tono absoluto, lo que sugiere, por lo tanto, que la formación musical temprana no puede explicar, por sí sola, la aparición de la capacidad. Además, se sugirió la influencia de un componente genético cuando se descubrió que los participantes con oído absoluto reportaron la presencia de otras personas con la misma habilidad en su familia a un ritmo cuatro veces mayor que aquellos sin oído absoluto.

También hay una explicación integradora sobre este tema. Según este enfoque, existe una confluencia de factores estructurales, funcionales, cognitivos y de desarrollo en el cerebro humano que favorecen el surgimiento de la habilidad (Zatorre, 2003). Wilson, Lusher, Martin, Rayner y McLachlan (2012) destacan la intersección entre la historia familiar y el inicio de la formación formal en un sistema (C fija) en el que se asigna una sílaba (nombre de la nota) al tono tocado, como prevalece entre los participantes con tono perfecto. La naturaleza integradora de los factores genéticos y ambientales de la habilidad también se refleja en los patrones específicos de actividad neuronal, como la asimetría estructural para el procesamiento auditivo y las características morfológicas del cerebro de las personas con esta habilidad. La activación más prominente de las regiones frontales (dorsolateral posterior) en músicos con tono perfecto en una tarea de escucha de tonos musicales, en comparación con músicos sin

El tono absoluto (Zatorre, Perry, Beckett, Westbury y Evans, 1998) se trata como evidencia de la participación de un tipo específico de memoria en esta población. En otros estudios, una marcada asimetría de la *plan*olóbulo temporal izquierdo (Schlaug & cols., 2005), hiperconectividad de las estructuras bilaterales del lóbulo temporal (Loui, Li, Hohmann & Schlaug, 2011), así como dominancia hemisférica cerebral para la identificación de la altura (Brancucci, di Nuzzo & Tommasi, 2009). Además, la investigación ha demostrado la activación de la parte posterior de la circunvolución temporal medial y la baja activación de la parte mesial de la circunvolución temporal superior en músicos con tono absoluto expuestos a estímulos del habla con variación léxica o prosódica, en comparación con músicos sin tono absoluto (Oechslin & cols., 2009), sugiriendo la activación de distintas vías neuronales para procesar información musical y lingüística (del habla).

Las investigaciones neurobiológicas sobre el tema son relativamente recientes (Ross, Gore & Marks, 2005) y comúnmente se vinculan al estudio de la cognición musical, desde una perspectiva de la neurociencia cognitiva. Si bien la cognición es un área clásica de estudio científico en psicología (Levitin & Tirovolas, 2009), la aplicación de las metodologías desarrolladas en esta área al objeto de la música es aún relativamente reciente y merece un análisis cuidadoso, ya que el estímulo musical es procesado de manera particular en el cerebro humano. Baird y Samson (2009) observan que, en el estudio de la memoria musical, por ejemplo, los estudios utilizan protocolos que provienen de metodologías aplicadas al estudio del lenguaje no musical. Cabe señalar que una de las principales razones de esta realidad es el hecho de que, durante mucho tiempo, el lenguaje formal, comúnmente asociado al hemisferio dominante, fue elegido como foco principal de los estudios sobre el cerebro humano (Kandel, Schwartz & Jessel, 1995), mientras que trabajos pioneros describían la actividad musical como un suceso relacionado con el hemisferio no dominante (Springer & Deutsch, 1998) o el hemisferio derecho, en tareas de reconocimiento de tonos (Beaver & Chiarello, 1974), en la escucha dicótica (Kimura, 1964), en la estimulación cerebral de regiones específicas (Penfield y Jasper, 1954) y en estudios de neuropatología, como la epilepsia musicogénica (Critchley, 1937).

Este aspecto señala posibles limitaciones de no contar con metodologías específicas para el estudio de la cognición musical y, en consecuencia, del tono absoluto, ya que el procesamiento cerebral de los contenidos que caracterizan el fenómeno musical es distinto del procesamiento del lenguaje formal. En un estudio reciente sobre tono absoluto se encontró que la denominación de notas musicales en personas con la habilidad, en comparación con personas que no la tienen, genera mayor actividad neuronal en ambos hemisferios cerebrales (Wu, Kirk, Hamm & Lim, 2008).

Si, por un lado, esto sugiere una organización del contenido tonal equivalente a la organización cerebral para la formación del lenguaje formal, por otro lado, muestra la participación de estructuras de otra manera en el procesamiento musical.

Sería importante, por tanto, que el estudio científico del tema incluya el desarrollo de metodologías específicas, a fin de garantizar resultados más robustos y consistentes con los factores que lo permean. Aunque están bien adaptadas al contexto, como los estudios psicofísicos y de imágenes cerebrales, la herencia de metodologías utilizadas en el lenguaje formal no es infrecuente. Términos como “gramática musical” y aspectos “léxicos” de la música son ampliamente utilizados y sugieren una adaptación del tema a otra área de investigación neurocientífica, aunque se destacan las diferencias prominentes entre ellos. En otras palabras, la adopción de metodologías más conocidas para investigar un fenómeno aún poco estudiado en el mundo científico es un camino natural. Sin embargo, invertir en un diseño que considere las propiedades inherentes al fenómeno, destacando los aspectos básicos de la estructura musical, como el timbre, la altura tonal, el contorno melódico, el ritmo, por ejemplo, es un paso importante para dilucidar mejor la habilidad.

Conclusión

Una reflexión minuciosa sobre los puntos destacados lleva a la conclusión de que las lagunas vinculadas a una mejor comprensión del Absolute Pitch, como una definición más concisa, factores intrínsecos al desarrollo de la habilidad, su origen, desarrollo e implicaciones para la comprensión de la música. la cognición se hace evidente.

En primer lugar, cabe señalar que la definición de tono absoluto en sí es controvertida. La ausencia de diseños experimentales con sujetos que no tienen la capacidad de nombrar un tono musical, es decir, separar el supuesto del estudio teórico musical formal, resulta ser un punto fundamental. Ajustar las metodologías que permitan el estudio de la afección en esta población específica puede aportar beneficios esenciales para una mejor comprensión del fenómeno. El uso de exámenes de imagen puede proporcionar evidencia de la activación cerebral inherente al tono absoluto, aunque no son suficientes para discutir la complejidad de la habilidad. Lo que se observa con tales estudios es un mapa funcional aún en investigaciones iniciales. Sin embargo, todavía está lejos de lograrse una explicación sobre las causas y efectos de tales modificaciones, así como inferencias sobre los aspectos perceptivos y cognitivos inherentes.

Un segundo aspecto relevante se refiere a los desacuerdos sobre la génesis del oído absoluto. ¿En qué medida los aspectos constitucionales favorecen el surgimiento de la capacidad en detrimento de los factores ambientales como su determinante? Si bien algunas investigaciones proponen una comprensión convergente de estos aspectos que favorecen su ocurrencia, los estudios aún son relativamente recientes y sugieren, simplemente, una explicación alternativa del tema. Parece correcto decir que el oído absoluto es una capacidad que modifica el funcionamiento cerebral de quienes lo poseen. Una mejor dilucidación de los sustratos neuronales que influyen en la percepción de los estímulos auditivos en esta población puede aclarar cuestiones importantes sobre los mecanismos cerebrales y los procesos mentales asociados con la música. Asimismo, comprender los cambios funcionales debido a la influencia ambiental y la correlación entre cambios en aspectos estructurales del cerebro debido a factores constitucionales también son temas importantes para comprender la actividad cerebral ante estímulos musicales y sus posibles implicaciones.

Además, cabe destacar que la mayoría de los estudios sobre altura absoluta consideran tareas con aspectos inherentes al objeto musical (timbre, tonos, ritmo, etc.) de forma aislada o en frases musicales que no necesariamente se corresponden con lo que comúnmente caracteriza a la música (un complejo fenómeno tallado en el tiempo). El desarrollo y combinación de técnicas y metodologías adaptadas al estudio de la música parecen ser condiciones necesarias para futuros avances en el área.

Finalmente, cabe señalar que no hay claridad sobre las ventajas reales que tienen las personas con oído perfecto, en detrimento de quienes no lo tienen. De hecho, los estudios no sugieren, hasta la fecha, una diferencia en cuanto al procesamiento de la información musical entre los dos grupos, sino más bien una diferencia en cuanto a la realización de tareas musicales específicas (Miyazaki y Rakowski, 2002), como el reconocimiento de tonos aislados. Comprender la naturaleza de la capacidad y la particularidad del tono absoluto para un grupo específico de la población puede aportar una mejor comprensión de la percepción del tono, las bases de la cognición musical y qué factores interfieren en el procesamiento de este tipo de información auditiva.

Referencias

- Bachem, A. (1937). Varios tipos de tono absoluto. *El Revista de la Sociedad Acústica de América*, 9, 146-157. Bachem, A. (1955). Tono absoluto. *El Diario de la Sociedad de Acústica de América*, 27, 1180-1185. Baharloo, S., Johnston, PA, Service, S.K., Gitschier, J. y Freimer, NB (1998). Tono absoluto: un enfoque para la identificación de factores genéticos y

- componentes no genéticos. *Revista Estadounidense de Genética Humana*, 62(2), 224-231.
- Baird, A. y Samson, S. (2009). Memoria para música en Alzheimer enfermedad: ¿inolvidable? *Revisión neuropsicológica*, 19, 85-101.
- Beaver, TG y Chiarello, RJ (1974). Cerebral Predominio en músicos y no músicos. *Ciencia*, 185, 537-539.
- Brancucci, A., di Nuzzo, M. y Tommasi, L. (2009). Asimetrías hemisféricas opuestas para la identificación del tono en músicos de tono absoluto y no absoluto. *Neuropsicología*, 47(13), 2937-2941. Duele: 10.1016/j.neuropsicología.2009.06.021
- Creel, SC y Tumlin, MA (2012). En línea El reconocimiento de la música está influenciado por la información del tono relativo y absoluto. *Ciencia cognitiva*, 36, 224-260.
- Critchley, M. (1937). Epilepsia musicogénica. *Cerebro* 60, 1328-1337.
- Alemán, D. (2002). El rompecabezas del tono absoluto. *Direcciones actuales en la ciencia psicológica*, 11(6), 200-204. DOI: 10.1111/1467-8721.00200.
- Deutsch, D., Dooley, K., Henthorn, T. y Head, B. (2009). Tono absoluto entre estudiantes de un conservatorio de música estadounidense: asociación con la fluidez del lenguaje tonal. *La Revista de la Sociedad Acústica de América*, 125(4), 2398.
- Gregersen, P., Kowalsky, E., Kohn, N. y Marvin, E. (2000). Educación musical en la primera infancia y predisposición al tono absoluto: separando genes y medio ambiente. *Revista Estadounidense de Genética Médica*, 98, 280-282.
- Halpern, AR (1989). Memoria para el tono absoluto de canciones familiares. *Memoria y cognición*, 17(5), 572-581.
- Kandel, ER, Schwartz, JH y Jessel, TM (1995). *Fundamentos de la neurociencia y el comportamiento*. São Paulo: Prentice-Hall do Brasil.
- Kimura, D. (1964). Diferencias de percepción entre izquierda y derecha de melodías. *Revista Trimestral de Psicología Experimental*, 16, 335-358.
- Levitin, DJ (1994). Memoria absoluta para la música. tono: evidencia de la producción de recuerdos aprendidos. *Percepción y psicofísica*, 56(4), 414-423.
- Levitin, DJ y Rogers, SE (2005). Tono absoluto: percepción, codificación y controversias. *Tendencias en Ciencias Cognitivas*, 9(1), 26-33. doi: 10.1016/j.tics.2004.11.007.
- Levitin, DJ y Tirovolas, AK (2009). Actual Avances en la neurociencia cognitiva de la música. *Anales de la Academia de Ciencias de Nueva York*, 115(1), 211-231. doi: 10.1111/j.1749-6632.2009.04417.x Loui, P., Li, H. C., Hohmann, A. y Schlaug, G. (2011). Conectividad cortical mejorada en músicos de tono absoluto: un modelo para la hiperconectividad local. *Revista de neurociencia cognitiva*, 23(4), 1015-1026.
- Miyazaki, K. (1988). Identificación del tono musical por poseedores absolutos de tono. *Percepción & Psicofísica*, 44(6), 501-512.
- Miyazaki, K. y Rakowski, A. (2002). Reconocimiento de Melodías anotadas por poseedores y no poseedores de tono absoluto. *Percepción y psicofísica*, 64, 1337-1345.
- Oechslein, MS, Meyer, M. y Jancke, L. (2009). Tono absoluto: evidencia funcional de agudeza auditiva relevante para el habla. *corteza cerebral*, 20 (2), 447-455. doi: 10.1093/cercor/bhp113.
- Penfield, J. y Jasper, HL (1954). *La epilepsia y la anatomía funcional del cerebro humano*. Boston: Little Brown y compañía.
- Profita, J. y Bidder, TG (1988). Tono perfecto. *Revista Estadounidense de Genética Humana*, 29, 763-771.
- Roederer, JG (2002). *Introducción a la física y psicofísica de música*. São Paulo: Editorial de la Universidad de São Paulo.
- Ross, DA, Olson, IR y Gore, JC (2003). El tono absoluto no depende de una formación musical temprana. *Anales de la Academia de Ciencias de Nueva York*, 999, 522-526.
- Ross, D., Gore, J. y Marks, L. (2005). Tono absoluto: música y más allá. *Epilepsia y comportamiento*, 7(4), 578-601. doi: 10.1016/j.yebeh.2005.05.019.
- Ross, DA, Olson, IR, Marks, LE y Gore, JC (2004). Un paradigma no musical para identificar poseedores de tono absoluto. *La Revista de la Sociedad Acústica de América*, 116, 1793-1799.
- Schellenberg, EG y Trehub, S. (2003). Buen tono la memoria está muy extendida. *Ciencias Psicológicas*, 14(3), 262-266.
- Schlaug, G., Jancke, L., Huang, Y. y Steinmetz, H. (2005). Evidencia in vivo de asimetría cerebral estructural en músicos. *Ciencia*, 267, 699-701.
- Schulze, K, Mueller, K. y Koelsch, S. (2012). Auditoria Troop y tono absoluto: un estudio de resonancia magnética funcional. *Mapeo del cerebro humano*. doi: 10.1002/hbm.22010. Smith, NA y Schmukler, MA (2004). El Percepción de la estructura tonal a través de la diferenciación y organización de tonos. *Revista de Psicología Experimental: Percepción y desempeño humanos*, 30(2), 268-286.
- Springer, PS y Deutsch, G. (1998). *Cerebro izquierdo, cerebro derecho*. São Paulo: Summus.
- Takeushi, AH y Hulse, SH (1993). Tono absoluto. *Boletín Psicológico*, 113, 345-361.
- Terhardt, T. y Seewann, M. (1983). clave auditiva Identificación y su relación con el tono absoluto. *Percepción musical*, 1, 63-83.
- Theusch, E. y Gitschier, J. (2011). Gemelo de tono absoluto estudio y análisis de segregación. *Investigación de gemelos y genética humana*, 14(2), 173-178.
- Ward, WD (1999). Tono absoluto. En D. Deutsch (Ed.), *La psicología de la música* (páginas. 265-294). California: Prensa académica.

- Wilson, SJ, Lusher, D., Martin, CL, Rayner, G. y McLachlan, N. (2012). Los factores que se cruzan conducen a una adquisición de tono absoluta que se mantiene en un entorno de "do fijo". *Percepción musical*, 29(3), 285-296.
- Wilson, SJ, Lusher, D., Wan, Y., Dudgeon, P., Reutens, DC (2009). Los componentes neurocognitivos del procesamiento del tono: conocimientos del tono absoluto. *Corteza cerebral*, 19, 724-732.
- Wu, C., Kirk, IJ, Hamm, JP y Lim, VK (2008). Las redes neuronales involucradas en el etiquetado de tono de músicos de tono absoluto. *Neurociencia cognitiva y neuropatología*, 18(8), 851-854.
- Zatorre, RJ (2003). Tono absoluto: un modelo para Comprender las influencias de los genes y el desarrollo en la función neuronal y cognitiva. *Neurociencia de la naturaleza*, 6(7), 692-695.
- Zatorre, RJ y Beckett, C. (1989). Codificación múltiple Estrategias en la retención de tonos musicales por parte de poseedores de tono absoluto. *Memoria y cognición*, 17 (5), 582-589.
- Zatorre, RJ, Perry, DW, Beckett, CA, Westbury, CF y Evans, AC (1998). Anatomía funcional del procesamiento musical en oyentes con tono absoluto y tono relativo. *Actas de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos de América*, 95(6), 3172-3177.

Recibido el 15/08/2011

Primera Reformulación el 22/10/2012

Segunda Reformulación el 29/05/2013

Aprobado el 23/10/2013

Sobre los autores:

Fabrizio Veloso Es neuropsicóloga y psicóloga, con maestría en Procesos Psicológicos Básicos por la Universidad de Brasilia y candidata a doctorado en el programa de Neurociencias y Comportamiento de la Universidad de São Paulo, área de investigación en cognición musical.

María Ángela Guimarães Feitosa Doctorado por la Universidad de Michigan, Ann Arbor, EE.UU., profesor titular del Departamento de Procesos Psicológicos Básicos, Instituto de Psicología, Universidad de Brasilia.

Contacto con los autores:

Maria Angela Guimarães Feitosa - Departamento de Procesos Psicológicos Básicos, Instituto de Psicología – Universidad de Brasilia – Campus Universitario Darcy Ribeiro, Instituto Central de Ciencias del Sur, CEP 70910-900 – Brasilia/DF.

Correo electrónico: feitosa.mag@gmail.com

Fabrizio Veloso - Instituto de Ciencias Biomédicas - Universidad de São Paulo - Departamento de Fisiología y Biofísica, Avenida Prof. Lineu Prestes 1524, Ciudad Universitaria, CEP 05508-900 - São Paulo, SP

Correo electrónico: fabrizioveloso@gmail.com