

La educación musical: fundamentos y aportaciones a la neuroeducación

Salvador Oriola Requena^{1*}, Josep Gustems Carnicer²,
Mercè Navarro Calafell³

¹ Facultad de Educación (Universidad de Barcelona); salvaoriola@ub.edu

² Facultad de Educación (Universidad de Barcelona); jgustems@ub.edu

³ Profesora asociada a la Facultad de Educación (Universidad de Barcelona); mercenavarro@ub.edu

Resumen

La música es un potente activador cerebral que implica a una extensa red de estructura neurales corticales, subcorticales y del oído interno para su procesamiento. Estas estructuras no solo intervienen en la práctica musical, sino que también son específicas de otras funciones como la memoria, la emoción o el razonamiento matemático. Por esta razón, la educación musical puede repercutir positivamente en el aprendizaje de un arte en sí mismo como es la música y en el desarrollo de competencias clave como la matemática, la lingüística, la interpersonal, etc. El presente artículo es una revisión bibliográfica de tipo multidisciplinar cuyo objetivo es conocer cómo funciona el cerebro musical y cómo la música puede contribuir al desarrollo competencial tanto artístico-cultural como de otras competencias. A partir de dicha revisión se concluye que la música puede usarse como un recurso neuroeducativo eficaz para entrenar el cerebro de forma holística y mejorar la interconexión neuronal, lo cual beneficia a la formación integral de las personas, así como a su bienestar tanto personal como social. Aun así, cabe seguir indagando sobre la neuroarquitectura musical y su contribución a las neurociencias para conocer con exactitud cómo aprende el cerebro y la importancia de la música como recurso educativo.

Palabras clave: educación musical; neuroeducación; cerebro musical; competencias

Abstract

Music is a powerful brain activator that involves an extensive network of cortical, subcortical and inner ear neural structures for processing. These structures not only intervene in musical practice, but are also specific to other functions such as memory, emotion, or mathematical reasoning. For this reason, music education can have a positive impact not only on the learning of an art in itself such as music, but also on the development of key competences like mathematics, linguistics, interpersonal skills, etc. This article is a multidisciplinary bibliographic review whose objective is to know how the musical brain works and how music can contribute to the development of both artistic-cultural and other competences. From this review, it can be concluded that music can be used as an effective neuro-educational resource to train the brain holistically and improve neuronal interconnection,

*Correspondencia

Salvador Oriola Requena
salvaoriola@ub.edu

Citación

Oriola S, Gustems J, Navarro M. La educación musical: fundamentos y aportaciones a la neuroeducación. JONED. Journal of Neuroeducation. 2021; 2(1): 22-29. doi: 10.1344/joned.v2i1.31576

Contribuciones de los autores

Los autores declaran haber participado en la redacción y revisión del manuscrito, aunque por razones de dedicación investigadora, el primer firmante ha desarrollado los enfoques emocionales, el segundo se ha cuidado de los cognitivos y el tercero, de los atencionales.

Conflicto de intereses

Los autores declaran la ausencia de conflicto de interés derivado de este trabajo.

Editora

Laia Lluch Molins (Universitat de Barcelona, España)

Revisores

Laia Lluch Molins (Universitat de Barcelona, España)

El manuscrito ha sido aceptado por todos los autores, en el caso de haber más de uno, y las figuras, tablas e imágenes no están sujetos a ningún tipo de copyright.

which can benefit the comprehensive training of people, as well as their personal and social wellbeing. Even so, it is necessary to continue investigating the musical neuroarchitecture and its contribution to the neurosciences to know exactly how the brain learns and the importance of music as an educational resource.

Key words: music education; neuroeducation; music brain; competences

Introducción

La música en todas sus vertientes (audición, interpretación y creación) es un potente estimulador cerebral; las personas ante la percepción y el procesamiento de cualquier tipo de melodía activan un significativo número de zonas cerebrales¹. Todo este proceso tiene un carácter holístico y conlleva intrínsecamente una respuesta emocional universal, de ahí que la música sea un elemento omnipresente en la vida de las personas y en sus relaciones interpersonales, independientemente del lugar de procedencia, la época, la cultura, etc.²

Las neurociencias y concretamente la neuroeducación, entendida como la disciplina encargada de conocer cómo aprende el cerebro y su aplicación para la mejora de la educación³, conscientes de dicha potencialidad tanto a nivel cognitivo como emocional, muestran cada vez más interés por la música como recurso neuroeducativo. Por esta razón, el objetivo del presente trabajo es realizar una revisión bibliográfica, a modo de estado de la cuestión, sobre la neuroarquitectura musical y cómo la educación musical puede contribuir al desarrollo integral de las personas.

En la neuroeducación confluyen metodologías propias de disciplinas como la medicina, la psicología, la pedagogía, las didácticas aplicadas, etc., las cuales combinan técnicas de neuroimagen, test, cuestionarios o pruebas. Así pues, la citada revisión bibliográfica tendrá un carácter multidisciplinar en el que predominarán sobre todo documentos relacionados con la psicología de la música en su vertiente más amplia, a través de estudios sobre el funcionamiento músico-cerebral y los beneficios de la música.

El cerebro musical

Los primeros estudios existentes sobre el procesamiento musical cerebral planteaban un enfoque un tanto reduccionista, según el cual existía una espe-

cie de dicotomía en cuanto a la funcionalidad de los hemisferios; concretamente, al hemisferio derecho se le atribuía el encargo de procesar la música y el derecho el lenguaje⁴. Pero a partir de la década de los noventa, con la aparición de las imágenes funcionales y el análisis de casos neurológicos en pacientes músicos, no músicos o con algún daño cerebral, se evidenció que el procesamiento musical requiere un funcionamiento holístico cerebral en el que se activan múltiples zonas, y, a pesar de haber unas más activas que otras, todas son interdependientes e interfieren en la disfuncionalidad de alguna de ellas de forma significativa en la percepción global de la música^{5,6}. Autores como Despíns⁷ o Bueno⁸, ante la significativa activación cerebral y la interdependencia de todas las zonas implicadas, defienden que el aprendizaje musical es un recurso que favorece el estímulo y la interrelación entre ambos hemisferios, así como la plasticidad neuronal. Por esta razón, es considerada como uno de los estimuladores cerebrales más completos, pues el hecho de activar redes neuronales que también se utilizan en otras actividades mentales, motoras y emocionales puede repercutir positivamente en su realización. En definitiva, la educación musical, además de ser un aprendizaje multisensorial en sí mismo, también podría favorecer tareas relacionadas con las matemáticas, el lenguaje, la motricidad, etc.

Pero ¿qué ocurre en el cerebro humano cuando percibimos la música? ¿Cómo se procesa la música? ¿Qué zonas cerebrales se activan? ¿Todas las personas procesan la música de la misma manera? Cada vez se sabe más acerca de las respuestas a estas preguntas gracias al aumento de estudios neurocientíficos, cuyos resultados señalan que en el procesamiento musical interviene una extensa red de estructuras neurales corticales, subcorticales y del oído interno. Sin embargo, aún se conoce relativamente poco sobre la naturaleza de estos procesos y sobre cómo interactúan las diferentes zonas cerebrales implicadas⁹. Por ello, es necesario considerar

los procesos y mecanismos que a continuación se expondrán de una forma global con el fin de conocer mejor el funcionamiento cerebral que se da ante la música para su posterior aplicación educativa.

La percepción musical empieza cuando las ondas sonoras de cualquier sonido son captadas por el oído humano. La cóclea situada en la parte interna del oído se encarga de transducir dichas ondas mecánicas en impulsos nerviosos que pasan al cerebro. Las regiones talámicas y subtalámicas, como la formación reticular, el complejo olivar superior y los colículos inferiores, se encargan de realizar un primer análisis de las cualidades básicas de los sonidos percibidos (tono, timbre e intensidad). Dichas regiones no actúan aisladamente, sino que se interrelacionan con varias redes corticales y subcorticales a través de las vías talámicas¹⁰. Este primer análisis tiene lugar antes de que la señal pueda ser interpretada como música; funciona como un filtro que, dependiendo de la información procesada, activa alguna respuesta psicofisiológica o motora. Por ejemplo, la percepción de un sonido fuerte repentino conduce a reacciones de sobresalto, un estímulo amenazante puede conllevar comportamientos defensivos, etc. Así pues, se confirma que la variación inesperada de algunos parámetros del sonido puede alterar la actividad eléctrica talámica y exteriorizarse mediante respuestas corporales como sobresaltos, escalofríos, cambios en la frecuencia cardíaca y respiratoria, etc.¹¹

Los impulsos procesados por el tálamo son enviados principalmente a la corteza sensorial auditiva, pero también a otras partes como la amígdala, la corteza orbitofrontal media o la corteza motora. Es conveniente matizar que los impulsos no siguen un recorrido unidireccional, sino que siguen retroalimentando algunas zonas por las que habían pasado previamente¹².

La corteza sensorial auditiva es el epicentro del análisis musical, cuyo resultado será la sensación musical final. El lóbulo temporal izquierdo se encarga de descifrar las frecuencias y el ritmo, mientras que el lóbulo temporal derecho lo hace con la armonía y el timbre, aunque este proceso y las zonas implicadas variarán dependiendo de la formación musical de cada persona. Las personas sin formación musical perciben la música de forma parecida al lenguaje en su contorno melódico total, mientras que una persona con formación musical la percibe como una relación de elementos y símbolos musicales, de

ahí que exista una mayor asimetría izquierda en músicos¹³. Todo ello confirma que no existe un cerebro universal, sino que la anatomía de cada cerebro variará dependiendo de factores como la formación, en este caso, musical.

Otra área implicada en el procesamiento musical es la corteza motora, puesto que la percepción y la acción se encuentran íntimamente relacionadas. Así pues, no es de extrañar que una de las respuestas más habituales ante la percepción musical sea el movimiento de ciertas partes del cuerpo en acompañamiento a lo escuchado¹⁴.

Pero, sin duda, unas de las partes del sistema nervioso más interesantes que entran en juego con la percepción musical es el sistema límbico y el paralímbico, donde se encuentra la amígdala, considerada como el epicentro emocional de las personas. La percepción y valoración de una música va asociada con modulaciones significativas en la amígdala, el hipocampo, los polos temporales, el giro parahipocámpico, etc.; las cuales conllevan muchas veces respuestas tales como escalofríos, evocación de emociones o cambios de estado de ánimo^{9,15}. Por ejemplo, cuando escuchamos una música que la valoramos negativamente, la actividad de la amígdala aumenta considerablemente; contrariamente, cuando la música es placentera, su actividad disminuye y aumenta el flujo sanguíneo cerebral¹⁶. Desde la educación emocional, todo este tipo de respuestas emocionales suscitadas por la apreciación de la música o cualquier otro arte reciben el nombre de "emociones estéticas", las cuales difieren en algunos aspectos respecto a las emociones utilitarias, imprescindibles para la supervivencia de la especie¹⁷.

Con la música, además de las zonas cerebrales citadas, también se activan sistemas de recompensa similares a la comida, las drogas adictivas o el sexo. Cuando se escucha o se interpreta una música placentera, aumenta de nivel de neurotransmisores como la serotonina o la dopamina y la reducción de hormonas estresantes como la adrenalina¹⁸. Otros estudios también han demostrado que la música emocional puede favorecer el incremento de la conectividad cerebral y la densidad de la materia gris¹⁹.

Las anteriores investigaciones, junto con los resultados de muchas otras²⁰⁻²² van en la línea de constatar que personas entrenadas musicalmente, que han ejercitado la corteza cerebral de forma global, presentan una mayor densidad de tejido neuronal

y un mayor volumen cortical, que suele ser directamente proporcional al tiempo de entrenamiento musical. Así pues, el aprendizaje musical puede ser un recurso eficaz para modificar la estructura cerebral, lo cual no solo repercute positivamente en el desarrollo y adquisición de competencias de tipo cognitivo (como, por ejemplo, la mejora en los procesos creativos, el incremento en resultados académicos, etc.), sino que también actúa como herramienta terapéutica complementaria en trastornos cerebrales como demencias, Parkinson, epilepsias...²³, o como recurso para mejorar el estado de ánimo y aumentar el bienestar personal²⁴.

Contribución de la educación musical al desarrollo competencial

En la actualidad, la educación tiene como objetivo la formación integral de los alumnos a través de la adquisición y desarrollo de competencias básicas o clave de diferente índole (matemática, comunicativa-lingüística, artística, aprender a aprender, científica-tecnológica...). Desde la citada perspectiva competencial, el aprendizaje musical tendrá una doble funcionalidad: por un lado, aportará un aprendizaje en sí mismo que contribuirá sobre todo a la consecución de las competencias relacionadas con la expresión y la conciencia artístico-cultural; por otro lado, todo este aprendizaje lleva implícita la combinación de múltiples conocimientos (matemáticos, de ejecución, teóricos...), en los que intervienen zonas cerebrales específicas de dichos conocimientos, pudiendo servir como recurso para desarrollar otras competencias tanto de tipo académico (matemática, lingüística...) como intrapersonales e interpersonales (de alfabetización y regulación emocional, comunicativas...). En definitiva, la importancia y la defensa de la educación musical como recurso neuroeducativo se sustenta en torno a dos grandes ejes indisociables: el aprendizaje musical para la música en sí misma, cuyos argumentos están basados en el valor intrínseco de la música, y el aprendizaje de otros conocimientos a través de la música, cuyos argumentos se basan en la transferencia de aprendizajes²⁵.

Coefficiente intelectual, memoria y atención

La inteligencia personal es una característica poliédrica en la que confluye un sinnúmero de variables, tanto innatas como aprendidas. Desde una perspectiva

académica, el coeficiente intelectual, la memoria y la atención serán variables clave para la obtención de unos buenos resultados académicos. Diferentes estudios que han comparado el coeficiente intelectual y los resultados académicos obtenidos por un grupo experimental de estudiantes de música, con un grupo control (no músicos) concluyen que la práctica musical podría estar directamente relacionada con la obtención de mejores resultados tanto en el coeficiente intelectual como en calificaciones académicas y el desarrollo competencial²⁶⁻²⁸.

Con la práctica musical, la función ejecutiva de la atención también parece beneficiarse. La música es un arte dinámico y temporal que requiere una atención intensa y constante tanto por parte del oyente como del intérprete; esto significa que su ejercitación favorecerá la activación y el desarrollo de las zonas cerebrales implicadas en la atención (corteza auditiva, regiones de los lóbulos frontales, dorsolaterales e interfrontales...)^{29,30}. Estrechamente relacionada con la atención se encuentra la memoria, imprescindible para la práctica instrumental. Además, la ejecución de un instrumento requiere siempre un mínimo de improvisación, incluso en los estilos más clásicos; lo cual implica la activación de amplias áreas cerebrales relacionadas, además de la atención con la memoria de trabajo³¹. Diferentes estudios afirman que el entrenamiento musical en niños puede servir como recurso para la mejora de la memoria verbal y, en cambio, no influye en la memoria visual. Dicho entrenamiento afecta sistemáticamente al procesamiento de la memoria y contribuye a la modificación neuroanatómica del lóbulo temporal izquierdo (responsable de la memoria verbal), que en los músicos suele presentarse más desarrollado que el derecho (responsable de la memoria visual)³².

Por otro lado, y con relación a la memoria, también destaca la música como un potente activador de la memoria autobiográfica. Escuchar canciones pasadas a las que en su momento uno le atribuyó algún significado extramusical no solo sirve para recordar dicho significado, sino también para revivir las emociones asociadas a aquella canción³³. Su potencialidad es tal que, mediante música, incluso pacientes con Alzheimer pueden activar lo que se conoce como "recuerdos involuntarios", muy difíciles de conseguir por otros medios³⁴. Todo ello está íntimamente relacionado con la vertiente emocional de la música.

Competencias socioemocionales

Con la práctica musical, tal y como se ha comentado, se activa la amígdala y otras zonas cerebrales encargadas de despertar y evocar emociones. De ahí que dicha activación pueda repercutir positivamente en la adquisición y desarrollo de competencias socioemocionales. Como afirman Oriola y Gustems³⁵, cuanta más música se conozca y se practique, más emociones estéticas se podrán experimentar; lo que conllevará un aumento en la alfabetización emocional y la sensibilidad personal.

La música también es un recurso muy eficaz para la regulación emocional, entendida como la capacidad para manejar las emociones de forma apropiada. La música puede ayudar a cambiar el estado de ánimo personal despertando o evocando emociones, activando o desactivando su arousal, intensificándolas, cambiando su valencia, etc. De ahí su funcionalidad tanto en la cotidianidad de las personas como en su uso terapéutico³⁶.

Otras competencias emocionales que se pueden alcanzar y mejorar a través de la música son aquellas vinculadas con las relaciones interpersonales. La práctica musical colectiva conlleva la puesta en marcha y el dominio de toda una serie de capacidades, habilidades, conocimientos, etc., necesarios para trabajar en grupo con el fin de conseguir un objetivo común. Entre ellos destacan la empatía, la comunicación (tanto verbal como no verbal), la resolución de conflictos, la colaboración y cooperación, el sentido de pertenencia, la adquisición de hábitos y valores, etc. De ahí que cantar en una coral o tocar un instrumento en una banda o una orquesta influya positivamente en la adquisición de competencias interpersonales³⁷⁻³⁹.

Competencias lingüísticas

La música y el lenguaje hablado comparten muchas características funcionales, como la percepción y discriminación auditivas o la sucesión y jerarquía de sonidos con alturas y patrones rítmicos concretos; por esta razón, el entrenamiento musical contribuye al desarrollo del lenguaje⁴⁰, a una mejora de su comprensión⁴¹, al aumento de capacidades verbales (vocabulario, fonética y gramática)³², así como a la facilitación del aprendizaje de una segunda lengua⁴². A nivel cerebral, pese a que lenguaje y música comparten muchas zonas en su procesamiento, cada una tiene un sustrato neurológico especializado, tal y

como demuestran algunos estudios sobre diferentes patologías como la amusia (incapacidad o dificultad para procesar música), o la afasia (incapacidad o dificultad para comunicarse): en pacientes con amusia no existe alteración en el lenguaje y algunos casos de afasia no presentan problemas para procesar la música⁴³.

Otra competencia lingüística que puede beneficiarse de la práctica musical es la lectura y su comprensión. Música y lectura suelen utilizar códigos escritos en muchas lenguas que se leen de izquierda a derecha siguiendo unas normas rítmicas y de entonación sin las cuales perderían el sentido. Todo ello puede enriquecer, promover o acelerar el proceso de discriminación visual tanto de uno como de otro código⁴⁴. Aunque conviene matizar que la lectura de partituras difiere neurológica y funcionalmente hablando, de la lectura de números⁴³.

Competencias matemáticas

Todos los aspectos de la música tienen una relación directa con las matemáticas. Así pues, no es extraño que exista una relación directa entre el entrenamiento musical y el desarrollo de diferentes tipos de competencias matemáticas⁴⁵. Descifrar la vertiente rítmica de una partitura implica realizar agrupaciones, fracciones, subdivisiones, etc., instantáneamente, sin muchas veces ser conscientes de la gran cantidad de operaciones que se están llevando a cabo. Así, diferentes estudios confirman que los alumnos estudiantes de música obtienen mejores puntuaciones en la realización de operaciones matemáticas respecto a aquellos que no⁴⁶.

Interpretar una melodía implica la reconstrucción de un patrón espacio-temporal en el que los componentes no son piezas de puzzle, sino notas de frecuencias agudas o graves y de larga o corta duración⁴⁷. De ahí que la puesta en marcha de un razonamiento lógico, espacial y abstracto necesario para poder descifrar una partitura pueda repercutir positivamente en el desarrollo de lo que se conoce como el razonamiento espacio-temporal. Este tipo de razonamiento está estrechamente relacionado con una cantidad significativa de operaciones matemáticas⁴⁸.

Competencias artístico-culturales

Las competencias artístico-culturales hacen referencia a todas aquellas capacidades, habilidades y conocimientos que permiten comprender, apreciar

y usar integradamente las diferentes artes, no solo como objeto de conocimiento técnico, cultural, estético o histórico, sino también como praxis, es decir, como un proceso holístico de experiencias de aprendizaje vivenciales y gratificantes que contribuyan a mejorar la expresión a través de las artes y a promover la reflexión y la concienciación de la importancia de la cultura en la formación de las personas y las sociedades. Por ello, el aprendizaje musical es uno de los recursos que contribuirá de forma directa al desarrollo y la consolidación de esta tipología de competencias.

El aprendizaje musical se fundamenta en la percepción y la escucha analítica-reflexiva, lo cual permitirá que las personas, además de interpretar un instrumento musical tanto a nivel individual como colectivo, sean conscientes de sus capacidades y limitaciones, así como capaces de identificar, describir y apreciar los elementos presentes en cada producción. Cuanto más se escuche y se sepa sobre música, más se desarrollará la escucha analítica-reflexiva y mayor será el goce al percibirla. En la formación musical ningún recurso puede sustituir a la escucha musical⁴⁹.

Otra dimensión que contribuye al desarrollo de la competencia artística es la expresión e interpretación, ya sea a través de la voz o de un instrumento musical. La práctica musical requiere combinar sistémicamente múltiples conocimientos, capacidades y habilidades, como descifrar el lenguaje musical, asignar a cada signo un sonido concreto (con altura, intensidad y duración), interpretarlo a través de la voz o, en caso de ser un instrumento a través de la sincronización motriz, dotarlo de expresividad, escucharlo, etc. Para conseguir todo ello se necesitan hábitos de estudio, concentración, abstracción, memoria, sensibilidad, comunicación, etc.⁵⁰ Además, para la interpretación colectiva hay que poner en marcha otras cualidades ya citadas de carácter más social, como colaboración, empatía, autoestima, respeto, iniciativa, liderazgo, trabajo en equipo, etc. Todo ello permitirá utilizar el arte como medio expresivo, cuyo objetivo final será emocionar ya sea a través de los sentimientos o del intelecto.

El aprendizaje musical, además de la percepción y la interpretación, también contribuye a la formación de personas sensibles, críticas y respetuosas con las producciones artísticas en su contexto, que

reconocen el valor social del arte como medio para la mejora tanto del bienestar personal como social⁵¹.

Discusión y conclusiones

Como se ha comprobado, existen numerosos estudios referentes al procesamiento cerebral de la música y sus beneficios educativos, tanto musicales como extramusicales. Desde las neurociencias se pueden utilizar como punto de partida para argumentar las posibilidades neuroeducativas de la educación musical; sin embargo, conviene ser precavidos a la hora de analizar y generalizar dichos resultados.

Como muchos estudios afirman, la educación, el aprendizaje o la práctica musical favorecen la interconexión cerebral y contribuyen a la adquisición de otros conocimientos. Pero ¿qué significa educación, aprendizaje o práctica? ¿Son lo mismo? Sabemos que es complicado distinguir entre la formación recibida por un cantante de un coro *amateur*, un instrumentista de una banda o un guitarrista autodidacta, ya que posiblemente sus conocimientos musicales sean dispares, al igual que el tiempo dedicado para su formación. Por esta razón es necesario realizar estudios con equipos interdisciplinarios (músicos, médicos, pedagogos), que contrasten y amplíen los resultados obtenidos hasta el momento, para ir poco a poco sabiendo más acerca de la importancia de la música como recurso neuroeducativo.

Las limitaciones técnicas y derivadas de las muestras de muchas de las investigaciones que se han presentado en los apartados anteriores nos hacen ser prudentes respecto a la generalización de determinados resultados, sobre todo los que han sido obtenidos mediante técnicas de neuroimagen. No obstante, la integración de los datos multifuente permite sustentar cada vez con mayor rigor la existencia de un sustrato común en la práctica musical y otras experiencias sensoriales cercanas, como el lenguaje o las artes.

Como se ha expuesto, el aprendizaje musical conlleva un uso holístico de múltiples habilidades auditivas, motrices, visuales, matemáticas, espacio-temporales, etc., lo cual implica un uso global del cerebro, por lo que se convierte en un recurso educativo de alto nivel en todas las edades y niveles, y ello justifica su inclusión tanto en los sistemas de educación formal como no formal.

Referencias

- Janzen TB, Thaug MH. Cerebral Organization of Music Processing. En Thaug MH, Hodges D, editors. *Music and Brain*. Oxford: Oxford University Press. 2019; p. 89-121.
- Trainor LJ. The neural roots of music. *Nature*. 2008; 453: 598-599.
- Mora F. *Neuroeducación*. Madrid: Alianza Editorial; 2017.
- Kimura D. Left-right differences in the perception of melodies. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 1964; 16(4): 355-358.
- Crowe B. *Music and Soulmaking: Toward a New Theory of Music Therapy*. Lanham: Scarecrow Press, Inc.; 2004.
- Levitin DJ. *This is your brain on music: the science of a human obsession*. Nueva York: Plume; 2007.
- Despins JP. *La música y el cerebro*. Barcelona: Gedisa; 1996.
- Bueno D. *Neurociencia para educadores*. Barcelona: Octaedro; 2019.
- Sel A, Calvo-Merino B. Neuroarquitectura de la emoción musical. *Revista de Neurología*. 2013; 56(5): 289-297.
- Jaschke A. Music, Maestro, Please: Thalamic multisensory integration in music perception, processing and production. *Music and Medicine*. 2019; 11(2): 98-107.
- Langer S, Ochse M. The neural basis of pitch and harmony in the auditory system. *Musicae Scientiae*. 2006; 10(1): 185-208.
- Koelsch S. Toward a neural basis of music perception – a review and updated model. *Frontiers in psychology*. 2011; 2: 1-20.
- Bernardi L, Porta C, Sleight P. Cardiovascular, cerebrovascular, and respiratory changes induced by different types of music in musicians and non-musicians: the important of silence. *Heart*. 2006; 92: 445-452.
- Gordon CL, Cobb PR, Balasubramaniam R. Recruitment of the motor system during music listening: An ALE meta-analysis of fMRI data.. *Plos One*; 13(11).
- Koelsch S. Toward a neural basis of music-evoked emotions. *Trends in cognitive sciences*. 2010; 14(3): 131-137.
- Blood AJ, Zatorre RJ. Intensely pleasurable responses to music correlates with activity in brain regions implicated in reward and emotion. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2001; 98: 11818-11823.
- Oriola S, Gustems J. Educación emocional y educación musical. *Eufonía: Didáctica de la música*. 2015; 64: 1-5.
- Salimpoor V, Benovoy M, Longo G, Cooperstock J, Zatorre R. The rewarding aspects of music listening are related to degree of emotional arousal. *PLoS ONE*. 2009; 4(10).
- Rodrigues AC, Loureiro MA, Caramelli P. Musical training, neuroplasticity and cognition. *Dementia & Neuropsychologia*. 2010; 4(4): 277-286.
- Justel N, Díaz V. Plasticidad cerebral: participación del entrenamiento musical. *Suma Psicológica*. 2012; 19(2): 97-108.
- Strait DL, Slater J, O'Connell S, Kraus N. Music training relates to the development of neural mechanisms of selective auditory attention. *Developmental Cognitive Neuroscience*. 2015; 12: 94-104.
- Soria-Urios G, Duque P, García-Moreno JM. Música y cerebro (II): Evidencias cerebrales del entrenamiento musical. *Revista de Neurología*. 2011; 53(12): 739-746.
- Miranda MC, Hazard S, Miranda P. La música como una herramienta terapéutica en medicina. *Revista Chilena de Neuro-psiquiatría*. 2017; 55(4): 266-277.
- McDonald R, Kreutz G, Mitchell L, editors. *Music, health, and wellbeing*. Oxford: Oxford University Press; 2012.
- Peñalba A. La defensa de la educación musical desde las neurociencias. *Revista Electrónica Complutense de Investigación en Educación Musical*. 2017; 14: 109-127.
- Schellenberg EG. Music lessons enhance IQ. *Psychological Science*. 2004; 15: 511-514.
- Reyes MC. El rendimiento académico de los alumnos de primaria que cursan estudios artísticomusicales en la comunidad valenciana. Tesis doctoral. Valencia: Universitat de Valencia; 2010.
- Andreu M. L'assoliment de les competències bàsiques en alumnes de centres integrats de primària i música. Tesis doctoral. Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona; 2012.
- Medina D, Barraza P. Efficiency of attentional networks in musicians and non-musicians. *Heliyon*. 2019; 5(3).
- Trainor LJ, Shahin AJ, Roberts LE. Understanding the benefits of musical training: effects on oscillatory brain activity. *Annals of the New York academy of sciences*. 2009; 1169(1): 133-142.
- de Manzano Ö, Ullén F. Goal-independent mechanisms for free response generation: creative and pseudo-random performance share neural substrates. *Neuroimage*. 2012; 89(1): 772-780.
- Ho YC, Cheung MC, Chan AS. Music training improves verbal but not visual memory: cross-sectional and longitudinal explorations in children. *Neuropsychology*. 2003; 17(3): 439-450.
- Belfi AM, Karlan B, Tranel D. Music evokes vivid autobiographical memories. *Memory*. 2016; 24(7): 979-989.
- El Haj M, Fasotti L, Allain P. The involuntary nature of music-evoked autobiographical memories in Alzheimer's disease. *Consciousness and Cognition*. 2012; 21(1): 238-246.
- Oriola S, Gustems J. Educación emocional y educación musical. *Eufonía: Didáctica de la música*. 2015; 64: 1-5.
- Moore KS. A Systematic Review on the Neural Effects of Music on Emotion Regulation: Implications for Music Therapy Practice. *Journal of Music Therapy*. 2013; 50(3): p. 198-242.
- Calderón D. La práctica musical en grupo como camino hacia el bienestar de los adolescentes. In Gustems J, editor. *Arte y bienestar*. Barcelona: Publicacions i edicions de la Universitat de Barcelona; 2013. p. 61-73.
- Oriola S. Las agrupaciones musicales juveniles y su contribución al desarrollo de competencias socioemocionales. El fenómeno de las bandas en la Comunidad Valenciana y los coros en Cataluña. Tesis Doctoral. Lleida: Universitat de Lleida; 2017.
- Ferrer R. El cant coral infantil i juvenil educa en valors, hàbits i competències. Tesis doctoral. Girona: Universitat de Girona; 2011.

40. Hallam S. The power of music: Its impact on the intellectual, social and personal. *International Journal of Music Education*. 2010; 28(3): 269-289.
41. Fadiga L, Craighero L, D'Ausilio A. Broca's Area in Language, Action, and Music. En Bella S, Kraus N, Overy K, Pantev C, Snyder J, Tervaniemi M, et al., editors. *The neurosciences and music III-Disorders and plasticity*. Boston: Blackwell Publishing; 2009. p. 438-448.
42. Bernal J, Epelde A, Gallardo MA, Rodríguez A. La música en el aprendizaje del inglés. *Eufonía: didáctica de la música*. 2014; 60: 50-59.
43. Soria-Urios G, Duque P, García-Moreno JM. Música y cerebro: fundamentos neurocientíficos y trastornos musicales. *Revista de Neurología*. 2011; 52(1): 45-55.
44. Butzlaff R. Can music be used to teach reading? *Journal of Aesthetic Education*. 2000; 34(3): 167-178.
45. Bamberg J. Music, math, and science: Towards an integrated curriculum. *Journal for Learning Through Music*. 2000; 32-35.
46. Guhn M, Emerson SD, Gouzouasis P. A Population-Level Analysis of Associations Between School Music Participation and Academic Achievement. *Journal of Education Psychology*. 2020; 112(2): 308-328.
47. Rausehcer FH. cognitive basis for the facilitation of spatial-temporal cognition through music instruction. In Brummett V, editor. *Ithaca Conference '96 Music as Intelligence: A sourcebook*. Nueva York: Ithaca College Press; 1997. p. 31-44.
48. Santos-Luiz C. The learning of music as a means to improves mathematical skills. In *International Symposium on Performance Science*; 2007; Reykjavík. p. 135-140.
49. Copland A. *Cómo escuchar la música*. Décima ed. México D.F.: Fondo de Cultura Económica; 2010.
50. Verni AM. *Música en educación primaria: el proyecto escénico como herramienta de aprendizaje musical*. Castelló de la Plana: Col·lecció Sapientia; 2018.
51. Oriola S, Gustems J. El procés emocional d'escoltar i produir música. *Temps d'Educació*. 2016; 50: 69-85.