

Neurorrehabilitación cognitiva: fundamentos y aplicaciones de la musicoterapia neurológica

Jordi A. Jauset-Berrocal, Gema Soria-Urios

Introducción. El conocimiento de la plasticidad cerebral y los numerosos estudios con neuroimágenes de los últimos años han permitido un avance en la comprensión del proceso cerebral de los estímulos musicales. Ello ha propiciado el interés para analizar y estudiar su aplicación en el tratamiento no invasivo de determinadas disfunciones o enfermedades con el fin de contribuir a una mejora de la calidad de vida.

Objetivo. Exponer los fundamentos y aplicaciones de las técnicas musicales que se utilizan para la neurorrehabilitación cognitiva.

Desarrollo. A partir de un resumen inicial del proceso cerebral de los estímulos musicales, se exponen los fundamentos de diversas técnicas, tal como define la musicoterapia neurológica, que se utilizan de forma eficaz en la neurorrehabilitación cognitiva. Los sonidos, que constituyen la materia prima de la música, mantienen una temporalidad y una secuenciación que son útiles para ayudar a la formación de patrones temporales de las funciones cognitivas y conforman un ensamblaje o armazón que facilita el aprendizaje de los procesos secuenciales de información, como por ejemplo, la memoria.

Conclusiones. Las técnicas usadas por la musicoterapia neurológica, que en los últimos años se aplican en la neurorrehabilitación cognitiva, no son invasivas y aportan resultados esperanzadores; con una mayor investigación, deberían considerarse para su implantación junto a las terapias convencionales de estimulación y neurorrehabilitación cognitiva.

Palabras clave. Cognición. Música. Musicoterapia neurológica. Neuroplasticidad. Neurorrehabilitación cognitiva.

Introducción

La música es un lenguaje organizado sobre la base de un sistema de reglas que coordinan los diferentes elementos que la componen, como la melodía, el ritmo y la armonía. Otra definición, que considera los efectos en el receptor, es la que indica Patel [1], aludiendo a Rodríguez [2] a partir de Dowling [3], quien cita que ‘la música es el sonido organizado y estructurado en el tiempo, destinado o percibido como una experiencia estética’.

La investigación neurocientífica aporta teorías y explicaciones sobre el funcionamiento de nuestro cerebro con relación a una gran variedad de estímulos y, entre ellos, se encuentra la música, objeto del presente trabajo. Los cambios neurofisiológicos ocasionados por el procesamiento sonoro musical [4] demuestran que la música favorece la plasticidad cerebral y, por ello, puede concebirse como un estímulo potencialmente rehabilitador. Es, pues, una herramienta útil para la reactivación y el restablecimiento de las funciones cognitivas afectadas tras un daño cerebral adquirido, ya sea de forma pasiva (escucha musical) o activa (interpretación musical).

El objetivo del presente artículo es dar a conocer las técnicas o estrategias musicales que se utilizan

para la neurorrehabilitación cognitiva, basadas en la musicoterapia neurológica (*‘neurologic music therapy’*), según los conocimientos científicos actuales sobre el proceso cerebral musical. Dado que su implantación es bastante reciente, en la última década se insiste en la necesidad de continuar investigando y evaluando los resultados que estas novedosas técnicas ofrecen en las distintas casuísticas especificadas.

Estimulación y rehabilitación cognitiva

Podemos definir la estimulación cognitiva como el conjunto de técnicas encaminadas a optimizar la eficacia del funcionamiento de las distintas capacidades y funciones cognitivas mediante una serie de situaciones y actividades concretas estructuradas. Una de las bases neurobiológicas de la estimulación cognitiva es la plasticidad cerebral, que implica gran variedad de mecanismos. Representa la capacidad del cerebro para recuperarse y reestructurarse, adaptándose así a la nueva situación e intentando reestablecer el equilibrio alterado, ya sea por un daño cerebral sobrevenido o secundario a una enfermedad neurodegenerativa. Como indican Kolb et al [5], la plasticidad cerebral consiste en la capacidad del sistema nervioso para cambiar su estruc-

Facultad de Comunicación y Relaciones Internacionales Blanquerna; Universitat Ramon Llull; Barcelona (J.A. Jauset-Berrocal). Centro de Estimulación La Llimera; AFABALS; Benifaió, Valencia, España (G. Soria-Urios).

Correspondencia:

Dr. Jordi Àngel Jauset Berrocal. Facultad de Comunicación y Relaciones Internacionales Blanquerna. Universitat Ramon Llull. Pl. Joan Coromines, s/n. E-08001 Barcelona.

E-mail:

jordiajb@blanquerna.url.edu.

Agradecimientos:

Al Dr. Eduardo Gutiérrez Rivas, neurólogo, por las sugerencias y comentarios aportados que han contribuido a mejorar la exposición final del artículo.

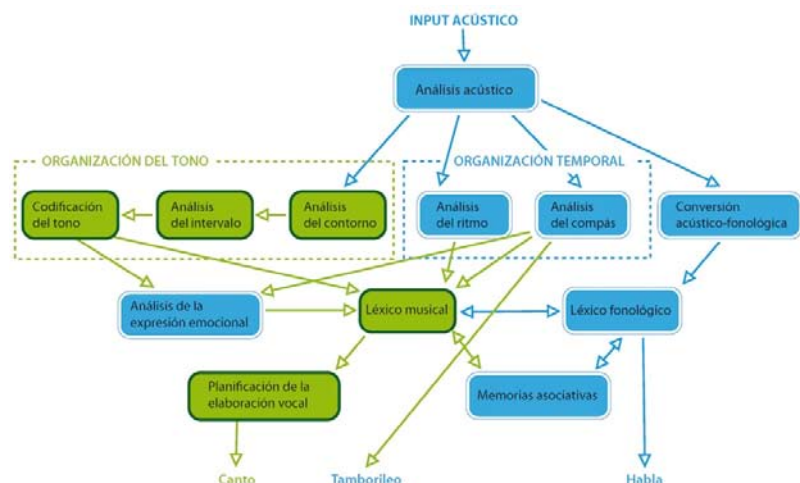
Aceptado tras revisión externa: 21.02.18.

Cómo citar este artículo:

Jauset-Berrocal JA, Soria-Urios G. Neurorrehabilitación cognitiva: fundamentos y aplicaciones de la musicoterapia neurológica. Rev Neurol 2018; 67: 303-310.

© 2018 Revista de Neurología

Figura 1. Modelo de procesamiento modular de la música [20,21].



tura y su funcionamiento a lo largo de la vida como reacción a la diversidad del entorno. Si las técnicas de estimulación cognitiva se basan en las características intrínsecas de la música, podremos hablar de estimulación cognitiva musical.

El aprendizaje, establecimiento de nuevas conexiones neuronales, está basado en la plasticidad, y uno de sus requerimientos fundamentales es la repetición, pues da lugar a una mayor eficacia sináptica y a una mejor consolidación de las conexiones neuronales [6]. Por eso, las técnicas musicales que se describirán más adelante se basan en una práctica y repetición sistematizadas con el fin de mejorar el rendimiento de las capacidades cognitivas. A su vez, la atención es necesaria para la memoria, para las funciones ejecutivas y para la comunicación. Por ello, es primordial trabajarla de forma prioritaria mediante intervenciones específicas [7-11].

Neuropsicología musical

La música, resultado de la percepción cerebral a partir de una vibración física con determinadas y específicas características, es procesada por diferentes áreas de ambos hemisferios cerebrales: las motoras, las de lenguaje y las cognitivas (atención, toma de decisiones), además de las emocionales [12]. El sustrato neuronal de la percepción musical no es totalmente diferente al de cualquier otro proceso cognitivo. La memoria y la atención, por ejemplo, comparten procesos equivalentes tanto si la cognición se debe a un estímulo musical o a otro distinto.

Gracias a la implantación de las técnicas de neuroimagen desarrolladas en las últimas cuatro décadas, es posible observar en tiempo real –con un pequeño retraso de 1-2 segundos– la activación cerebral ante la exposición a diversos estímulos, entre ellos los musicales, lo cual ha incrementado exponencialmente los estudios para conocer la respuesta cerebral a los estímulos sonoros y musicales [13].

Considerando que cualquier proceso cerebral, ya sea relativo a una función cognitiva o motora, se deriva de una secuencia de impulsos nerviosos temporales, es posible intuir la importancia que pueda tener una información sonora rítmica basándose en su patrón temporal [14,15]. De hecho, estudios recientes destacan el impacto del sistema auditivo como modulador del funcionamiento cerebral general, ya que se han correlacionado deficiencias auditivas con el deterioro de habilidades perceptuales y cognitivas, al margen de las propias auditivas [16]. También, Lin y Albert exponen que la pérdida de las capacidades auditivas puede relacionarse con un posible deterioro mental [17].

Una de las teorías que explican cómo se produce la percepción musical se basa en el esquema modular mostrado en la figura 1. El estímulo sonoro, después de su paso por la cóclea, viaja a través del troncoencéfalo y el mesencéfalo hasta llegar a la corteza cerebral, donde es procesado por la corteza auditiva primaria y secundaria [18]. De manera más específica, el complejo procesamiento secuencial musical lo realizan dos subsistemas neurales diferentes: por una parte se analiza la organización temporal, y, por otra, la organización tonal, en las que están involucradas tanto áreas auditivas como motoras [19-21].

El cerebro ejecuta dos tareas fundamentales para procesar la organización temporal de una obra musical: fraccionar una secuencia en grupos según su duración temporal y extraer una regularidad temporal subyacente o pulso. Estos procesos implican, además de a las áreas auditivas, al cerebelo, los ganglios basales, la corteza premotora dorsal y el área motora suplementaria, responsables del control motor y de la percepción temporal [22-24].

En cuanto a la importancia de la interpretación musical por parte del paciente, debe considerarse que esta acción involucra a diferentes tareas que combinan tanto habilidades motoras como cognitivas, en las que intervienen componentes perceptivos, emocionales y de memoria [21]. Ello origina una interacción auditivomotora que estimula una diversidad de áreas cerebrales, ya que afecta a tareas de coordinación, secuenciación y organización espacial del movimiento [12]. Diversos estudios apuntan a que la coordinación está controlada por regio-

nes corticales y subcorticales, incluyendo el cerebelo, los ganglios basales, el área motora suplementaria y la corteza premotora dorsal [25]. En el caso de la secuenciación de los movimientos necesarios para la interpretación, intervienen el cerebelo, los ganglios basales, las áreas premotora y motora suplementaria y la corteza prefrontal. Por último, en la organización espacial de los movimientos se activan la corteza parietal y la sensomotora y premotora, integrando así las informaciones espacial, sensorial y motora [26].

Los distintos sonidos de una melodía musical mantienen una temporalidad y secuenciación que pueden ser de ayuda en la formación de patrones temporales de las funciones cognitivas, y constituyen un armazón que facilita el aprendizaje de los procesos secuenciales de información, por ejemplo, de la memoria [14]. La música, por tanto, puede actuar como una señal de referencia o patrón que resulta de gran utilidad en los procesos cognitivos [27].

No hay que olvidarse de las respuestas emocionales de la música, que pueden inducir cambios fisiológicos y mentales por su afectación en los niveles de segregación de neurotransmisores [28]. Las áreas emocionales afectadas son la corteza orbitofrontal y la corteza prefrontal ventromedial, junto con el cíngulo anterior, en conexión con zonas subcorticales como la amígdala y el hipocampo, entre otras [4,29].

La música es un estímulo multimodal muy importante que transmite al cerebro información auditiva, motora y visual, y que cuenta con una red específica para su procesamiento, no exclusiva, sino compartida con numerosas funciones, que implica a regiones temporales, frontales y parietales, de ahí su consideración en la rehabilitación de disfunciones cognitivas [30-32].

Musicoterapia

La musicoterapia consiste en el uso de la música o de sus elementos musicales (sonido, ritmo, melodía, armonía) por un profesional especializado (musicoterapeuta) para proveer una mejor calidad de vida a través de la prevención y rehabilitación terapéutica en un determinado tratamiento. En particular, la Asociación Americana de Musicoterapia define la musicoterapia como 'el uso controlado de la música con el objeto de restaurar, mantener e incrementar la salud mental o física. Es la aplicación sistemática de la música, dirigida por un músico terapeuta en un ambiente terapéutico, con el objeto de lograr cambios de conducta. Estos cambios ayudarán al individuo

que participa de esta terapia a tener un mejor entendimiento de sí mismo y del mundo que lo rodea, pudiendo adaptarse mejor a la sociedad'.

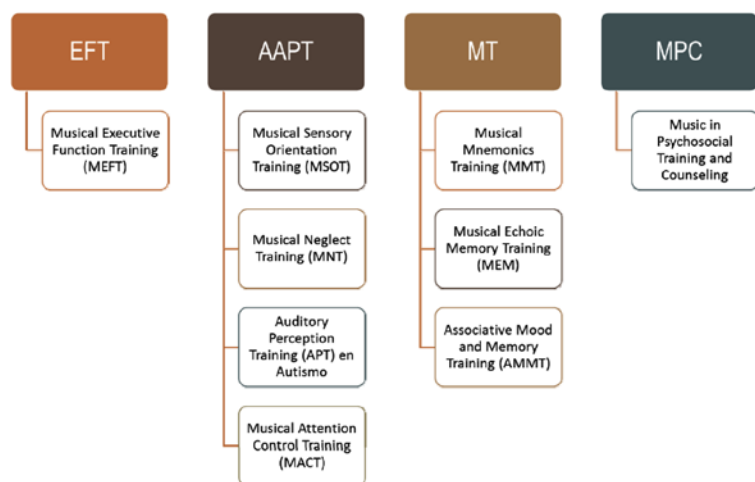
Hillecke et al [33] describen cinco factores claves en cuanto a la capacidad de la música para mejorar tanto la salud física como la psicológica:

- *Factor atencional*, cuando la música se utiliza como distractor, por ejemplo, en casos de elevado estrés [34].
- *Factor emocional*, cuando modula las emociones y afecta a diversas áreas corticales y subcorticales, lo que se utiliza ampliamente en el tratamiento de la depresión, la ansiedad o el estrés post-traumático [21].
- *Factor cognitivo*, ya que la música involucra diversas funciones cognitivas en su procesamiento, como la memoria asociada a la música (codificación, almacenamiento y recuperación), que se utiliza en el tratamiento de trastornos de la memoria, como en el caso de la demencia frontotemporal [35].
- *Factor motor conductual*, por su capacidad en evocar patrones de movimiento, incluso de manera involuntaria, lo cual posibilita el uso del ritmo en la rehabilitación de pacientes con daño cerebral [36] y en el tratamiento de pacientes con trastornos del movimiento, como la enfermedad de Parkinson.
- *Factor interpersonal*, dado que la música implica comunicación y, como tal, puede emplearse para entrenar habilidades de comunicación no verbal, y es de gran utilidad para las alteraciones conductuales o en personas afectadas por trastornos del espectro autista [37].

Musicoterapia neurológica

A finales de la década de los noventa se introdujo la musicoterapia neurológica. Estas nuevas técnicas se desarrollaron en el Centro de Investigación Musical Biomédico de la Universidad de Colorado, conjuntamente con el Instituto de Neurorrehabilitación de la Facultad de Medicina de la Universidad de Düsseldorf. Sus fundadores e introductores fueron Michael Thaut, Gerald McIntosh, Volker Hoemberg, Corene Thaut y Ruth Rice. Según indican [27], 'la musicoterapia neurológica difiere de la musicoterapia tradicional en que sus técnicas están estandarizadas, adaptadas a las necesidades individuales de los pacientes, se basan en las evidencias clínicas, se dirigen a objetivos específicos y se fundamentan en los modelos neurocientíficos de percepción cerebral'. Además, fueron diseñadas para involucrar a

Figura 2. Métodos y técnicas de la musicoterapia neurológica para la neurorrehabilitación cognitiva (elaboración propia a partir de Thaut y Hoemberg [27]). AAPT: *Auditory Attention and Perception Training*; EFT: *Executive Function Training*; MPC: *Music Psychotherapy and Counseling*; MT: *Memory Training*.



las funciones ejecutivas, la memoria, la atención y la percepción auditiva, así como a las habilidades psicosociales.

La diferencia que podríamos citar con relación a la musicoterapia tradicional es que sus técnicas están basadas en los conocimientos científicos sobre la percepción musical cerebral. La musicoterapia tradicional ha tenido como objetivos la consecución de un bienestar emocional, psicológico y social de la persona, pero la musicoterapia neurológica va más allá, introduciendo diversas técnicas que, en consonancia con el conocimiento de la percepción musical, actúan incidiendo sobre los mecanismos neuronales involucrados en dichas funciones, lo que supone un estímulo que puede conducir a una activación o mejora de la disfunción padecida.

Técnicas musicales para la rehabilitación cognitiva

Atendiendo a las funciones que estimulan, las técnicas de la musicoterapia neurológica se clasifican en las categorías reflejadas en la figura 2.

Executive Function Training o *Musical Executive Function Training*

El *Executive Function Training* o *Musical Executive Function Training* consiste en una serie de ejerci-

cios de composición e improvisación que pueden aplicarse de forma individual o grupal, con el objetivo de estimular las funciones ejecutivas superiores, como la capacidad de organización, la resolución de problemas, la toma de decisiones y el razonamiento, entre otras [38].

En esta técnica se plantea al individuo en cuestión la planificación de una interpretación musical en todos sus aspectos: elección de la obra musical, del instrumento, de la duración más adecuada, etc. En caso de que la actividad se deba llevar a cabo en grupo, se pide al paciente que decida cuáles son los instrumentos más apropiados para cada integrante, que piense en las instrucciones que deberá dar a cada miembro para una correcta interpretación grupal, etc. En definitiva, se le asigna una tarea en la que el paciente deberá tomar una serie de decisiones, con el objetivo de estimular el lóbulo prefrontal, el área cerebral que interviene en las tareas de planificación [39].

Diversos estudios indican que la resolución de problemas planteados a través del *Executive Function Training* o *Musical Executive Function Training* contribuye a fortalecer las funciones ejecutivas superiores en pacientes con ictus y trastornos psiquiátricos [6].

Auditory Attention and Perception Training

Existen distintas modalidades de atención (selectiva, sostenida, alternante y dividida) que pueden estimularse adecuadamente [7,10]. La atención selectiva, por ejemplo, es la que da prioridad a un estímulo cuando se está rodeado de una diversidad de ellos. Escuchar una conversación de personas situadas a cierta distancia en un ambiente ruidoso (por ejemplo, en un bar) sería un ejemplo de capacidad de la atención selectiva. Esta habilidad se deteriora con la edad, pero existen estudios que muestran un menor deterioro en personas con un mínimo de años de experiencia musical [40]. La técnica *Auditory Attention and Perception Training* engloba cuatro subtécnicas (Fig. 2).

Musical Sensory Orientation Training

El *Musical Sensory Orientation Training* utiliza la música, ya sea grabada o en directo, para trabajar el estado de alerta (*arousal*), facilitar la orientación temporal y espacial, y mantener los niveles atencionales del usuario [41]. En función de cuál sea el estado en que se encuentre el paciente, se diferencian distintos niveles de intervención y objetivos:

– *Nivel I.* El paciente está prácticamente inmóvil (estado vegetativo) y la intervención únicamente

persigue un cambio en los niveles atencionales mediante la estimulación sensorial. El profesional musicoterapeuta puede abordar dicha estimulación a través del canto, la interpretación musical o el tacto [42].

- *Nivel II.* El paciente es capaz de mantener los ojos abiertos y puede efectuar movimientos limitados. En este caso, se trabajan el *arousal*, la orientación y las funciones cognitivas, en especial; la atención. Podría actuarse, por ejemplo, acercando un instrumento musical (guitarra) y acompañar la mano del paciente para que pueda hacer vibrar las cuerdas de la guitarra y percibir su sonido. Con ello se persigue trabajar la función motora y la atención.
- *Nivel III.* El paciente se encuentra en estado de vigilia, pero necesita ayuda a la hora de mantener sus niveles atencionales. Desde la intervención se trabajan el estado de alerta y la atención sostenida mediante ejercicios con prácticas instrumentales, por ejemplo, facilitándole un instrumento de percusión e instruyéndole para que intente seguir o sincronizarse con el ritmo de interpretación del profesional musicoterapeuta.

Globalmente se intenta conseguir que el paciente participe activamente en ejercicios musicales simples para activar su estado de vigilia y mantener su atención. Se da prioridad a conseguir un mayor número de respuestas que a la calidad de éstas [43].

Musical Neglect Training

El *Musical Neglect Training* se dirige a las personas que padecen heminegligencia, es decir, la afectación de un hemisferio visual debida a una lesión en el hemisferio contralateral. Aunque es más frecuente la lesión en el hemisferio derecho, también existen casos en el hemisferio izquierdo [44].

El objetivo de esta técnica, basada en que la causa de la heminegligencia es atencional [45], es redirigir la atención del paciente hacia la mitad del campo visual afectado mediante una serie de ejercicios musicales estructurados en tiempo, tempo y ritmo, y dotados de una configuración espacial específicamente diseñada para reconducir su foco atencional. El *Musical Neglect Training* también trabaja la escucha pasiva, a base de estimular el hemisferio afectado mediante sonidos, con el fin de reestructurar las zonas contiguas a la lesión y recuperar así la atención deficitaria [46].

La duración y frecuencia de las sesiones varían según la gravedad del caso. Cuando la afectación es grave, se efectúan sesiones diarias, con una duración de 10-15 minutos. En casos más leves, se redu-

cen las sesiones a un mínimo de dos semanales y se prolonga el tiempo de intervención según la capacidad de atención del paciente [28].

La intervención puede organizarse sobre la base de dos supuestos: mediante la producción de estímulos sonoros, para que el paciente intente 'localizarlos', o a través de la interpretación musical. En el primer caso se desea facilitar la reorganización espacial afectada. En el segundo caso resulta aconsejable que el paciente conozca la melodía o patrón musical que el profesional musicoterapeuta puede componer *ad hoc* a partir del repertorio favorito del paciente. De esta manera se consigue aumentar su motivación y se estimula su memoria [47].

Un posible ejemplo de aplicación, en el caso de afectación del hemisferio visual izquierdo por origen atencional, sería el siguiente: se sitúa un xilofón enfrente del paciente y una cortinilla de tubos metálicos en su lateral izquierdo (campo visual afectado). El profesional musicoterapeuta mueve la cortinilla activando su vibración sonora para que el paciente pueda percibirlos. Después, se le invita a practicar un patrón melódico en el xilofón, que le resulte fácil y familiar, pero indicándole que siempre debe terminar activando la cortinilla de tubos. Con ello se está estimulando la existencia de un objeto que produce sonido y que se encuentra en el hemisferio visual deficitario.

Auditory Perception Training

El *Auditory Perception Training* utiliza diversos ejercicios musicales con el objetivo de que el paciente consiga discriminar e identificar los diferentes atributos musicales del sonido, como el tempo, la duración, el tono, el timbre, el ritmo, etc.

Esta técnica persigue, además, una integración sensorial global (visual, táctil y cinestésica) durante los ejercicios musicales. Por ejemplo, es frecuente pedir al paciente que interprete un pasaje musical a partir de determinados símbolos o gráficos codificados para trabajar elementos motores y de razonamiento, o bien que perciba la vibración de un instrumento de percusión en contacto con su cuerpo para mejorar su sensibilidad corporal, o que integre su movimiento con la música [48-50].

Esta aplicación está indicada especialmente en trastornos del espectro autista y en determinados déficits sensoriales de origen neurológico [51].

Musical Attention Control Training

El *Musical Attention Control Training* consiste en una serie de ejercicios musicales estructurados, que pueden ser activos o receptivos y se basan en interpretaciones musicales improvisadas. Mediante esta

técnica se trabajan diferentes respuestas relacionadas con la atención a través del uso deliberado de los elementos musicales que aparecen en la improvisación, los cuales actúan como ‘señales’ o ‘indicaciones’ atencionales para el paciente [52].

Una posible modalidad en la aplicación terapéutica del *Musical Attention Control Training* consiste en que el paciente interprete algunos patrones melódicos preestablecidos que deberá interrumpir cuando escuche una determinada combinación de notas ejecutadas por el profesional musicoterapeuta. A su vez, el paciente deberá reiniciar la interpretación al oír otra ‘señal’ determinada por una combinación de notas diferente. Esta situación obliga al paciente a desviar parte de su atención hacia la actividad musical del profesional musicoterapeuta para saber cuándo debe interrumpir o reiniciar su interpretación según las indicaciones pactadas.

Esta técnica es útil para estimular y activar los procesos atencionales que están alterados en gran variedad de trastornos, como el espectro autista, el déficit de atención/hiperactividad, ictus, demencias, trastornos psiquiátricos, etc.

Memory Training

Este conjunto de técnicas está indicado para activar la memoria mediante el recurso de distintas artes musicales, en especial el canto. Se sabe que, a diferencia de la palabra, en el canto está implicada una mayor diversidad de áreas cerebrales, especialmente en el hemisferio derecho, lo que facilita un mayor acceso a los recuerdos [53].

Musical Mnemonics Training

En el *Musical Mnemonics Training* se utilizan sonidos o palabras como elementos nemotécnicos para facilitar el aprendizaje y el recuerdo de la información incluida en una canción, ritmo o canto. Suelen estructurarse canciones con una letra ajustada a las lagunas memorísticas particulares de cada paciente (nombres de los familiares más cercanos, actividades que tiene que realizar durante el día...), con el fin de favorecer el aprendizaje de información no musical mediante la secuenciación y organización de dicho contenido en patrones musicales [54-57].

Una aplicación con instrumentos de percusión para practicar la memorización de los nombres de los participantes en una sesión grupal sería la siguiente: cada individuo pronuncia su nombre varias veces mientras se acompaña con una breve interpretación rítmica. Luego, los restantes componentes del grupo repiten al unísono su nombre varias veces mientras le observan. Una vez que todos han di-

cho su nombre, individualmente, deben intentar recordar el nombre de cada uno de sus compañeros.

Esta modalidad de terapia se aplica en personas con demencia, ictus, esclerosis múltiple, trastornos psiquiátricos, etc. [58].

Musical Echoic Memory Training

La memoria sensorial es la relativa a la vía auditiva y suele ser muy breve, más aún que la memoria de trabajo. Tal como indica Lopera [59], ‘es la necesaria para el habla: cuando se articula una palabra debe tenerse memoria sensorial del primer fonema pronunciado para poder continuar con el segundo, y así sucesivamente hasta terminar la palabra.’

Esta técnica utiliza principalmente la voz y su aplicación es sencilla. Por ejemplo, el paciente entona una canción y, de vez en cuando, se le indica que pare y repita la última palabra o vocal que ha cantado.

En contextos grupales se suele invitar a cada uno de los participantes a que diga su nombre, para a continuación pedir a un miembro del grupo que los repita. Es recomendable que los participantes efectúen movimientos corporales o exageren la prosodia mientras pronuncian su nombre, puesto que estos elementos añadidos y pertenecientes a otras modalidades sensoriales promoverán la consolidación del recuerdo deseado [60].

Este método se ha utilizado principalmente en personas con daño cerebral adquirido [14].

Associative Mood and Memory Training

Se fundamenta en técnicas musicales cuya finalidad es que el paciente acceda a recuerdos susceptibles de inducir un estado emocional positivo [61,62]. El objetivo es trabajar la memoria a largo plazo mediante el uso de las emociones evocadas durante la escucha de canciones que le resultan familiares.

Esta técnica resulta muy útil en demencias, en enfermedades neurológicas que cursan con déficit de memoria e incluso en el déficit de memoria asociado con la edad [63].

Music Psychotherapy and Counseling

Es una técnica de terapia psicológica que utiliza la interpretación musical para favorecer la exploración y expresión emocional del paciente [64,65].

A través de la escucha o interpretación musical (si el paciente es músico), se induce a que afloren y fluyan las emociones. Mediante diferentes géneros musicales se intenta influir en el estado de ánimo y en canalizar las emociones que el paciente manifiesta y experimenta. Puede trabajarse en grupos, asignando distintos patrones o géneros musicales que

se combinan para trabajar así los aspectos o factores sociales. Esta modalidad se aplica principalmente en trastornos psiquiátricos y en demencias [27].

Conclusiones

En las últimas décadas, una gran cantidad de trabajos de investigación se ha centrado en analizar cómo el cerebro procesa la música y cuál es su respuesta ante dichos estímulos. Los estudios muestran la activación de una gran diversidad de áreas (motoras, del lenguaje, de atención, de emociones y de toma de decisiones), y la musicoterapia neurológica se basa en dicho conocimiento para desarrollar una diversidad de técnicas o estrategias que permitan su aplicación en la neurorehabilitación cognitiva.

En la actualidad, cuando una persona se inicia en un proceso neurorehabilitador, sea cual sea la etiología de su enfermedad, se encuentra con numerosos profesionales implicados en su tratamiento (neurólogos, neuropsicólogos, fisioterapeutas...) que le ofrecen una atención multidisciplinaria e integral. Son muchos los esfuerzos para desarrollar nuevas técnicas de intervención, con sofisticados aparatos de alto coste, desarrollo de terapias innovadoras, pero no debería obviarse la herramienta sobre la cual ha versado el presente trabajo, la música. Hay que recordar además su bajo coste y su facilidad de aplicación, mediante profesionales cualificados, así como su elevado grado de aceptación al utilizarse métodos poco o nada invasivos.

Las técnicas musicales para la rehabilitación cognitiva propuestas por la musicoterapia neurológica deben considerarse una herramienta más, capaz de intervenir en procesos cognitivos como la función ejecutiva, la atención y la memoria, y en las habilidades psicosociales. Estas terapias deben aplicarse de manera estructurada, con unos objetivos concretos y un procedimiento claro, de manera que puedan cuantificarse sus resultados y extraerse conclusiones sobre la intervención realizada.

Bibliografía

- Patel AD. Music, language, and the brain. Oxford: Oxford University Press; 2010.
- Rodriguez RX. The mystery of two worlds. Polykarp Kusch Lecture. Dallas: University of Texas; 1995.
- Dowling WJ. Perception of music. In Goldstein B, ed. The Blackwell handbook of sensation and perception. Oxford: Blackwell Publishing; 2001. p. 469-98.
- Blood AJ, Zatorre RJ. Intensely pleasurable responses to music correlate with activity in brain regions implicated in reward and emotion. Proc Natl Acad Sci U S A 2001; 98: 11818-23.
- Kolb B, Mohamed A, Gibb R. La búsqueda de los factores que subyacen a la plasticidad cerebral en los cerebros normal y en el dañado. Revista de Trastornos de la Comunicación 2010; 10: 1016-27.
- Kandel E. En busca de la memoria. Buenos Aires: Katz; 2007.
- Mateer CA. Attention. In Raskin SA, Mateer CA, eds. Neuropsychological management of mild traumatic brain injury. New York: Oxford University Press; 2000. p. 73-92.
- Cicerone KD, Dahlberg C, Kalmar K, Langenbahn DM, Malec JF, et al. Evidence-based cognitive rehabilitation: recommendations for clinical practice. Arch Phys Med Rehabil 2000; 81: 1596-615.
- Rimmele CT, Hester RK. Cognitive rehabilitation after traumatic head injury. Arch Clin Neuropsychol 1987; 2: 353-84.
- Sohlberg MM, Mateer CA Effectiveness of an attention-training program. J Clin Exp Neuropsychol 1987; 9: 117-30.
- Ben-Yishay Y, Pisetsky EB, Rattok J. A systematic method for ameliorating disorders in basic attention. In Meier MJ, Benton AL, Diller L, eds. Neuropsychological rehabilitation. New York: Guilford Press; 1987. p. 165-81.
- Zatorre RJ, Chen JL, Penhune VB. When the brain plays music: auditory-motor interactions in music perception and production. Nat Rev Neurosci 2007; 8: 547-58.
- Jauset-Berrocal JA. Cerebro y música, una pareja saludable. El Ejido, Almería: Círculo Rojo; 2013.
- Conway CM, Pisoni DB, Kronenberger WG. The importance of sound for cognitive sequencing abilities: the auditory scaffolding hypothesis. Curr Dir Psychol Sci 2009; 18: 275-9.
- Drake C, Jones MR, Baruch C. The development of rhythmic attending in auditory sequences: attunement, referent period, focal attending. Cognition 2000; 77: 251-88.
- Conway CM, Karpicke J, Pisoni DB. Contribution of implicit sequence learning to spoken language processing: some preliminary findings with hearing adults. J Deaf Stud Deaf Educ 2007; 12: 317-34.
- Lin FR, Albert M. Hearing loss and dementia –who's listening? Aging Ment Health 2014; 18: 671-3.
- Izquierdo MA, Oliver DL, Malmierca MS. Mecanismos de plasticidad (funcional y dependiente de la actividad) en el cerebro auditivo adulto y en desarrollo. Rev Neurol 2009; 48: 421-9.
- Peretz I, Zatorre JR. Brain organization for music processing. Annu Rev Psychol 2005; 56: 89-114.
- Peretz I, Coltheart M. The modularity of music processing. Nat Neurosci 2003; 6: 688-91.
- Soria-Urios G, Duque P, García-Moreno JM. Música y cerebro: fundamentos neurocientíficos y trastornos musicales. Rev Neurol 2011; 52: 45-55.
- Chen JL, Zatorre RJ, Penhune VB. Interactions between auditory and dorsal premotor cortex during synchronization to musical rhythms. Neuroimage 2006; 32: 1771-81.
- Penhune VB, Zatorre RJ, Feindel WH. The role of auditory cortex in retention of rhythmic patterns as studied in patients with temporal lobe removals including Heschl's gyrus. Neuropsychologia 1999; 37: 315-31.
- Penhune VB, Zatorre RJ, Evans AC. Cerebellar contributions to motor timing: a PET study of auditory and visual rhythm reproduction. J Cogn Neurosci 1998; 10: 752-65.
- Jauset-Berrocal JA. Música, movimiento y neuroplasticidad. Eufonía. Didáctica de la Música 2016; 67: 19-24.
- Altenmüller E, Wiesendanger M, Kesselring J. Music, motor control and the brain. Oxford: Oxford University Press; 2006.
- Thaut MH, Hoemberg V. Oxford handbook of neurologic music therapy. Oxford: Oxford University Press; 2014.
- Trainor LJ, Schmidt LA. Processing emotions induced by music. In Peretz I, Zatorre RJ, eds. The cognitive neuroscience of music. New York: Oxford University Press; 2003. p. 310-24.
- Salimpoor VN, Van den Bosch I, Kovacevic N, McIntosh AR, Dagher A, Zatorre RJ. Interactions between the nucleus accumbens and auditory cortices predict music reward value. Science 2013; 340: 216-9.
- Jäncke L. Music drives brain plasticity. F1000 Biol Rep 2009; 1: 78.
- Rauschecker JP. Cortical plasticity and music. Ann N Y Acad Sci 2001; 930: 330-6.
- Habib M, Besson M. What do music training and musical experience teach us about brain plasticity? Music Percept 2009; 26: 279-85.

33. Hillecke T, Nickel A, Bolay HV. Scientific perspectives on music therapy. *Ann N Y Acad Sci* 2005; 1060: 271-82.
34. Peraza-Chil E, Zaldivar-Pérez DF. La musicoterapia. Un nuevo enfrentamiento al estrés y la hipertensión Arterial. *Revista Cubana de Psicología* 2003; 20: 10-23.
35. Downey LE, Blezat A, Nicholas J, Omar R, Golden HL, Mahoney CJ, et al. Mentalising music in frontotemporal dementia. *Cortex* 2013; 49: 1844-55.
36. Rodríguez-Fornells A, Rojo N, Amengual JL, Ripollés P, Altenmüller E, Münte TF. The involvement of audio-motor coupling in the music-supported therapy applied to stroke patients. *Ann N Y Acad Sci* 2012; 1252: 282-93.
37. Allen R, Heaton P. Autism, music, and the therapeutic potential of music in alexithymia. *Music Percept* 2010; 27: 251-61.
38. Thaut MH. Neurologic music therapy in cognitive rehabilitation. *Music Percept* 2010; 27: 281-5.
39. Thaut MH, Stephan KM, Wunderlich G, Schicks W, Tellmann L, Herzog H, et al. Distinct cortico-cerebellar activations in rhythmic auditory motor synchronization. *Cortex* 2009; 45: 44-53.
40. Parbery-Clark A, Strait DL, Anderson S, Hittner E, Kraus N. Musical experience and the aging auditory system: implications for cognitive abilities and hearing speech in noise. *PLoS One* 2011; 6: e18082.
41. Magee WL. Music therapy with patients in low awareness states: approaches to assessment and treatment in multidisciplinary care. *Neuropsychol Rehabil* 2005; 15: 522-36.
42. Magee WL. Electronic technologies in clinical music therapy: a survey of practice and attitudes. *Technology and Disability* 2006; 18: 139-46.
43. Ogata D. Human EEG responses to classic music and simulated white noise: effects of a musical loudness component on consciousness. *Percept Mot Skills* 1995; 80: 779-90.
44. Kleinman JT, Newhart M, Davis C, Heidler-Gary J, Gottesman RE, Hillis AE. Right hemispatial neglect: frequency and characterization following acute left hemisphere stroke. *Brain Cogn* 2007; 64: 50-9.
45. Brandt T, Dieterich M, Strupp M, Glasauer S. Model approach to neurological variants of visuo-spatial neglect. *Biol Cybern* 2012; 106: 681-90.
46. Hommel M, Peres B, Pollak P, Memin B, Besson G, Gaio JM, et al. Effects of passive tactile and auditory stimuli on left visual neglect. *Arch Neurol* 1990; 47: 573-6.
47. Gómez-Ariza CJ, Bajo MT, Puerta-Melguizo MC, Macizo P. Cognición musical: relaciones entre música y lenguaje. *Cognitiva* 2000; 12: 63-87.
48. Bettison S. The long-term effects of auditory training on children with autism. *J Autism Dev Disord* 1996; 26: 361-75.
49. Gfeller K, Woodworth G, Robin DA, Witt S, Knutson JE. Perception of rhythmic and sequential pitch patterns by normally hearing adults and adult cochlear implant users. *Ear Hear* 1997; 18: 252-60.
50. Heaton P, Hermelin B, Pring L. Autism and pitch processing: a precursor for savant musical ability? *Music Percept* 1988; 15: 291-305.
51. Moore DR. Auditory processing disorder: definition, diagnosis, neural basis, and intervention. *Audiol Med* 2006; 4: 4-11.
52. Thaut MH, Kenyon GP. Rapid motor adaptations to subliminal frequency shifts in syncoated rhythmic sensorimotor synchronization. *Hum Mov Sci* 2003; 22: 321-38.
53. Sánchez H, Alonso F. Organización cerebral de la música. *Revista Internacional de Psicoperinatología* 2012; 1: 1.
54. Gfeller KE. Musical mnemonics as an aid to retention with normal and learning disabled students. *J Music Ther* 1983; 20: 179-89.
55. Wallace WT. Memory for music: effect of melody on recall of text. *J Exp Psychol Learn Mem Cogn* 1994; 20: 1471-85.
56. Claussen D, Thaut MH. Music as a mnemonic device for children with learning disabilities. *Can J Music Ther* 1997; 5: 55-66.
57. Maeller DH. Rehearsal strategies and verbal working memory in multiple sclerosis [unpublished master thesis]. Fort Collins: Colorado State University; 1996.
58. Thaut MH. The influence of music therapy interventions on self-rated changes in relaxation, affect, and thought in psychiatric prisoner-patients. *J Music Ther* 1989; 26: 155-66.
59. Lopera F. Trastornos de la memoria. *IATREIA* 1993; 6: 89.
60. Levitin DJ. Memory for musical attributes. In Levitin DJ, ed. *Foundations of cognitive psychology: core readings*. Boston: Massachusetts Institute of Technology; 2002. p. 295-310.
61. Bower GH. Mood and memory. *Am Psychol* 1981; 36: 129-48.
62. Dolan RJ. Emotion, cognition and behavior. *Science* 2002; 298: 1191.
63. Barcia D. Musicoterapia en la enfermedad de Alzheimer. *Psicogeriatría* 2009; 1: 223-38.
64. John D. Towards music psychotherapy. *J Br Music Ther* 1992; 6: 10-2.
65. Bradt J. Ethical issues in multicultural counseling: implications for the field of music therapy. *The Arts in Psychotherapy* 1997; 24: 137-43.

Cognitive neurorehabilitation: the foundations and applications of neurologic music therapy

Introduction. Music is the result of a perception in the brain involving a number of cortical and subcortical areas in both brain hemispheres. Increased knowledge about brain plasticity and the numerous neuroimaging studies conducted in recent years have made it possible to further our understanding of the processing of musical stimuli in the brain. This has led to an interest in analysing and studying its application in the non-invasive treatment of certain dysfunctions or diseases with the aim of helping to achieve an improved quality of life.

Aim. To outline the foundations and applications of the musical techniques that are used in cognitive neurorehabilitation.

Development. Following an initial summary of the processing of musical stimuli in the brain, the study goes on to explain the foundations of different techniques, as defined by neurologic music therapy, that are used efficaciously in cognitive neurorehabilitation. Sounds, which are the raw material of music, maintain a temporality and a sequencing that are a useful aid in the formation of temporal patterns of the cognitive functions, and constitute an assembly or framework that facilitates the learning of sequential information processing, such as memory.

Conclusions. The techniques used in neurologic music therapy, which in recent years are being applied for cognitive neurorehabilitation, are not invasive and offer promising results that, together with further research, should be taken into account to be implemented alongside the conventional therapies of cognitive neurorehabilitation and stimulation.

Key words. Cognition. Cognitive neurorehabilitation. Music. Neurologic music therapy. Neuroplasticity.