

La Musicoterapia Neurológica Como Modelo de Neurorehabilitación.

Neurologic Music Therapy As A Neurorehabilitation Model.

Cecilia Jurado-Noboa

Resumen

La musicoterapia neurológica (NMT) está siendo implementada en hospitales y centros de neurorehabilitación alrededor del mundo gracias a la abundante evidencia neurocientífica y al creciente interés por los efectos de la música en el cerebro. Siendo reconocida y avalada por la World Federation for Neurorehabilitation, la musicoterapia neurológica es utilizada como intervención no-farmacológica y no-invasiva para tratar a pacientes con trastornos neurológicos que presentan disfunciones cognitivas, motoras, y/o del lenguaje. Este artículo busca dar a conocer a esta disciplina como un método efectivo y basado en evidencia para tratar los desórdenes neurológicos.

Palabras clave: Neurorehabilitación, musicoterapia neurológica, trastornos neurológicos, trastornos cognitivos, trastornos motores, trastornos del lenguaje, neurociencia.

Abstract

Neurologic music therapy (NMT) is being implemented in hospitals and neurorehabilitation facilities around the world, thanks to the abundant neuroscience research and to the growing interest in the effects of music on the brain. Recognized and endorsed by the World Federation for Neurorehabilitation, neurologic music therapy is utilized as a non-pharmacological, non-invasive intervention to treat patients with neurologic disease that present cognitive, motor, and/or language impairments. This article aspires to introduce this discipline as an effective, evidence-based method of treatment for neurologic disease.

Keywords: Neurorehabilitation, neurologic music therapy, neurologic disorders, cognitive impairment, motor impairment, language impairment, neuroscience

Rev. Ecuat. Neurol. Vol. 27, N° 1, 2018

Introducción

La música ha sido estudiada a lo largo de la historia como un componente fundamental en el desarrollo de las civilizaciones. En ciertas culturas, la música formaba parte de las ceremonias religiosas y de las sanaciones de los enfermos, de manera que el músico o sanador llevaba un cargo importante en su jerarquía. En la antigua Grecia, la música era contemplada como una fuerza que trascendía el pensamiento, las emociones, y la salud física. Junto con el avance en los conocimientos sobre anatomía, fisiología, y medicina, la música empezó a ser incorporada en los tratamientos para la depresión y para mejorar la salud emocional. Para fines del siglo XVIII, la música ya no sería utilizada de manera religiosa o espiritual, sino que sería recomendada por ciertos médicos que veían los tratamientos desde un punto de vista holístico o multidisciplinario. En 1790, las primeras publicaciones sobre el uso de la música de forma medicinal presentaron los conceptos básicos que

luego servirían como los cimientos para la consolidación de la musicoterapia. Sin embargo, no fue hasta fines de la Segunda Guerra Mundial que se empezó a reconocer el valor de la musicoterapia como tratamiento, sirviendo para rehabilitar la salud física y mental de los soldados que retornaban a los Estados Unidos.¹

Hoy en día, la musicoterapia es una profesión de la salud que se dirige a un amplio espectro de necesidades físicas, emocionales, cognitivas, y sociales en individuos de todas las edades. Existen organizaciones internacionales que se encargan de mantener y mejorar los estándares de práctica del musicoterapeuta, así como de publicar los más recientes descubrimientos y estudios clínicos relacionados a los beneficios de este tratamiento. Es común encontrar musicoterapeutas en una variedad de instituciones de la salud, centros educativos, centros geriátricos, hogares para personas con discapacidades, prisiones, instituciones psiquiátricas, entre otros. Dependiendo de su especialización,

el musicoterapeuta posee la capacidad para diseñar un plan individual de tratamiento que se adapte a las necesidades de cada paciente o población clínica.

Principios de la Musicoterapia Neurológica

La musicoterapia neurológica (NMT) fue desarrollada por la Academy of Neurologic Music Therapy y es una de las ramas de la musicoterapia con mayor número de publicaciones en revistas científicas. Es considerada una parte importante del tratamiento de las lesiones neurológicas. Se caracteriza por la aplicación de intervenciones musicales estandarizadas e individualizadas sobre las disfunciones cognitivas, motoras, y del lenguaje que resultan de lesiones o condiciones neurológicas. Para practicar NMT, el musicoterapeuta debe completar una certificación del Academy of Neurologic Music Therapy, que profundiza en conocimientos adicionales sobre neuroanatomía, neurofisiología, neuropatología, neurociencias, trastornos cognitivos, motores, y del lenguaje, y neurorrehabilitación.

La NMT tiene cuatro pilares o principios teóricos, que a su vez parten de importantes descubrimientos neurocientíficos por académicos como Isabel Peretz, Robert Zatorre, Gottfried Schlaug, Eckart Altenmüller, Michael Thaut, entre otros. Estos indican que:

1. La música es una de las pocas actividades que provocan una activación casi global del cerebro, estimulando la interacción neuronal entre ambos hemisferios. Antiguamente se pensaba que el cerebro contaba con un centro de procesamiento musical, dedicado a cada uno de los elementos de la música. Se profundizaba en la dicotomía izquierda-derecha de la organización cerebral, argumentando que la música era propia del hemisferio derecho, así como el lenguaje del izquierdo. Desde hace aproximadamente 30 años, estas teorías fueron disputadas por estudios de neuroimagen que demostraban la activación de diversas estructuras cerebrales involucradas en la percepción de cada elemento musical, variando, incluso, según la actividad musical realizada. Estas estructuras incluyen la corteza sensorial auditiva, el sistema límbico, la corteza prefrontal, lóbulos temporales, áreas de Broca y Wernicke, corteza motora y cerebelo, entre otras.² Otro estudio corrobora la participación de estas estructuras cerebrales en las actividades musicales y sugiere que existe una jerarquía de procesamiento de los elementos de la música. Warren explica que el flujo de procesamiento musical empieza en la corteza auditiva primaria, plano temporal, y giro temporal superior, estructuras involucradas en la percepción y reconocimiento de la melodía, el ritmo, timbre, e intervalos de una pieza. El flujo continúa ramificándose en el sistema límbico e ínsula, responsables por el reconocimiento de emociones, el lóbulo parietal, el cual procesa la ubicación espacial del estímulo e información verbal, y lóbulo frontal, el

cual responde mediante cambios en el comportamiento y las emociones.³

2. Realizar actividades musicales facilita la neuroplasticidad. Estudios longitudinales han revelado diferencias estructurales que se encuentran entre grupos de músicos entrenados versus músicos aficionados y personas que no realizan actividades musicales.⁴ En uno de los primeros estudios sobre estas diferencias, se reportó un mayor volumen en el cuerpo caloso anterior de los músicos con entrenamiento temprano en comparación con músicos con entrenamiento a partir de los 7 años y personas que no realizan actividades musicales⁵ (ver figura 1). Cuando examinaron la corteza motora, una similar diferencia en volumen pudo ser observada en el surco central de los músicos entrenados, cuya profundidad era más notoria en el hemisferio no-dominante, posiblemente debido a la práctica de tareas de motricidad fina.⁶ Asimismo, la repetición de las intervenciones musicales en la NMT puede facilitar el reentrenamiento y la integración de las áreas lesionadas del cerebro, así como también la formación de nuevas conexiones neuronales, ayudando a pacientes a recuperar funciones perdidas o afectadas.⁷
3. Existen circuitos neuronales compartidos entre funciones musicales y funciones de la vida cotidiana. Las interacciones de las regiones auditivas y motoras del cerebro son igual de importantes para el aprendizaje de la música y el del lenguaje, por ejemplo. Ambas tareas involucran la asociación de sonidos y la coordinación motora en distintas áreas. Estudios de neuroimagen han señalado la activación de las mismas áreas de lenguaje (Broca y Wernicke) tanto al hablar como al cantar, con la diferencia de que cantar involucra adi-

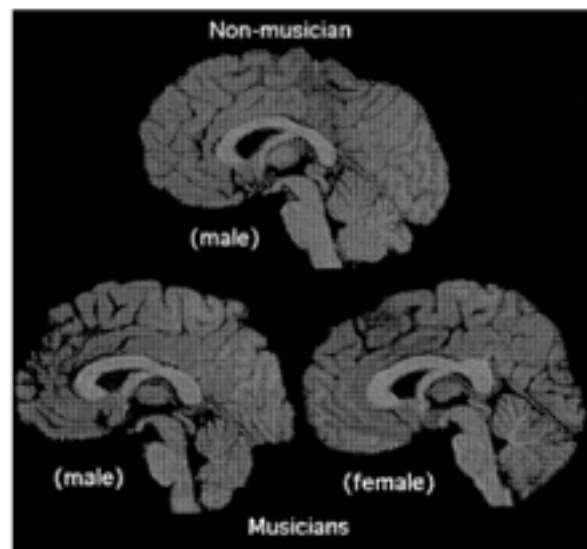


Figura 1. Tests post-hoc revelaron una diferencia significativa en el cuerpo caloso de músicos entrenados y personas que no realizan actividades musicales.⁸

cionalmente ciertas áreas homólogas del hemisferio derecho, que se cree, son responsables del componente melódico.⁹ También, utilizamos los mismos mecanismos de procesamiento para la percepción rítmica como para el planeamiento motor. La percepción y reproducción del ritmo de una canción producen activación de los núcleos de la base (o ganglios basales). Incluso, por medio de resonancia magnética funcional (fMRI), Grahn y Rowe observaron que el putamen respondía de manera única a diferentes secuencias rítmicas.¹⁰ Esto nos indica que por medio de la música podemos acceder a funciones no-musicales que han sido afectadas por una lesión o accidente cerebral.

4. La sincronización rítmica o actividad coordinada de neuronas auditivas y de neuronas motoras (o “entrainment” en inglés), demuestra que la estimulación auditiva prepara al sistema motor y facilita la calidad y ejecución de los movimientos. Esto sucede porque el ritmo, como estímulo auditivo, crea una plataforma temporal sobre la cual el cerebro se vuelve capaz de

anticipar cada pulsación y programar los movimientos necesarios.¹¹ Esto indica que el cerebro tiene un mecanismo “feedforward” o de respuesta anticipada. En pacientes con Parkinson y con otros tipos de lesiones cerebrales, este principio es aplicado en forma de ejercicios rítmicos, tanto para la rehabilitación de las extremidades, como para la rehabilitación del lenguaje.

NMT en la Rehabilitación Cognitiva

Según la Academy of Neurologic Music Therapy, la rehabilitación cognitiva abarca las funciones de atención-percepción, memoria, función ejecutiva, y comportamiento psicosocial. Existen nueve intervenciones dirigidas hacia estos objetivos y cada una puede ser aplicada y adaptada incluso en pacientes con estados alterados de conciencia (ver Tabla 1). Musical Sensory Orientation Training (MSOT) es una intervención cuyo principal mecanismo es el procesamiento de información auditiva y la recuperación de datos autobiográficos. Fue diseñada para pacientes en estado de coma, estado vegetativo, o estado de mínima concien-

Tabla 1. Intervenciones de la NMT para la Cognición.

Intervención	Descripción	Patologías
Musical Sensory Orientation Training (MSOT)	El uso de la música, en vivo o pregrabada, para estimular la recuperación de estados de alerta y facilitar la orientación de tiempo, lugar, y persona, el mantenimiento de la atención y la cantidad de respuestas.	Desórdenes de la conciencia: estado de coma, estado vegetativo, y estado de mínima conciencia.
Auditory Perception Training (APT)	El uso de ejercicios musicales para discriminar e identificar los diferentes componentes del sonido, como el tempo, duración, timbre, tono, ritmo, entre otros. Integración de otras modalidades sensoriales como elementos visuales, táctiles, y kinestésicos también pueden ser utilizados.	Desórdenes del desarrollo, problemas de audición, Desorden de Procesamiento Auditivo Central, trauma craneoencefálico, ACV.
Musical Attention Control Training (MACT)	Participación activa o pasiva de ejercicios musicales en donde los elementos musicales representan diferentes respuestas para practicar las funciones de la atención sostenida, selectiva, dividida, y alterna.	Trauma craneoencefálico, demencias, trastornos del espectro autista, ACV, deterioro cognitivo.
Musical Neglect Training (MNT)	Involucra el uso de instrumentos en una configuración espacial específica para enfocar la atención en el campo visual desatendido o ignorado.	Heminegligencia Visoespacial
Musical Executive Function Training (MEFT)	El uso de improvisación y ejercicios de composición individuales o grupales para practicar habilidades de la función ejecutiva como la organización, resolución de conflictos, razonamiento, entre otros.	Déficits de atención, trauma craneoencefálico, ACV, y desórdenes del comportamiento.
Musical Mnemonics Training (MMT)	Ejercicios musicales para la recuperación y decodificación de memorias. Involucra la repetición de sonidos o palabras cantadas que pueden ser utilizados para trabajar funciones de memoria ecoica, o de corto a largo plazo.	Trauma craneoencefálico, Enfermedad de Parkinson, tumor cerebral, anoxia, ACV, deterioro cognitivo.
Musical Echoic Memory Training (MEMT)	Se utiliza el sonido para fortalecer la retención inmediata de información auditiva hasta que pueda ser procesada de forma más elaborada en la memoria de trabajo.	Desorden de memoria auditiva, ACV, trauma craneoencefálico, implante coclear, desórdenes del lenguaje, trastornos del espectro autista, y demencias.
Associative Mood and Memory Training (AMMT)	Involucra técnicas musicales para invocar estados anímicos específicos y acceder a funciones de la memoria por medio de asociaciones. Es utilizada también para la redirección de estados anímicos en casos de depresión.	Desórdenes de la memoria, amnesias, demencias, desórdenes del comportamiento.
Music in Psychosocial Training and Counseling (MPC)	Experiencias musicales guiadas, improvisación, y composición para tratar control de emociones, expresión afectiva, coherencia cognitiva, orientación de la realidad, e interacciones sociales apropiadas.	Trastornos del espectro autista, trauma craneoencefálico, demencias, depresión, desórdenes neurológicos, ACV, desórdenes psiquiátricos.

cia, y utiliza información musical familiar para alcanzar la estimulación sensorial, la orientación, y el mantenimiento de vigilia y atención. La música funcionaría como un eje fijo para facilitar al paciente la localización y rastreo de estímulos auditivos. Dentro de la sesión, el musicoterapeuta puede cambiar la ubicación del estímulo auditivo para provocar distintas repuestas en el paciente. Como mencionamos anteriormente, el cerebro posee un mecanismo de respuesta anticipada. Al interrumpir el mecanismo cerebral de repuesta anticipada mediante un cambio repentino en la música, se puede observar las repuestas del paciente a esta “interrupción de expectativa,” las cuales se manifiestan a través de pestañeos, movimiento de cabeza o extremidades, señales de incomodidad por parte del paciente, entre otros.

Otra intervención importante en la rama cognitiva de la NMT es Musical Neglect Training (MNT), que utiliza instrumentos en una configuración espacial específica para atraer la atención hacia el lado desatendido en pacientes con negligencia unilateral. Esta ha sido especialmente prometedora en la rehabilitación neurológica ya que la estimulación musical ha demostrado ser una señal externa más eficiente que otras herramientas sensoriales y cognitivas.¹² Algunos hallazgos sobre la aplicación de esta técnica en pacientes con negligencia unilateral indicaron que los estímulos auditivos familiares pueden facilitar la percepción del lado ignorado. En un estudio que utilizó técnicas de neuroimagen funcional fMRI se observó la activación de la corteza orbitofrontal y del giro cingulado, regiones asociadas a la percepción visoespacial y las emociones, respectivamente. Lo mismo no sucedió durante música no-familiar para el paciente y durante el silencio.¹³ Esta respuesta ha podido ser documentada y replicada en estudios pre/post test utilizando pruebas de cancelación de líneas y dibujo de figuras sencillas.

La NMT también se dirige a las disfunciones de los distintos tipos de atención como la focalizada, selectiva, dividida, alterna, y sostenida. La intervención Musical Attention Control Training (MACT) utiliza ejercicios musicales para reentrenar las habilidades cognitivas que ayudarán al paciente a completar sus actividades cotidianas. En esta intervención, es común que el paciente deba tocar un instrumento al escuchar una señal establecida previamente por el musicoterapeuta, alternar entre dos o más instrumentos, tocar un instrumento mientras se atiende a cambios que realice el musicoterapeuta, y en caso de sesiones grupales, dividir la atención hacia lo que hacen los distintos miembros del grupo. La música, siendo una experiencia multisensorial, activa mecanismos asociados a la atención en ambos hemisferios, ya que fortalece las habilidades visoespaciales, refuerza la percepción y discriminación auditiva, y brinda estructura y regularidad temporal.¹⁴

Musical Mnemonics Training (MMT) o “entrenamiento musical-mnemónico” utiliza a la música como herramienta mnemónica para facilitar la recuperación o la

formación de memorias no-musicales, organizando la información dentro de rimas, versos, o canciones que contienen estructuras y melodías simples de recordar. Mediante estudios con técnicas de electroencefalografía (EEG) Peterson y Thaut encontraron que la música activa las conexiones en el lóbulo frontal utilizadas en el aprendizaje verbal.¹⁵ En otro estudio por Rubin y Wallace se analizaron los efectos de la melodía y ritmo en la habilidad para recuperar información verbal, considerando a estos dos elementos como plataformas adicionales que facilitan la preservación de la información. Encontraron que la melodía y el ritmo superan a las presentaciones orales en la recuperación de las ideas presentadas.¹⁶ La música también ha demostrado ser una eficiente herramienta mnemónica en pacientes con Alzheimer, esclerosis múltiple, y otras condiciones que conllevan trastornos cognitivos. Ha sido verificado mediante estudios y la aplicación clínica, que cantar mejora la memoria para nombres de objetos o personas y la información verbal en general.¹⁷ Thaut y colegas trabajaron con pacientes con esclerosis múltiple en tareas de recuerdo de listas de palabras y encontró que cuando estas eran presentadas con melodías cantadas, los pacientes las podían recordar de manera más precisa.¹⁸ El ritmo, en cambio, ha demostrado mejorar la memoria de trabajo, especialmente para la retención y recuperación de dígitos.¹⁹

NMT en la Rehabilitación del Lenguaje

Una de las áreas más estudiadas en la neurociencia de la música es la relación entre la música y el lenguaje. Dadas las similitudes entre cantar y hablar y en los correlatos neuronales de ambas actividades, los neurocientíficos han examinado el uso de la música para tratar déficits motores en el lenguaje, así como también alteraciones de prosodia, fluidez, fonación, coordinación respiratoria, e inteligibilidad que resultan de los trastornos neurológicos. La musicoterapia neurológica cuenta con ocho intervenciones dedicadas a la rehabilitación del lenguaje (ver Tabla 2). Una de las intervenciones más ampliamente utilizadas en la neurorrehabilitación es la Melodic Intonation Therapy (MIT), desarrollada inicialmente para su aplicación en la terapia del lenguaje, y luego explorada más profundamente por la musicoterapia neurológica. Esta emplea elementos melódicos y rítmicos a palabras o frases para asistir en la recuperación del lenguaje en pacientes con afasia de Broca. En esta intervención, el terapeuta empieza tarareando repetidas veces una melodía corta y luego da la señal para que el paciente la repita también, mientras realizan un movimiento rítmico de la mano derecha. El siguiente paso es incorporar la frase que calza sobre esa melodía, para que el paciente la repita. Una vez que la frase se vuelve fluida e inteligible, el terapeuta se retira y deja al paciente repetirla sola, todavía asistiéndolo con el movimiento de la mano derecha. Varios estudios han expuesto signos de neuroplasticidad provocada por MIT, al notar la extensión de

Tabla 2. Intervenciones de la NMT para el Lenguaje.

Intervención	Descripción	Patologías
Melodic Intonation Therapy (MIT)	Técnica que utiliza los elementos rítmicos y melódicos en la entonación de palabras y frases para asistir en la recuperación del lenguaje.	Afasia expresiva o de Broca
Musical Speech Stimulation (MUSTIM)	Utiliza materiales musicales tales como canciones, rimas, cantos, y frases musicales para estimular el lenguaje prosódico y facilitar la producción automática del lenguaje.	Afasia expresiva o de Broca, trauma craneoencefálico, ACV, demencias, Enfermedad de Alzheimer, Enfermedad de Parkinson
Rhythmic Speech Cuing (RSC)	Aplicación de ejercicios rítmicos para el control de la velocidad de producción del lenguaje, fluidez, articulación, inteligibilidad, y otros factores.	Disartria, Enfermedad de Parkinson, trauma craneoencefálico, ACV
Oral Motor and Respiratory Exercises (OMREX)	Materiales musicales y ejercicios mediante vocalización e instrumentos de viento son utilizados para mejorar el control de la articulación, coordinación respiratoria, y funciones del aparato vocal.	Trauma craneoencefálico, ACV, disartria, Enfermedad de Huntington, Enfermedad de Parkinson, distrofia muscular, síndrome de Down, COPD, enfisema.
Vocal Intonation Therapy	El uso de ejercicios vocales para entrenar, mantener, desarrollar, y rehabilitar aspectos del control de la voz que son afectados por anomalías estructurales, neurológicas, fisiológicas o funcionales.	Desórdenes congénitos, envejecimiento, Enfermedad de Parkinson, parálisis cerebral, ACV, trauma craneoencefálico.
Therapeutic Singing (TS)	Actividades o ejercicios vocales que se dirigen a una variedad de objetivos en las áreas de articulación, lenguaje, control respiratorio, y fortalecimiento de la capacidad vocal.	ACV, trauma craneoencefálico, Enfermedad de Parkinson, esclerosis múltiple, síndrome de Guillain-Barré, entre otros.
Developmental Speech and Language Training Through Music (DSLTM)	Experiencias musicales para estimular la producción y desarrollo del lenguaje a través del canto, los instrumentos musicales, y la combinación de lenguaje y movimiento.	Desórdenes del desarrollo, trastornos del espectro autista, parálisis cerebral, disfunciones del lenguaje, apraxia, discapacidad intelectual.
Symbolic Communication Training Through Music (SYCOM)	Ejercicios musicales para la estimulación y el uso apropiado de comportamientos de la comunicación, pragmatismos, gestos, y expresión emocional a través de un sistema de comunicación "no-verbal".	Pérdida completa del lenguaje por ACV, trauma craneoencefálico, desórdenes del desarrollo, y trastornos neurológicos.

circuitos neuronales del lenguaje lesionados en el hemisferio izquierdo hacia las áreas homólogas del lenguaje en el hemisferio derecho²⁰ (ver figura 2). Este desplazamiento hemisférico podría darse gracias al componente melódico adicional, el cual es procesado principalmente por el hemisferio derecho.²¹ A esto también contribuye el componente rítmico de esta técnica, el cual se aplica en la distribución silábica de la frase y en el movimiento rítmico de la mano derecha. Como fue mencionado anteriormente, la sincronización de las neuronas motoras y auditivas o “entrainment” sucede cada vez que el cerebro detecta una estructura rítmica, y este mismo principio se da en la rehabilitación del lenguaje mediante MIT. La regulación del fraseo y la sincronización rítmica de las sílabas con el movimiento de la mano derecha activan predominantemente circuitos en las regiones auditivas, prefrontales, y parietales del hemisferio derecho.²²

Otra técnica similar a MIT es Rhythmic Speech Cuing (RSC), utilizada para mejorar características temporales del lenguaje, como la fluidez, la articulación, tiempos de pausa, e inteligibilidad. En RSC, el paciente habla sobre un estímulo rítmico cuya fuente puede ser un metrónomo, un patrón tocado en un instrumento de percusión por el musicoterapeuta, o una pieza musical más compleja. De-

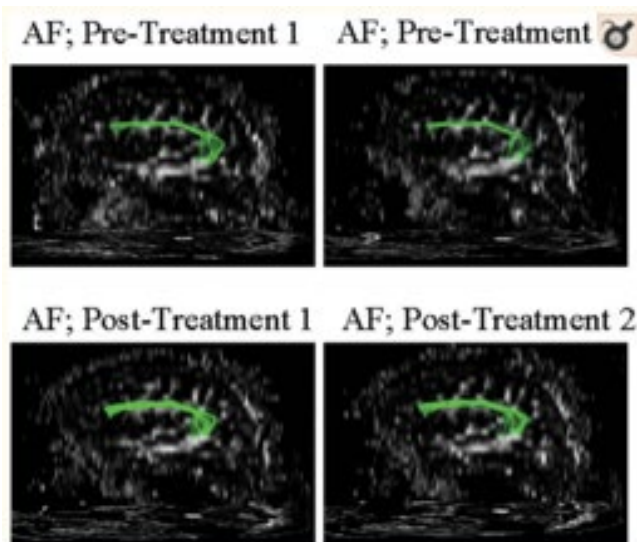


Figura 2. Fascículo Arqueado derecho de un paciente afásico en dos scans previos al tratamiento con Melodic Intonation Therapy y dos scans posteriores a 75 sesiones de tratamiento. Existe una diferencia entre número y volumen de fibras comparando pre y post tratamiento.²⁰

Tabla 3. Intervenciones de la NMT para la Función Motora.

Intervención	Descripción	Patologías
Rhythmic Auditory Stimulation (RAS)	El uso del componente rítmico de la música para facilitar la rehabilitación, desarrollo, y mantenimiento de los mecanismos de la marcha.	Enfermedad de Parkinson, ACV, trauma craneoencefálico, esclerosis múltiple, parálisis cerebral, y pacientes ortopédicos.
Patterned Sensory Enhancement (PSE)	El uso de los elementos rítmicos de la música como ritmo, melodía, armonía, y dinámicas para proporcionar señales temporales y espaciales que facilitan la recuperación de los movimientos funcionales de las actividades cotidianas.	Enfermedad de Parkinson, ACV, trauma craneoencefálico, esclerosis múltiple, parálisis cerebral, y pacientes ortopédicos.
Therapeutical Instrumental Music Performance (TIMP)	Rehabilitación motora a través de instrumentos musicales para ejercitar los patrones normales del movimiento.	Trauma craneoencefálico, lesiones medulares, daño cerebral por hipoxia, ACV, spina bífida, parálisis cerebral, desórdenes motores.

pendiendo del déficit que se quiera corregir, el paciente deberá recitar cada sílaba o cada agrupación de sílabas para sincronizar la frase con el ritmo. Para esto, el musicoterapeuta deberá evaluar la velocidad del habla del paciente, así como también su fluidez y tiempos de pausa para poder adaptar la intervención. El diagnóstico más comúnmente referido al tratamiento con RSC es la disartria, presente en condiciones como el Parkinson, esclerosis múltiple, trauma craneoencefálico, y enfermedades neurodegenerativas.

Musical Speech Stimulation (MUSTIM) es una intervención que se aprovecha del “lenguaje automático” para el tratamiento de personas con afasia expresiva severa, afasia progresiva primaria, o déficits del lenguaje asociados con las demencias. Estos ejercicios estimulan la iniciación espontánea de lenguaje funcional, mediante frases o palabras cantadas. Straube y colegas (2008) encontraron que cantar estimula la producción del lenguaje, posiblemente gracias a la asociación de la melodía y frase a la memoria a largo plazo.²³ Los resultados de otro estudio por Ozdemir (2006) sugirieron que existe una activación del hemisferio derecho, precisamente del giro temporal superior y el giro frontal inferior durante el canto de las frases.²⁴ Esto pudiera explicar la razón por la cual algunos pacientes con afasia expresiva causada por lesiones en el hemisferio izquierdo pueden cantar la letra una canción, pero no pueden hablar las mismas palabras.

Dentro de la rehabilitación del lenguaje, también encontramos las técnicas diseñadas para el ejercicio, mantenimiento, y control de la voz, el cual es a menudo afectado por anomalías de origen anatómico, fisiológico, neurológico, y hasta psicológico. En este ámbito encontramos la técnica Vocal Intonation Therapy (VIT), que trata aspectos del control de la voz como timbre, afinación, inflexión, coordinación respiratoria, y dinámicas. Ya que cantar y hablar utilizan los mismos mecanismos para la producción del sonido, los ejercicios utilizados en esta técnica mejoran el funcionamiento de la laringe y la vibración de las cuerdas vocales, lo cual a largo plazo contribuye a la fonación y el

rango de la voz. Cantar, incluso, requiere un nivel más alto de control vocal que hablar, ya que estimula simultáneamente la musculatura asociada a la respiración, fonación, articulación, dinámica, y resonancia de la voz.²⁵

NMT y la Rehabilitación Motora

Tradicionalmente, se han dedicado más estudios neurocientíficos a las habilidades visoespaciales y la propiocepción como elementos fundamentales del control y planeamiento motor. No fue hasta hace aproximadamente dos décadas que se empezó a investigar el rol del sistema auditivo y la sincronización rítmica o “entrainment” en el control de los movimientos. Un hallazgo frecuente durante este período en el estudio de los efectos de la música sobre el cerebro es la sincronización del sistema motor con el auditivo. Algunos de los primeros estudios sobre el tema expusieron evidencia de activación muscular mediante los circuitos reticulospinales en respuesta a señales auditivas y patrones rítmicos.^{26,27} Actualmente, se ha determinado que el sistema auditivo tiene abundantes conexiones con centros motores distribuidos en el tallo cerebral y a nivel medular, cortical, y subcortical.^{28,29} Estos descubrimientos sirvieron como base para el desarrollo de técnicas de rehabilitación motora como Rhythmic Auditory Stimulation (RAS), Patterned Sensory Enhancement (PSE), y Therapeutical Instrumental Musical Performance (TIMP) (ver Tabla 3).

Rhythmic Auditory Stimulation es la técnica mediante la cual se utiliza estímulos auditivos con estructura rítmica para rehabilitar los diferentes aspectos de la marcha de un paciente con Parkinson, trauma craneoencefálico, accidentes cerebrovasculares, esclerosis múltiple, y otros trastornos neurológicos que deterioran el sistema motor. En esta intervención, el musicoterapeuta evalúa la iniciación, coordinación, longitud de los pasos, balance, velocidad, uniformidad, y otros aspectos de la marcha, y determina un tempo específico a las necesidades del paciente para la aplicación del estímulo auditivo. Para este,

se puede utilizar un metrónomo o un instrumento musical portable como la guitarra, marcando las pulsaciones de acuerdo al tempo. Si incrementar la velocidad de la marcha es uno de los objetivos del musicoterapeuta, el tempo del estímulo irá aumentando paulatinamente hasta alcanzar la velocidad adecuada. La ventaja de utilizar un instrumento musical versus un metrónomo o música pre-grabada, es que se pueden realizar ajustes como este en tiempo real, teniendo en cuenta las necesidades de cada paciente, las cuales pueden ir cambiando a lo largo de la sesión. En pacientes con Parkinson, este tipo de estimulación auditiva tiene un importante efecto sobre los episodios de congelamiento, reduciendo considerablemente su duración y frecuencia. Este efecto está estrechamente ligado a la sincronización o “entrainment”, ya que el estímulo auditivo funciona como una señal temporal externa que domina la función deteriorada de los ganglios basales.³⁰

Las técnicas de Patterned Sensory Enhancement (PSE) y Therapeutical Instrumental Musical Performance (TIMP) fueron diseñadas para fortalecer los movimientos de las extremidades, los cuales no son rítmicos por naturaleza, por medio de señales auditivas con elementos rítmicos, armónicos, y melódicos. Nuevamente, la música aporta plataformas temporales, espaciales, y dinámicas a movimientos que reflejan los movimientos funcionales de las actividades cotidianas. La diferencia entre ambas técnicas está en la utilización de los instrumentos musicales. Durante PSE, el paciente no necesita estar en contacto con instrumentos musicales, sino que debe guiarse únicamente por los estímulos auditivos que proporciona el musicoterapeuta para realizar los movimientos. Por ejemplo, el musicoterapeuta puede componer un acompañamiento para alternar la flexión de las extremidades superiores, marcando un tipo de acento para estirar y otro tipo de acento para flexionar. También puede utilizarse para ejercicios pre-marcha, como estirar y flexionar cada rodilla siguiendo un patrón rítmico como guía. En la técnica TIMP, el paciente utiliza ciertos instrumentos como el blanco de los movimientos a realizar, por ejemplo, estirar cada extremidad superior para alcanzar un tambor que el musicoterapeuta está sosteniendo. Otro uso de esta técnica es ubicar tambores a cada lado del paciente, de manera que deba cruzar la línea media del cuerpo para tocar cada tambor con el brazo contrario a su ubicación. La ventaja de esta intervención es la retroalimentación auditiva que produce el instrumento al momento de contacto con el paciente. Esto funciona como una confirmación de que el ejercicio ha sido completado, lo cual, en caso de pérdida de sensibilidad de las extremidades, integra los estímulos sensoriales y refuerza la motivación del paciente.

Conclusión

El respaldo de la comunidad neurocientífica hacia la música como método de rehabilitación neurológica ha crecido considerablemente durante la última década. La musicoterapia neurológica, más allá de fortalecer a la musicoterapia como profesión en general, ha aportado con las bases científicas necesarias para desarrollar un tratamiento alternativo que sigue cambiando la vida de millones de personas con trastornos neurológicos alrededor del mundo. Mediante cientos de estudios realizados, se ha determinado que nuestros cerebros están estructural y funcionalmente programados para responder a estímulos rítmicos, armónicos, y melódicos, y que nos podemos aprovechar de estas herramientas para actuar sobre áreas lesionadas que usualmente no responden a otro tipo de estímulo. Adicional a contribuir a la recuperación de las capacidades cognitivas, motoras, y del lenguaje del paciente, se ha comprobado que la NMT produce cambios estructurales y fisiológicos en el cerebro, impulsando la neuroplasticidad y reestructuración de circuitos neuronales.

Los musicoterapeutas han pasado a ser miembros vitales en el equipo multidisciplinario de importantes centros de rehabilitación, e incluso participan en co-tratamientos con otras disciplinas como la fisioterapia, terapia ocupacional, terapia del lenguaje, y terapia recreacional. Esta inclusión también ha conducido a varias asociaciones internacionales de medicina y rehabilitación a crear una división de “arte y neurociencias”, en donde año tras año se presentan nuevos estudios sobre la intersección de estas dos áreas. Gracias a estos avances de la NMT en la comunidad médica, la World Federation of Neurorehabilitation la reconoció como una nueva rama de este campo. Las implicaciones de este reconocimiento son importantes, pues no solo expanden las opciones de tratamiento para personas que sufren de trastornos neurológicos, sino que potencialmente acrecentarán el apoyo de la comunidad académica para continuar estudiando los efectos de la música en la actividad cerebral.

Referencias

1. Davis, W. B., Gfeller, K. E., & Thaut, M. H. (2008). *An Introduction to Music Therapy: Theory and Practice*. Silver Spring, MD: American Music Therapy Association, Inc. Print.
2. Altenmüller, Eckart O. “How Many Music Centers Are In The Brain?” *Annals of the New York Academy of Science* 930 (2001): 273-80. Web.
3. Warren, J. (2008). How does the brain process music? *Clinical Medicine*, 8(1), 32-36. doi:10.7861/clinmedicine.8-1-32
4. Hyde, K. L., Lerch, J., Norton, A., Forgeard, M., Winner, E., Evans, A. C., & Schlaug, G. (2009). The Effects of Musical Training on Structural Brain Development. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1169(1), 182-186. doi:10.1111/j.1749-6632.2009.04852.x

5. Gaser and Schlaug, Brain Structures Differ between Musicians and Non-Musicians. (2013). *Journal of Neuroscience*, 33(36), 14629-14629.
6. Schlaug, G. (2015). Musicians and music making as a model for the study of brain plasticity. *Progress in Brain Research Music, Neurology, and Neuroscience: Evolution, the Musical Brain, Medical Conditions, and Therapies*, 37-55. doi:10.1016/bs.pbr.2014.11.020
7. Altenmüller, Eckart O. and Schlaug, G. "Neurologic Music Therapy: The Beneficial Effects of Music Making on Neurorehabilitation." *The Acoustical Society of Japan* 34.1 (2013): 5-12. Web.
8. Schlaug, G. (2003). The Brain of Musicians. *The Cognitive Neuroscience of Music*, 366-381. doi:10.1093/acprof:oso/9780198525202.003.0024
9. Schlaug, G., Marchina, S., & Norton, A. (2008). From Singing To Speaking: Why Singing May Lead To Recovery Of Expressive Language Function In Patients With Brocas Aphasia. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, 25(4), 315-323. doi:10.1525/mp.2008.25.4.315
10. Kirkham, E. (2014). How does the brain process rhythm? *ELife*. Web.
11. Bahrami, S., Thomas, M. A., Bahrami, M., & Naghizadeh, A. (2017). Neurologic Music Therapy to Facilitate Recovery from Complications of Neurologic Diseases. *Journal of Neurology and Neuroscience*, 08(04). doi:10.21767/2171-6625.1000214
12. Thaut, M. (2010). Neurologic Music Therapy in Cognitive Rehabilitation. *Music Perception* 27:281-285
13. Soto D, Funes MJ, Guzman-Garcia A, Warbick T, Rohhstein P & Humphreys GW. (2009) Pleasant music overcomes the loss of awareness in patients with visual neglect. *Proc Nat Acad Sci*. 2012;106:6011–6016.
14. Soto D, Funes MJ, Guzman-Garcia A, Warbick T, Rohhstein P & Humphreys GW. (2009) Pleasant music overcomes the loss of awareness in patients with visual neglect. *Proc Nat Acad Sci*. 2012;106:6011–6016.
15. Thaut, M. (2005). Temporal Entrainment of Cognitive Functions: Musical Mnemonics Induce Brain Plasticity and Oscillatory Synchrony in Neural Networks Underlying Memory. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1060(1), 243-254.
16. Wallace, W. T., & Rubin, D. C. (n.d.). "The Wreck of the Old 97": A real event remembered in song. *Remembering Reconsidered*, 283-310. doi:10.1017/cbo9780511664014.012
17. Thaut, M., & Hömberg, V. (2016). *Handbook of neurologic music therapy*. Oxford: Oxford University Press.
18. Thaut, M. H., Peterson, D. A., Sena, K. M., & McIntosh, G. C. (2008). Musical Structure Facilitates Verbal Learning In Multiple Sclerosis. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, 25(4), 325-330.
19. Silverman, M.J. (2012). Effects of melodic complexity and rhythm on working memory as measured by digit recall performance. *Music and Medicine*, 4, 22-7
20. Schlaug, G., Marchina, S., & Norton, A. (2009). Evidence for Plasticity in White-Matter Tracts of Patients with Chronic Brocas Aphasia Undergoing Intense Intonation-based Speech Therapy. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1169(1), 385-394.
21. Thaut, M., & Hömberg, V. (2016). *Handbook of neurologic music therapy*. Oxford: Oxford University Press.
22. Stephan, K., Thaut, M., Wunderlich, G., Schicks, W., Tian, B., Tellmann, L., . . . Hömberg, V. (2002). Conscious and Subconscious Sensorimotor Synchronization—Prefrontal Cortex and the Influence of Awareness. *NeuroImage*, 15(2), 345-352. doi:10.1006/nimg.2001.0929
23. Straube, T., Schulz, A., Geipel, K., Mentzel, H., & Miltner, W. H. (2008). Dissociation between singing and speaking in expressive aphasia: The role of song familiarity. *Neuropsychologia*, 46(5), 1505-1512. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2008.01.008
24. Özdemir, E., Norton, A., & Schlaug, G. (2006). Shared and distinct neural correlates of singing and speaking. *NeuroImage*, 33(2), 628-635. doi:10.1016/j.neuroimage.2006.07.013
25. Natke, U., Donath, T. M., & Kalveram, K. T. (2003). Control of voice fundamental frequency in speaking versus singing. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 113(3), 1587-1593.
26. Paltsev, Y. I., and Elner, A. M. (1967). Change in functional state of the segmental apparatus of the spinal cord under the influence of sound stimuli and its role in voluntary movement. *Biophysics* 12, 1219–1226.
27. Rossignol, S., and Melvill Jones, G. (1976). Audiospinal influences in man studied by the H-reflex and its possible role in rhythmic movement synchronized to sound. *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.* 41, 83–92. doi: 10.1016/0013-4694(76)90217-0
28. Koziol, L. F., and Budding, D. E. (2009). *Suncortical Structures and Cogni- tion: Implications for Neuropsychological Assessment*. New York: Springer. doi: 10.1007/978-0-387-84868-6
29. Schmahmann, J. D., and Pandya, D. N. (2009). *Fiber Pathways of the Brain*. Oxford: Oxford University Press.
30. McIntosh, G.M., Brown, S.H., and Rice, R.R. (1997). Rhythmic auditory-motor facilitation of gait patterns in patients with Parkinson's Disease. *Journal of Neurology, Neurosurgery, & Psychiatry*, 62, 22-6.