

A influência da neurociência cognitiva sobre a Musicoterapia: Bases para a Musicoterapia Neurológica

The influence of cognitive neuroscience on music therapy: Bases for Neurological Music Therapy

Maria Clotilde Henriques Tavares¹ 

¹Professora Titular do Departamento de Ciências Fisiológicas – Laboratório de Neurociências e Comportamento - Universidade de Brasília, PhD em Neurociências e Comportamento pela Universidade de São Paulo – USP, Musicoterapeuta (AMT-DF/041).

Resumo

O objetivo deste artigo é apresentar uma reflexão sobre as origens da musicoterapia e de como as evidências produzidas por estudos na área da neurociência cognitiva originaram as bases para uma mudança de paradigma da musicoterapia com o estabelecimento de uma nova abordagem, a musicoterapia neurológica (*Neurologic Music Therapy*, NMT). Sem a pretensão de realizar uma revisão completa da literatura sobre o assunto, foi realizada uma compilação de estudos sobre o tema, que reflete a visão pessoal da autora, construída a partir de artigos científicos e capítulos de livros, em que a NMT é apresentada como modelo clínico de intervenção promissor no tratamento de diferentes patologias que afetam o sistema nervoso. Nessa perspectiva, são apresentadas resumidamente algumas de suas técnicas para o tratamento de funções motoras, cognitivas/afetivas e de linguagem e evidências clínicas das aplicações da NMT. Com isto, espera-se fornecer uma contribuição para profissionais da área das ciências da saúde que não possuem familiaridade com essa temática.

Palavras-chave: Neurociência cognitiva; Musicoterapia Neurológica (NMT); neuroplasticidade.

Autor correspondente:
Maria Clotilde Henriques Tavares
E-mail: mctavares@gmail.com.

Fonte de financiamento:

Não se aplica

Parecer CEP

Não se aplica

Procedência:

Não encomendado

Avaliação por pares:

Externa

Recebido em: 08/ 06/ 2023

Aprovado em: 28/ 08/ 2023

Como citar: Tavares MCH. A influência da neurociência cognitiva sobre a Musicoterapia: Bases para a Musicoterapia Neurológica. RCS Revista Ciências da Saúde - CEUMA, 2023;1(1):8-28. <https://doi.org/10.61695/rcs.v1i1.1>

Abstract

The objective of this article is to present a reflection on the origins of music therapy and how the evidence produced by studies in cognitive neuroscience originated the basis for a paradigm shift in music therapy with the establishment of a new approach, neurological music therapy (Neurologic Music Therapy, NMT). Without intending to carry out a complete review of the literature on the subject, a compilation of studies on the subject was carried out, which reflects the author's personal view, built from scientific articles and book chapters, in which NMT is presented as a clinical model of promising intervention in the treatment of different pathologies that affect the nervous system. From this perspective, some techniques for the treatment of motor, cognitive/affective, and language functions and clinical evidence of NMT applications are briefly presented. With this, it is expected to provide a contribution to professionals in the field of health sciences who are not familiar with this theme.

Keywords: Cognitive neuroscience; Neurological Music Therapy (NMT); neuroplasticity.

INTRODUÇÃO

Desde a antiguidade, a música é utilizada com finalidades terapêuticas (Thompson, 2015). Atualmente, ela é considerada sob perspectiva da neurociência, como o som organizado e estruturado ao longo do tempo, destinado ou percebido como uma experiência estética (Patel, 2010). Trata-se de uma característica humana fundamental, universal e ubíqua (Margulis, 2019,) que possui importantes funções na nossa vida diária, promove o engajamento e a integração social, permite a construção de nossa identidade, a representação simbólica de crenças e ideias, molda a nossa comunicação, modula os nossos estados de humor, atenção e relaxamento e influencia as nossas emoções (MacDonald, Kreutz e Mitchell, 2012; Thaut, McIntosh e Hoemberg, 2014). A reunião de todas essas características faz com que a música possa ser utilizada com sucesso como recurso terapêutico para o tratamento de diferentes contextos clínicos e enfermidades e assim, o uso da música como terapia, ou a musicoterapia se estabeleceu como disciplina desde a década de 40, com suas bases fortemente apoiadas nas ciências humanas e sociais (Thaut e McIntosh, 2010).

A revolução ocorrida nas neurociências cognitivas nos anos 90, alçou a música a um novo patamar com a possibilidade do estudo do processamento musical pelo sistema nervoso. Desde então, foram lançadas as bases para uma nova abordagem na musicoterapia, a “*Neurologic Music Therapy*”, NMT, (em inglês), ou musicoterapia neurológica, fortemente apoiada nas evidências neurocientíficas que demonstraram, de forma contundente, a eficácia da música como recurso terapêutico efetivo para treinar e reeducar o cérebro após injúrias (Thaut, McIntosh e Hoemberg, 2014; Koelsch, 2019). Tendo como pano de fundo esse panorama, são abordados neste artigo o contexto histórico do uso da música como recurso terapêutico, as origens e desenvolvimento da musicoterapia, e apresentadas evidências que fundamentaram as bases para o estabelecimento da musicoterapia neurológica. Ao final, são elencadas as suas técnicas e apresentadas as suas aplicações para o tratamento de patologias que acometem o sistema nervoso.

BREVE HISTÓRICO SOBRE A UTILIZAÇÃO DA MÚSICA PARA A PROMOÇÃO DA SAÚDE

Propriedades terapêuticas e curativas têm sido atribuídas à música e ao som ao longo da história nas mais diversas culturas humanas (Horden, 2000) e suas origens remontam provavelmente ao início da humanidade. Descrições sobre o uso da música para a promoção da saúde são amplamente documentadas, com os primeiros relatos datando do Egito antigo, nos Papiros de Kahum, coleção de textos egípcios que retratavam tópicos da vida comum de seus cidadãos e datam de 1.500 a.C. (Berrocal, 2011). Nesses papiros, consta a informação que se atribuía à música uma influência favorável sobre a fertilidade feminina. Assim, desde os anos 4000 a.C. até o presente, efeitos físicos, mentais e sociais associados à música são documentados por músicos, terapeutas, filósofos, artistas e acadêmicos (Spintge e Droh, 1992 *apud* McDonald, Kreutz and Mitchell, 2012). Os egípcios já usavam amplamente a música em seus templos para ajudar a aquietar o espírito e elevar a mente e uma passagem do Velho Testamento da Bíblia sugere que o mesmo ocorria nos tempos bíblicos¹.

Existem ainda registros do uso da música pelos shamans na Floresta Peruana que usavam o canto para promoção da cura, e o uso da percussão como acompanhamento de cerimônias tradicionais de cura dos povos Ashanti, na África (Thompson, 2015). Nessas culturas, acreditava-se que a música era um presente das divindades enquanto a doença era vista como provocada pelo pecado, possessão demoníaca, maldições de feitiçaria e, portanto, um castigo de Deus. Dessa maneira, para apaziguar a divindade, afugentar os espíritos malignos e promover a cura, era comum a utilização de elementos mágicos pelo curandeiro ou feiticeiro para libertar o paciente das maldições, contexto no qual os sons e a música eram parte importante desses rituais (Berrocal, 2011). Outro aspecto digno de nota na história do uso da música pela humanidade, foi a noção sobre o seu poder associado a crenças religiosas e mágicas, já que recorria-se a remédios musicais em forma de canções rituais ou hinos entoados para os quais se acreditava existir um feitiço cantado que combinava palavras e música para produzir um efeito coercitivo. Ainda que esse aspecto pareça ter sido modesto, ele foi referido posteriormente, em textos filosóficos como nas Leis de Platão (Pelosi, 2019).

¹ Essa hipótese foi cogitada através de um trecho do velho testamento que conta a história do rei Davi que era um tocador de harpas na corte do rei Saul e usava o instrumento para acalmar os ânimos do nobre, antes de ganhar notoriedade por ter enfrentado o gigante Goliás. Assim, é encontrado no capítulo 16, versículo 23, em Samuel: *"E sempre que o espírito mau de Deus acometia o rei, Davi tomava a harpa e tocava. Saul acalmava-se, sentia-se aliviado e o espírito mau o deixava"* (Berrocal, 2011).

Na Grécia antiga, a utilização do ritmo e da música tocada em harpas pelos médicos Zenocrates e Sarpander era usada para combater convulsões e curar doenças (Bernatzky, Ber e Kulish, 2012 *apud* MacDonald, Kreutz e Mitchell, 2012). O pensamento vigente à época dos gregos antigos era que a música promovia a saúde e o bem-estar na vida das pessoas e em suas comunidades sociais e políticas e atuava como remédio para combater a doença, restaurar a saúde física e o equilíbrio psicológico - tanto que Hipócrates tocava música para doentes mentais, prática que continuou influente até depois do fim da antiga Grécia (Pelosi, 2019). Na realidade, muitas das questões remetidas pelos gregos à música e seus efeitos permanecem ainda hoje no centro do debate sobre o tema (Pelosi, 2019). Exemplos são o reconhecimento à época dos benefícios da música em tempos educacionais e os efeitos da música produzidos a curto e a longo prazo que hoje são também discutidos na neurociência da música.

A partir do século V, encantamentos de cura e outras formas de remédios musicais e mágicos, passaram a ser criticadas pelos médicos e contrastados com abordagens médicas para a doença, embora tenham ainda continuado a desempenhar um papel, não importa o quão ambíguo, no tratamento de doenças psíquicas e físicas (Pelosi, 2019).

Uma abordagem mais empírica sobre a música, contudo, foi fornecida por Aristoxenus, filósofo grego que mudou o foco da relação numérica da música anteriormente trazida por Pitágoras, responsável pela descrição da série harmônica e por uma contribuição significativa para o estudo da acústica. Aristoxenus atrelou à música os sistemas sensoriais e a percepção, muito embora, a sua visão não tenha ganhado força à época (Margulis, 2019).

Ao longo da Idade Média, a utilização da música associada a propriedades terapêuticas e curativas prosseguiu (Gouk et al., 2019). No século XVI, Vincenzo Galilei demonstrou a relação entre razões de integrais simples e consonâncias percebidas para materiais específicos (como verificado para a extensão de cordas) e no século seguinte, Francis Bacon abordou a música como um processo humano de comunicação de emoções, enquanto Descartes considerou a noção de que consonâncias sonoras eram percebidas como agradáveis devido a uma maior capacidade dos sistemas sensoriais para processar certos tipos de sons. Essa visão se manteve ainda nos séculos XVIII e XIX quando a organização do “pitch”² utilizado na música ocidental foi atribuída às características fisiológicas do ouvido interno no tratado de Helmann Helmholtz intitulado “*On the Sensation of Tone as a Physiological Basis for the Theory of Music*” (Sobre a Sensação do Tom Como Base Fisiológica Para a Teoria da Música (Margulis, 2019). Outras contribuições importantes

² Pitch – o termo designa a frequência de um tom e alterações de pitch referem-se a modulações de frequência, porém não há na língua portuguesa um termo equivalente para a sua tradução.

concorreram para o uso terapêutico da música no século XIX (ver Berrocal, 2011, 2013), e em meio ao século XX, no contexto do pós-guerra surge a musicoterapia moderna (Thaut, McIntosh e Hoemberg, 2014).

ORIGENS E DESENVOLVIMENTO DA MUSICOTERAPIA

Historicamente, a musicoterapia³ teve sua origem quando os hospitais militares passaram a utilizar música como estímulo para elevar a moral dos soldados sobreviventes à II guerra mundial, para a facilitação de suas interações sociais, para o suporte às manifestações de suas expressões emocionais, e a promoção de um senso geral de bem-estar. Então, o uso da música desempenhava uma variedade de papéis sociais e emocionais na cultura da sociedade e era realizado com os objetivos de promover a expressão e o suporte emocional, ajudar a construir relacionamentos pessoais, criar e facilitar comportamentos de grupo, representar simbolicamente crenças e idéias e apoiar outras formas de aprendizagem (Thaut e McIntosh, 2010). Dessa forma, o contexto do surgimento da musicoterapia teve as suas bases fortemente apoiadas nas ciências humanas onde a música foi valorizada por sua influência no funcionamento social e emocional (Thaut, 2005). Todavia, apesar dessas intervenções produzirem respostas positivas dos soldados, os musicoterapeutas nem sempre conseguiam explicar o porquê ou como suas intervenções funcionavam (Thaut e McIntosh, 2010).

Nas décadas seguintes, a musicoterapia passou a utilizar com frequência, abordagens teóricas de outras disciplinas para basear a sua prática, como por exemplo as técnicas comportamentais, psicanalíticas e humanísticas da psicologia e o seu uso forneceu uma contribuição muito positiva para a pesquisa clínica e para a sua prática profissional. Contudo, tais abordagens não contemplavam uma padronização de teorias ou técnicas para a prática musicoterapêutica e assim, o seu foco era primariamente voltado para resultados psicoterapêuticos. Assim, um espectro mais amplo de aplicações plausíveis da musicoterapia era negligenciado (de L'Etoile e Roth, 2019). Então, a profissão que estava ainda iniciando sofria dificuldades com objetivos de tratamento mal definidos e carência de embasamento científico (Thaut e McIntosh, 2010) que permitissem a sua replicabilidade enquanto método.

³ A musicoterapia consiste no uso clínico e baseado em evidências de intervenções musicais para atingir objetivos individualizados dentro de um relacionamento terapêutico por um profissional credenciado por profissional credenciado em curso reconhecido e consiste na única profissão da área da saúde que utiliza a música para ajudar indivíduos ao longo do ciclo de vida a melhorar o seu estado físico, emocional, social, sua comunicação e cognição (Associação Americana de Musicoterapia - AMTA, 2020).

É importante ressaltar que nessa época, não se dispunha de conhecimento sobre os mecanismos por meio dos quais a música é capaz de exercer os seus efeitos e modificar o comportamento humano (de L'Etoile, 2016) e assim, durante décadas, foi difícil coletar evidências científicas de que a musicoterapia estava funcionando tendo em vista que os efeitos diretos da música sobre o cérebro eram ainda ignorados (Thaut e McIntosh, 2010). Outra crítica relacionada aos efeitos práticos da musicoterapia consistia no fato de que nem sempre eles eram associados à descrição dos métodos utilizados para a sua obtenção e os objetivos dos tratamentos empregados não eram suficientemente definidos. A reunião desses aspectos acabou por limitar a prática da musicoterapia à aplicabilidade de técnicas a longo prazo e conferiu à mesma, certa falta de rigor científico, razões pelas quais a visão de muitos profissionais das ciências da saúde sobre a musicoterapia era de que ela era simplesmente um acessório para uma boa terapia, ainda que a musicoterapia tenha sido construída sobre conceitos louváveis e relevantes, conquanto estreitos do ponto de vista terapêutico (Thaut & McIntosh, 2010; de Létoile, 2016).

Não obstante as críticas à musicoterapia, ela foi amplamente difundida e utilizada em pessoas de idades variadas, produzindo resultados benéficos. Inicialmente, empregada para o tratamento de problemas psiquiátricos e de aprendizagem, posteriormente ela passou a ser utilizada para diversos tipos de distúrbios, alterações de comportamento ou patologias como autismo, Transtorno de Atenção e Hiperatividade – TDAH, síndrome de Down, paralisia cerebral, depressão, estresse, ansiedade, demência senil, Mal de Parkinson, Alzheimer, doenças terminais e cuidados paliativos e também no tratamento da dor crônica, na oncologia, na hospitalização em UTI em distúrbios emocionais (e.g. vítimas de abusos físicos, sexuais e emocionais e até mesmo no tratamento de transtornos alimentares como a anorexia), além de problemas afetivos, de autoestima e de relacionamentos interpessoais (Berrocal, 2011).

No cenário do desenvolvimento da musicoterapia, ocorria paralelamente o desenvolvimento, relativamente recente, das denominadas ciências cognitivas, onde se situa a neurociência cognitiva, que exerceram forte impacto no conhecimento científico e aceleraram as investigações sobre a mente musical ou a cognição musical⁴. Com isto, o campo da musicoterapia sucumbiu à afirmação de que os efeitos da música não podiam ser explicados. Inversamente, passou-se a considerar muito do impacto da experiência musical sobre o comportamento como

⁴ A cognição musical possui caráter interdisciplinar e recruta a integração de várias áreas de conhecimento. Já a palavra COGNIÇÃO vem de "cognoscere" que significa conhecimento e em sua raiz no latim, *Cognitio, ōnis refere-se à "ação de conhecer"*. Assim, as nossas funções mentais são referidas de forma mais ampla, como a nossa cognição e o adquirir conhecimento, informações sobre algo, o aprender algo, ou apropriar-se dessa informação é sinônimo de cognição.

algo observável e mensurável. Graças aos avanços tecnológicos e às novas metodologias, tornou-se possível isolar os constituintes da resposta à música e estabelecer relações de causa e efeito entre a música e o comportamento e isto permitiu que os efeitos da 'arte da música' pudessem ser cientificamente embasados (Hanser, 1999). Nesse contexto, a musicoterapia alçou meios para basear a sua prática nas evidências que fundamentavam as intervenções clínicas, o que aumentou a sua credibilidade e ampliou as suas fronteiras (Hanser, 1999).

A MÚSICA SOB A PERSPECTIVA DA NEUROCIÊNCIA

O termo neurociência⁵ é relativamente recente e refere-se a uma ciência interdisciplinar que investiga o Sistema Nervoso em três aspectos básicos, sua estrutura (como ele é composto, elementos estruturais, onde eles se localizam – neuroanatomia), seu funcionamento (como ele se desenvolve, quais os seus mecanismos – neurofisiologia) e como ele é capaz de influenciar o nosso comportamento (como o funcionamento neural está associado aos fatores psicológicos - psicologia) (*Society for Neuroscience*, 2018).

Historicamente, o entendimento acerca do funcionamento do cérebro tem se mostrado um grande desafio, razão pela qual os neurocientistas têm optado por uma abordagem reducionista ao fragmentarem a complexidade do problema em diferentes níveis de análise para fins de investigação científica. Na visão moderna da neurociência, compreende-se os níveis de análise molecular, celular, sistêmico, comportamental e cognitivo, em ordem crescente de complexidade (Bear, Connors e Paradiso, 2015). Contudo, independentemente do nível de análise pretendido, resultados são obtidos na neurociência tanto do ponto de vista clínico como experimental, por meio das quatro etapas essenciais do processo de investigação: a observação, a replicação, a interpretação e a verificação (Bear, Connors e Paradiso, 2015,). Em termos clínicos, uma das principais formas de investigação da neurociência, a exemplo do que era feito nas ciências médicas, tem sido a investigação de pacientes que sofreram algum tipo de dano ou lesão cerebral para a verificação dos efeitos produzidos por esses danos e inferências quanto às supostas funções realizadas pelas áreas afetadas no cérebro.

O processamento da música pelo cérebro é motivo de fascínio para os cientistas há mais

⁵ A neurociência inclui o estudo do cérebro, da medula espinhal e redes de células nervosas e na medida em que estuda o funcionamento do sistema nervoso, compreende também as alterações de seu funcionamento, razão pela qual inclui a neurologia como especialidade médica que diagnostica e trata dos distúrbios estruturais do sistema nervoso como um todo. Trata-se de uma área interdisciplinar, que integra a psicologia, biologia, química e física.

de um século (Critchley e Henson 1977), e desde a frenologia⁶ de Franz J. Gall, a música já era identificada como uma das vinte e sete faculdades da mente, cujo local de processamento ocorria acima do olho esquerdo em seu mapa de funções cerebrais conforme apresentado na Figura 1 (Elling, Finger e Whitaker, 2015).

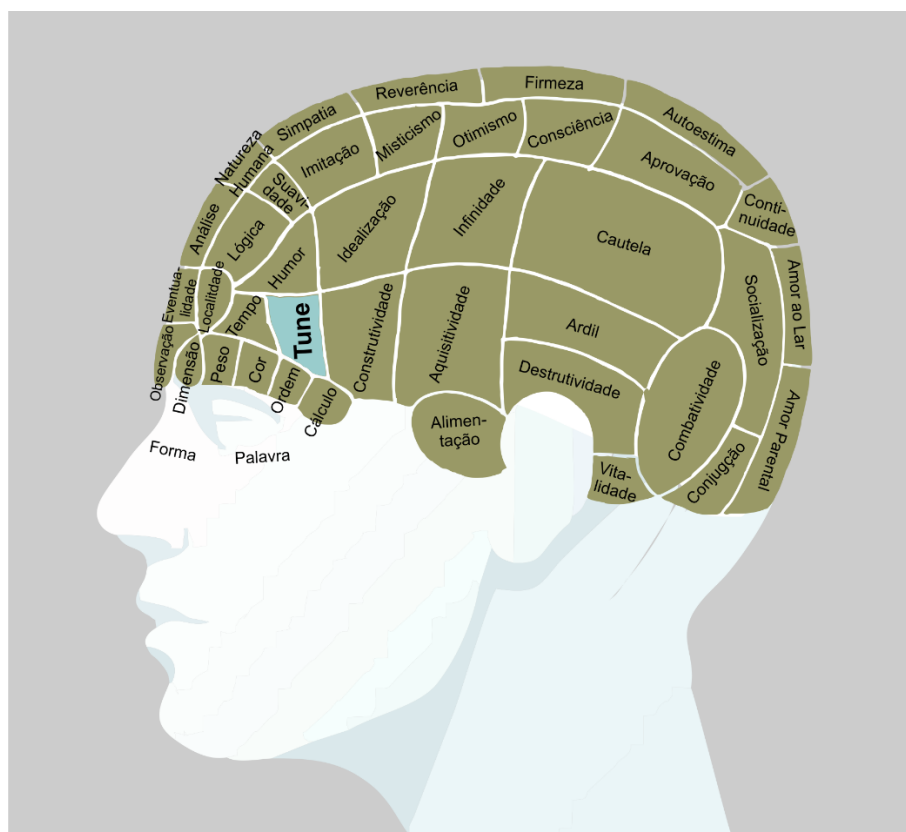


Figura 1. Mapa traduzido das funções cerebrais proposto por Franz J. Gall. A área em destaque indica o local atribuído para a percepção da música no cérebro (Tune, que significa afinação). (Fonte: Clarke e O'Malley, 1968, Fig. 118. William Walker Atkinson, 1862–1932 [No restrictions], via Wikimedia Commons. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/71/How_to_know_human_nature-its_inner_states_and_outer_forms_%281919%29_%2814784651435%29.jpg)

Embora houvesse interesse ocasional para neurologistas e psicólogos desde o século passado no estudo da música, o seu papel como uma das principais funções cerebrais foi de certo modo, negligenciado e investigações sistemáticas foram raramente observadas. Foi então que, desenvolvimentos teóricos e tecnológicos modificaram decisivamente a forma como os estudos musicais são percebidos, a saber: a) o desenvolvimento da psicologia cognitiva durante a última

⁶ Frenologia - termo atribuído ao sistema de localização das funções cerebrais proposto por F.J. Gall, médico austríaco, em 1796, embora ele nunca o tenha utilizado e preferisse usar "organologia" ou "craniognomia" para designar os seus estudos. A doutrina frenológica apoiava-se nos princípios de que: 1) As faculdades morais e intelectuais do homem eram inatas e sua manifestação dependia da organização do cérebro, órgão responsável por todas as propensões, sentimentos e faculdades; 2) o cérebro era composto de muitos órgãos particulares, cada um deles relacionado a uma dada faculdade mental; e 3) a forma externa do crânio refletia a forma interna do cérebro, e o desenvolvimento relativo de seus órgãos causava mudanças no formato do crânio, o que sob análise adequada podia ser usado para diagnóstico das faculdades mentais particulares de um determinado indivíduo. No século XIX essa doutrina que se mostrou incorreta, mas exerceu influência na psicologia e psiquiatria.

metade do século XX; foram os psicólogos cognitivos os primeiros a reconhecer o valor da música como meio de estudar a percepção, a memória, a atenção e o desempenho comportamental; b) a adoção de paradigmas experimentais e cognitivos por parte da neuropsicologia, que embasada em conhecimentos neurofisiológicos e neuroanatômicos permitiu avanços no entendimento dos efeitos de lesões do sistema nervoso sobre as funções musicais; c) a exploração de novas técnicas por parte da psicologia do desenvolvimento que permitiu a sondagem da mente de recém-nascidos; e d) a mais dramática, o desenvolvimento das técnicas de neuroimagem (Peretz e Zatorre, 2003).

Assim, podemos dizer que, a música também emergiu muito precocemente (Longuet-Higgins, 1973) nas ciências cognitivas, basicamente no mesmo ano em que esse campo da ciência surgiu, com um artigo pioneiro do físico Juan G. Roederer, publicado em 1973, nos Estados Unidos, muito antes da Década do Cérebro (anos 90). Neste artigo intitulado “*Os Fundamentos Físicos e Neurobiológicos da Música*” publicado como parte do Festival de Verão da Caríntia (Ossiach, Áustria), Roederer buscava entender qual o papel desempenhado pela música na cognição humana e que possíveis “insights” ela seria capaz de gerar no funcionamento da mente. Seu trabalho deu origem a uma série de grupos de discussão/oficinas (“*workshops*”) sobre os fundamentos físicos e neuropsicológicos da música realizados na Áustria onde estudiosos de áreas diversas puderam aprender sobre o trabalho uns dos outros. Nesses estimulantes eventos, ficou claro que a interdisciplinaridade no estudo da música, com a contribuição de teóricos da música, compositores, psicólogos, linguistas, neurocientistas, cientistas da computação e outros, era não apenas viável, mas necessária para o avanço acerca de sua compreensão (Hass e Brandes, 2009). Desse modo, no panorama do estabelecimento das ciências cognitivas, a neurociência impulsionou grandemente a compreensão sobre os efeitos que a música é capaz de produzir buscando principalmente responder, por meio da utilização de diferentes métodos e técnicas, às questões: *De que forma a música é capaz de modificar o sistema nervoso? Quais os seus efeitos sobre o cérebro? Como esses efeitos influenciam o comportamento?*

Nesse contexto, emerge a neurociência cognitiva da música - cuja terminologia foi cunhada na década de 70, pouco após a fundação da *Society for Neuroscience* (Sociedade para Neurociência) nos Estados Unidos por um grupo de pesquisadores que chegou à conclusão de que a melhor forma de compreender o funcionamento do cérebro provinha de uma abordagem interdisciplinar, uma combinação de abordagens tradicionais para produzir uma síntese com uma nova perspectiva. Isto porque historicamente, os cientistas que eram voltados para a compreensão do sistema nervoso tinham raízes em diferentes disciplinas científicas (e.g. medicina, biologia, psicologia, física, química e matemática). Então, a neurociência se originou em 1969, diante da

necessidade de integrar as contribuições de diversas áreas de pesquisa científica e das ciências clínicas para a compreensão do sistema nervoso (Bear, Connors e Paradiso, 2015). Analogamente, a neurociência cognitiva da música veio apresentar-se como extremamente ampla, inserida em um cenário da busca da compreensão entre os diversos processos mentais que regem as variadas experiências musicais e as relações existentes entre os fenômenos musicais e a mente humana, e entre a música e o comportamento (Hass e Brandes, 2009). No presente estudo, todavia, contemplaremos apenas um pequeno recorte dentro do imenso mosaico que essa área representa.

A neurociência cognitiva da música foi significativamente alavancada pelo desenvolvimento das técnicas de neuroimagem funcional surgidas nos anos 90, que produziram uma verdadeira revolução nas neurociências cognitivas na medida em que elas permitiram a investigação (“*on line*”) em tempo real da atividade cerebral. Isto gerou nas quatro últimas décadas, um crescimento exponencial na quantidade de publicações, como pode ser visto na Figura 2, o que permitiu firmá-la como uma área de investigação intensa e sistemática.

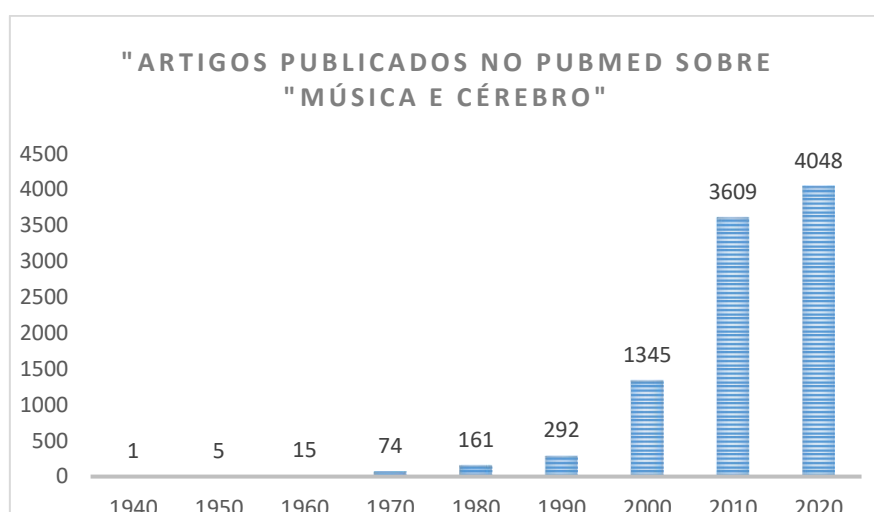


Figura 2. Número de artigos referenciados no portal PubMed obtidos a partir de uma busca simples com os termos “música e cérebro”. Fonte: PubMed (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>). (Fonte: Thaut e Hodges, 2019; adaptado).

A implantação dessa tecnologia de imageamento funcional (que compreende técnicas de fMRI, PET Scan e MEG, do inglês, *Functional Magnetic Resonance Imaging* (ressonância magnética funcional), *Positron Emission Tomography* (tomografia computadorizada por emissão de pósitrons, e *Magnetoencephalography* (magnetoencefalografia), impulsionou significativamente a investigação dos efeitos da música sobre o cérebro, reacendendo também a discussão, outrora adormecida, sobre a relação entre música, saúde e bem-estar (Peretz e Zatorre, 2003).

Graças a essas técnicas, tornou-se possível observar em tempo real – com um atraso mínimo entre 1 e 2 segundos – a ativação cerebral ante a exposição a estímulos diversos (Berrocal e Soria-Urios, 2018) e constatar, por exemplo, quais áreas do cérebro são ativadas durante o curso de uma atividade específica (di Porzio, 2016). Desse modo, a possibilidade de visualizar simultaneamente o funcionamento do cérebro durante a realização de uma tarefa como ouvir música, imaginar música ou mesmo produzir música revelou de forma surpreendente, que o processamento da música no cérebro depende de uma rede neuronal difusa, contrariamente à expectativa da época que pressupunha a existência de um centro único no cérebro para este processamento (Margulis, 2019).

Duas descobertas importantes se originaram a partir de tais estudos. A primeira delas foi a constatação de que *as áreas do cérebro envolvidas no processamento musical não são exclusivas para a música*. Ao invés disso, verificou-se que as redes de células nervosas (neurônios) amplamente distribuídas que processam e respondem à música subscrevem outras funções não musicais, como por exemplo, movimentos, fala, atenção e memória. Assim, descobriu-se que *a música é capaz não somente de ativar essas redes neurais, como também de promover uma interação significativa entre elas*. A segunda constatação foi a de que *o treinamento musical é capaz de modificar o nosso cérebro e comportamento por meio da neuroplasticidade* (de L'etoile, 2016).

O termo "plasticidade cerebral" ou "neuroplasticidade" na neurociência cognitiva alude à maleabilidade do cérebro humano, que em resposta à experiência ou treinamento modifica em parte sua estrutura e/ou funções em resposta a estímulos intrínsecos e extínsecos e especialmente, em relação às mudanças nas condições às quais o indivíduo é exposto (Tavares e Freire, 2020). Essa capacidade de adaptação do sistema nervoso em criar modificações adaptativas em termos estruturais e funcionais, que envolvem a neurogênese, alterações nas conexões entre os neurônios e em seus neurotransmissores (Chatterjee et al., 2021,) foi demonstrada em vários estudos (para revisão ver Merrett, Peretz e Wilson, 2013) e não se limita ao cérebro em desenvolvimento, mas, também é observável em adultos (Wan e Schlaug, 2010).

Dessa forma, grande parte dos estudos produzidos na área da neurociência cognitiva da música tem como foco verificar os efeitos da música sobre o cérebro. Os seus resultados sugerem fortemente que a música é uma ferramenta poderosa para induzir alterações cerebrais e nessa perspectiva Aniruddh Patel propôs em 2010, que a música é uma tecnologia transformadora da mente⁷ (Patel, 2010). Logo, a música tem sido considerada pela neurociência como uma ferramenta

⁷ Aniruddh Patel propôs a teoria "TTM - *Transformative Technology of the Mind*" (Tecnologia Transformadora da Mente) que postula que a música pode moldar a função cerebral, não no sentido trivial já que até mesmo o aprendizado de uma melodia simples envolve mudanças no cérebro de

poderosa para o estudo de funções não musicais que incluem habilidades motoras, cognitivas, afetivas, e relacionadas à fala e à linguagem (Berrocal, 2011; Thaut e Hoemberg, 2019; Nunes-Silva, Tavares e Vanzella, 2020). Esse conhecimento produzido desde então, subsidiou as bases da “*Neurologic Music Therapy*”, NMT ou musicoterapia neurológica (Thaut, McIntosh e Hoemberg, 2014), que será abordada a seguir.

EFEITOS DA MÚSICA SOBRE O SISTEMA NERVOSO: BASES PARA A MUSICOTERAPIA NEUROLÓGICA

Os avanços produzidos na área da neurociência cognitiva revelaram que o processamento musical é realizado pelo sistema nervoso em múltiplas áreas e que os efeitos produzidos pela música vão além dos domínios estritamente musicais na medida em que ela é capaz de integrar habilidades sensoriais diversas, habilidades motoras, cognitivas e emocionais, promover o incremento da nossa cognição, e produzir alterações estruturais no sistema nervoso por meio da neuroplasticidade (Tavares, Nunes e Vanzella, 2020), com repercussões significativas sobre a nossa saúde e bem-estar (Berrocal, 2013; Thaut e Hodges, 2019).

Isto permitiu verificar que para além das características da música que precisam ser consideradas por musicistas como por exemplo, melodias, harmonias, temas, ritmos e tempos, aspectos que são processados inicialmente pelo sistema auditivo e que implicam na análise de diversos componentes presentes na música, tais como a percepção de alturas, a percepção de ritmos, a percepção de timbres, a decodificação melódico-harmônica e os aspectos motores implícitos e de gestualidade associados à expressão musical, o córtex auditivo mantém importantes conexões com outras áreas cerebrais relacionadas à memória, ao funcionamento executivo, à linguagem, ao controle dos movimentos e à modulação emocional, o que confere um valor afetivo à experiência sonora (Nunes-Silva, Tavares e Vanzella, 2020). Logo, o processamento da música no sistema nervoso é amplamente distribuído em diferentes níveis e domínios interrelacionados, sendo capaz de ativar diversas outras áreas associadas com aspectos distintos da estrutura musical, como sistemas cerebrais de prazer e recompensa e responsável por gerar e modular as nossas reações emocionais/afetivas e corporais (fisiológicas) que por sua vez, são também modulados por meio da música (Koelsch, 2006; Koelsch, 2014).

alguma forma para o armazenamento da memória musical, mas no sentido de que o aprendizado musical resulta em mudanças estruturais duradouras no cérebro. A teoria afirma que a música é uma invenção humana que pode ter efeitos duradouros em funções cerebrais não musicais como linguagem, atenção e função executiva, e se preocupa em explicar os mecanismos biológicos subjacentes a esses efeitos (Patel, 2010^b).

Esta ampla distribuição do processamento musical relacionado a praticamente todos os aspectos da cognição humana fez com que a música passasse a ser considerada como um fenômeno multimodal no contexto das neurociências cognitivas. Além disso, evidências produzidas por estudos da área da neurociência cognitiva da música apontam que o engajamento contínuo de regiões do sistema nervoso envolvidas na percepção e na execução musical durante os processos de aprendizagem promove efeitos positivos sobre funções cognitivas de domínios não musicais (Swaminathan e Schellenberg, 2016, Okada e Slevc, 2019).

Vários estudos que investigaram os efeitos da música sobre o sistema nervoso basearam-se na comparação entre o cérebro de músicos adultos e o cérebro de indivíduos sem treinamento musical (Schaug, 2001, Wan e Schlaug, 2010, Schlaug, 2014, Okada e Slevc, 2019). Seus resultados identificaram alterações neurofisiológicas promovidas pelo processamento musical e revelaram que a música possui um potencial para alterar a organização cerebral e aumentar a sua conectividade de modo incomparável a qualquer outra atividade conhecida, o que tem implicações não apenas para a performance e a prática musical continuada, mas também para a área educacional e clínica. Esse fortalecimento da função cerebral por meio da música permitiu com que ela pudesse ser concebida como um estímulo potencialmente reabilitatório e clinicamente, se apresentasse como uma ferramenta útil para a reativação e reestabelecimento de funções cognitivas afetadas após danos cerebrais adquiridos (Thaut e McIntosh, 2010).

As diferenças anatômicas e funcionais entre os cérebros de músicos profissionais (aqueles que iniciaram suas aulas de música antes dos 7 anos de idade) e de não músicos foram descritas inicialmente para o córtex motor e o córtex auditivo (responsáveis, respectivamente, pelo processamento dos movimentos e do som) que se apresentavam em maior proporção para o primeiro grupo (Schlaug, 2001). Posteriormente, outras diferenças importantes foram também documentadas para músicos para diferentes estruturas cerebrais como o corpo caloso (estrutura responsável por unir os dois hemisférios cerebrais e permitir a troca de informação entre ambos), o cerebelo (responsável pela iniciação dos movimentos, mecanismos de correção “online” dos movimentos e na otimização de sequências motoras adquiridas), os gânglios da base (envolvidos na associação de estímulos-repostas de aspectos motores e cognitivos), a substância (massa ou matéria) cinzenta (onde residem corpos celulares dos neurônios corticais) que apresentava-se em maior quantidade no cérebro dos músicos, áreas associadas a funções visões parciais, e o tronco cerebral (estrutura relacionada ao controle de funções neurovegetativas) (ver Herholz e Zatorre, 2012, para revisão). Respostas eletrofisiológicas amplificadas para sons musicais foram também observadas no tronco cerebral e no córtex auditivo de músicos, comparados a não-músicos, onde

os primeiros apresentaram vantagem distinta no processamento auditivo precoce das características da fala (Chandrasekaran e Kraus, 2010). Alterações neuroplásticas foram também documentadas para o córtex frontal (responsável por uma série de funções cognitivas, dentre as quais as funções executivas) de músicos comparados aos não músicos (Herholz e Zatorre, 2012; Okada e Slevc, 2019). Desta forma, há evidências robustas de que o treinamento musical - onde ocorre a prática repetida da associação de ações motoras com padrões sonoros e visuais específicos (notação musical), com feedback multissensorial contínuo -, leva a alterações estruturais no cérebro dos músicos ao fortalecer as conexões entre as regiões auditivas e motoras (e.g. fascículo arqueado), e as regiões de integração multimodal (Schlaug, 2014). Este efeito se mantém mesmo considerando-se a possibilidade de que variáveis moderadoras possam também ter influência no contexto das modificações cerebrais observadas (Thaut e Hodges, 2019).

Essas descobertas contundentes produzidas pelos estudos das neurociências cognitivas revelaram que a música é capaz de produzir alterações neuroplásticas estruturais e funcionais no sistema nervoso (Schlaug, 2014) e no comportamento, permitiram explicar como as intervenções em musicoterapia "funcionavam". Adicionalmente, essa base científica possibilitou à musicoterapia uma mudança de paradigma de um modelo de ciência social para um modelo neurocientífico – o Modelo de Mediação Científico Racional⁸ - e forneceu aporte para o desenvolvimento de um novo paradigma do uso clínico da música com o estabelecimento de uma nova abordagem de pesquisa e prática clínica, denominada "*Neurologic Music Therapy*" – NMT (no inglês, ou terapia musical neurológica ou *musicoterapia neurológica* em português (Thaut e McIntosh, 2010).

A MUSICOTERAPIA NEUROLÓGICA (*NEUROLOGIC MUSIC THERAPY* – NMT)

A NMT é uma abordagem patenteada por Michael Thaut e colaboradores em 2014, fortemente fundamentada em evidências neurocientíficas que dispõe de um conjunto de 20 técnicas validadas e padronizadas capazes de promover mudanças neurais geradoras de resultados funcionais em nível terapêutico para uma variedade de condições médicas como o estresse e a dor, transtornos da fala/linguagem, cognitivos, dos movimentos e desordens afetivas. Desse modo,

⁸ Esse modelo baseia-se na premissa de que a base científica da musicoterapia se encontra nos fundamentos neurológicos, fisiológicos e psicológicos da percepção e produção musical e em sua estrutura lógica procede de com as seguintes etapas de investigação: 1) *modelos de resposta musical* – que investigam os fundamentos neurológicos, fisiológicos e psicológicos do comportamento musical quanto à cognição e afeto, fala/linguagem e controle motor, *modelos paralelos de resposta não musical* – que investigam sobreposições e processos compartilhados entre funções cerebrais/comportamentais musicais e não musicais em áreas semelhantes à cognição, à fala/linguagem e ao controle motor, e *modelos de mediação* que investigam se e onde os processos compartilhados e sobrepostos se encontram e como a música pode influenciar funções comportamentais e cerebrais paralelas não musicais; 2) *modelos de pesquisa clínica*: investigam onde se encontram modelos mediadores, e se a música pode influenciar a (re)aprendizagem e (re)formação em terapia e reabilitação.

constitui uma alternativa promissora para a melhoria da qualidade de vida e da saúde de modo geral (Thaut e McIntosh, 2010; de L'etoile, 2016, p. 805-806; Hodges e Thaut, 2019).

Trata-se de uma prática especializada, baseada em elementos e princípios da música e em fundamentos neurobiológicos do cérebro e do comportamento que podem ser integrados por todos os profissionais da área da reabilitação. Logo, essa abordagem fornece uma base sólida para o trabalho em equipe interdisciplinar com múltiplos benefícios para os pacientes (Thaut e McIntosh 2010, p. 6). No contexto da neuroreabilitação, a NMT é um recurso relativamente recente quando comparado a outras áreas de atenção clínica e desta forma, conta ainda com um corpo pequeno de profissionais que possuem formação específica e experiência na área (Baker e Tamplin, 2016). Os princípios e técnicas nas quais a NMT estão fundamentados estão em consonância com a medicina baseada em evidências e com os conceitos recentes de reabilitação motora que estão enraizados em regras elementares de aprendizagem motora (Hoemberg, 2014; Wheeler e Baker, 2011). Nessa perspectiva, processos neurobiológicos envolvidos na experiência musical aliados a mecanismos terapêuticos relacionados à música e à compreensão de como tais mecanismos operam em indivíduos com deficiências, danos e em várias condições médicas têm produzido resultados robustos para o tratamento de diferentes distúrbios neurológicos.

Então, a NMT é considerada um ramo avançado da musicoterapia baseada em evidências e constitui um modelo clínico de intervenção cujas técnicas clínicas são aplicáveis à terapia com intervenções musicais adaptáveis às necessidades do paciente e cujas aplicações estão voltadas para disfunções cognitivas, sensoriais e motoras ocasionadas por danos neurológicos. Suas técnicas baseiam-se na percepção funcional das propriedades da música para *treinar e retreinar* o cérebro não musical e funções comportamentais (*Neurologic Music Therapy Academy, 2020*) e são apresentadas na Figura 3 (para revisão, ver Thaut e Hoemberg, 2014).

As técnicas da NMT para reabilitação sensório-motoras baseiam-se em repetição, *feedback* (conhecimento dos resultados), sugestão, orientação de tarefas, aprendizagem ativa, validade ecológica, modelagem (ajustar a dificuldade da tarefa às habilidades do paciente), e motivação (Hoemberg, 2014). As técnicas cognitivas para reabilitação, por sua vez, baseiam-se na remediação cognitiva e visam melhorar os processos cognitivos (como atenção, memória, cognição social ou meta-cognição) com o objetivo de durabilidade e generalização, tendo como objetivo final a melhoria da capacidade de adaptação do paciente e o ganho no funcionamento mais próximo do normal possível em sua vida diária (Hedge, 2019). Já as técnicas utilizadas para o desenvolvimento da fala e da linguagem utilizam o canto, o tocar de instrumentos musicais e combinam a música à fala e ao movimento apoiadas no uso de elementos melódicos e rítmicos de intonação das frases e

palavras, exercícios vocais, além de características temporais (e.g. fluência, tempo de articulação e de pausa e inteligibilidade da fala), controle articulatório, força respiratória e função fonatória com vistas à reabilitação de aspectos do controle do aparato vocal e das funções motoras orais devido a comprometimentos estruturais, neurológicos, fisiológicos, psicológicos ou funcionais (Thaut & Hoemberger, 2014).

TÉCNICAS DE REABILITAÇÃO DA MUSICOTERAPIA NEUROLÓGICA – NMT		
SENSORIOMOTORAS	COGNITIVAS/ AFETIVAS	FALA/ LINGUAGEM
Estimulação Auditiva Rítmica Rhythmic Auditory Stimulation (RAS)	Treinamento Musical de Orientação Sensorial Musical Sensorial Orientation Training (MSOT)	Canto Terapêutico Therapeutic Sing (TS)
Incremento Sensorial Padronizado Patterned Sensory Enhancement (PSE)	Treinamento Musical Para Negligência Musical Neglect Training (MNT)	Orientação Rítmica da Fala Rhythmic Speech Cuing (RSC)
Performance Musical Instrumental Terapêutica Therapeutic Instrumental Music Performance (TIMP)	Treinamento Musical de Controle de Atenção Musical Attention Control Training (MACT)	Terapia de Entonação Vocal Vocal Intonation Therapy (VIT)
	Treinamento de Percepção Auditiva Auditory Perception Training (APT)	Terapia de Entonação Melódica Melodic Intonation Therapy (MIT)
	Treinamento Musical Mnemônico Musical Mnemonic Training (MMT)	Estimulação Musical da Fala Musical Speech Stimulation (MUSTIM)
	Treinamento Associativo do Humor e da Memória Associative Mood and Memory Training (AMMT)	Exercícios Motores Oraís e Respiratórios Oral Motor and Respiratory Exercises (OMREX)
	Treinamento Musical de Funções Executivas Musical Executive Function Training (MEFT)	Treinamento da Comunicação Simbólica por Meio da Música Symbolic Communication Through Music (SYCOM)
	Treinamento Musical da Memória Ecóica Musical Echoic Memory Training (MEM)	Desenvolvimento da Fala e Treinamento da Linguagem por Meio da Música Developmental of Speech and Language Training Through Music (DSLTM)
	Treinamento Psicossocial em Música e Aconselhamento Psychosocial Training and Counseling (MPC)	

Figura 3. Técnicas (sensoriomotoras, cognitivas/afetivas, e para a fala e a linguagem) de reabilitação da Musicoterapia Neurológica. Baseado em Thaut e Hoemberg, 2014.

APLICAÇÕES CLÍNICAS DA MUSICOTERAPIA NEUROLÓGICA (NMT)

De forma análoga à musicoterapia, a NMT pode ser utilizada com diferentes faixas etárias que incluem por exemplo, indivíduos acometidos por acidente vascular encefálico (AVE), lesão cerebral traumática (traumatismo crânio-encefálico), doença de Parkinson, Coreia de Huntington, paralisia cerebral, doença de Alzheimer, autismo, alterações psíquicas e outras doenças neurológicas que afetam a cognição, o movimento, a comunicação, a função psicossocial (Baker, Tamplin, Wheller, 2016) e o controle executivo (Hoemberg, 2014, p.10).

São numerosas as evidências da eficácia da NMT para a reabilitação dessas patologias e condições clínicas (para revisão consultar a *Neurologic Music Therapy Academy*, 2020) porém por limitações de espaço, ilustraremos apenas alguns exemplos. Resultados benéficos para indivíduos acometidos por AVE (para revisão consultar Thaut e McIntosh, 2014) têm sido demonstrados com a utilização das técnicas: a) *Estimulação auditiva rítmica* (“*rhythmic auditory stimulation*” - RAS) – (Thaut et al., 2007); b) *Tocar instrumental terapêutico* (“*Therapeutic Instrumental Playing*” – TIMP); c) Aprimoramento Sensorial Padronizado (“*Patterned Sensory Enhancement*” PSE) (Thaut, 2014). Outras técnicas da NMT igualmente utilizadas para reabilitação de pacientes com AVEs são a *Terapia de entonação melódica* (“*Melodic Intonation Therapy*” - MIT) em termos da fala e da linguagem e o *Treinamento musical da negligência* (“*Musical Neglect Training*” - MNT) para negligência hemiespacial e desatenção. Adicionalmente, outra técnica utilizada para a reabilitação de pacientes com AVE consiste em ouvir música de forma passiva (para estimulação do hemisfério cerebral) enquanto o paciente está envolvido em exercícios que tratam a negligência visual ou a desatenção (Thaut, 2014).

Diversas outras evidências estão disponíveis na literatura para as técnicas utilizadas pela NMT para a reabilitação neurológica da fala e da marcha (LaGasee e Thaut, 2012; *Neurologic Music Therapy Academy*, 2020). Essas técnicas utilizam a música na reabilitação, manutenção e desenvolvimento dos movimentos das extremidades superiores e inferiores em uma variedade de distúrbios neurológicos e baseiam-se em um corpo de investigações sobre a importância do ritmo para o movimento em indivíduos normais e com deficiência neurológica. Essas investigações têm demonstrado o efeito do ritmo e do tempo na otimização do planejamento e na execução motora através do arrastamento de padrões de movimento, no “*priming*” da via auditiva-motora e na pista/dica para indicar o período dos movimentos. Desse modo, na área de reabilitação sensório-motora, três dessas técnicas padronizadas (Estimulação auditiva rítmica - RAS, Incremento sensorial padronizado - PSE, e Terapia de entonação Vocal - TIMP) tornaram-se bem aceitas no tratamento de deficiência e restauração de funções baseada no conhecimento atual de como a música pode auxiliar na reorganização cortical, aprendizagem motora e reeducação neuromuscular (Thaut e Stephan, 2019). Logo, tem sido demonstrado que a aplicação do ritmo e da música melhoram a mobilidade de longo prazo em pacientes vítimas de acidentes vasculares encefálicos (AVE), Doença de Parkinson, paralisia cerebral, traumatismo cranioencefálicos, dentre outras condições clínicas. Para todas essas populações citadas além de outras com demência, condições psiquiátricas importantes, como esquizofrenia e transtornos afetivos bipolares, e condições

psiquiátricas comuns, como ansiedade e depressão, as técnicas de reabilitação cognitivas/afetivas têm sido utilizadas com bons resultados (Hedge, 2019).

CONCLUSÃO

Desde tempo remotos, a música cumpre importantes funções na humanidade. Seus efeitos terapêuticos têm sido amplamente verificados, e nos anos 40, no contexto do pós-guerra, e a musicoterapia firma-se como disciplina inicialmente voltada para o tratamento de aspectos socioemocionais. O advento das técnicas de neuroimagem funcional utilizadas nas neurociências cognitivas permitiu compreender o processamento musical e seus efeitos sobre o sistema nervoso, ao mesmo tempo em que os enormes avanços na área da neurociência com o desenvolvimento das técnicas de neuroimagem realizados nas últimas quatro décadas, demonstraram a natureza plástica do cérebro humano que possibilita alterações estruturais e funcionais baseadas no treinamento que levam à sua recuperação funcional. Logo, a ativação multimodal do cérebro por meio da música serve como um modelo útil para a neuroreabilitação por meio de alterações neuroplásticas em redes disfuncionais ou prejudicadas. Nesse contexto, a musicoterapia neurológica (NMT) preenche um importante papel em termos do desenvolvimento, reabilitação e manutenção de funções cerebrais, especialmente no que se refere a distúrbios neurológicos, além de permitir o tratamento clínico integrado do paciente a outras áreas da saúde em razão de seu caráter interdisciplinar. Possivelmente, novas metodologias e tecnologias neurocientíficas vindouras contribuirão para o delineamento de um quadro mais claro sobre as funções terapêuticas da música no contexto neurológico e permitirão promover com maior alcance a melhoria da saúde e bem-estar e da qualidade de vida de pacientes futuros.

REFERÊNCIAS

- AMTA - American Music Therapy Association. Disponível em: <https://www.musictherapy.org>. Acesso em 02 de janeiro de 2022.
- Baker F, Tamplin J. Music therapy methods in neurorehabilitation: A clinician's manual. London: Jessica Kingsley; 2006.
- Bear MF, Connors BW, Paradiso MA. (Eds). Neuroscience: Exploring the Brain. New York: Lippincot Williams & Wilkins; 2015.
- Bernartzky G, Strickner S, Presch M, Wendter F, Kulish W. Music as Non-Pharmacological Pain Management in Clinics. In: MacDonald, R.; Kreutz, G.; Mitchell, L. The origins of music, health, and wellbeing. *In: Music, health and wellbeing*. New York: Oxford University Press, 2012:257-275. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199586974.003.0019>

- Berrocal JA. Música y neurociencia: la musicoterapia sus fundamentos, efectos y aplicaciones terapéuticas. Barcelona: Editorial UOC; 2011.
- Berrocal JA. Cerebro y música, una pareja saludable. El Ejido, Almería: Círculo Rojo; 2013.
- Chandrasekaran B, Kraus N. Music, Noise-Exclusion, and Learning. *Mus. Percept.* 2010; 27 (4): 297–306. <https://doi.org/10.1525/mp.2010.27.4.297>
- Chatterjee D, Hegde S, Thaut M. Neural plasticity: The substratum of music-based interventions in neurorehabilitation. *NeuroRehabilit.* 2021;48:155–166 <https://doi.org/10.3233/NRE-208011>
- Clarke E, O'Malley C. The Human Brain and Spinal Cord, 2a ed. Los Angeles: University of California Press. Source: By William Walker Atkinson.1968;1862–1932 [No restrictions], via Wikimedia Commons. [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/71/How to know human nature- its inner](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/71/How_to_know_human_nature-_its_inner)
- Critchley M, Henson RA (Eds.). Music and the brain: Studies in the neurology of music. Illinois: Springfield: C.C. Thomas; 1977.
- de L'Etoile SK. Processes of Music Therapy Clinical and Scientific Rationales and Models. In: Hallam, S.; Cross, I.; Thaut, M. (Eds). The Oxford handbook of music psychology. 2nd Ed. Oxford University Press. New York, NY; 2016.
- de L'Etoile SK, Roth EA. Music therapy. In: Rentfrow PJ, Levitin DJ (Eds.), Foundations in music psychology: Theory and research. The MIT Press; 2019.
- di Porzio U. The brain form within. *Front. Hum. Neurosci.* 2016;10:265. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2016.00265>
- Dowling WJ. Perception of music: In: E. B. Goldstein (Ed.), Blackwell Handbook of Perception. Malden, MA: Blackwell; 1988. <https://doi.org/10.1002/9780470753477.ch15>
- Elling P, Finger S, Whitaker H. Franz Joseph Gall and music: The faculty and the bump. In E. Altenmüller, S. Finger, & F. Boller (Eds.), Music, neurology, and neuroscience: Historical connections and perspectives. Progress in Brain Research. 2015;(216):3–32. Amsterdam: Elsevier. <https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2014.11.001>
- Gouk P, Kennaway J, Prins J, Thormählen W. (Eds.) The Routledge companion to music, mind and well-being. New York: Taylor & Francis Group; 2019. <https://doi.org/10.4324/9781315164717>
- Jauset-Berrocal JÁ, Soria-Urios G. Neurorehabilitación cognitiva: fundamentos y aplicaciones de la musicoterapia neurológica. *Rev. Neurol.* 2018; 67:303-10. <https://doi.org/10.33588/rn.6708.2018021>
- Hanser S. From ancient to integrative medicine: models for music therapy. *Mus. Med.* 2009; (1);87 – 96. <https://doi.org/10.1177/1943862109345131>
- Hass R, Brandes V. Music that works. Contributions of biology, neurophysiology, psychology, sociology, medicine and musicology. Viena: Springer-Verlag; 2009. https://doi.org/10.1007/978-3-211-75121-3_1
- Hedge S. Cognitive and Affective Functions: Central to Functional Recovery. In: Thaut, M., & Hoemberg, V. (Eds.). Handbook of neurologic music therapy. Oxford: Oxford University Press; 2014.
- Herholz SC, Zatorre RJ. Musical training as a framework for brain plasticity: Behavior, function and structure. *Neuron.* 2012;76:486-502. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2012.10.011>
- Hodges DA, Thaut MH. The Neuroscientific Study of Music: A Burgeoning Discipline. In: The Oxford handbook of music and the brain. Thaut MH, Hodges DA. (Eds.) United Kingdom: Oxford University Press; 2019. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780198804123.013.1>
- Hoemberg V. Neurologist's View on Neurologic Music Therapy. In: Thaut, M., & Hoemberg, V. (Eds.). Handbook of neurologic music therapy. Oxford: Oxford University Press; 2014.
- Horlen P. Music as medicine. New York: Routledge Taylor & Francis Group; 2016.
- Koelsch S. Investigating Emotion with Music. *Ann Acad;* 2006. <https://doi.org/10.1196/annals.1360.034>
- Koelsch S. Brain correlates of music-evoked emotions. *Nat. Rev. Neurosci.* 2014;15(3):170. <https://doi.org/10.1038/nrn3666>
- Koelsch S. Music and the brain. In: Rentfrow PJ, Oxenham AJ (Ed.) Foundations in Music Psychology: Theory and Research. Cambridge, MA: Mit Press; 2019.

- LaGasse AB, Thaut MH. Music and rehabilitation: neurological approaches. In: MacDonald, RAR, Kreutz G, Mitchell L (Eds.), Music, health, and wellbeing. New York: Oxford University Press; 2012. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199586974.003.0012>
- Longuet-Higgins HC. Comments of the lighthill report. Artificial intelligence - A paper symposium. London: Science Research Council. 1973. Reprinted in Longuet-Higgins (1987). In: Pearce M, Rohrmeier M. Music cognition and the cognitive sciences. Topics in Cognitive Science. 2012;(4):468-484. <https://doi.org/10.1111/j.1756-8765.2012.01226.x>
- MacDonald R, Kreutz G, Mitchell L. The origins of music, health, and wellbeing. In: Music, health and wellbeing. New York: Oxford University Press; 2012. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199586974.001.0001>
- Margulis EH. The psychology of music A very short introduction. New York: Oxford University Press; 2019. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780190640156.001.0001>
- Merrett DL, Peretz I, Wilson SJ. Moderating variables of music training-induced neuroplasticity: a review and discussion. Front. Psychol. 2013;4(606):1-8. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00606>
- Neurologic Music Therapy Academy. Disponível em: <https://nmtacademy.co>. Acesso em: 18 de setembro de 2020.
- Nunes-Silva M, Tavares MCH, Vanzella P. Efeitos cognitivos do treinamento musical. Em: Intervenção Cognitiva: dos conceitos e métodos às práticas baseadas em evidências para diferentes aplicações. Marcela Mansur-Alves e Júlia Beatriz Lopes-Silva (Orgs). Belo Horizonte: T-Ser; 2020.
- Okada BM, Slevc LR. Musical training: contributions to executive function. In M. Bunting, J. Novick, M. Dougherty, & R.W. Engle (Eds.). An integrative Approach to Cognitive and Working Memory Training: Perspectives from Psychology, Neuroscience, and Human Development. New York. NY: Oxford University Press; 2019. <https://doi.org/10.1093/oso/9780199974467.003.0011>
- Patel AD. Music, language, and the brain. Oxford: Oxford University Press; 2010..
- Patel A. Music, biological evolution, and the brain. In: Bailar M (Ed.), Emerging Disciplines. Houston, TX: Rice University Press; 2010.
- Pelosi F. Music, Mind and Well-being in Antiquity. In: P. Gouk, J. Kennaway, J. Prins and W. Thormählen, The Routledge companion to music, mind and well-being. New York: Routledge Taylor & Francis Group; 2019. <https://doi.org/10.4324/9781315164717-2>
- Peretz I, Zatorre R. The cognitive neuroscience of music. New York: Oxford University Press; 2003. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198525202.001.0001>
- Schlaug G. The brain of musicians: a model for functional and structural adaptation. Ann. N. Y. Acad. Sci. 2001;930(1):281-299. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2001.tb05739.x>
- Schlaug G. Musicians and music making as a model for the study of brain plasticity. Progr. Brain Res. 2014;217:37-55. <https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2014.11.020>
- Spintge R, Droh R. Music Medicine. Saint Louis, MO: MMB. In: MacDonald, R.; Kreutz, G.; Mitchell, L. The origins of music, health, and wellbeing. In: Music, health and wellbeing. New York: Oxford University Press; 2012.
- Society for Neuroscience. The Creation of Neuroscience. The Society for Neuroscience and the Quest for Disciplinary Unity 1969-1995. Disponível em: <https://www.sfn.org/> Acesso em 15 de maio de 2018.
- Swaminathan S, Schellenberg EG. Music training. In: Strobach T, Karbach J (Eds.). Cognitive training: An overview of features and applications. Cham, Switzerland: Springer; 2016. https://doi.org/10.1007/978-3-319-42662-4_13
- Tavares MCH, Freire RJD. Contribuições da neurociência para o estudo da plasticidade cerebral induzida pelo treinamento musical. In: XIV Simpósio Internacional de Cognição e Artes Musicais, 2019, Campo Grande, MS. Nogueira M, Dos Santos RAT, Oliveira LF (Eds., 2019). XIV Simpósio Internacional de Cognição e Artes Musicais - SIMCAM 14: Caderno de Resumos (eletrônico). Curitiba, Brasil: Associação Brasileira de Cognição e Artes Musicais (ABCM). Curitiba: Associação Brasileira de Cognição e Artes Musicais (ABCM). 2019;1:24-24.
- Thaut MH, Hodges DA. The oxford handbook of music and the brain. Oxford: Oxford University Press; 2019. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780198804123.001.0001>
- Thaut M, Hoemberg V (Eds.). Handbook of neurologic music therapy. Oxford: Oxford University Press; 2014.

Thaut MH, Leins AK., Rice RR, Argstatter H, Kenyon G, McIntosh GC, Bolay HV, Fetter M. Rhythmic auditory stimulation improves gait more than NDT/Bobath training in near-ambulatory patients early poststroke: a single-blind, randomized trial. *Neurorehabil.Neur. Repair.* 2007;21(5):455-9. <https://doi.org/10.1177/1545968307300523>

Thaut MH, McIntosh GC. How music helps to heal the injured brain: therapeutic use crescendos thanks to advances in brain science. *Cerebrum*; 2010. Disponível em: <http://dana.org/news/cerebrum/detail.aspx?id=26122>

Thaut MH, McIntosh GC, Hoemberg V. Neurologic music therapy: from social science to neuroscience. In: Thaut M, Hoemberg V. (Eds.). *Handbook of neurologic music therapy*. Oxford: Oxford University Press; 2014.

Thaut MH, Peterson DA, McIntosh GC. Temporal entrainment of cognitive functions: Musical mnemonics induce brain plasticity and oscillatory synchrony in neural networks underlying memory. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 2005;1060:243–254. <https://doi.org/10.1196/annals.1360.017>

Thompson WF. *Music, thought and feeling: understanding the psychology of music*. 2nd Ed. New York: Oxford University Press; 1985.

Wan CY, Schlaug G. Music Making as a Tool for Promoting Brain Plasticity across the Life Span. *Neuroscientist.* 2010; 16(5):566–577. <https://doi.org/10.1177/1073858410377805>

Wheeler CM, Baker FA. The role of music therapy in physical rehabilitation: a systematic literature review. *Nord. J. Music Ther.* 2011;20(1):43–61. <https://doi.org/10.1080/08098131.2010.485785>