



Foto: Freepik. Reprodução

Entender o funcionamento da música em nosso cérebro é, de certa forma, desvendar parte da cognição humana.

# Neurociência e música: caminhos possíveis

por Viviane dos Santos Louro e Maria Jose da Silva Fernandes

## Resumo

A música é uma forma de expressão que caminha com os humanos há milhares de anos e, por isso, já se tornou parte de nosso corpo. Desde o advento das tecnologias de neuroimagem, cientistas tentam compreender os caminhos neurais que a música assume em nossa mente. Com isso, a música vem tomando cada vez mais espaço dentro da ciência. Sendo assim, este artigo tem por objetivo descrever as possíveis relações entre música e neurociência no âmbito profissional. O artigo está em forma de ensaio, a partir da bibliografia vigente sobre neurociência da música. Os resultados apontam para a consolidação da área de neurociência da música como forma de pesquisa para compreensão do cérebro do músico, cognição humana, da neuroeducação e saúde, tendo a música como ferramenta de potencialização do aprendizado e a musicoterapia como porta-voz dessa abordagem.

**Palavras chaves:** Neurociência; Música; Educação; Saúde; Musicoterapia e pesquisa.

O cérebro musical: recurso adaptativo ou subproduto da evolução humana?

A música é uma manifestação cultural presente diariamente em nossas vidas. Ela está nas festas, cultos religiosos, comemorações, filmes, propagandas, em processos

de cura e nas mais diversas formas de expressão de nossas emoções, cultura e identidade.<sup>[1]</sup> Evidências arqueológicas mostram que a música é um fenômeno universal que

acompanha a espécie humana há dezenas de milhares de anos. Por exemplo, achados arqueológicos de instrumentos musicais como a flauta de osso de asa de abutre na caverna de Hohle Fels, no sudoeste da Alemanha, datada de 35.000 a 43.000 anos,<sup>[2]</sup> e a flauta feita com osso de urso na caverna de Divje Babe, na Eslovênia, datada de 50.000-60.000 anos, são evidências da presença da música em tempos pré-paleolíticos, praticada pelos Neandertais.<sup>[3]</sup> Assim, podemos considerar que a música é uma das manifestações mais antigas do comportamento humano moderno e simbólico já presente desde o início da colonização da Europa por humanos modernos.

Do ponto de vista da Neurociência, sabemos que o cérebro só gasta energia com funções indispensáveis para a sua sobrevivência. Isso significa que, se a música nos acompanha há tanto tempo, ela não é somente um artefato. Oliver Sacks <sup>[4]</sup> comenta que a música é essencial à condição humana, pois “somos, como espécie, seres profundamente linguísticos, mas somos, quase com a mesma profundidade, seres musicais”.<sup>[4]</sup> Ou seja, a música já faz parte de nossa identidade enquanto espécie, o que significa que já temos substratos neurais para a compreensão e execução musical, assim como temos para a língua oral, destreza manual e locomoção bípede.<sup>[5]</sup> Sendo assim, podemos inferir que a música é uma das coisas que nos define e nos diferencia enquanto espécie na terra.

Essa persistência e universalidade da música levantam

## “Podemos inferir que a música é uma das coisas que nos define e nos diferencia enquanto espécie na terra.”

uma questão fundamental para a biologia e para a neurociência: por que a música é tão importante para nós? Existem algumas teorias que tentam responder essa questão. Algumas afirmam que a música teve uma função evolutiva de adaptação e outras, colocam a música como um “efeito colateral” de outras adaptações no decorrer da evolução humana.

Sob uma perspectiva evolutiva e biológica, a música pode ser considerada fundamental para a sobrevivência da espécie humana. Embora não supra necessidades fisiológicas imediatas (como fazem os alimentos ou a água), ela desempenhou papéis cruciais no desenvolvimento do *Homo sapiens*: promoveu a coesão social tendo sido fundamental nas ações coletivas em ambientes complexos, facilitou a união de grupos para a caça, defesa e rituais, serviam para alertar sobre o perigo de predadores antes de haver linguagem verbal estruturada, atuou na expressão emocional para expressar sentimentos de medo, alegria e prontidão de forma rápida, como aptidão física e cognitiva, pode ter sido considerada um traço selecionado para a reprodução e, por fim, por atuar no sistema nervoso central modulando a liberação de neurotransmissores (dopamina, serotonina e

ocitocina), teve papel importante na redução do estresse e ansiedade, fortalecimento do sistema imunológico, aumentando as chances de sobrevivência.<sup>[6]</sup> Assim, podemos considerar que a música se desenvolveu por ter conferido uma vantagem seletiva, principalmente ligada à coesão social e à seleção sexual, ou seja, o canto, o ritmo e a dança ou rituais que liberam neurotransmissores e aumentam a confiança, a empatia e a sensação de pertencimento entre os indivíduos. Isso teria fortalecido a cooperação dentro de pequenos grupos, sendo crucial para a caça, defesa e cuidado dos filhos.<sup>[7]</sup> Poderia também a música ter evolutivamente uma função reprodutiva, isto é, similar à cauda do pavão, isto é, a habilidade musical (compor, tocar ou cantar com virtuosismo) seria um sinal de aptidão genética e cognitiva (saúde, coordenação motora fina, memória, inteligência). Indivíduos talentosos seriam, portanto, mais atraentes para parceiros em potencial, aumentando o sucesso reprodutivo.<sup>[8]</sup>

Mas, há os que entendem a música como um subproduto da evolução. Steven Pinker <sup>[9]</sup> sugere que a música não possui uma função adaptativa própria, mas sim “aproveita” estruturas cerebrais que evoluíram para outras tarefas vitais. Nesse sentido, a música poderia ser o resultado do uso de circuitos neurais que evoluíram primariamente para a linguagem, a análise espacial e o controle motor fino. Nessa proposta, o cérebro simplesmente acharia a música gratificante porque ela estimula esses circuitos de forma

agradável e previsível, ou seja, a música seria um subproduto, um “deleite” estético.

Embora o debate continue, a neurociência moderna, utilizando técnicas de neuroimagem unidas a teorias da psicologia cognitiva e psicologia da música, sugere que a verdade está no diálogo entre essas teorias. O que já sabemos é que o treinamento musical reorganiza e aprimora redes neurais ligadas à cognição, emoção e motricidade, validando o papel da música como uma poderosa ferramenta de plasticidade cerebral.<sup>[10]</sup> A música, portanto, não é apenas um luxo cultural, mas sim, ela está profundamente entrelaçada com a nossa biologia e o desenvolvimento da sociedade humana.

Sendo assim, a neurociência da música vem tomando espaço entre pessoas interessadas em compreender melhor por que e como essa arte milenar aciona o aparelho neural de nossa estrutura biopsíquica e como podemos, com esse conhecimento, promover melhoras sociais, educacionais e a reabilitação.

## Caminhos possíveis em neurociência da música

### Pesquisas em música e neurociência

A primeira grande possibilidade de atuação profissional em música e neurociência é em relação a pesquisas científicas. O interesse em compreender a mente musical começou na psicologia cognitiva aplicada à música, tendo como

destaques, nomes como Carl Seashore (1866–1949), Robert Lundin (1911–1996) e John Sloboda (1950–2024). No entanto, desde que as tecnologias em mapeamento neural (como eletroencefalograma, ressonância magnética, dentre outras) surgiram, as pesquisas começaram a extrapolar o fenômeno comportamental e se voltaram para a observação da estrutura neural no que tange o fazer musical. Dentro dessa abordagem mais moderna, nomes importantes são Daniel Levitin, Isabelle Peretz, Stefan Koelsch, Eckart Altenmüller, dentre outros.

As pesquisas em música e neurociência visam tentar compreender o funcionamento neural no que se refere a escuta/percepção, compreensão, organização e execução musical. Há um interesse em tentar compreender como o cérebro musical funciona para que se possa compreender como a música pode gerar plasticidade. Assim, conhecer as diferenças entre cérebros treinados musicalmente comparados a cérebros sem o mesmo treinamento, bem como se há diferenças na compreensão, escuta ou execução musical em

pessoas com certos quadros diagnósticos, como autismo ou demências, são algumas das abordagens científicas. Essas pesquisas visam compreender melhor, não só o funcionamento da música no sistema nervoso central e periférico, mas também, se o funcionamento neural do processamento musical pode auxiliar na compreensão do ser humano em si e a relação de suas habilidades cognitivas, emocionais, sociais e motoras.

As pesquisas em neurociência musical já mapearam vários substratos neurais relacionados à música e comprovaram que há diferença entre cérebros de músicos e não músicos. Dentre essas pesquisas podemos destacar algumas, como as de Schlaug *et al.*,<sup>[11]</sup> que, com trabalho pioneiro em neuroimagem, documentaram que o treinamento musical precoce influencia diretamente a anatomia cerebral. A pesquisa evidenciou que músicos que iniciaram o estudo antes dos sete anos de idade possuíam a superfície anterior do corpo caloso maior em comparação aos que começaram mais tarde.<sup>[11]</sup> Esse achado evidencia a maior conectividade inter-hemisférica entre as áreas motoras e pré-frontais, facilitando a coordenação bimanual entre aqueles que estudam música. Outras evidências científicas no que tange as estruturas neurológicas ligadas a música incluem o aumento da substância cinzenta em áreas auditivas em músicos com ouvido absoluto e motoras em instrumentistas.<sup>[12]</sup>

O cérebro musical é algo complexo. Já foi descoberto, até o presente momento, que

**“Sob uma perspectiva evolutiva e biológica, a música pode ser considerada fundamental para a sobrevivência da espécie humana.”**

a função musical é difusamente presente em diversas áreas cerebrais. Sendo assim, não há um local específico para o processamento da música, mas sim, há participações específicas de regiões de ambos os hemisférios no que se refere a compreensão musical, apesar do hemisfério direito ser considerado pela grande maioria das pesquisas, mais participativo na questão musical.<sup>[5]</sup> Além disso, pesquisas mostram que a performance musical instrumental de alto nível exige uma das mais complexas coordenações humanas. Ela integra leitura musical (percepção visual de ritmo, melodia e harmonia), controle bimanual preciso, nuances sonoras e o uso dos pedais, recrutando diversas áreas cerebrais.<sup>[13]</sup> (Figura 1)



(Foto: Freepik. Reprodução)

**Figura 1.** Pesquisas em música e neurociência tentam compreender o funcionamento neural na escuta/percepção, compreensão, organização e execução musical.

O conjunto de evidências de neuroimagem confirma que a regularidade na prática ou apreciação musical está correlacionada positivamente com mudanças na neuroplasticidade anatômica e funcional do cérebro. O cérebro do músico é um modelo de excelência para o estudo da neuroplasticidade e do refinamento de habilidades cognitivas, pois o treinamento instrumental profissional — como o de um pianista que pode coordenar até mais de mil notas por minuto — exige e desenvolve complexas habilidades humanas, o que potencializa as redes neurais, de um modo geral. Ou seja, o treinamento musical pode “turbinar” nosso sistema cognitivo, de linguagem e motor.<sup>[10]</sup> Portanto, se o interesse é a mente humana, estudar o cérebro musical pode ser um caminho interessante para ajudar a desvendar esse mistério.

### Neurociência, música e processos educacionais

Outro caminho dentro da neurociência da música é quanto aos processos de ensino-aprendizagem, tanto musical, quanto tendo a música como ferramenta potencializadora do aprendizado em conteúdos extramusicais. A vertente social/afetiva que analisa o impacto da emoção na cognição e que visa otimizar currículos e ambientes de aprendizado, é nomeada como neuroeducação: um campo transdisciplinar que nasce da integração entre o estudo da Neurociência, a compreensão dos processos mentais da Psicologia Cognitiva e a prática de ensino da Pedagogia.<sup>[14]</sup>

A neuroeducação já comprovou que “os indivíduos aprendem de formas diversas, em tempos distintos [...] e aprendem de maneira única, subjetiva e intransferível, em momentos específicos”.<sup>[14]</sup> Sendo assim, a neuroeducação é uma nova abordagem de pensamento e ação que tem como principal objetivo, oferecer aos educadores conhecimentos que relacionam o cérebro à aprendizagem, tornando a prática educacional baseada em evidências uma grande aliada da docência.<sup>[15]</sup> Logo, a neuroeducação aplicada à música, poderia ser nomeada de neuroeducação musical, uma subárea ainda pouco discutida no Brasil e que visa compreender os processos neurocognitivos relacionados ao ensino e aprendizado da música.<sup>[16]</sup>

Segundo Hyde et al.,<sup>[17]</sup> a neurociência evidencia que o processamento e a aprendizagem musical ocorrem de maneira distinta em cada cérebro, o que demanda abordagens pedagógicas personalizadas. Enquanto alguns indivíduos demonstram maior aptidão rítmica, outros se sobressaem na afinação, no canto ou na compreensão harmônica. Compreender as bases neurofuncionais dessas variações individuais é fundamental para enriquecer o processo de ensino musical, ampliando a visão pedagógica para adotar estratégias diversificadas que atendam à singularidade neurobiológica de cada aluno.

Louro<sup>[16]</sup> complementa que a compreensão da plasticidade cerebral, dos mecanismos de atenção e memória, bem como do impacto das emoções, do sono e da saúde

mental, é fundamental para a docência musical. Ao dominar esses conceitos, os professores de música podem estruturar práticas pedagógicas mais eficazes e personalizadas, adaptando-as às necessidades individuais dos alunos para promover uma aprendizagem mais sólida e bem-sucedida, sejam esses estudantes com ou sem deficiência e transtornos, tornando o ensino musical mais acessível, inclusivo e democrático.

Mas, para além do uso da neurociência para o ensino da música em si, a neuroeducação também pode contribuir com educadores de outras áreas ao subsidiar teoricamente como a música pode ser uma ferramenta a mais em processos de ensino de outros conteúdos acadêmicos. Diversas pesquisas apontam como a música pode contribuir para o ensino da matemática, da consciência fonológica para a alfabetização de crianças e como o uso de paródias, rimas e ritmos musicais podem ajudar em processos de memorização de conteúdos acadêmicos diversos.<sup>[18, 19]</sup>

### Música, neurociência e processos de saúde/reabilitação

O terceiro enfoque da música e neurociência se refere aos processos de reabilitação, saúde e bem-estar. Conforme Barcellos,<sup>[20]</sup> desde os rituais xamânicos ancestrais, a música atua como veículo de cura e conexão espiritual. Registros históricos mostram que, na Bíblia, Davi acalmava a aflição do rei Saul com sua harpa, enquanto na Grécia Antiga, acreditava-se que melodias específicas

podiam harmonizar o corpo e a mente. Essa trajetória milenar revela que o ser humano sempre utilizou o som como processo terapêutico, algo que a ciência moderna hoje confirma através de estudos sobre a neurociência da música.<sup>[4, 21]</sup> Atualmente, podemos dizer que a musicoterapia é a porta-voz científica da música voltada para a reabilitação e para processos de saúde e bem-estar. Bruscia,<sup>[22]</sup> um dos teóricos mais citados na área, reforça que a musicoterapia é um processo sistemático de intervenção, distinguindo-a de atividades puramente recreativas. Sob a ótica científica, a musicoterapia é uma terapia baseada em evidências, onde o estímulo sonoro atua como um mediador complexo capaz de promover alterações estruturais e funcionais no sistema nervoso. Portanto, a Musicoterapia, segundo a União Brasileira das Associações de Musicoterapia – UBAM, é:

*um campo de conhecimento que estuda os efeitos da música e da utilização de experiências musicais [...] A prática da Musicoterapia objetiva favorecer o aumento das possibilidades de existir e agir, seja no trabalho individual, com grupos, nas comunidades, organizações, instituições de saúde e sociedade, nos âmbitos da promoção, prevenção, reabilitação da saúde e de transformação de contextos sociais*

**A música não é meramente um lazer ou manifestação cultural, antes, é reflexo do que somos em termos de civilização.”**

*e comunitários; evitando dessa forma, que haja danos ou diminuição dos processos de desenvolvimento do potencial das pessoas e/ ou comunidades.<sup>[23]</sup>*

A aproximação da musicoterapia com a neurociência, é por alguns denominada “Neuromusicoterapia” ou “Musicoterapia Neurológica” e fundamenta-se no fato de que a música é grande promotora de plasticidade. Sendo assim, ela possui grande capacidade de estimular o cérebro de forma global. O processamento musical recruta uma vasta rede neural, que envolve áreas auditivas, motoras, límbicas (emoção) e pré-frontais (cognição). Diante disso, a música pode ser considerada uma ferramenta poderosa no tratamento de pessoas com demandas neurológicas diversas, tais como: demências, transtorno do espectro autista, indivíduos com sequelas de acidente vascular encefálico, traumatismos cranianos ou indivíduos com doenças neurodegenerativas, dentre outras.<sup>[1, 24-26]</sup>

Segundo Thaut e Hoemberg,<sup>[27]</sup> a música pode atuar na reabilitação neurológica por meio de três mecanismos fundamentais: a neuroplasticidade, que permite a

reorganização sináptica, como exemplo na reabilitação de pacientes com afasias;<sup>[28]</sup> o arrastamento rítmico, que funciona como um “marcapasso” auditivo para sincronizar o sistema motor, tendo como exemplo o uso para a marcha com pacientes com Parkinson;<sup>[27]</sup> e a regulação emocional, que, ao modular o sistema límbico e a liberação de dopamina, pode reduzir o estresse e ampliar a motivação necessária para o sucesso terapêutico e melhoria do bem-estar e qualidade de vida.<sup>[29, 30]</sup> (Figura 2)

Apesar dos aspectos benéficos citados, há situações em que a música não promove bem-estar, ela pode funcionar como gatilho disparador de crises na epilepsia musicogênica, por exemplo. A

epilepsia musicogênica é um tipo raro de epilepsia descrita por Critchley,<sup>[31]</sup> que afeta uma em 10 milhões de pessoas,<sup>[32]</sup> onde crises reflexas são induzidas quando a pessoa ouve música. Não há explicação do porquê as crises ocorrem nesses pacientes, mas os epileptologistas têm buscado explicações. É possível considerar que as crises reflexas sejam decorrentes de uma redução no limiar frente a estímulos específicos, capazes de induzir uma hipersincronização de neurônios e fatores genéticos podem estar envolvidos.<sup>[1]</sup>

Estudos mostram que as crises nos pacientes com epilepsia musicogênica parecem estar associadas com processamento psicoacústico, emocional e límbico, sendo o aspecto afetivo da música o fator primário da crise.<sup>[1]</sup> A especificidade de estímulos é extremamente variável, pacientes podem ter susceptibilidade com músicas de diferentes estilos. Curiosamente, a literatura também traz relatos de efeito anticrise, ou seja, redução da frequência de crises, em pacientes com epilepsia não musicogênica, induzido pela música.<sup>[1]</sup>

Estudos de neuroimagem empregando Ressonância Magnética, mostram que pacientes com epilepsia musicogênica raramente apresentam lesões cerebrais, portanto as técnicas de neuroimagem que avaliam o funcionamento do cérebro como a tomografia por emissão de pósitrons (PET) ou Ressonância Magnética funcional são as mais utilizadas nesses estudos.<sup>[1]</sup> Os estudos têm destacado a importância de várias regiões relacionadas ao processamento do estímulo

auditivo, tais como: o giro temporal superior e o frontal inferior, amígdala, ínsula, hipocampo e o giro do cíngulo. Estas estruturas conferem conteúdo emocional às memórias auditivas, podendo justificar porque uma simples lembrança de uma música com conteúdo emocional é suficiente para provocar crises epiléticas.<sup>[33]</sup> O giro temporal transversal, ou giro de Heschl, tem sido apontado como área importante na epilepsia musicogênica.<sup>[34]</sup>

Apesar do crescente conhecimento relativo ao processamento de estímulos auditivos e emocionais pelo lobo temporal, sua importância para a formação de memórias emocionais, pouco se sabe sobre como um estímulo específico, inócuo à maioria dos pacientes com epilepsia, pode promover crises na epilepsia musicogênica. As novas modalidades de imagem funcional do cérebro e novos métodos de análise de dados eletroencefalográficos, são fundamentais o entendimento das epilepsias musicogênicas e do processamento de estímulos complexos pelo cérebro.

## Considerações finais

A música não é meramente um lazer ou manifestação cultural, antes, é reflexo do que somos em termos de civilização. O cérebro musical caminha com os homens desde muito tempo, nos fortalecendo enquanto indivíduos sociais e nos ajudando a criar redes neurais especializadas. Entender o funcionamento da música em nosso arabesque neural é, de certa forma, desvendar parte da cognição humana.



(Foto: Freepik. Reprodução)

**Figura 2. A música pode ser considerada uma ferramenta eficaz no tratamento de indivíduos com demandas neurológicas complexas.**

Por isso, a música tem adentrado cada vez mais na ciência e a neurociência da música tem ganhado forma em três grandes vertentes: a primeira é a pesquisa em si, no qual visa compreender o funcionamento neurológico do fazer musical e as diferenças dos cérebros de músicos e não músicos. A segunda é a neuroeducação, tendo em vista tanto a compreensão dos processos neurais do ensino-aprendizado da música, quanto a utilização da música em atividades pedagógicas associadas a outras áreas para potencializar o aprendizado a partir da particularidade

de cada cérebro. Por último, a neuromusicoterapia ou musicoterapia neurológica que tem por objetivo utilizar a música para processos de reabilitação em pacientes com quadros neurológicos diversos.

No Brasil, ainda são poucos os profissionais especializados na neurociência da música, mas essa abordagem vem ganhando espaço. Destacamos a necessidade de mais investimentos para as pesquisas e para a formação de profissionais para esta área, tamanho são os desafios a serem desvendados. Este artigo tem o objetivo mostrar os vários

caminhos a serem percorridos na neurociência musical no que tange à profissionalização, atuação prática para a sociedade e saúde, e incentivar novas pesquisas e publicações para ampliar o arcabouço teórico sobre esta temática.

---

**Viviane dos Santos Louro é musicista e professora adjunta do Departamento de Música da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).**

**Maria José da Silva Fernandes é bióloga, professora associada da Disciplina de Neurociência, vice-chefe do Departamento de Neurologia e Neurocirurgia da Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP).**

## REFERÊNCIAS

- [1] LOURO, Viviane; FERNANDES, Maria José da Silva (org.). *Neurociência e Música: pesquisa, saúde e ensino*. São Paulo: Unifesp, 2023.
- [2] CONARD, Nicholas John; MALINA, Maria; MÜNZEL, Susanne C. New flutes document the earliest musical tradition in southwestern Germany. *Nature*, London, v. 459, n. 7244, p. 770, 2009.
- [3] WONG, K. Neanderthal notes. *Report in Sci. Am.* 277, n. 3, p. 28-30, 1997.
- [4] SACKS, Oliver. *Alucinações musicais: relatos sobre a música e o cérebro*. Tradução de Laura Teixeira Motta. São Paulo: Companhia das Letras, 2007.
- [5] NIGRO Antonio e LOURO Viviane. Existe um cérebro musical? In: Louro Viviane; Fernandes, Maria Jose da Silva (org.). *Neurociência e Música: pesquisa, saúde e ensino*. São Paulo, UNIFESP, 2023.
- [6] ROEDERER, Juan G. 1984. The search for a survival value of music: *Music Percep.* 1:350
- [7] DUNBAR, Robin Ian MacDonald. On the evolutionary function of song and dance. In: BANNAN, Nicholas (ed.). *Music, language, and human evolution*. Oxford: Oxford University Press, 2012. p. 201-214.
- [8] MILLER, Geoffrey Franklin. *The Mating Mind: How Sexual Choice Shaped the Evolution of Human Nature*. New York: Doubleday, 2000.
- [9] PINKER, Steven. *How the Mind Works*. New York: W. W. Norton & Company, 1997.
- [10] RODRIGUES, Ana Carolina; LOUREIRO, Maurício Alves; CARAMELLI, Paulo. Treinamento musical, neuroplasticidade e cognição. *Dementia & Neuropsychologia*, São Paulo, v. 4, n. 4, p. 248-252, out./dez. 2010.
- [11] SCHLAUG, Gottfried; JANKE, Lutz; HUANG, Yanxiong; STEINMETZ, Helmut. Increased corpus callosum size in musicians. *Neuropsychologia*, v. 33, n. 8, p. 1047-1055, ago. 1995.
- [12] GASER, Christian; SCHLAUG, Gottfried. Brain structures differ between musicians and non-musicians. *Neuroimage*, v. 13, n. 6, p. 1168, 2001.
- [13] ERICSSON, Karl Anders; LEHMANN, Andreas C. Expert and exceptional performance: evidence of maximal adaptation to task constraints. *Annual Review of Psychology*, v. 47, p. 273-305, 1996.
- [14] COSTA, Raquel Lima Silva. *Neurociência e aprendizagem*. Revista Brasileira de Educação, Rio de Janeiro, v. 28, e280010, 2023.
- [15] BRANDÃO, Amanda dos Santos; CALIATTO, Susana Gakyia. Contribuições da neuroeducação para a prática pedagógica. *Revista Exitus*, v. 9, n. 3, p. 521-547, 2019.
- [16] LOURO, Viviane. CONGRESSO DE MÚSICA NAS NUVEIS, 10., 2024. A neurociência/neuroeducação como subsídio teórico-prático para um ensino de música inclusivo diante da diversidade. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2024. DOI: 10.5281/zenodo.14247094
- [17] HYDE, Krista L.; LERCH, Jason; NORTON, Andrea; FORGEARD, Marie; WINNER, Ellen; EVANS, Alan C.; SCHLAUG, Gottfried. Musical training shapes structural brain development. *The Journal of Neuroscience*, v. 29, n. 10, p. 3019-3025, 2009.
- [18] OLIVEIRA, Marciele et al. A música pode ser uma estratégia para o ensino de ciências naturais? Analisando concepções de professores. *Revista Ensaio*, Belo Horizonte, v. 15, n. 1, p. 81-94, 2013.
- [19] VIEIRA, Deisielly; AVELAR, Paulo Roberto Nunes. A música no processo de alfabetização pela perspectiva da neurociência: contribuições do PIBID-Pedagogia. *Diversitas Journal*, Santana do Ipanema, v. 7, n. 4, p. 1-15, out./dez. 2022.
- [20] BARCELLOS, Lia Rejane Mendes. *Musicoterapia: transferências, contratransferências e resistências*. 2. ed. Curitiba: Appris, 2019.
- [21] LEVITIN, Daniel. *A música no seu cérebro: a ciência de uma obsessão humana*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2010.
- [22] BRUSCIA, Kenneth E. *Defining Music Therapy*. 2. ed. Gilsum: Barcelona Publishers, 1998.
- [23] UNIÃO BRASILEIRA DAS ASSOCIAÇÕES DE MUSICOTERAPIA. *Definição Brasileira de Musicoterapia*. 2018. Disponível em: <https://ubammusicoterapia.com.br/definicao-brasileira-de-musicoterapia/>.
- [24] SÄRKÄMÖ, Teppo; TUPPURAINEN, Tiina; LAITINEN, Seppo; FORSBLOM, Anita; SOINILA, Seppo; MIKKONEN, Mikko; AUTTI, Taina; SILVENNOINEN, Heli; LAINE, Matti; HIETANEN, Marja; PORKKA-HEISKANEN, Tarja; NUMMINEN, Mari Tervaniemi. Music listening enhances cognitive recovery and mood after middle cerebral artery stroke. *Brain*, Oxford, v. 131, n. 3, p. 866-876, mar. 2008.
- [25] GATTINO, Gustavo Schulz et al. Music therapy and autism: a search for evidence. *Music Therapy Today*, Krems, v. 10, n. 1, p. 1-28, 2014.
- [26] ALCÂNTARA-SILVA, Tereza Raquel de Melo; MOREIRA, Marcos. Neuromusicoterapia no Brasil: aspectos terapêuticos na reabilitação neurológica. *Revista Brasileira de Musicoterapia*, Rio de Janeiro, ano 14, n. 12, p. 18-26, 2012.
- [27] THAUT, Michael Hugo; RICE, Robert R.; BRAUN, Jan; MCINTOSH, Gerald C.; PRASSAS, Spiros G. Rhythmic auditory stimulation in gait training for Parkinson's disease patients. *Movement Disorders*, v. 11, n. 2, p. 193-200, 1996.
- [28] SCHLAUG, Gottfried; MARCHINA, Sarah; NORTON, Andrea. Evidence for plasticity in white-matter tracts of patients with chronic Broca's aphasia undergoing intense intonation-based speech therapy. *Annals of the New York Academy of Sciences*, v. 1169, n. 1, p. 385-394, 2009.
- [29] KOELSCH, Stefan. Brain correlates of music-evoked emotions. *Nature Reviews Neuroscience*, v. 15, n. 3, p. 170-180, 2014.
- [30] THAUT, Michael Hugo; HOEMBERG, Volker (ed.). *Handbook of neurologic*.
- [31] CRITCHLEY, M. "Musicogenic Epilepsy". *Brain*, vol. 60, n. 1, p. 15, 1937. *Music Therapy*. Oxford: Oxford University Press, 2014.
- [32] AVANZIL, G. "Musicogenic Seizures", *Ann N Y Acad Sci*, vol. 999, 2003.
- [33] PITTAU, F. et al. "Video-polygraphic and Functional Mri Study of Musicogenic Epilepsy, A Case Report and Literature Review". *Epilepsy Behav.*, vol. 13, n. 4, pp. 685-692, 2008.
- [34] NAGAHAMA, Y. et al. "Localization of Musicogenic Epilepsy to Heschl's Gyrus and Superior Temporal Plane: Case Report". *J Neurosurg.*, vol. 129, n. 1, pp. 157-164, 2018.