



Confluência entre Neurociência, Neuroplasticidade e o Desenvolvimento Musical

NASCIMENTO, Leticia Wetler do¹
DONATTI, Winicius Cardoso²
TEIXEIRA, Fabio Luiz Fully³
LIMA, Rubia de Oliveira⁴

RESUMO: O presente estudo se propôs a analisar a relação da música com o neurodesenvolvimento. As mudanças fisiológicas com a estimulação sonora são múltiplas, envolvendo desde funções neuropsicológicas complexas até a modulação dos padrões neurovegetativos. O sistema nervoso detém a capacidade de se moldar frente a estímulos. Por esse viés, ele torna-se capaz de formar ou extinguir sinapses entre os neurônios. Nesse ínterim, a prática musical vai ao encontro dessa neuroplasticidade, quadro que confere mudanças físicas positivas no cérebro. Outro fator analisado é o modo como a musicalidade influencia na liberação de neurotrofinas cuja função é propiciar uma conexão e sobrevivência entre os neurônios. Outrossim, observa-se como a estrutura cerebral é distinta entre diferentes pessoas, principalmente entre musicistas e não musicistas. Por essa perspectiva, discutir sobre cada um desses parâmetros é extremamente necessário e para isso realizou-se uma revisão de literatura de cunho qualitativo e descritivo. Em suma, a música é hábil para desencadear sentimentos por meio da modulação das estruturas límbicas e paralímbicas cerebrais, bem como é capacitada a influir no estado de humor dos indivíduos, visto que atua sobre a atividade neural dopaminérgica. A musicalização, portanto, atua em diferentes âmbitos cognitivos. Posto isso, a musicoterapia é um tratamento válido para o desenvolvimento neuromotor dos pacientes, conjuntura que denota o quanto é imprescindível abordar tal temática com o fito de informar aos profissionais da área da saúde sobre essa terapêutica.

Palavras-chave: Neurociência; Neuroplasticidade; Música; Emoções; Musicoterapia.

ABSTRACT: The present study aimed to analyze the relationship between music and neurodevelopment. The physiological changes with sound stimulation are multiple, ranging from complex neuropsychological functions to the modulation of neurovegetative patterns.

¹ Graduanda do Curso de Medicina da Faculdade Metropolitana São Carlos (FAMESC) – Unidade de Bom Jesus de Itabapoana, RJ. E-mail: lwetler@gmail.com

² Graduando do Curso de Medicina da Faculdade Metropolitana São Carlos (FAMESC) – Unidade de Bom Jesus do Itabapoana, RJ. E-mail: winiciusdonatti@gmail.com

³ Docente do curso de medicina da Faculdade Metropolitana São Carlos (FAMESC) – Unidade de Bom Jesus do Itabapoana, RJ. E-mail: fabiofully@gmail.com

⁴ Graduanda do Curso de Medicina da Faculdade Metropolitana São Carlos (FAMESC) – Unidade de Bom Jesus de Itabapoana, RJ. E-mail: rubialima343@gmail.com



The nervous system has the ability to adapt to stimuli. By this bias, it becomes able to form or extinguish synapses between neurons. In the meantime, musical practice meets this neuroplasticity, a framework that confers positive physical changes in the brain. Another factor analyzed is how musicality influences the release of neurotrophins whose function is to provide a connection and survival between neurons. Furthermore, it is observed how the brain structure is different between different people, especially between musicians and non-musicians. From this perspective, discussing each of these parameters is extremely necessary and, for that, a qualitative and descriptive literature review was carried out. In short, music is able to trigger feelings through the modulation of limbic and paralimbic brain structures, as well as being able to influence the mood of individuals, since it acts on dopaminergic neural activity. Musicalization, therefore, operates in different cognitive spheres. That said, music therapy is a valid treatment for the neuromotor development of patients, a situation that shows how essential it is to address this issue in order to inform health professionals about this therapy.

Keywords: Neuroscience; Neuroplasticity; Song; Emotions; Music Therapy.

INTRODUÇÃO

A música é uma habilidade natural do ser humano e está presente na maioria das culturas. Apreciar ou fazer música ativa inúmeros circuitos neurais e provoca uma enorme variedade de processos cognitivos e afetivos, como percepção, integração multimodal, aprendizagem, memória, ação e processamento sintático. Esses fatores tornam a música uma ferramenta ótima para investigar e analisar o funcionamento do cérebro humano (KOELSCH, 2011).

As mudanças fisiológicas com a estimulação sonora são múltiplas, envolvendo desde funções neuropsicológicas complexas até a modulação dos padrões neurovegetativos, como frequência cardíaca, ritmo respiratório, funções endócrinas e imunológicas, ciclo circadiano, ritmos elétricos cerebrais, produção e liberação de neurotransmissores relacionados ao prazer, à recompensa e ao sistema de neuromodulação da dor (MUSZKAT, 2012).

Diante desses aspectos, a musicalidade é capaz de despertar emoções profundas, visto que afeta áreas cerebrais ligadas a elas. Além disso, estudos mostram que o treinamento musical contínuo pode contribuir para a plasticidade cerebral, uma vez que a música pode corroborar no aumento das sinapses neuronais. Desse modo, estudar música pode ser um instrumento ideal para ampliação do desenvolvimento emocional e



cognitivo dos indivíduos, e, assim, ser usada como uma forma de terapia no tratamento de pacientes com doenças neurodegenerativas ou com disfunção do neurodesenvolvimento. Além de ser uma estratégia eficaz na educação, posto que pode impulsionar melhoras no desenvolvimento geral das crianças (MUSZKAT, 2012). Assim, observa-se uma forte conexão existente entre a música e a neurociência.

METODOLOGIA

O seguinte capítulo se caracteriza como uma revisão de literatura de cunho exploratório, com abordagem qualitativa e descritiva. Os resultados obtidos foram desenvolvidos por meio de pesquisas realizadas no buscador Google Acadêmico no período entre 16/09/2021 a 11/02/2022 em periódicos nacionais e internacionais. As palavras chaves utilizadas foram “amígdala cerebral e música”, “música e plasticidade cerebral”, “música e neuroplasticidade” e “música e neurociência”.

Os critérios de inclusão foram trabalhos com textos completos, que auxiliassem a entender a relação dos processos musicais com a formação neuronal e a plasticidade cerebral. Após a leitura criteriosa de títulos e resumos de alguns estudos encontrados, foram selecionados dezesseis trabalhos, incluindo artigos, TCC e livros, publicados entre os anos de 2000 a 2021, para a elaboração do presente projeto de pesquisa.

1 NEUROPLASTICIDADE E MÚSICA

Neuroplasticidade, ou plasticidade neuronal/cerebral, é a capacidade que o sistema nervoso tem de moldar-se e adaptar-se, tanto a nível funcional quanto estrutural, aos estímulos e alterações externos, por meio da criação ou eliminação das sinapses entre os neurônios. Apesar dessa habilidade neural ser maior durante a infância e caracterizar-se por uma redução gradativa, ela não se extingue na vida adulta, ocorrendo em ambos hemisférios cerebrais, independente se está intacto ou lesionado (BRITO; BRITO; ALMEIDA, 2019).



Seguindo essa linha de pensamento, atividades relacionadas à música, seja ouvir, criar, estudar ou tocar, proporcionam a modulação e ativação de várias áreas cerebrais, de forma simultânea ou em sequências complexas (DA SILVA, 2017). Nesse sentido, a exposição a estímulos musicais, o treino musical de longo prazo e a aprendizagem sensoriomotora a ele associado podem estimular o aumento da conexão neural, afetando a massa cinzenta e as estruturas corticais e subcorticais, além de promover o crescimento de regiões somatossensoriais e auditivas cerebrais (ROSADO, 2016). Assim, observa-se que a prática musical constante exerce mudanças físicas no cérebro, por meio da construção de novas sinapses, e, portanto, da plasticidade neuronal, haja vista as alterações nos circuitos motores e cognitivos (DA SILVA, 2017).

Outrossim, a exposição prolongada à música prazerosa e o treinamento musical acentuam a produção de neurotrofinas, as quais são produzidas no cérebro em situações de desafio, determinando maior sobrevivência de neurônios e mudanças de padrões de conectividade entre eles (MUSZKAT, 2012). Destaca-se, ainda, que a capacidade dos neurônios de realizar novas sinapses pode melhorar os aspectos neuromotores a partir de estímulos ambientais sensoriais, que levam o sistema nervoso central a melhorar suas habilidades de percepção, cognição, mobilidade e comunicação, sobretudo se esse estímulo ocorrer de forma constante, visto que a neuroplasticidade, por ocorrer ao nível sináptico é impulsionada pela repetição variada de atividades ou movimentos. Portanto, se um indivíduo toca muito tempo um determinado instrumento, a região do cérebro destinada àquele movimento repetitivo tende a aumentar, e ocorre a memorização daquela ação, visto que, devido a frequência da prática, o sistema nervoso a vê como importante. Tal fato, corrobora na ampliação do aprendizado e estimula o desenvolvimento neuromotor (MONTEIRO, 2010).

É indispensável pontuar que a estrutura cerebral de músicos e de não músicos são distintas. As áreas temporais do hemisfério esquerdo, o cerebelo, o corpo caloso, massa cinzenta no córtex motor, o córtex auditivo e viso-espacial dos musicistas têm um tamanho consideravelmente maior do que os de não músicos (DA SILVA, 2017). Além disso, nota-se diferenças no giro pré-central direito (região motora relacionada a movimento de mãos), no giro de Heschl (área auditiva primária) e no planum temporale



esquerdo (incumbido do processamento de sons complexos), que tende a ser maior do que o direito em músicos, se equiparado com os não músicos (ROCHA; BOGGIO, 2013). Essas diferenças e alterações na morfologia cerebral se correlacionam diretamente com o número de horas e de anos de prática, ou seja, quanto mais tempo de estudo ou exposição musical, maior o aumento do corpo caloso, por exemplo (REIS; PETERSSON; FAÍSCA, 2009).

Outro ponto importante, é que a laterização das funções musicais, ou seja, o predomínio de um hemisfério cerebral sobre o outro na atividade motora, pode ser diferente em músicos quando comparado a pessoas sem experiência musical (MUSZKAT; CORREIRA; CAMPOS, 2000). Nesse contexto, indivíduos sem prática musical processam melodias principalmente no hemisfério cerebral direito, ao passo que nos musicistas, há uma transição para o hemisfério esquerdo. A execução musical também aumenta a conectividade (maior número de sinapses entre os neurônios) de muitas regiões cerebrais, entre elas o corpo caloso (que une os dois lados do cérebro), o córtex motor (relacionado com o ato de tocar instrumentos) e o cerebelo. Ademais, a maior ativação de áreas cerebrais do hemisfério esquerdo, mormente pelos músicos, pode potencializar não somente funções musicais, mas também funções linguísticas, posto que estas se estabelecem neste mesmo lado do cérebro (MUSZKAT, 2012).

Destarte, a plasticidade neuronal associada ao treinamento musical proporciona adaptações nas regiões auditivas e motoras primárias e secundárias do cérebro, bem como nas regiões de integração multimodal dos lobos frontal e parietal. Diante disso, a neuroplasticidade confirma o potencial da música como tratamento interativo para distúrbios neurológicos e de desenvolvimento, e para aqueles atrelados ao envelhecimento normal, além de possibilitar melhor desenvolvimento cognitivo em crianças (WAN; SCHLAUG, 2010). Assim, depreende-se que a música impulsiona importantes mudanças na estrutura e funcionamento cerebrais e causa efeitos envolvendo tanto o domínio musical quanto outras competências e percepções humanas.

2 A RELAÇÃO DA MÚSICA COM AS EMOÇÕES



A música é capaz de evocar intensas emoções e de influenciar o humor das pessoas, visto que ativa inúmeros circuitos neuronais devido a integração de funções cognitivas, como memória, atenção, percepção sensorial e movimentos corporais (DA SILVA, 2017). Ademais, pode modular a atividade de estruturas cerebrais límbicas e paralímbicas, as quais estão relacionadas com o processamento das emoções humanas (KOELSCH, 2010).

Nesse sentido, reage-se emocionalmente a música pois o estímulo sonoro que chega aos ouvidos é captador por neurônios auditivos e transmitido, por meio de impulsos elétricos, até o tálamo, uma das estruturas relacionadas com as emoções (AMOR et al, 2017). A reação emocional a música se manifesta primeiramente em um nível inconsciente, mediada pelo hipotálamo, amígdala, locus coeruleus e núcleo accumbens, e, posteriormente, atinge uma percepção consciente no córtex cerebral (FUSTINONI, 2016).

Ressalta-se, também, que várias estruturas cerebrais estão envolvidas no desencadeamento das emoções e que diferentes ações e estilos musicais ativam e despertam diferentes áreas do cérebro (DA SILVA, 2017). Por exemplo, o córtex pré-frontal é responsável pelas expectativas e pelo planejamento do cantar e tocar; o córtex pré-motor é responsável pelos movimentos do corpo, como bater os pés e as mãos, dançar e tocar um instrumento; o córtex sensorial está relacionado com a reação tátil e o córtex auditivo, com a análise e percepção dos tons; o córtex visual, localizado no lobo occipital, é responsável pela observação dos movimentos e pela leitura de letras e partituras; o lobo frontal está relacionado com a performance e composição; as áreas de Broca e de Wernicke relacionam-se com o cantar e o lembrar letras de músicas; o hipocampo está envolvido com a memória musical; os gânglios basais modelam o ritmo, o andamento e a métrica; o cerebelo está relacionado com a orquestração, movimento e ritmo, por meio da regulação temporal. Por fim, em relação aos hemisférios cerebrais, o direito vincula-se à discriminação da melodia, ao timbre e à altura, já o esquerdo relaciona-se com o ritmo, identificação semântica musical, processamento temporal, sequenciamento dos sons e senso de familiaridade (MONTEIRO, 2010).



É indispensável destacar a amígdala cerebral, uma estrutura central do circuito neural límbico/paralímbico que é uma grande reguladora das emoções e que tem sua atividade influenciada pela música. À vista disso, um determinado tipo de música pode ativar ou desativar áreas dessa estrutura, por exemplo, uma melodia prazerosa ativa a região esquerda e desativa a direita, o contrário ocorre com a música desarmônica (FUSTINONI, 2016). Outrossim, a amígdala superficial é mais sensível a música agradável, atuando de modo central no processamento de estímulos com valores socioafetivos universais (KOELSCH, 2014). Dessa maneira, nota-se, que diferentes partes da amígdala participam da modulação de redes emocionais distintas e expressam diferentes respostas à estimulação sonora (KOELSCH, 2009).

Pontua-se, ainda, que estudos demonstraram que a música dissonante acentua os sinais dependentes do nível de oxigênio no sangue – BOLD - na amígdala, no hipocampo, nos polos temporais e no giro parahipocampal. A música agradável, por sua vez, diminui os sinais BOLD nessas estruturas e aumenta-os no estriado ventral (principalmente no núcleo accumbens) e na ínsula anterior (KOELSCH, 2010). Portanto, apreciar certo tipo musical pode levar mudanças nas atividades das áreas centrais do sistema límbico (amígdala, estriado ventral e hipocampo), evidenciando que a música é capaz de modular tais regiões e, conseqüentemente, induzir emoções reais (KOELSCH, 2009). Isso justifica-se, pois, pesquisas mostram que em pacientes com determinadas lesões cerebrais o reconhecimento de emoções (como alegria, tristeza, raiva e medo) geradas pela música é prejudicado (KOELSCH, 2014).

Diante disso, observa-se que a música evoca emoções positivas no hipocampo, promovendo, conseqüentemente, efeitos endócrinos associados à diminuição do estresse, por meio da redução dos níveis de cortisol sanguíneo (KOELSCH, 2014). Ademais, a música afeta a atividade neural dopaminérgica, ativando estruturas cerebrais relacionadas com a vias de recompensa e com o prazer, mormente o nucleus accumbens (KOELSCH, 2010). Destarte, escutar ou tocar uma música desperta, entre outras sensações, sentimentos subjetivos e emoções verdadeiras, além de poder impactar positivamente no humor e no potencial cognitivo dos indivíduos.



3 MUSICOTERAPIA: SUA RELAÇÃO COM A ANATOMIA CEREBRAL E COM AS DOENÇAS NEURODEGENERATIVAS

A música, adotada como um exercício regular, vem sendo estudada nas últimas décadas e seu poder neuromodulador é cada vez mais contemplado. Nessa perspectiva, fica incumbido aos estudos cerebrais o fito de analisar as áreas do cérebro humano nas quais a música tem efeito estimulante. Tal efeito é dado de forma diferente em cada uma das regiões cerebrais, de modo concomitante, mas também de maneira díspar, ao atingir muitas das áreas daquele órgão (AMOR et al., 2017).

No córtex pré-frontal surgem as expectativas, a satisfação quanto às mesmas e os planos quanto a forma de cantar e tocar. Ao córtex pré-motor fica incumbido a movimentação, o ato de tocar o instrumento ou dançar e o ritmo da batida do pé. Já os córtex auditivo e sensorial são relacionados, respectivamente, aos atos de captar e analisar os tons e pelo ato de tatear o instrumento. Não obstante a isso, sobra para o córtex visual a leitura de partituras e da letra da própria música (AMOR et al., 2017).

Mormente, há também no cérebro outras áreas que auxiliam o processo musical, como o corpo caloso que é constituído por substância cinzenta e liga os hemisférios direito (que está intimamente ligado à altura, a diferenciação de melodias e de timbres) ao hemisfério esquerdo (cuja funcionalidade se relaciona aos ritmos, sequenciamento dos sons e tempos musicais e a identificação de melodias). Existem também o núcleo accumbens, o cerebelo e a amígdala cerebral que irão se relacionar com as emoções que perpassam as músicas. Além disso, outra área responsável pela memória musical, experimental e de contextualização é o próprio hipocampo (AMOR et al., 2017).

Sob outro espectro, um assunto que se relaciona com a anatomia do cérebro de um musicista é a própria dilatação cerebral e os sinais BOLD. Em músicos, áreas como o corpo caloso, o cerebelo e os córtex pré-motor, auditivo e sensorial sofrem aumento de acordo com estudos (AMOR et al., 2017). Logo em outro estudo, músicas desagradáveis elevaram os sinais que dependem do nível de oxigenação sanguínea (BOLD) no giro parahipocampal, na amígdala cerebral e no hipocampo, enquanto que, nos pólos temporais, as músicas agradáveis levaram a diminuição dos sinais BOLD (KOELSCH,



Stefan. 2009). Dessa forma, tais estudos evidenciam que ouvir e praticar músicas alegres e agradáveis podem gerar mudança na atividade de diversas áreas cerebrais.

A posteriori, é válido também ressaltar o poder que a música exerce na conduta paliativa do tratamento de crianças e adolescentes com deficiências. Nessa linha de análise, a anatomia cerebral está vinculada com o processo da musicoterapia por ajudar o desenvolver neuromotor, conseguindo, dessa forma, funcionar como terapia. Assim sendo, a musicoterapia não só confere capacidade de relaxar ao indivíduo, mas também estimula pacientes à melhoria da coordenação motora, seja ela simples ou complexa (AMOR et al., 2017).

Inobstante, vislumbra-se a música como um prisma potencial a ser ainda mais explorado. Isso posto devido a sua funcionalidade no tratamento de indivíduos com autismo, distúrbios vinculados a conduta ou até mesmo na indução de cognição para recuperação de pessoas vítimas de AVC, como visto por estudos apresentados na conferência “Neuroscience and Music III” (KOELSCH, Stefan. 2009). Logo, por conseguinte, o ambiente musical torna-se imperante em tratamentos terapêuticos, haja vista achados de demais estudos que demonstram que crianças com TEA, mesmo não tendo ativação relativas a área frontal em estímulo à fala, tem essa área ativada no decorrer do procedimento musical (KOELSCH, Stefan. 2014).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Destarte, depreende-se que o presente trabalho evidencia os fatores fisiológicos alterados pelo desenvolvimento e pela audição de composições musicais relacionadas a anatomia cerebral, suas neuromodulações e seus impactos nas emoções e nas terapias de pacientes. Sendo estas associadas liberação de componentes da bioquímica celular de pacientes com patologias cerebrais, e também a melhora do quadro clínico geral, respectivamente. Dessa maneira, o objetivo principal do mesmo é esclarecer sobre o fator musical associado a fisiologia humana, sobre seus alicerces psicológicos desencadeados, sobre a anatomia associada a musicoterapia e suas conseqüências na plasticidade cerebral. Para tanto, foram correlacionadas revisões literárias que abordam sobre a temática



escolhida, a fim de aumentar a bagagem informativa e elevar o conhecimento dos profissionais da área da saúde e dos demais interessados.

REFERÊNCIAS

AMOR, Rodolfo Ferreira do et al. A influência da atividade musical em pessoas com paralisia cerebral no município de Santana de Parnaíba. **Revista InCantare**, Curitiba, v. 8, n. 1, p. 1-156, 2017. Disponível em:

<<http://periodicos.unespar.edu.br/index.php/incantare/article/view/1964/1245#>>.

Acesso em: 20 set 2021.

BRITO, L; BRITO, R.; ALMEIDA, S. Neuroplasticidade e música: emoção estética, harmonia e cognição promovendo aprendizagem. **J Business Techn**, 2019, v. 10(2), p. 51-70. Disponível em:

<<http://revistas.faculadefacit.edu.br/index.php/JNT/article/view/464>>. Acesso em: 20 set 2021.

DA SILVA, Laís Soares. **Neuroplasticidade e música**: um estudo sobre as neurociências e a educação musical. II Congresso Interdisciplinar de Pesquisa, Iniciação Científica e Extensão Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix. Belo Horizonte, 2017. Disponível em: <<http://izabelahendrix.edu.br/pesquisa/anais/arquivo-2017/neuroplasticidade-e-musica-um-estudo-sobre-as-neurociencias-e-a-educacao-musical>>. Acesso em: 16 set 2021.

FUSTINONI, Osvaldo. La música: química, emoción y cerebro. **Química Viva**, v. 15, n. 1, p. 4-6, Argentina, 2016. Disponível em:

<<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86347589002>>. Acesso em: 20 set 2021.

KOELSCH, S. “Towards a neural basis of music-evoked emotions.” **Trends in cognitive sciences**, v. 14, n. 3, p. 131–137, 2010. DOI: 10.1016/j.tics.2010.01.002. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20153242/>>. Acesso em: 20 set 2021.

KOELSCH, S. Brain correlates of music-evoked emotions. **Nature reviews. Neuroscience**, v. 15, n. 3, p. 170–80, 2014. DOI:10.1038/nrn3666. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/nrn3666.pdf?origin=ppub>>. Acesso em: 20 set 2021.

KOELSCH, Stefan. A Neuroscientific Perspective on Music Therapy. **The Neurosciences and Music III—Disorders and Plasticity**: Annals of the New York Academy of Sciences, p. 374–384, 2009. DOI: 10.1111/j.1749-6632.2009.04592.x. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19673812/>>. Acesso em: 20 set 2021.

| | | | | |
|----------------|---------------|-----------|---------------|-----------|
| Revista ESFERA | Itaperuna, RJ | Volume 01 | Páginas: 1-12 | Ano: 2023 |
|----------------|---------------|-----------|---------------|-----------|



LEINIG, C. **A música e a ciência se encontram**: um estudo integrado entre a música, a ciência e a musicoterapia. Curitiba: Juruá, 2009.

MONTEIRO, N.C.C.R. **Musicoterapia, a prática clínica vista sob a ótica da neurociência**. In: Anais do X Encontro Nacional de Pesquisa. 2010. Salvador, Bahia. Disponível em: <<https://silo.tips/download/musicoterapia-a-pratica-clinica-vista-sob-a-otica-da-neurociencia>>. Acesso em: 11 fev 2022.

MUSZKAT, Mauro; CORREIRA, Cleo M. F.; CAMPOS, Sandra M. Música e Neurociências. **Revista Neurociências**, v. 8, n. 2, p. 70-75, 2000.

MUSZKAT, Mauro. Música e neurodesenvolvimento: em busca de uma poética musical inclusiva. **Literartes**, n. 10, p. 233-243, 2019. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/literartes/article/view/163338>>. Acesso em: 29 ago 2021.

MUSZKAT, Mauro. Música, Neurociência e Desenvolvimento Humano. In: JORDÃO, Gisele et. Al. (org). **A Música na Escola**. Allucci & Associados Comunicações, São Paulo, 2012, p. 67-69. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/28939/mod_resource/content/2/AMUSICANAESCOLA.pdf#page=67>. Acesso em: 20 set 2021.

Reis, A.; Petersson, K.M.; Faisca, L. Neuroplasticidade: Os efeitos de aprendizagens específicas no cérebro humano. In C. Nunes, & S. Jesus (Eds.), **Temas actuais em Psicologia**, p. 11 - 26. Portugal, 2009. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Alexandra-Reis-2/publication/50809628_Neuroplasticidade_Os_efeitos_de_aprendizagens_especificas_no_cerebro_humano/links/57222add08aee491cb32e0a9/Neuroplasticidade-Os-efeitos-de-aprendizagens-especificas-no-cerebro-humano.pdf>. Acesso em: 20 set 2021.

ROCHA, V. C.; BOGGIO, P. S. A música por uma ótica neurocientífica. **Per Musi**, Belo Horizonte, n.27, 2013, p.132-140. Doi:10.1590/s1517-75992013000100012. Disponível em: <<https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1590/S1517-75992013000100012>>. Acesso em: 20 set 2021.

ROSADO, Paula Sofia Venâncio. **Na senda da neuroplasticidade**: musicoterapia aplicada à reabilitação neurológica. Relatório de estágio do Mestrado em Musicoterapia, Instituto de Psicologia e Ciências da Educação da Universidade Lusíada. Lisboa, 2015. Disponível em: <http://dspace.lis.ulusiada.pt/bitstream/11067/2030/4/mmt_paula_rosado_dissertacao1.pdf>. Acesso em: 20 set 2021.

WAN, Catherine Y.; SCHLAUG, Gottfried. Music making as a tool for promoting brain plasticity across the life span. **The Neuroscientist**: a review journal bringing neurobiology, neurology and psychiatry, v.16, n. 5, p. 566-77, 2010. Doi:

| | | | | |
|----------------|---------------|-----------|---------------|-----------|
| Revista ESFERA | Itaperuna, RJ | Volume 01 | Páginas: 1-12 | Ano: 2023 |
|----------------|---------------|-----------|---------------|-----------|



10.1177/1073858410377805. Disponível em: <Music Making as a Tool for Promoting Brain Plasticity across the Life Span (nih.gov)>. Acesso em: 20 set 2021.