

COLÉGIO SÃO LUÍS

ENSINO MÉDIO
CURSO DE METODOLOGIA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

São Paulo
2025

Igor Mourão Sousa Neves

Como a música afeta a atenção de diferentes maneiras

Artigo apresentado como requisito de aprovação em “Estudos e Pesquisas Supervisionados”, na 2ª série do EM do Colégio São Luís

Orientador: Prof. Andrey Almeida

São Paulo
2025

Aos meus pais,
Que me ajudaram quando eu mais precisei

AGRADECIMENTO

Aos meus pais

A Andrey Guilherme

Ao Colégio São Luís

A Thiago Vicente

"Em termos de desenvolvimento cerebral, a performance musical é tão importante educacionalmente quanto a leitura ou a escrita".

Oliver Sacks

RESUMO

Esse trabalho buscou estudar os efeitos da música sobre o cérebro no processo da criação do fenômeno da atenção. Para isso, foram usados principalmente os artigos de Luria, que descreveu as bases biológicas da atenção, Matlin, que definiu a atenção, e Fang, que trouxe uma explicação do que é a música em geral. Esse trabalho foi feito a partir de uma revisão bibliográfica. A ideia era analisar artigos que mostrassem aplicação da música para a melhorar a atenção, analisando regiões do cérebro afetadas e principalmente os efeitos dela nas pessoas. Após o fim das pesquisas, foi concluído que a música pode ajudar a atenção, porém, quando utilizada de forma controlada, parcialmente corroborando as hipóteses.

Palavras-chave: Música. Atenção. Cérebro

ABSTRACT

Resume: This study sought to study the effects of music on attention. To this end, the authors primarily used articles by Luria, who described the biological basis of attention, Matlin, who defined attention, and Fang, who explained music in general. This work was based on a literature review due to a lack of data collection. The idea was to analyze articles that demonstrated the application of music to attention, the affected brain regions, and, most importantly, their effects on people. After the research was completed, it was concluded that music can improve attention, but when used in a controlled manner, partially corroborating the hypotheses.

Keywords: Music, Attention, Brain

Sumário

INTRODUÇÃO	9
METODOLOGIA.....	11
Revisão bibliográfica	12
ANÁLISE DE DADOS	17
CONCLUSÃO.....	18
REFERÊNCIAS	19

INTRODUÇÃO

Esse trabalho é um estudo que serve como uma iniciação científica para os alunos do segundo ano do ensino médio. Ele é um processo feito ao longo do ano no qual os alunos reúnem artigos científicos e, com a ajuda de um orientador, desenvolvem uma pesquisa científica que é apresentada no fim do ano para pais, alunos e uma equipe de avaliadores.

Nesse estudo eu irei trabalhar a atenção, que segundo a pesquisadora Matlin (2004) é se concentrar em um apenas certos tipos de estímulos, enquanto tentamos ignoramos todos os outros. Esses estímulos podem ser qualquer coisa, sons, imagens, leituras, conversas, interpretações, cálculos e qualquer outra atividade, seja ela física ou mental.

Já a música, a segunda parte do tema dessa pesquisa, é um conceito muito mais complexo que não possui uma definição exata e varia constantemente. Um dos pesquisadores que estudaram o assunto, como Fang (2012), trouxe uma definição muito pouco rigorosa do tema, da qual ele próprio afirma que a falta de rigorosidade se deve ao fato que a arte tem como uma das suas características a irracionalidade.

Isso significa que a música, como uma forma de expressão artística, não segue um padrão ou objetivo que a torne possível de ser definida por um método científico rigoroso, requerendo uma definição mais simplista e flexível. Sendo assim, ele define a música como um conjunto de diferentes aspectos, sendo eles sons, ritmos e melodias (Feng, 2012).

Os dois temas se juntam quando colocamos uma música para tocar enquanto fazemos alguma outra atividade, já que segundo o artigo de Matlin, tanto a atividade, seja ela qual for, quanto a música, são estímulos, logo as pessoas podem concluir que a música atrapalha outras atividades por competir por atenção. Contudo, essa conclusão não avalia todos os fatores envolvidos, por isso é necessário levantar algumas hipóteses e dar início a um estudo mais aprofundado no assunto.

Agora que definimos os conceitos mais básicos que envolverão a pesquisa, podemos dar início a apresentação do problema a ser estudado. A música está presente no cotidiano de grande parte das pessoas, sendo utilizada tanto para entretenimento quanto como recurso para melhorar o humor e até auxiliar em tratamentos terapêuticos. No entanto, ainda não há consenso na literatura sobre os

efeitos da música na capacidade de concentração. Nesse sentido, surge o problema de pesquisa deste trabalho: de que forma a música afeta a atenção durante a realização de atividades que exigem concentração?

A partir dessa pergunta, algumas hipóteses foram criadas para nortear a investigação. A primeira delas parte da suposição de que a música, em diversos contextos, pode efetivamente melhorar a concentração. Essa hipótese encontra apoio em práticas já conhecidas, como a MRST, uma técnica baseada no yoga para induzir relaxamento profundo através de um mantra (Anusuya et al, 2021).

Essa técnica foi aplicada em um estudo publicado na PubMed pelo pesquisador Saoji (2017, p.1), em que sons específicos foram empregados durante uma medição de estudantes de medicina para induzir estados de foco, calma e relaxamento e que tiveram efeitos positivos em relação a outras técnicas como RS, que consiste em se deitar de barriga para cima e relaxar os músculos, como se fosse dormir. A segunda hipótese, entretanto, aponta para um uso mais cotidiano e inconsciente da música: muitas vezes ela é utilizada para amenizar o tédio e o desgaste provocados por tarefas repetitivas e tarefas muito complexas, especialmente quando se trata de músicas mais aceleradas, frequentemente associadas ao lazer. Isso é crível porque músicas aceleradas como Rock ou HIP HOP nasceram como expressões de emoções e pensamentos reprimidos dos criadores, requerendo concentração do ouvinte para entender a letra e se acostumar com o ritmo.

Diante disso, os objetivos específicos desta pesquisa incluem: compreender como a música afeta diretamente os mecanismos da atenção, analisar os diferentes tipos de atenção descritos na literatura científica e, por fim, discutir em que condições a música pode atuar como um elemento que auxilia ou, em alguns casos, prejudica a capacidade de concentração dos indivíduos.

Como qualquer outra pesquisa científica, é necessário justificá-la. A investigação da relação entre música e atenção justifica-se por diversas razões. Em primeiro lugar, a atenção é considerada um dos processos cognitivos centrais, estando diretamente associada à aprendizagem, à memória e ao desempenho em atividades cotidianas e profissionais. Por outro lado, a música, presente em praticamente todos os contextos sociais e culturais, desempenha um papel multifacetado, que vai desde o lazer até intervenções terapêuticas em ambientes clínicos.

Comentado [A1]: Citar de onde veio essa informação.

Embora a experiência empírica, como nos artigos de Luo(2025), indique que ouvir música pode, em casos como portadores do TDAH, favorecer a concentração e reduzir distrações, a ciência ainda carece de evidências consistentes que expliquem em detalhes os mecanismos pelos quais esses efeitos acontecem no funcionamento cerebral. A pesquisa, portanto, busca reunir respostas para preencher essa lacuna, oferecendo uma visão mais fundamentada e sistemática com base em outros artigos já existentes.

Além disso, compreender os mecanismos envolvidos nessa relação pode trazer consequências práticas de grande relevância. Entre elas, destacam-se o desenvolvimento de estratégias de intervenção clínica, como por exemplo a musicoterapia, direcionadas a pessoas com déficits atencionais, como indivíduos diagnosticados com TDAH, idosos em processo de declínio cognitivo ou pacientes em programas de reabilitação neurológica. Dessa maneira, estudar a interação entre música e atenção não apenas amplia o conhecimento interdisciplinar entre áreas como música, psicologia, neurociências e educação, mas também contribui para aplicações que visam melhorar a qualidade de vida, o desempenho acadêmico e a saúde mental da população em geral.

METODOLOGIA

Essa pesquisa tem como objetivo principal compreender de maneira aprofundada como a música pode exercer influência sobre a concentração e, conseqüentemente, sobre os processos de atenção. Para alcançar esse objetivo, a metodologia escolhida será a pesquisa bibliográfica, que permitirá reunir, analisar e discutir artigos científicos que tratem diretamente da relação entre música e atenção. Os textos selecionados deverão obrigatoriamente abordar o impacto da música na concentração, mas também serão considerados trabalhos que discutam sobre temas complementares, como os diferentes tipos de música, o modo como a concentração funciona e de que maneira estilos musicais diferentes podem afetar o desempenho atencional.

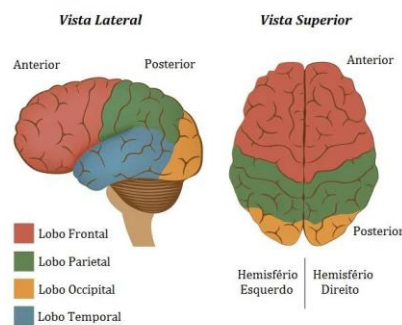
A opção pela revisão bibliográfica foi escolhida porque o estudo não envolveu experimentação direta ou coleta de dados primários. Assim, torna-se essencial recorrer à artigos científicos existente para levantar conceitos, resultados e discussões já consolidados. Essa estratégia permite a sistematização do conhecimento e a comparação crítica entre diferentes perspectivas teóricas.

O processo de levantamento bibliográfico foi conduzido em bases de dados nacionais e internacionais, como PubMed, SciELO, Scopus e Google Scholar, utilizando descritores relacionados aos objetos de estudo como as partes do cérebro envolvidas no processo de atenção, música. Foram incluídos artigos publicados entre textos entre 1981 até 2025, em português e inglês, que abordassem diretamente a temática proposta. Os critérios de exclusão consideraram trabalhos sem revisão por pares, duplicados ou que não apresentassem relevância direta para a análise.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesse trabalho, o principal objeto de estudo será o cérebro, suas regiões e suas funções, em especial as partes frontal, parietal e temporal além do tronco encefálico.

Legenda: visão do cérebro e suas partes; em vermelho, azul e verde temos respectivamente as partes frontal, temporal e parietal, além disso a parte marrom mais abaixo na imagem da esquerda é o tronco encefálico



(figura 1)

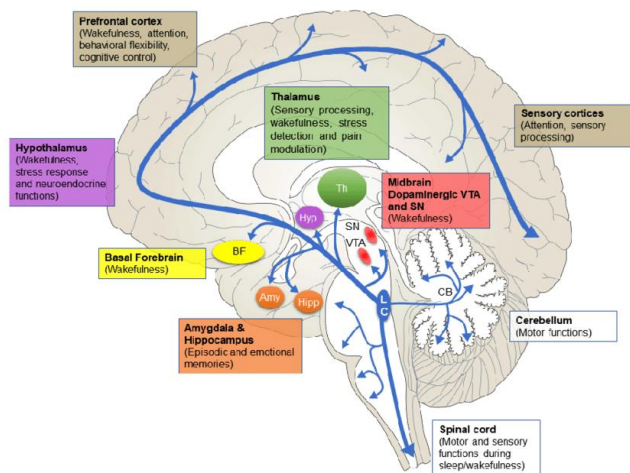
Para entender a relação entre música e atenção, é necessário, antes de tudo, aprofundar-se no funcionamento da própria atenção enquanto processo cognitivo. No artigo de Gonçalves (2009), que revisita e discute as teorias de Alexandre Luria, a atenção é descrita como a capacidade de selecionar determinados estímulos relevantes, ao mesmo tempo em que se ignora uma grande quantidade de estímulos considerados irrelevantes. A autora ainda apresenta e diferencia os vários tipos de atenção já estudados na literatura, como a atenção auditiva, a sensorial, a voluntária e a involuntária, entre outras.

Comentado [A2]: Você precisa explicar isso.

Segundo Luria (1981), estruturas específicas do sistema nervoso central são responsáveis pela sustentação desse processo. O tronco encefálico e a formação reticular, por exemplo, estariam diretamente relacionados à manutenção do estado de vigília e da reação de alerta geral. Já o córtex límbico e a região frontal do cérebro seriam fundamentais para o reconhecimento seletivo de estímulos relevantes, bem como para a inibição de respostas a estímulos desnecessários ou irrelevantes.

Dentro desse contexto, merece destaque o papel do locus ceruleus, que é o núcleo da formação reticular. Segundo os estudos de Galgani et al(2023), o locus ceruleus (LC) é a principal estrutura no corpo que gera noradrenalina e, além disso, através de operações com o uso de ferramentas médicas sofisticadas também foi possível observar que ele pode estar relacionado a doenças degenerativas. O LC se apresenta no tronco encefálico e distribui noradrenalina através das rotas noradrenérgicas, sendo as principais delas as rotas ascendente, que se conecta com diferentes estruturas do cérebro como por exemplo córtex límbico, amígdala e hipocampo, a via cerebelar, que leva até o cerebelo, e por último a rota descendente, que desce por toda a medula espinhal, Bari(2020).

Legenda: a rota que desce pela *Spinal cord* é a descendente, a rota que chega no *Cerebellum* é a rota cerebelar e por último a rota que passa pelas demais áreas é a rota ascendente



(figura 2)

Além disso, Lúria revisou estudos sobre pacientes que sofreram lesões nessa região que mostraram que o LC desempenha uma função essencial, pois conecta os neurônios das rotas noradrenérgicas, responsáveis por modular o nível de alerta dos indivíduos. Isso significa que o LC não apenas participa do processo atencional, mas também atua como regulador da intensidade com que uma pessoa reage a estímulos ambientais.

Compreender esse nível de alerta é crucial para compreender a própria atenção, já que ele define a qualidade da resposta do indivíduo diante de estímulos externos. Quando o nível de alerta é muito baixo, a reação tende a ser insuficiente, prejudicando o foco em qualquer estímulo. Por outro lado, quando o nível de alerta é excessivamente alto, o organismo entra em um estado de agitação que também dificulta a concentração, pois torna-se difícil selecionar um único estímulo em meio à sobrecarga. Assim, a atenção depende de um equilíbrio entre níveis de alerta, regulado por diferentes estruturas cerebrais que interagem entre si.

Assim, compreender os mecanismos de alerta regulados pelo LC ajuda a entender como o cérebro equilibra estímulos externos e foco atencional. Essa base neurobiológica abre espaço para analisar outro fator relevante nesse processo: a música, que interage diretamente com diferentes áreas cerebrais ligadas à atenção.

Comentado [A3]: Citar os autores dessas informações

Comentado [A4]: Aprofundar a discussão nesse ponto.

Agora que as bases biológicas da atenção foram explicadas, é possível analisar como a música interage com essas estruturas cerebrais. Pesquisas recentes, como as de Rosario et al (2021), evidenciam que a música não ativa apenas o córtex auditivo, mas também áreas como os lobos frontal, parietal e temporal. Essas regiões estão associadas ao processamento dos sons, à manutenção da atenção, à criação de expectativas e à resposta emocional diante de estímulos musicais.

Considerando que áreas frontais também são responsáveis pela produção do fenômeno da atenção, compreende-se que a música pode tanto auxiliar quanto interferir nesse processo, dependendo de como é utilizada, já que como visto anteriormente, a agitação pode desconcentrar o sistema de atenção. De modo geral, músicas instrumentais ou com estruturas sonoras mais simples demandam menor esforço cognitivo para serem processadas, em comparação com músicas que possuem letras extensas e complexas, que exigem maior mobilização de recursos cerebrais como a região responsável por linguagens (Cruz, 2018).

Se a música é capaz de ativar regiões corticais relacionadas à atenção e emoção, resta investigar como suas características específicas — como ritmo, letra e volume — modulam esses efeitos.

Os efeitos da música sobre a atenção variam conforme ritmo, volume, frequência e presença de letras. Músicas instrumentais e de ritmo mais lento costumam favorecer a concentração, já que não competem com os processos de linguagem. Em contrapartida, músicas com letras podem dividir a atenção, dificultando tarefas que exigem leitura ou escrita.

O ritmo também exerce influência: batidas rápidas podem aumentar a ativação e o estado de alerta, sendo úteis em atividades repetitivas, mas atrapalhando quando a tarefa exige raciocínio lógico. O volume, por sua vez, precisa ser equilibrado, já que sons muito altos tendem a distrair, enquanto níveis moderados favorecem o foco.

Dessa forma, não há um efeito único da música sobre a atenção, mas diferentes impactos que dependem tanto de suas características quanto do tipo de atividade realizada.

Contudo, compreender os efeitos isolados da música não é suficiente. É preciso relacionar esses efeitos ao tipo de atividade desempenhada, já que a interação entre tarefa e estímulo musical pode determinar se a música ajuda ou atrapalha na concentração.

Comentado [A5]: E como a música interage com o cérebro? Você abriu uma seção para falar disso, mas não falou. Há de se aprofundar nessa etapa.

Comentado [A6]: Quem disse isso?

Comentado [A7]: Quem disse isso? E por que isso acontece?

Comentado [A8]: Quem disse isso?

Em todas as mídias sempre vemos alguém trabalhando, ou tentando trabalhar, com música. Porém, fomos ditos a vida inteira que é melhor, mais fácil e mais produtivo trabalhar no silêncio, gerando conflito em diferentes grupos pelos diversos espaços da sociedade. Como já teorizado com base em artigos científicos no referencial teórico, a música compete pela concentração do cérebro, mesmo que em menor nível, podendo ser usado como um argumento por quem defende que a música atrapalha ao invés de ajudar. Entretanto, também foi observado na introdução que a música pode ser uma ferramenta para tratar problemas relacionados a déficit de atenção, indicando que a música de fato ajuda na atenção, porém é preciso usá-la de forma consciente e bem planejada.

A partir dessa discussão, surge a questão prática: como transformar a música em um recurso que potencialize a atenção, em vez de competir com ela? É nesse ponto que entram os estudos sobre a musicoterapia, investigando de que forma intervenções musicais podem ser usadas como ferramenta terapêutica.

A musicoterapia, tanto ativa (participação musical) quanto passiva (escuta), tem sido estudada como complemento terapêutico em contextos como o TDAH. Uma revisão sistemática de Goes et al.(2025) apontou efeitos promissores quanto a aplicação de musicoterapia, embora ainda não estatisticamente significativos, e alta heterogeneidade entre estudos. Isso indica que, apesar dos resultados instáveis, indicando que possui potencial real e merece mais investigação robusta.

Outra revisão (MADJAR et al., 2024) destacou sete possíveis mecanismos neurocognitivos pelos quais intervenções musicais podem auxiliar pessoas com TDAH: melhora das funções executivas, regulação do ritmo interno, ajuste da excitação (arousal), modulação da rede de modo padrão (default mode network), entrainment neural, regulação afetiva e facilitação na coesão social.

Em cenários experimentais, como os feitos por LAU et al.(2020) crianças que participaram de uma intervenção musical interativa tiveram melhora significativa no controle de atenção (medido através do Test of Everyday Attention for Children), enquanto uma intervenção com videogames e música de fundo não produziu alterações semelhantes

Comentado [A9]: Não há citação, logo não há evidência científica sobre o que está escrito aqui.

Comentado [A10]: Você cita, mas não explica.

Comentado [A11]: De que tipo?

ANÁLISE DE DADOS

Esse foi trabalho uma revisão bibliográfica. Sendo assim, a “análise de dados” não se baseou em experimentos e dados originais, mas em síntese qualitativa dos estudos analisados. Isso implica que as conclusões são obtidas através de comparações críticas entre achados de diferentes estudos, levando em conta heterogeneidade metodológica e dos próprios estudos e seus conteúdos.

Em maioria, os estudos convergem para a ideia de que o efeito da música sobre a atenção não é único — varia conforme características da música (presença de letra, complexidade melódica, ritmo/tempo, amplitude/modulação) e conforme a tarefa cognitiva (leitura e escrita vs. tarefas repetitivas/monótonas). No seu texto isso aparece claramente (músicas instrumentais/mais lentas tendem a favorecer leitura; músicas com letra competem com tarefas de linguagem). Estudos experimentais recentes reforçam que manipulações acústicas específicas (p.ex. modulações de amplitude) podem sustentar atenção de maneira diferenciada em distintos perfis de atenção.

Um dos tópicos importantes já discutidos é o papel do nível de alerta regulado pelo sistema noradrenérgico (LC). O LC modula o estado de vigília e seletividade atencional, e mudanças na ativação noradrenérgica alteram como os estímulos competem por atenção. Isso explica por que músicas aceleradas e de alta excitação podem prejudicar tarefas que exigem foco seletivo, enquanto podem ajudar tarefas monótonas por elevar o arousal (Breton-Provencher, 2021; Woods et al., 2024).

Por último, para fazer uma resposta a questão norteadora desse trabalho, é preciso entender que ele se baseia em muitas suposições. Por exemplo, a definição de música utilizada nesse trabalho não é um consentimento. Outros fatores como heterogeneidade de resultados dos estudos e a variabilidade naturalmente atribuída a esse tema, torna difícil chegar em uma única resposta.

Sendo assim, com base nos estudos analisados, a música pode tanto atrapalhar quanto ajudar, dependendo das condições de cada estudo futuro nessa área da neurociência.

CONCLUSÃO

A partir da revisão bibliográfica realizada, conclui-se que a música pode, sim, influenciar a atenção, mas não de forma universal ou uniforme. Em alguns contextos, ela se mostra uma aliada da concentração, contribuindo para melhorar o desempenho e reduzir a fadiga mental; em outros, porém, pode se tornar um fator de distração. Dessa forma, a resposta à pergunta central deste trabalho não é simplesmente “sim” ou “não”, mas depende do estilo musical, do tipo de tarefa e das particularidades de cada indivíduo.

Além de ampliar a compreensão sobre a interação entre música e atenção, este estudo também reforça a relevância de pesquisas futuras que combinem análises teóricas com dados empíricos, especialmente em contextos aplicados como educação, saúde mental e ambiente de trabalho. Nesse sentido, o tema ainda se mostra aberto para investigações mais específicas, que possam aprofundar os efeitos da música em diferentes perfis de pessoas e em diferentes situações.

Ao longo do trabalho de iniciação científica, foi descoberto que a atenção é um fenômeno do cérebro que é o ato de se concentrar em um único estímulo, podendo ser uma atividade escrita, um jogo, uma conversa ou qualquer outra coisa que demande foco. Também foi descoberto que a música, um conjunto ordenado de sons e ritmos, que formam uma melodia, também é um estímulo. Logo surge a pergunta: de que forma a música afeta a atenção durante a realização de atividades que exigem concentração?

Para responder isso, foram feitas duas hipóteses. Primeiro, a música não ajuda com a atenção, sendo usada apenas para amenizar o tédio ou criar distrações. Já a segunda hipótese diz que a música pode ajudar, mas somente se seu uso for consciente. Com as hipóteses já feitas, foi iniciada a pesquisa. Ao longo dela, foi descoberto que a atenção é um fenômeno químico que acontece no cérebro, mais precisamente através das rotas noradrenérgicas do *Locus Coeruleus*, que distribuem noradrenalina pelas partes do cérebro que geram o fenômeno da atenção, principalmente as rotas ascendente e cerebelar (Woods et al., 2024).

Além das rotas, outro mecanismo relacionado ao LC é o nível de alerta, que regula a resposta de um indivíduo. Caso ele esteja muito alto, a pessoa terá dificuldade em se concentrar em um único estímulo, e se o nível de alerta estiver muito baixo, a pessoa terá dificuldade em manter o foco em um único estímulo.

O fenômeno da atenção pode ser afetado pela música se ela entrar como um fator regulador do nível de atenção de um indivíduo. Como o processo da atenção envolve as mesmas partes que envolvem o processo do processamento de sons, é justo dizer que a música pode atrapalhar ou ajudar dependendo de como ela afeta o nível de alerta. Músicas mais aceleradas, como Rock por exemplo, podem desconcentrar a pessoa, por excitar o nível de alerta. Sendo assim, é necessário um uso consciente da música como ferramenta de concentração.

Nesse contexto, entra a musicoterapia, uma ferramenta utilizada principalmente no tratamento de déficit de atenção e auxílio para pessoas com TDAH. Apesar dela ser uma ferramenta recente e com resultados heterogêneos entre os estudos, a musicoterapia já apresentou efeitos positivos em terapias e continua a ser uma opção viável para auxiliar pessoas com TDAH.

Em suma, para responder à pergunta: de que forma a música afeta a atenção durante a realização de atividades que exigem concentração? É primeiro necessário entender que a resposta vai variar de experimento para experimento, conforme o gosto musical e a atividade sendo realizada em cada um. Sobre as hipóteses, elas foram parcialmente corroboradas. A segunda hipótese, que a música apenas distrai, foi parcialmente corroborada pois requer certo entendimento para aplicá-la corretamente. Já a primeira hipótese, que a música pode efetivamente melhorar a atenção quando bem aplicada, foi corroborada pelo mesmo motivo.

REFERÊNCIAS

FENG, James Q. *Music in terms of science*. 2012

Goes, A. de O. (2023). *Outcomes of Music Therapy on Children and Adolescents with ADHD: A Meta-analysis*.

GONÇALVES, Larissa Aparecida; MELO, Silvana Regina de. A BASE BIOLÓGICA DA ATENÇÃO. Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR, [S. l.], v. 13, n. 1, 2010

Mendes, C. G. (2024). *Effects of Background Music on Attentional Networks of Children with ADHD*. *International Journal of Music Research*.

Woods, K. J. P., et al. (2024). *Rapid modulation in music supports attention in listeners*. *Nature Communications*.

https://www.researchgate.net/figure/Locus-coeruleus-LC-efferent-pathways-and-relevant-functions-LC-projects-throughout-the_fig1_338194613?utm_source=chatgpt.com link da segunda imagem

<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.todamateria.com.br%2Fcerebro%2F&psig=AOvVaw3Jq8gPr1jGGOWsE7Cb1GkQ&ust=1758756830438000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBIQjRxqFwoTCLjlyPeF8l8DFQAAAdAAAAABAE> link da primeira imagem

<https://link.springer.com/article/10.1007/s10943-016-0195-x> saoji

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0965229920318732> anusya