

## **UM OLHAR SOBRE O DESEMPENHO DE ALUNO PÚBLICO-ALVO DA EDUCAÇÃO ESPECIAL DIANTE DE CENÁRIOS PARA APRENDIZAGEM MATEMÁTICA, MEDIADOS POR AMBIENTE MUSICAL**

### **A PERSPECTIVE VIEW OVER THE PERFORMANCE OF A SPECIAL EDUCATION TARGET STUDENT ON MATHEMATICAL LEARNING SCENARIOS, MEDIATED BY MUSICAL ENVIRONMENT.**

Tula Rocha Morais

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM

[tula.rocha@ufvjm.edu.br](mailto:tula.rocha@ufvjm.edu.br)

#### **Resumo**

O presente artigo é recorte da tese de doutorado e teve como objetivo analisar o desempenho realizado por uma aluna público-alvo da Educação Especial em tarefas integrantes de cenários inclusivos para a aprendizagem matemática, mediados por ambiente musical. A questão de pesquisa deste estudo é: quais são as mudanças relacionadas ao ambiente musical que podem ser percebidas no desempenho da participante, indicando melhoria na atenção e memória diante de tarefas matemáticas? Pesquisas embasadas na neurociência sobre funções cognitivas, como atenção, memória, emoção, além do ambiente musical e sua utilização na construção de cenários inclusivos para aprendizagem fundamentam esta investigação. A pesquisa é de cunho qualitativo por permitir coletar os dados diretamente da fonte, tendo o pesquisador como principal agente dessa coleta. Cenários para aprendizagem mediados pelo ambiente musical foram construídos e tarefas realizadas em diferentes momentos, utilizando registros escritos e orais ao longo de sete meses. Os resultados revelaram uma mudança significativa na quantidade armazenada de informações numéricas, inicialmente o com reconhecimento da sequência numérica até dez, chegando após à vivência das tarefas até o trinta. Foram observados indícios de melhoria da atenção e memória da participante, decorrentes da exposição ao ambiente musical, o que corrobora pesquisas recentes da contribuição desse cenário e seus efeitos no desempenho cognitivo.

**Palavras-chave:** Educação inclusiva. Matemática. Ambiente musical. Atenção. Memória. Aprendizagem.

#### **Abstract**

This article excerpt from a PhD thesis aimed to assess the performance of a Special Education target student in tasks that are part of inclusive scenarios for mathematical learning mediated by musical environment. The question that substantiates this study is: what changes related to the musical environment can be perceived in the participant's performance indicating improvement on the mathematical tasks in terms of attention and memory? Neuroscience based research on cognitive functions such as attention, memory, emotion, in addition to the musical environment and its use in the construction of inclusive scenarios for learning, underlie this investigation. This is a qualitative research as it is based on the direct data collection from the source, with the researcher as the main collection agent. Learning scenarios mediated by the musical environment were built and connected tasks were performed at different times using written and oral records over seven months. The results revealed a significant shift in the amount of numerical information stored, initially with recognition of the numerical sequence one to ten, and ending up to thirty as a result

of the experience with the planned tasks. Evidence about the improvement of the participant's attention and memory resulting from exposure to the musical environment was observed, corroborating recent research on its contribution and effects on cognitive performance.

**Keywords:** Inclusive Education; Mathematics; Musical Environment; Attention; Memory; Learning Process.

## INTRODUÇÃO

Os encantos promovidos pela música na humanidade vêm de longa data e os benefícios voltados à promoção da saúde e bem-estar são reconhecidos desde as primeiras civilizações, conforme destaca Cerqueira (2017). Entretanto, pesquisas com esta temática tiveram aumento considerável após estudos relacionados às neurociências e à utilização de equipamentos de neuroimagem não invasivos, altamente sofisticados, como a tomografia por emissão de pósitrons (PET scanners) e a ressonância magnética funcional. Estudos como o de Muszhat (2000) ressaltam o papel da música na flexibilização mental, na coesão social e no fortalecimento de vínculos e no compartilhamento de emoções. Outros revelam investigações enfatizando a audição musical, como Sekeff (2007), afirmando que o ato de ouvir música revela aquele que a escuta. A pesquisadora acredita que a audição musical influencia a noção que o indivíduo tem de si mesmo e a forma como seus pensamentos se ligam às emoções. “A escuta envolve o perceber, analisar, deduzir, diferenciar, sintetizar, codificar, decodificar, abstrair, memorizar” (SEKEFF, 2007, p. 147-148).

Pantev e Herzholz (2011) destacam, na audição musical, a ativação de várias áreas cerebrais, responsáveis pelos mecanismos auditivos, pelo armazenamento e pela recuperação de memória. Há ainda investigações relacionando a música com a emoção, como as de Holmes e Hallan (2017).

O fato é que a presença da música em várias atividades humanas tem despertado o interesse de muitos estudiosos. Exemplo disto pode ser visto na musicoterapia, que promove possibilidades de tratamentos clínicos, reabilitação e prevenção da saúde e bem-estar do homem. Na educação, este movimento não foi diferente, considerando principalmente aqueles pertencentes ao público-alvo da Educação Especial. Há investigações que envolvem a contribuição da Educação Musical na socialização de alunos; outras promovem o desenvolvimento de habilidades de leitura, escrita, matemática, além de estudos sobre a influência da escuta musical no processo de aprendizagem.

São diversas as formas disponíveis para se usar a música em benefício e/ou tratamento do homem, seja: criando, ouvindo, tocando, lendo partituras, dançando,

meditando, dentre outras. Sze (2006) defende a integração de músicas no ambiente educacional por fornecer experiências concretas e práticas, essenciais ao desenvolvimento da capacidade de cada criança de raciocinar, pensar, resolver problemas, analisar, avaliar e aumentar a criatividade.

Há ainda uma crença de que a aptidão e a apreciação musical permanecem inalteradas ou tardiamente afetadas em indivíduos com *déficit* cognitivo. Já com relação às experiências musicais, há consenso entre os pesquisadores que defendem preferencialmente seu início na infância, afirmando que nessa etapa a criança apresenta maior disposição fisiológica para a receptividade musical.

O presente estudo aborda o ambiente musical no processo de alfabetização matemática de uma aluna diagnosticada com *déficit* cognitivo. Apresenta-se um recorte da tese de doutorado, destacando um dos episódios vivenciado pela aluna e a pesquisadora, observados e analisados em três momentos distintos: um no começo dos estudos e os outros dois após quatro e sete meses de intervenção presencial, mediada pelo ambiente musical.

As pesquisas que subsidiaram os estudos se fundamentam nos trabalhos sobre ambiente musical, como os de Hallan (2010), Holmes e Hallan (2017), Sekeff (2007), Kirk *et al* (2021); na neurociência cognitiva, conta-se com Guerra (2015), Guerra e Amaral (2020) e, em cenários inclusivos para aprendizagem, Fernandes e Healy (2015).

A pesquisa de cunho qualitativo permitiu observar o desempenho de uma aluna diante de cenários inclusivos para a aprendizagem, mediados por ferramentas materiais e semióticos, dentre elas o ambiente musical.

## NEUROCIÊNCIA E APRENDIZAGEM

*Inicialmente, abordamos as contribuições da neurociência para o desenvolvimento e a aprendizagem humana, especialmente, o processo que busca educar pela atenção, percepção, memória e emoções.*

*(GARDNER, 1999)*

O século XX, mais precisamente, o período de 1990 a 1999, ficou conhecido como a década do cérebro, permitindo uma melhor compreensão das inter-relações entre os fenômenos mentais e o funcionamento cerebral, o que ocasionou um crescimento considerável de estudos nessa área, impulsionando o desenvolvimento das neurociências.

Muitos pesquisadores se dedicaram ao estudo das neurociências, dentre eles Guerra

(2015, p. 12) que a define como: “ciências naturais, que descobrem os princípios da estrutura e do funcionamento neurais, proporcionando compreensão dos fenômenos observados”. Para Guerra (2015), conhecer o Sistema Nervoso requer estudar o cérebro, parte integrante deste e onde ocorre o processamento de informações captadas pelos sentidos e pelas respostas adaptativas por eles produzidas, que guiam nosso comportamento. Além disso, segundo a autora, existem funções relacionadas à cognição e à emoção acionadas pelo convívio social que dependem do cérebro:

Funções relacionadas à cognição e às emoções, presentes no cotidiano e nas relações sociais, como sentir e perceber, gostar e rir, dormir e comer, falar e se movimentar, compreender e calcular, ter atenção, lembrar e esquecer, planejar, julgar e decidir, ajudar, pensar, imaginar, se emocionar, são comportamentos que dependem do funcionamento do cérebro (GUERRA, 2015, p. 02).

O trabalho proposto enquadra-se na neurociência cognitiva, que conta com investigações em tempo real sobre o comportamento cerebral diante de diferentes estímulos e, por se tratar da ciência que investiga na perspectiva de Vygotsky (1896-1934) e Alexander Luria (1902-1977), os processos cognitivos, considerando aspectos relacionados à memória, à atenção, ao desenvolvimento de habilidades nas interações sociais, além do papel das emoções no processo de aquisição do conhecimento.

Amaral e Guerra (2020) concordam com este pensamento e afirmam ser fundamental para a aprendizagem o desenvolvimento de funções mentais e a aquisição de novas competências, que são possíveis pelas interações do homem com o ambiente. Dessa forma, torna-se possível transformar o mundo, a sociedade, com maior probabilidade de melhorar nossa qualidade de vida.

As autoras destacam ainda que, como o cérebro não consegue processar simultaneamente todas as informações que recebe, ele conta com uma função mental para tal, a atenção. Nesse sentido, a atenção seleciona o estímulo mais importante, significativo, dentre vários, em conformidade com nossas necessidades físicas, cognitivas e/ou emocionais. Assim, a via de entrada da aprendizagem é a atenção, pois, por meio dela, as informações são acessadas e processadas pelos diferentes sistemas de memória. Dessa forma, se não prestamos atenção em algo, nosso cérebro não processará a informação, portanto não fará seu registro, inviabilizando a aquisição da aprendizagem (AMARAL; GUERRA, 2020).

Sabe-se que a atenção é mobilizada por padrões (esquemas mentais), momentos significativos, novos ou motivadores, presentes em nossos arquivos cerebrais que, ao serem

motivados, emocionalmente engajados, direcionam nossa atenção para a experiência vivenciada (AMARAL; GUERRA, 2020). Vale ressaltar que não conseguimos prestar atenção por um longo período, o que significa dizer que, no período do dia escolar, precisamos de intervalos de tempo ou mudanças de atividades propostas, de modo a recuperar e manter a atenção por maior espaço de tempo.

Estudiosos, como Deutsch, Dube e McIlvane, apontam um problema comum em crianças com *déficit* de desenvolvimento: a dificuldade em manter a atenção para obter informações e/ou concluir tarefas, levando-as frequentemente ao fracasso (DEUTSCH; DUBE; MCILVANE, 2008 apud BENTLEY, 2015, p. 01). Nesta mesma direção, a Associação Brasileira do Déficit de Atenção (ABDA) defende a aplicação de atividades de curta duração para alunos *diferentemente eficientes*, de modo a garantir a atenção e envolvimento deles durante a atividade proposta.

Na perspectiva neurocientífica, quando a informação é mobilizada pela atenção, ocorre a codificação e o registro da experiência no cérebro, produzindo a memória. Conseguimos memorizar experiências que passam pelo filtro da atenção. No cérebro, quando a atenção é ativada repetidas vezes, os circuitos neurais envolvidos formam memórias que promovem, por sua vez, a aprendizagem. Nesse sentido, as memórias são decorrentes de vivências ou informações que despertaram nossa atenção.

É importante destacar que as memórias podem ser de curta ou de longa duração. As primeiras são transitórias, conhecidas como memórias de trabalho, e retêm informações recentes por um tempo reduzido “necessárias ao desempenho de uma tarefa que requer a consciência” (AMARAL; GUERRA, 2020, p. 78). Segundo as autoras, esta memória processa informações, como sons, cores, palavras, pensamentos, tornando-os disponíveis para acesso em uma dada situação. No entanto, sua capacidade é limitada quanto à quantidade de dados que podem ser mantidos. Ela é essencial ao desenvolvimento de habilidades de leitura, cálculos matemáticos e rotinas diárias, como datas, locais e horários.

Por outro lado, as memórias de longa duração são constituídas por informações mais prolongadas, lembranças mais permanentes. Amaral e Guerra (2020) argumentam que, para a produção de memórias de longa duração são necessárias ações de repetição, elaboração e consolidação. O que significa dizer que precisamos acionar a informação armazenada em nosso cérebro diversas vezes, se possível, por meio de diferentes estímulos, para favorecer a formação de mais redes neurais associadas a ela, constituindo novos

registros que permanecerão no cérebro de forma mais permanente. Esse processo é denominado por Amaral e Guerra (2020) como consolidação.

Os processos de repetição e elaboração podem ser feitos de forma simples ou complexa, ou seja, podem envolver diferentes níveis de processamento, o que determinará a força do registro ou traço de memória que será formado. Informações repetidas e elaboradas de forma efetiva- por meio da exposição frequente aos conteúdos sob diferentes formatos e níveis de complexidade progressivamente maiores- resultarão em novas conexões neurais, estabilizadas no cérebro. Elas se constituirão em registros fortes, que tendem a resistir ao tempo (AMARAL; GUERRA, 2020, p. 79).

Torna-se evidente que a utilização de ferramentas multissensoriais na produção de cenários para aprendizagem ativará múltiplas conexões neurais que estabelecerão associação entre si, favorecendo a constituição de memórias mais permanentes, levando à aprendizagem. Do ponto de vista neurocientífico, “se as informações/experiências forem repetidas, a atividade mais frequente dos neurônios relacionados a elas, resultará em neuroplasticidade e produzirá sinapses mais consolidadas” (GUERRA, 2015, p. 06).

Portanto, a memória desempenha um papel essencial para a aprendizagem, por possibilitar o registro mais permanente daquilo que vivenciamos. Contudo, a aprendizagem vai além da memorização, por envolver a construção de conhecimentos, habilidades, atitudes que possibilitam uma interação adaptativa e criativa do homem com e no meio social em que vive (AMARAL; GUERRA, 2020).

Contudo, pesquisas de âmbito nacional e internacional apontam que, além das funções cognitivas como atenção e memória, as emoções também exercem influência no processo de aprendizagem. As emoções representam a percepção que nosso cérebro tem das mudanças fisiológicas vivenciadas. Amaral e Guerra (2020) destacam que seu funcionamento é similar a sinalizadores internos, capazes de indicar o grau de relevância de um dado acontecimento. Assim, as emoções “atribuem valor às interações que estabelecemos e ao que fazemos, indicando o quanto algo é ruim ou bom, significativo ou não” (AMARAL; GUERRA, 2020, p. 71).

Para as autoras, as emoções são perceptíveis porque alteram nosso corpo, provocando diferentes sensações, como: aumento da frequência cardíaca, alteração facial e/ou peristaltismo intestinal (frio na barriga). Asseguram que estas mudanças corporais estão relacionadas a experiências emocionais conscientes e por nós identificadas, como medo, tristeza, surpresa, alegria, euforia, dentre outras. Elas complementam informando que, no cérebro, as regiões que processam as emoções estão conectadas a outras regiões do

sistema nervoso, exercendo influência sobre elas sejam na memória, na percepção, no raciocínio lógico matemático, motor, na linguagem e no planejamento de estratégias de comportamento.

Amaral e Guerra (2020) ainda destacam que as emoções podem alterar nosso desempenho cognitivo numa via de mão dupla.

A atividade nas áreas cerebrais relacionadas às emoções pode, portanto, modificar o desempenho cognitivo do indivíduo e vice-versa, pois o que pensamos e a forma como percebemos nossas experiências e a nós mesmos podem influenciar nossas emoções. Situações de aprendizagem prazerosas, estimulantes, que gerem desafios, seguidas de sensação de bem-estar pela solução da questão, permeadas por afeto, ou até mesmo, por pequeno e transitório estresse no caso de tarefas desafiadoras, mas transponíveis, são mais efetivas. Em contrapartida, baixa autoestima, estresse e ansiedade, influenciam negativamente a aprendizagem (AMARAL; GUERRA, 2020, p. 74)

Nessa passagem, fica evidente a importância de se construir cenários para aprendizagem que sejam desafiadores, prazerosos, que despertem sensações de bem-estar, afetividade e, até mesmo, um estresse temporário com viabilidade real para possíveis soluções. Dessa forma, a aprendizagem será mais significativa e permanente.

Concluindo, a aprendizagem é o resultado da articulação de diversas funções cognitivas que, acionadas, desencadeiam novas conexões com outras já existentes (sinapses), seja quando provocada pelas interações sociais, pela mobilização motora, ao se estimular os sentidos diante de uma determinada situação e psicológica, ao acionar a percepção, atenção, memória e emoção, promovendo a modificabilidade cognitiva.

Particularmente, o interesse pela memória, neste trabalho, está relacionado a sua importância nos processos de ensino e de aprendizagem, bem como pelo fato de se trabalhar com alunos *diferentemente eficientes* que podem apresentar dificuldades relativas à atenção e à memória de curto e/ou longo prazo, como é o caso da participante desta investigação.

Ciente da importância dos estudos neurocientíficos para melhorar a aprendizagem dos alunos e do uso de recursos multissensoriais, ampliando as conexões neurais, investiga-se a contribuição da música nesse processo.

## **AMBIENTE MUSICAL**

*A música, por ser uma função cognitiva complexa, se constitui em um modelo para investigação da hipótese da organização modular do cérebro.*  
(SILVA, 2014)

Ao longo do texto, descreve-se a perspectiva neurocientífica da aprendizagem, destacando-se algumas funções cognitivas importantes no processo. Acrescenta-se a elas outra função que merece a atenção igualmente, a música. Conforme assinala Silva (2014), a música constitui uma função cognitiva complexa com possibilidades de influenciar na organização modular do cérebro.

Há estudos envolvendo a música, seus usos e efeitos, assim como o papel da música na modulação do humor, conforme discutir-se-á mais adiante. Os estudos sobre o ambiente musical começaram com Rauscher (1993 apud Schellenberg 2013), sobre o fenômeno intitulado como *Efeito Mozart*, que revelou aumento no QI de estudantes após audição de Mozart e, conseqüente, polêmica pela divulgação prematura dos resultados e em relação à validade deles. Essa investigação fomentou inúmeras outras pesquisas na tentativa de se refutar ou corroborar os resultados por ele alcançados. De fato, algumas corroboraram, outras refutaram, o que levou estudiosos a buscar justificativas para tais resultados, assim como, a buscar novos direcionamentos, como os da possível influência da modulação de humor.

Hallan (2010) pesquisou o efeito da música no desenvolvimento da atenção de crianças com *déficit* de atenção, concluindo que elas eram capazes de manter a atenção por mais tempo e que a atenção alternada (habilidade de alternar o foco) entre os pares aumentou nos momentos em que a música foi incorporada. A autora revelou que as explicações para o efeito da música na aprendizagem e no comportamento podem estar relacionadas à excitação e ao humor que ela provoca. Razão pela qual atribui à música a excitação percebida, produzindo melhora no desempenho de tarefas simples. Contudo, alerta para o fato de que utilizada em tarefas complexas pode levar à exaustão. Recomenda cuidado na seleção dos tipos de música que serão tocadas e que estas devem estar em concordância com a finalidade do estudo.

Outro estudo sobre a possibilidade de que a música poderia promover estímulos de excitação e humor, influenciando o desenvolvimento cognitivo, fez com que pesquisadores, como Schellenberg e colaboradores (2007, 2013), desenvolvessem novos estudos que investigaram o *Efeito Mozart* a partir de novas circunstâncias e condições, na tentativa de compreender melhor o fenômeno e a relação com as emoções.

As pesquisas de Schellenberg *et al.*, desenvolvidas em 2007, investigaram as habilidades espaciais de crianças de dez e onze anos, após ouvirem música pop, música

composta por Mozart e instruções orais sobre o experimento. Os estudiosos apresentaram a hipótese de que a relação entre ouvir Mozart e as habilidades espaço-temporais apresentadas “justifica-se pelo fato de ser um estímulo agradável que, por sua vez, pode melhorar o estado emocional do participante e, conseqüentemente, afetar o desempenho cognitivo” (MORAIS, 2022, p. 78).

Além disso, eles partiram da premissa de que a hipótese de excitação e humor é capaz de oferecer uma estrutura que explica o *Efeito Mozart*, uma vez que o efeito não é específico da música em geral (tampouco daquelas compostas por Mozart) e muito menos por testes que medem habilidades espaço-temporal, conforme assegurou Rauscher (1993).

Por essa razão, os autores defendem a ideia de que ouvir Mozart pode ser comparado a um estímulo auditivo envolvente, não necessariamente musical. Eles exemplificam sua tese com a experiência de se ouvir o estímulo preferido, como a contação de histórias, antes da realização de testes cognitivos. Baseados nessa hipótese, eles promoveram novas pesquisas variando os estímulos, constatando que o desempenho dos participantes também melhorava. Assim, forneceram novos indícios sobre a influência do estímulo auditivo nos resultados obtidos, podendo estes ser a música ou não.

Na tentativa de identificar elementos da música que pudessem favorecer o *Efeito Mozart*, Schellenberg (2013) promoveu novas investigações sobre ele e sua relação entre os efeitos do ritmo e do modo musical na excitação e no humor, além do seu impacto na habilidade espacial.

Neste novo experimento, a sonata de Mozart foi gravada em quatro versões tocadas no piano, com variação no andamento (rápido ou lento) e no modo (maior ou menor). Os participantes foram divididos em grupos e cada um ouvia uma das versões produzidas para posterior realização das tarefas que envolviam as habilidades espaciais. O ambiente musical foi utilizado antes e depois da atividade, visando a medição da excitação e do humor.

Os resultados mostraram desempenho superior na tarefa espacial do grupo que ouviu a música no ritmo rápido e modo maior. Que manipulações de tempo afetaram a excitação, mas não o humor dos participantes. Por outro lado, as manipulações de modo afetaram o humor sem alterar a excitação, o que levou o grupo a concluir que mudanças na excitação e no humor acompanhavam a variação na tarefa espacial. Esses dados são consistentes com a visão de que o *Efeito Mozart* é uma consequência das mudanças na

excitação e no humor.

Recentemente, a pesquisa desenvolvida por Kirk, Ngnoumen, Clause, Purvis, em 2021, investigou os efeitos cognitivos e cardiovasculares (variabilidade da frequência cardíaca) diante da exposição a três gêneros musicais instrumentais (jazz, piano. *Lo-fi*<sup>1</sup> (Low Fidelity- música mistura batidas de jazz e *hip-hop*), envolvendo 120 participantes distribuídos em grupos experimentais e de controle, dos quais 108 foram considerados na análise. Cada grupo foi exposto a um único gênero musical e o grupo controle sem música.

O experimento ocorreu em três dias, tendo duração de 15 e 45 minutos, e foi dividido em quatro fases nas quais os participantes desenvolveram duas tarefas de monitoramento da atenção. Os batimentos cardíacos foram mensurados por meio do monitor Firstbeat Bodyguard II HRV<sup>2</sup> (Firstbeat Technologies Ltd, Jyväskylä, Finlândia), mesmo equipamento padrão utilizado nos sistemas de monitoramento fisiológico em ambientes clínicos e laboratoriais. O teste cognitivo aplicado foi o SART (aciona/não aciona) que visa medir a atenção sustentada. O SART apresenta diversos estímulos ao participante que deve pressionar uma barra mediante a visualização de códigos numéricos em um pequeno espaço de tempo (m\ s). A tarefa proposta contou com 240 estímulos dos quais 216 não eram alvo e 24 envolviam atenção sustentada.

Os testes revelaram aumento significativo no desempenho dos participantes da fase inicial para fase final nos três grupos submetidos à audição musical.

Ao comparar a eficácia dos diferentes tipos de música, verificou-se a modulação no processamento cognitivo e na atividade fisiológica dos envolvidos. Os resultados revelaram diferenças no desempenho dos três grupos expostos ao ambiente musical na tarefa de atenção sustentada à resposta (SART) em comparação ao grupo de controle sem música. A mesma comparação entre os grupos experimentais e controle também indicou aumento na frequência cardíaca, sugerindo que a música pode aumentar o desempenho cognitivo.

Com relação ao tempo de exposição musical e à alteração provocada nos batimentos

---

<sup>1</sup> Low-Fidelity que significa baixa qualidade, termo associado a registros sonoros com imperfeições que seriam consideradas erros no processo de gravação em fitas de rolo, como eram gravados os discos antigamente. Expressão bem popular no meio *hip-hop* graças ao DJ William Berger de Nova York que ganhou destaque na pandemia ocasionada pelo coronavírus.

<sup>2</sup> O Bodyguard 2 é um monitor leve e vestível conectado ao peito que usa eletrodos de ECG (Ambu Ltd, Ballerup, Dinamarca) para medir a variabilidade da frequência cardíaca.

cardíacos, os autores não encontraram diferenças significativas nos dois períodos considerados de 15 e 45 minutos. Assim, concluíram que os três tipos de música utilizados alteraram o desempenho cognitivo e a resposta fisiológica subjacente. Além disso, verificaram que músicas instrumentais, como as selecionadas, parecem mobilizar mais a atenção, sendo, portanto, indicadas à realização de tarefas cognitivas exigentes. Observaram, ainda, que há maior probabilidade de eficácia após audição musical, exceto para casos em que a música for familiar ao ouvinte. Isso porque encontraram diferença em relação ao tempo de exposição nas músicas de estilos jazz e *lo-fi*, fornecendo indícios da possível relação com a familiaridade da música, bem como atribuindo a ela um importante papel no envolvimento emocional dos ouvintes. Logo, o estudo descobriu que a familiaridade com a música influenciou o desempenho cognitivo, considerando os tempos de reação mais rápida, durante a intervenção musical em que os participantes realizaram a tarefa de atenção, bem como no aumento da resposta fisiológica, quando comparado à música familiar ou não.

A análise simples dos efeitos principais mostrou que, nos três grupos musicais, o desempenho foi significativamente maior em ambos os períodos quando comparados ao grupo sem música. Além disso, a capacidade de atenção dos participantes também aumentou.

Salienta-se que os trabalhos envolvendo o *Efeito Mozart* adotaram procedimentos clínicos, uma vez que se referiram a pesquisas desenvolvidas nas áreas de saúde e psicologia. Contudo, considerando que foram os primeiros estudos sobre a influência do ambiente musical que adotaram testes cognitivos, os protocolos neles apresentados serviram de inspiração para que fosse desenvolvido, nesta investigação, um procedimento no âmbito educacional, que pudesse investigar o processo de aprendizagem matemática de alunos *diferentemente eficientes*. Razão pela qual se optou por adotar cenários inclusivos para aprendizagem, utilizando atividades interventivas ao invés da aplicação dos testes cognitivos.

Com relação ao ambiente musical, foram atendidos os mesmos preceitos das pesquisas envolvendo o *Efeito Mozart*, considerando momentos distintos, com e sem a exposição ao ambiente musical. O tempo de exposição musical também foi diferente das pesquisas sobre o *Efeito Mozart*, visto que a duração média foi de quarenta minutos diários, por um intervalo de sete meses. Diante dessas considerações, informa-se que, para este

estudo, foram selecionadas para compor o ambiente musical as músicas consideradas agradáveis ao público-alvo e que melhor atendessem à finalidade da pesquisa.

Ressalta-se que houve momentos, nos encontros, sem música ambiente, destinados à socialização do conhecimento. Além disso, esse estudo envolveu o pensamento aritmético, mais especificamente, a alfabetização matemática, ao invés das habilidades espaço-temporais, analisadas nas pesquisas que envolviam o *Efeito Mozart*.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este estudo, em concordância com Bogdan e Biken (1994, p. 4-7), é de cunho qualitativo por ser descritivo, permitir que a coleta de dados seja obtida diretamente da fonte, considerar o pesquisador o principal agente dessa coleta, ter foco no processo e pelo fato de possibilitar a análise dos dados condizente com o processo indutivo. Corroborando esse entendimento, Minayo (2001, p 22) afirma que a pesquisa qualitativa se dedica a investigar o mundo dos significados das ações e relações humanas não perceptível em dados estatísticos.

A pesquisa e este recorte se enquadram nestas características, tendo em vista que se buscou compreender o processo de desenvolvimento da participante promovido pelos cenários inclusivos para aprendizagem. Ressalta-se ainda que a investigação teve aprovação do comitê de ética.

### 3.1 O cenário desenhado

A compreensão sobre cenários inclusivos para aprendizagem, adotada neste artigo, decorre da concepção proposta por Fernandes e Healy (2015), que evidenciam elementos essenciais nos cenários inclusivos, como: as tarefas específicas e inter-relacionadas, ferramentas multissensoriais sejam materiais, semióticas e/ou tecnológicas necessárias nas ações evocadas pelas tarefas e desempenhadas pelos diferentes atores. A pesquisa foi realizada em uma escola pública da cidade de Belo Horizonte que atende uma comunidade carente do município.

#### 3.1.1 Atores: pesquisadora e Fênix

Fênix é uma garota de doze anos de idade, com um metro e quarenta centímetros, aproximadamente, cabelos cacheados, castanho escuro. Vai à escola sempre muito bem

penteadas, com o cabelo amarrado, tranças e rabo de cavalo. É muito cuidadosa e caprichosa com todo o material escolar. Além disso, é uma menina introvertida, de poucos relacionamentos com os colegas. Não fazia contato visual com a pesquisadora no início dos encontros. Era dependente da acompanhante de sala para realizar qualquer atividade escolar. Estava no 6º ano do Ensino Fundamental, porém não tinha sido alfabetizada até o momento. Não conseguia ler, nem escrever, mas reconhecia as letras do alfabeto, embora necessitasse vê-las por escrito para se lembrar do desenho delas. Pronunciava apenas o primeiro nome, para o sobrenome consultava uma folha impressa que trazia consigo. Escrevia com letra em caixa alta. Sobre a contagem, conhecia os algarismos e a sequência numérica somente até o 10.

Constava na escola laudos de três especialistas: psiquiatra infantil, genética clínica e neurologista e CID10- F10 (Retardo mental leve). Neles o diagnóstico informava atraso do desenvolvimento neuropsicomotor, deficiência intelectual, disformismos e macrocrania<sup>3</sup>. Afirmavam que ela tinha dificuldades de aprendizagem. A neurologista, em seu relatório, informava CID-F10 e diagnosticava Fênix com retardo mental moderado ainda sem causa definida.

### **3.1.2 As ferramentas: jogos e ambiente musical**

Foram escolhidas ferramentas multissensoriais, semióticas e materiais para a construção dos cenários inclusivos, por serem suportes pedagógicos favoráveis às atividades propostas. Outra razão se deve ao fato de o jogo ser um recurso agradável ao público-alvo e que, considerando que a aluna não era alfabetizada, melhor atenderia as suas necessidades e potencialidades. Contudo, para o recorte deste artigo, apresentar-se-á uma das atividades escritas desenvolvidas por Fênix.

Das ferramentas semióticas, destacar-se-á a exposição ao ambiente musical, presente no período da pesquisa e na atividade selecionada para esta discussão. Salienta-se que muitos estudos envolvendo o ambiente musical vêm sendo desenvolvidos ao longo do tempo, com maior intensidade após a inserção das tecnologias de neuroimagem.

Pesquisadores, como DeMers (1996), revelaram indicação de tom baixo presente,

---

<sup>3</sup> Macrocrania - é apenas um aumento do crânio e do cérebro um pouco além do desenvolvimento normal, que é mais acentuado nos meninos do que nas meninas, e que não causa problemas para a saúde. Disponível em: <https://amanf.org.br/tag/macrocrania/>.

promovendo o relaxamento, assim como a utilização de instrumentos suaves, como flautas, cordas e outros, recomendados para se alcançar esse tom e produzir este efeito. Silva *et al.* (2016) apresentaram características das músicas com efeito relaxante.

Estudos com indicativos de que, quando se trata da escolha do ambiente musical, com o intuito de promover relaxamento, melhoria na atenção e memória, músicas suaves, calmas, relaxantes são indicadas, podendo ser clássicas, meditativas e/ou instrumentais. Por essa razão, escolheu-se uma sequência de músicas com características similares às relaxantes propostas por Silva *et al.* (2016) para compor o ambiente musical em todos os encontros realizados com a aluna. As músicas foram previamente salvas no computador e no celular da pesquisadora e reproduzidas com o auxílio de caixa acústica.

Em relação ao procedimento de uso do ambiente musical e considerando que o cenário proposto envolveu o processo de aprendizagem, decidiu-se por utilizar o ambiente musical como ferramenta semiótica, por um período diário de, aproximadamente, trinta a cinquenta minutos, enquanto a aluna trabalhava individualmente com jogos ou durante a realização de tarefas impressas. Nos momentos de socialização, a música era interrompida.

### **3.1.3 As tarefas**

Três atividades foram selecionadas. A primeira atividade fez parte da fase diagnóstica da pesquisa, momento em que uma sondagem sobre os conhecimentos e habilidades matemáticas foram investigadas, de modo a direcionar as ações interventivas. Uma atividade escrita com o nome da participante e a data de realização.

A segunda, consistiu em um registro escrito no quadro com a sequência numérica de números menores que 30, desenvolvida quatro meses após início da intervenção.

A terceira, um ditado de números, foi realizada depois de sete meses de intervenção e do uso do ambiente musical. Nele, a tarefa constituía no reconhecimento dos números representados oralmente, lembrança da representação simbólica, seguida do registro escrito correspondente. Ressalta-se que é uma atividade que evoca as funções cognitivas da atenção e memória.

## **REFLETINDO SOBRE OS DADOS E NOSSA EXPERIÊNCIA**

As reflexões resultantes dos dados coletados e da experiência vivenciada em campo, enquanto atora dos cenários inclusivos construídos, são provenientes da observação

participante, em um processo imersivo desta pesquisadora diante de uma interação constante com a participante. Dessa forma, foi possível sentir a experiência do outro, além de contribuir para que as informações obtidas refletissem a realidade vivida. Registros orais e escritos das atividades e suas resoluções integram os dados, provenientes das gravações em áudio e vídeo.

Salienta-se que as informações mais relevantes foram obtidas nos momentos de intervenção pedagógica, porque, nessa etapa, dados sobre quantificação, produção de registros pictóricos ou simbólicos, comparações, sequências numéricas, agrupamentos, tomadas de decisões a partir de argumentações quantitativas foram coletados.

No artigo, os dados referentes ao ambiente musical foram obtidos em dois momentos distintos, ambos em concordância com estudos descritos, inclusive sobre o *Efeito Mozart* e/ou a modulação do humor. O primeiro na fase diagnóstica, portanto sem a utilização do ambiente musical, o segundo e terceiro no final de quatro e sete meses de intervenção respectivamente, contemplando o emprego do ambiente musical em cada encontro, num período médio de trinta a cinquenta minutos diários.

Apresentam-se os dados em uma linha temporal indicando momentos relevantes, para que o desenvolvimento fosse registrado.

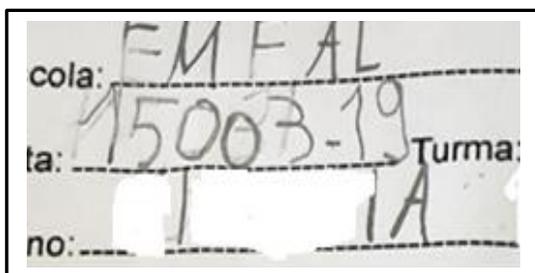
### **Momento I** **Fase inicial diagnóstica**

Atividade utilizando registro escrito realizada por Fênix envolvendo data e nome, no primeiro dia de imersão na turma de 6º ano.

### **Momento II – Fase 1** **Fase intermediária interventiva**

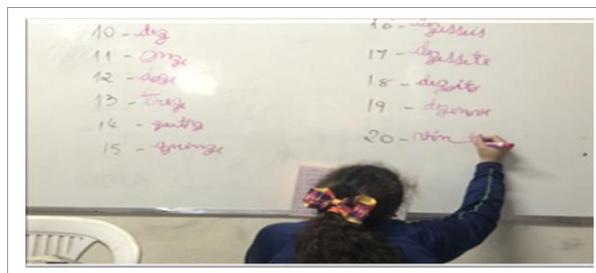
Atividade de registro escrito com sequência numérica de 10 a 20, utilizando registro simbólico associado a representação na língua materna cuja escrita usa letra cursiva com consulta.

**Figura 1:** Registro 1



**Fonte:** Autoria própria, 2019.

**Figura 2:** Fênix escrevendo com letra cursiva consultando para escrever



**Fonte:** Autoria própria, 2019.

Pelo registro apresentado na Figura 1, pode-se supor que Fênix, além de registrar o nome utilizando letra “caixa alta”, desconhece a função do número como identificador. Esse fato foi constatado pela escrita da data 15/03/2019, em que o dia 15 foi escrito como 150 ou 15003 e o ano 2019 como 19. Nessa passagem, percebe-se que a aluna desconhece a função do número como identificador, bem como unidades de medida como tempo, já que não existe dia expresso pelo número 150 e muito menos por 15003. Ela também não registrou a separação do dia e mês, conforme fez com o ano. Apesar de ter doze anos de idade, Fênix não aprendeu a escrever seu nome completo em letra cursiva e não reconheceu informações de nosso cotidiano como a data. Marco considerado na pesquisa como ponto de partida dos conhecimentos construídos por Fênix para a análise dos dados, corroborando o diagnóstico de não alfabetizada.

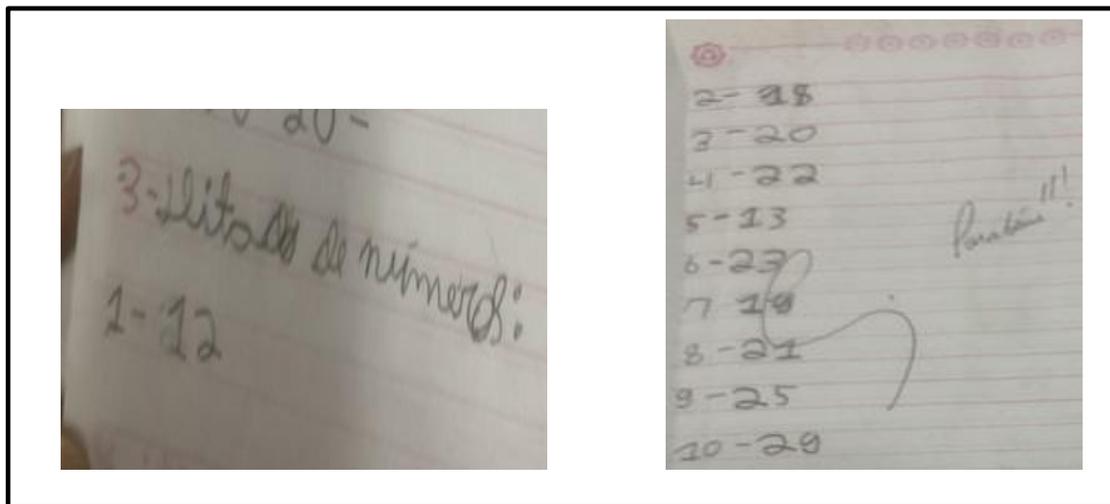
Na Figura 2, após quatro meses de intervenção e exposição diária ao ambiente musical, nota-se que Fênix registrou no quadro a sequência numérica de 10 a 20. Para isso, ela utilizou a letra cursiva ao escrever os números em palavras. Houve melhoria em seu processo de escrita, inicialmente diagnosticado pelo uso da letra “caixa alta”. Ressalta-se que a passagem da escrita da letra “caixa alta” para cursiva é um progresso no processo de alfabetização. Seu repertório para recitar e reconhecer números aumentou de 10 para 20. Evolução considerável em um curto espaço de tempo, para uma aluna que integra a escola há pelo menos seis anos e permanecia analfabeta. Contudo, fica evidente que ela necessitou da consulta do registro escrito das letras para escrever os números em palavras, evidenciando não se lembrar de todas as palavras e/ou da escrita delas.

Na perspectiva neurocientífica, a ampliação no processo de identificação da sequência numérica de 10 a 20 é resultado de ações que mobilizaram a atenção de Fênix, favorecendo a formação de memórias, consequentemente a aprendizagem. Os estudos de Kirk, Ngnoumen, Clause e Purvis (2021) comprovam que a utilização de ambiente musical favorece a mobilização da atenção, alterando satisfatoriamente o desempenho cognitivo dos envolvidos, já que em seus estudos, monitorados por equipamentos adequados, foi possível comprovar a melhoria no desempenho cognitivo, bem como alterações fisiológicas com a presença do ambiente musical em dois períodos inferiores ao que Fênix foi submetida. Mesmo não tendo utilizado instrumentos de neuroimagem, como nos estudos de Kirk *et al* (2021), as mudanças percebidas no comportamento e desempenho de Fênix são visíveis. Ressalta-se que, das ferramentas adotadas neste cenário, o ambiente

musical foi o único diferencial experimentado pela participante na escola.

**Figura 3:** Fênix e o ditado de números

Atividade com utilização do registro escrito envolvendo ditado de números menores que 30, sem auxílio da pesquisadora e acompanhante e/ou consulta.



**Fonte:** Autoria própria, 2019.

A Figura 3 registra uma tarefa realizada após sete meses de intervenção, utilizando a ferramenta ambiente musical. Nela, Fênix demonstra outro avanço em seu desempenho cognitivo. Além de se lembrar do registro simbólico de números até 30, associa o registro oral ao escrito de forma independente, sem necessidade de consultar nenhum material além de sua memória. Segundo Lorenzato (2017), o ditado de números envolve a habilidade de leitura e escrita complexa, que engloba a codificação e decodificação de símbolos, exigindo do aluno o reconhecimento da existência dos dez algarismos, cuja leitura difere quando esses são maiores ou menores que 9. Fênix finalizou essa etapa, demonstrando reconhecer a leitura e a escrita dos números menores que 30, sem mencionar o fato de que o ditado evoca o acionamento da memória, visto que, nesse tipo de atividade, dentre as funções cognitivas mobilizadas, a memória tem papel de destaque.

Ressalta-se que a postura da participante é de confiança e autonomia, já que escrevia os números ditados sem receio de errar. Nenhum deles foi apagado após seu registro, conforme comprovado na Figura 3. O que representa outra mudança em seu comportamento.

## REFLEXÕES FINAIS

A postura de Fênix, mais confiante, segura e bem-humorada, aliada aos registros escritos por ela apresentados nas atividades propostas, demonstrou uma evolução em seu comportamento. Do ponto de vista da escrita, utilizava letra caixa alta, passando a escrever com letra cursiva. Inicialmente, identificando números até dez para reconhecer sequência numérica até trinta e, da necessidade e dependência de consulta para escrita de nomes e símbolos, para codificação e decodificação correta de números, em curto espaço de tempo. Esses fatos nos permitem inferir sobre o papel do ambiente musical enquanto ferramenta semiótica integrante dos encontros, contribuindo para estimular maior armazenamento de informações, ou seja, desencadeando melhoria na memória de Fênix e, conseqüentemente, em seu desempenho, conforme resultados obtidos na pesquisa de Kirk, Ngnoumen, Clause e Purvis (2021). Novas pesquisas são necessárias para investigar o processo de aprendizagem mediante exposição ao ambiente musical.

## REFERÊNCIAS

- AMARAL, A. L. M; GUERRA, L. B. **Neurociência e Educação: Olhando para o futuro da aprendizagem**. 1 ed. Brasília, SESI/DN, 2020. *E- book*. Disponível em [https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer\\_public/22/e7/22e7b00d-9ff1-474a-bb53-fc8066864cca/neurociencia\\_e\\_educacao\\_pdf\\_interativo.pdf](https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/22/e7/22e7b00d-9ff1-474a-bb53-fc8066864cca/neurociencia_e_educacao_pdf_interativo.pdf). Acesso em: 9 de out. 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO DÉFICIT DE ATENÇÃO. **Algumas estratégias pedagógicas para alunos com TDAH**. Rio de Janeiro, jun. 2017. Disponível em: <https://tinyurl.com/4j58bfsk>. Acesso em: 27 abr. 2020.
- BENTLEY, M. M. **Music and Attention for Children with Developmental Disabilities**. 2015. Master's Theses - Central Washington University, Ellensburg, U.S.A., 2015. Disponível em: <https://core.ac.uk/reader/51136940>. Acesso em: 8 ago. 2020.
- BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**. Tradução Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Porto Editora, 1994.
- CERQUEIRA, F. V. A música e o fantástico na Grécia Antiga: o imaginário, entre mito e filosofia. **Per Musi Ed.**, Belo Horizonte, p. 1-28, e201705, 2017. Article code: PerMusi2017-05. Disponível em: <file:///C:/Users/HP/Downloads/5244-Article%20Text-16747-1-10-20170811.pdf>. Acesso em: 4 jan. 2020. DOI: 10.1590/permusi2017-05.
- DEMERS, A. **The effect of background music on Reading comprehension Test Scors**. The College at Brockport. 1996. Master's thesis - Education and Human Development, 1996. Disponível em: <https://tinyurl.com/43ffk7e5>. Acesso em: 5 mar. 2020.

FERNANDES, S. H. A. A.; HEALY, L. Cenários multimodais para uma Matemática Escolar Inclusiva: dois exemplos da nossa pesquisa. *In: XIV CIAEM CONFERÊNCIA INTERAMERICANA DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA*, 2015, Tuxtla Gutiérrez. **Anais [...]**. Porto Alegre: Chiapas Editora do CIAEM, v. 1, p. 1-12, 2015.

GUERRA, L. **O diálogo entre neurociência e educação: da euforia aos desafios e possibilidades**. Acervo do Projeto Neuroeduca, Belo Horizonte, 2015. Disponível em: <https://tinyurl.com/2pnzhyhb>. Acesso em: 19 jan. 2021.

HALLAM, S. **The power of music: Its impact on the intellectual, social and personal development of children and young people**. London, 2010. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/242560857\\_The\\_power\\_of\\_music\\_Its\\_impact\\_on\\_the\\_intellectual\\_social\\_and\\_personal\\_development\\_of\\_children\\_and\\_young\\_people](https://www.researchgate.net/publication/242560857_The_power_of_music_Its_impact_on_the_intellectual_social_and_personal_development_of_children_and_young_people). Acesso em: 28 jul. 2019.

HOLMES, S.; HALLAN, S. The impact of participation in music on learning mathematics. **London Review of Education**, [s. l.], v.15, n. 3, nov. 2017, London. Disponível em: <https://uclpress.scienceopen.com/hosted-document?doi=10.18546/LRE.15.3.07>. Acesso em: 10 de nov. de 2022.

KIRK, U.; NGNOUMEN, C.; CLAUSE, A.; PURVIS, C.K. Effects of Three Genres of Focus Music on Heart Rate Variability and Sustained Attention. **Journal of Cognitive Enhancement**, EUA. v. 6, p. 143-158, 2021. Disponível em file:///C:/Users/HP/Downloads/Effects\_of\_Three\_Genres\_of\_Focus\_Music\_on\_Heart\_Ra .pdf. Acesso em 14 de nov. 2022.

LORENZATO, S. **Educação Infantil e Percepção Matemática**. 1. ed. Campinas: Autores Associados, Coleção Formação de Professores, 2017. *E- book*.

MINAYO, M. C. de S. Ciência, técnica e arte: o desafio da pesquisa social. *In: MINAYO, Maria Cecília de Souza (org.). Pesquisa Social. Teoria, método e criatividade*. 18. ed. Petrópolis: Vozes, 2001. p. 7-29.

MORAIS, T. M. R. **Cenários inclusivos para alfabetização matemática de alunos diferentemente eficientes mediados por ambiente musical e jogos**. 2022. Tese (Doutorado em Educação Matemática)- Universidade Anhanguera de São Paulo, SP. 2022.

MUSZKAT, M.; CORREIA, C. M. F.; CAMPOS, S. M. Música e Neurociências. **Revista Neurociências**, UNIFESP, São Paulo, v. 8, p. 70-75, 2000. Disponível em: <https://tinyurl.com/ypjwb85c>. Acesso em: 24 abr. 2020.

PANTEV, C.; HERHOLZ, S. C. Plasticity of the human auditory cortex related to musical training. **Neurosci. Biobehav. Rev.**, Netherlands, v. 35, 10. ed., p. 2140-2154, 2011. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21763342/>. Acesso em: 8 ago. 2020.

SCHELLENBERG, E. G. Cognitive performance after listening to music: a review of the Mozart effect. *In: MCPHERSON, G.E. (ed.). The child as musician: A handbook of musical development*. chapter 6, U.K., 2013. p. 111-134. Disponível em: file:///C:/Users/HP/Downloads/Schellenberg2012%20(3).pdf. Acesso em: 10 jul. 2021.

SCHELLENBERG, E. G.; NAKATA, T.; HUNTER, P. G.; TAMOTO, S. Exposure to music and cognitive performance: Tests of children and adults. **Psychology of Music**, U.K., v. 35, p. 5-19, 2007. Disponível em: <https://www.utm.utoronto.ca/~w3psygs/PsychOfMusic2007.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2021.

SEKEFF, M. L. **Da música, seus usos e recursos**. 2. ed. São Paulo: Editora UNESP, 2007.

SILVA, M. N.; VALADARES, A. C. D.; ROSA, G. T.; LOPES, L. C. M.; MARRA, C. A. S. Avaliação de músicas compostas para indução de relaxamento e de seus efeitos psicológicos. **Psicologia: Ciência e Profissão**, Belo Horizonte, v. 36, n. 3, p. 709-725, 2016. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/pcp/a/8kPBP9Vd4WBtvCFNbs5Xxkc/abstract/?lang=pt>. Acesso em 4 de jul. de 2021.

SZE, P. M. M. Developing Students' Listening and Speaking Skills Through ELT Podcasts. **Education Journal**, The Chinese University Hong Kong, v. 34, 2. ed., Winter, 2006. Disponível em: <https://tinyurl.com/xsur6tfc>. Acesso em: 23 fev. 2020.

**Submetido em 22 de dezembro de 2022.**

**Aprovado em 03 de maio de 2023.**