



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
(UNIRIO)

FELIPE BRITTO VILARDO

O ENSINO, A PESQUISA E A EXTENSÃO EM NEUROCIÊNCIA E MÚSICA E A
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC

RIO DE JANEIRO

2023



FELIPE BRITTO VILARDO

**O ENSINO, A PESQUISA E A EXTENSÃO EM NEUROCIÊNCIA E MÚSICA E A
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação,
apresentado ao Instituto Villa-Lobos da
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro,
como requisito parcial para a obtenção do grau de
Licenciado em Música. Área de Concentração:
Música

Orientadora: Profa. M.e. Cibeli Reynaud

RIO DE JANEIRO

2023

Catálogo informatizada pelo(a) autor(a)

V697 Vilardo, Felipe Britto
O ensino, a pesquisa e a extensão em Neurociência e
Música e a Universidade Federal do ABC / Felipe Britto
Vilardo. -- Rio de Janeiro, 2023.
61

Orientadora: Cibeli Reynaud.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Graduação
em Música - Licenciatura, 2023.

1. Neurociência da Música. 2. Cognição Musical. 3.
Pedagogia da Música. I. Reynaud, Cibeli, orient. II.
Título.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO - UNIRIO
Centro de Letras e Artes - CLA Instituto Villa-Lobos - IVL
Curso de Licenciatura em Música

**O ENSINO, A PESQUISA E A EXTENSÃO EM NEUROCIÊNCIA E MÚSICA E A
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC**

por

FELIPE BRITTO VILARDO

BANCA EXAMINADORA

Professora M.e. Cibeli Reynaud (orientadora)
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO)

Mônica de Almeida Duarte

Professora Dr^a Mônica Duarte
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO)

Prof. Dr. Bryan Holmes
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO)

Nota: 9.7 (nove ponto sete)

DEZEMBRO DE 2023

Dedico este Trabalho de Conclusão de Curso ao meu avô Roberto Marcos da Costa Britto (in memoriam), tricolor apaixonado e compositor por entusiasmo, que não queria que eu fosse músico mas, percebendo que não haveria jeito, me dizia sempre para eu não ser apenas mais um músico de palco.

AGRADECIMENTOS

Aos meus familiares que, durante esse processo de escrita do TCC, estiveram sempre ao meu lado me dando forças, tolerando meus momentos de inquietude e encorajando minha produção.

Aos meus amigos de vida, de faculdade, de escola e de bandas que, de alguma forma, se envolveram com este Trabalho, fosse ouvindo minhas reclamações na mesa de um bar, aguentando meu mau humor pré-show devido ao estresse da pesquisa ou mesmo sugerindo temas e textos para auxiliar o processo, além de carinhosamente proferirem palavras de incentivo.

A todos os professores de Música que tive pelo caminho e que de alguma forma nutriram o meu amor pela música.

A todos que, do seu modo, despertaram o meu interesse por Ciência, em especial os professores do curso técnico em Eletrônica do CEFET/RJ - Maracanã, o professor Leonardo Diniz do Couto de Filosofia da mesma instituição - que foi o primeiro a me dar a oportunidade de ler sobre o assunto que serviu como estopim para eu me inspirar a escrever este TCC - e a minha mãe Mônica, que assiste a programas de ciência na TV comigo desde que eu era pequeno.

À minha orientadora, Cibeli Reynaud, que foi bastante paciente comigo durante a feitura deste documento e não desistiu de mim em nenhum momento, confiando que faríamos um bom trabalho, e à professora Mônica Duarte, que sempre se colocou à disposição para o que eu precisasse de uma forma atenciosa e carinhosa.

VILARDO, Felipe Britto. **O ensino, a pesquisa e a extensão em Neurociência e Música e a Universidade Federal do ABC**. 2023. 61 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Música – Licenciatura) - Centro de Letras e Artes - Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, 2023.

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi compreender a presença do ensino, da pesquisa e da extensão em Neurociência e Música fora do âmbito de uma instituição de ensino superior de Música. Através de dados coletados em documentos e *sites* ligados à Universidade Federal do ABC e de informações colhidas por meio de entrevista semiestruturada com a coordenadora e fundadora do grupo “Neurociência e Música na UFABC”, utilizou-se o estudo de caso qualitativo intrínseco como metodologia para este trabalho. Percebeu-se que o motivo principal que justifica o desenvolvimento de atividades ligadas à Neurociência e Música na UFABC é justamente o objetivo central do Projeto Acadêmico da própria universidade, que busca gerar e difundir o conhecimento científico por meio de estudos e pesquisas interdisciplinares que sejam relevantes para a comunidade acadêmica e científica, estabelecendo um ambiente propício para o desenvolvimento de projetos de diversas áreas entre docentes e discentes da instituição e proporcionando uma conexão ativa com a sociedade por meio de atividades de extensão. Ademais, pôde-se constatar, através de levantamento bibliográfico, que o conhecimento gerado pelos estudos da neurociência pode beneficiar não somente a Educação Musical, como também distintas áreas de atuação. No caso do professor, viu-se que é extremamente necessário que o mesmo conheça as ferramentas fornecidas pela Neurociência de modo que melhor compreenda as dimensões cognitivas, motoras, afetivas e sociais dos seus alunos e proporcione um ambiente estimulante e acolhedor em sala de aula.

Palavras-chave: Neurociência. Neurociência da Música. Pedagogia da Música. Cognição musical.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.	Via auditiva até o córtex cerebral.....	22
Figura 2.	Algumas regiões encefálicas envolvidas no fazer musical.....	23
Quadro 1.	Entrevista com Patrícia Vanzella.....	33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCM	Associação Brasileira de Cognição e Artes Musicais
CCNH	Centro de Ciências Naturais e Humanas
CECS	Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas
CIRCE	Center for Instructional Research and Curriculum Evaluation
CMCC	Centro de Matemática, Computação e Cognição
ECA	Escola de Comunicações e Artes
fNIRS	Functional Near-Infrared Spectroscopy
IES	Instituições de Ensino Superior
IFES	Instituições Federais de Ensino Superior
NEUROMÚSICA UFABC	Neurociência e Música na UFABC
NINA	Núcleo Interdisciplinar de Neurociência Aplicada
OSESP	Orquestra Sinfônica do Estado de São Paulo
OSTNCS	Orquestra Sinfônica do Teatro Nacional Cláudio Santoro
OSUSP	Orquestra Sinfônica da Universidade de São Paulo
PPC	Projeto Pedagógico do Curso
PPGNCG	Programa de Pós-Graduação em Neurociência e Cognição
SNC	Sistema Nervoso Central
SNP	Sistema Nervoso Periférico
UFABC	Universidade Federal do ABC
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UnB	Universidade de Brasília
Unesp	Universidade Estadual Paulista
UNIRIO	Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	NEUROCIÊNCIA.....	14
2.1	Neurociência na história.....	14
2.2	Neurociência e Educação.....	17
2.3	Neurociência e Música.....	21
3	METODOLOGIA.....	29
3.1	Robert Stake.....	29
3.1.1	Estudo de caso qualitativo intrínseco.....	30
3.1.2	Fontes de informações do estudo de caso.....	31
4	A UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC.....	35
4.1	A UFABC e a Neurociência da Música.....	35
4.2	Patricia Vanzella e sua atuação na UFABC.....	37
4.3	NEUROMÚSICA UFABC.....	39
5	DISCUSSÃO.....	43
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	47
	REFERÊNCIAS.....	49
	ANEXOS.....	54

1 INTRODUÇÃO

A maneira como o ser humano reage às vibrações sonoras era algo que despertava a minha curiosidade desde o ensino médio. Entender como certas frequências provocavam determinados efeitos no nosso corpo, fosse para fins terapêuticos ou não, ou mesmo para contribuir com outros saberes, por exemplo, parecia um tipo de conhecimento muito importante para alguém com formação musical. Ao chegar nos momentos finais do curso de Licenciatura em Música da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), percebi que não tinha ideias sobre qual assunto abordaria no meu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC).

Depois de muito refletir sobre o que havia aprendido no decorrer do curso e iniciar leituras sobre ondas sonoras e corpo humano, cheguei ao âmbito das neurociências, procurando respostas sobre como o nosso cérebro se relacionava com a música. Entretanto, ao buscar informações sobre a existência de núcleos de pesquisa voltados para a área interdisciplinar da Neurociência e da Música nas Instituições Federais de Ensino Superior (IFES) do Rio de Janeiro, percebi que este tema ainda não é tratado de modo regular nos cursos superiores de Música oferecidos por estas IFES. A partir de tal constatação, defini que seria essa a temática de investigação do meu TCC: Neurociência e Música.

Ao expandir minha busca para IFES localizadas fora do Rio de Janeiro, encontrei o NEUROMÚSICA UFABC¹ (projeto “Neurociência e Música na UFABC”). Tal projeto é desenvolvido por um grupo de pesquisa vinculado ao Bacharelado em Neurociências², no âmbito do Bacharelado em Ciência e Tecnologia, da Universidade Federal do ABC (UFABC), situado no ABC Paulista. Em atividade desde 2015, o grupo, formado por pesquisadores dedicados ao estudo interdisciplinar do comportamento musical pela perspectiva da neurociência cognitiva, inclui atividades de ensino, pesquisa e extensão e é coordenado pela pianista e Professora Dra. Patrícia Vanzella (UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC, 2023).

¹ <https://neuro.ufabc.edu.br/music/>

² <https://cursos.ufabc.edu.br/bacharelado-em-neurociencia/pesquisa-e-extensao/grupos-de-pesquisa>

Nesse momento, eu havia iniciado uma disciplina optativa na UNIRIO voltada para a Neurociência da Educação Musical, oferecida por um professor convidado oriundo da UFABC. O interesse pelo tema, a curiosidade pelo conteúdo abordado nas aulas e a proximidade que tive com esse professor acabaram fazendo com que eu me matriculasse no curso de extensão online “Introdução à Neurociência da Música”, ofertado pelo grupo NEUROMÚSICA UFABC.

Pensar que eu, como aluno de graduação em Música, fazendo curso em outra universidade focada em ciência e tecnologia que sequer oferece curso superior de Música mas que possui um grupo de pesquisa em Neurociência coordenado por uma pianista, me fazia refletir sobre a relevância do tema que havia escolhido para o meu TCC. Dessa forma, deparei-me com a seguinte questão, que se tornou a pergunta problema a ser respondida por esse trabalho: o que fundamenta a existência de pesquisa na área da Neurociência e Música na UFABC onde não é oferecido curso de graduação em Música?

Definida a questão problema, o objetivo geral do trabalho realizado foi, então, compreender a presença do ensino, da pesquisa e da extensão em Neurociência e Música fora do âmbito de uma instituição de ensino superior de Música.

Como objetivos específicos, buscou-se contextualizar historicamente o desenvolvimento do estudo do cérebro ao longo dos séculos, descrever relações entre Neurociência, Educação e Música - de modo a elucidar como o estudo da neurociência cognitiva pode potencializar etapas envolvidas no ensino e na prática musical - e mostrar de que modo se organiza o ambiente interdisciplinar da UFABC em torno das suas atividades ligadas à Neurociência e Música.

A justificativa para a realização dessa pesquisa se dá pelo fato de que, percebendo que não existem grupos regulares de estudo e pesquisa na área da Neurociência e Música nas IFES do Rio de Janeiro, a UFABC apresentou-se como uma oportunidade de entender como e porque essa temática é trabalhada mesmo em uma universidade que não possui curso superior de Música. Ademais, essa monografia visa, também, explicitar a importância de desenvolvermos debates nesse campo, visto que o conhecimento gerado poderá ser muito valioso para o profissional da música, bem como dar maior visibilidade ao assunto, democratizando o acesso para a comunidade acadêmica e para o público em geral. Com isso, futuros

estudantes de Música, sejam licenciandos ou bacharelados, podem se interessar pela área da Neurociência da Música e colaborar para a ampliação e o aprofundamento dos estudos, além de observarem o ramo da pesquisa como mais uma opção de atuação profissional. No que tange ao papel do professor de música, dar luz aos diversos benefícios que a prática, o estudo e a escuta musicais podem proporcionar ao ser humano servirá como estímulo para o aprendizado de um instrumento ou canto, por exemplo, e promoverá uma maior valorização daquele profissional, que será visto como um agente extremamente relevante para a formação intelectual e social dos seus alunos.

A metodologia escolhida foi o estudo de caso qualitativo intrínseco, tendo como referencial teórico Robert E. Stake e, como fonte de dados, informações coletadas em sites ligados à UFABC e na entrevista realizada com a coordenadora do NEUROMÚSICA UFABC.

O segundo capítulo do presente trabalho traz uma visão geral a respeito da relação entre Neurociência, Educação e Música. Inicialmente, é apresentado um panorama histórico de como o cérebro era compreendido pelas primeiras civilizações, bem como o seu papel no funcionamento do corpo, chegando até o período contemporâneo e as mais recentes descobertas sobre as estruturas do sistema nervoso e a concepção de neurociência. Em seguida, discorre-se sobre a educação sob a ótica da neurociência, apresentando possíveis contribuições que o estudo científico pode levar ao processo de aprendizado e salientando a importância de professores e educadores terem conhecimento a respeito dessa temática na busca por uma educação mais inclusiva e melhor adaptada aos alunos. Para finalizar o capítulo, mergulha-se na interdisciplinaridade da Neurociência e da Música, discorrendo sobre como nosso corpo recebe, interpreta e reage aos estímulos sonoros, focando na educação musical como um meio para desenvolver globalmente o aluno e potencializar o aprendizado.

O terceiro capítulo trata da metodologia utilizada neste TCC. Na primeira seção, fala-se a respeito de Robert Stake, suas atribuições e contribuições acadêmicas. Na seção seguinte, define-se o que é o estudo de caso qualitativo intrínseco na concepção de Stake e, após, apresenta-se de onde foram obtidos os dados para a

realização deste trabalho. Ao final do capítulo, encontram-se as perguntas utilizadas na entrevista com Patrícia Vanzella.

Já no quarto capítulo, em sua primeira seção, é feita uma apresentação do panorama local do ABC paulista na época da criação da Universidade Federal do ABC (UFABC) em relação à oferta de vagas em IFES. Em seguida, descreve-se brevemente como se organiza academicamente a UFABC, focando no Centro de Matemática, Computação e Cognição (CMCC), onde são produzidas, majoritariamente, as atividades de ensino, pesquisa e extensão em Neurociência e Música e onde está alocada a fundadora e coordenadora do grupo “Neurociência e Música na UFABC” (NEUROMÚSICA UFABC), Patrícia Vanzella, que foi pioneira na inserção dessa temática na UFABC e que é apresentada na seção seguinte do capítulo. Já na terceira seção, discorre-se sobre o ambiente interdisciplinar encontrado nas atividades relacionadas à Neurociência e Música (no tripé ensino, pesquisa e extensão) e apresenta-se de maneira mais detalhada o grupo NEUROMÚSICA UFABC, bem como o seu papel na comunidade acadêmica e científica.

O quinto capítulo é destinado à discussão do que foi descoberto com esse estudo de caso aliado ao material bibliográfico pesquisado, de modo que a pergunta problema deste TCC possa ser respondida e que os resultados obtidos possam servir para futuros avanços na área da Neurociência e Música.

O sexto e último capítulo traz as considerações finais deste trabalho, recapitulando pontos que foram levantados no decorrer do texto e ressaltando a importância da ampliação dos estudos a respeito do sistema nervoso em relação à educação musical. Também são abordados tópicos aprendidos com a pesquisa realizada com a UFABC e seu ambiente interdisciplinar ligado à neurociência da música, bem como as limitações do presente estudo e as possíveis contribuições que esse Trabalho de Conclusão de Curso apresenta para a comunidade acadêmica.

2 NEUROCIÊNCIA

Hoje em dia, a neurociência é entendida como o estudo do sistema nervoso, suas funcionalidades, estruturas e processos de desenvolvimento, bem como suas alterações que podem surgir no decorrer da vida (LOURO, SILVA, INNAMMORATO, 2021).

A neurociência pode ser aplicada em qualquer área e terá como foco compreender o sistema nervoso em relação a algum assunto específico, seja ele o aprendizado, comportamento, patologias, percepção de mundo, dentre outros (LOURO, NIGRO, 2021).

Neste capítulo, será mostrado como o estudo e a interpretação do cérebro passaram por modificações ao longo da história humana, chegando até a compreensão de sistema nervoso que se tem atualmente. Além disso, serão apresentados dois desdobramentos da chamada neurociência cognitiva: a Neurociência da Educação e a Neurociência da Música, de modo a ressaltar a relevância do trabalho desenvolvido pela UFABC através da explanação de um conhecimento fundamental para quem deseja efetuar pesquisas e estudos nessa área.

2.1 Neurociência na história

Por mais que as primeiras civilizações não compreendessem claramente a função do cérebro, crânios datados de 7 mil anos atrás foram encontrados com marcas de perfurações que indicam que havia procedimentos possivelmente cirúrgicos – e feitos em vida, já que esses ossos apresentavam sinais de cicatrização – para tratar transtornos mentais (BEAR, CONNORS, PARADISO, 2002). Os egípcios, por exemplo, removiam esse órgão no processo de mumificação por acreditarem que ele não seria útil nas encarnações seguintes já que o coração era o receptáculo da inteligência (CARTER, 2012; FELICIANO, 2023), apesar de terem deixado escritos

que indicavam que tinham conhecimento a respeito dos sintomas de lesões no encéfalo³ (BEAR, CONNORS, PARADISO, 2002).

Entre os gregos da Antiguidade Clássica, não havia total consenso em relação ao papel do cérebro no corpo. Aristóteles, por exemplo, ainda defendia que o coração era o centro do intelecto e que o encéfalo era, na verdade, um radiador, “cuja finalidade seria resfriar o sangue que se superaquecia com o coração que fervilhava”, relacionando, portanto, o temperamento racional do Homem com a capacidade de resfriamento do encéfalo (BEAR, CONNORS, PARADISO, 2002, p. 5). Já Hipócrates, considerado o pai da medicina ocidental, acreditava que a sede da inteligência era o encéfalo e que o mesmo estava envolvido nas questões sensoriais humanas (ideia que permaneceu viva durante o Império Romano, ganhando novas atualizações com o escritor e médico grego Galeno, e a Idade Média) (BEAR, CONNORS, PARADISO, 2002; BLANCO, 2014).

Com a revolução científica do final do Renascimento e início da Modernidade, passou-se a aplicar o método científico na exploração do sistema nervoso (BEAR, CONNORS, PARADISO, 2002), dando início a uma busca maior por evidências científicas no lugar dos métodos subjetivos outrora abordados (FELICIANO, 2023). O médico europeu Andreas Vesalius publica, em 1543, o livro que pode ser considerado o primeiro tratado moderno de anatomia, apresentando ilustrações mais detalhadas do encéfalo humano (REVERON, 2007). René Descartes, o famoso matemático e filósofo francês, enxergava o cérebro como o “comandante” dos movimentos e os nervos como os responsáveis pelas percepções e sensações do nosso corpo (DESCARTES, 2023), mas acreditava que somente uma parte do comportamento humano era controlada pela maquinaria encefálica e que as capacidades mentais mais complexas (que nos diferiam de outros animais) existiam fora do encéfalo, na mente, sendo esta uma entidade espiritual (BEAR, CONNORS, PARADISO, 2002).

Ao final do século XVIII, os cientistas já haviam detalhado anatomicamente o sistema nervoso por completo, reconhecendo as divisões central e periférica⁴ e dando

³ O encéfalo é a região mais desenvolvida do sistema nervoso humano e fica localizado dentro do crânio. Ele é composto pelo cérebro (telencéfalo e diencefalo), pelo cerebelo e pelo tronco encefálico (mesencéfalo, bulbo e ponte) (JÚNIOR, SASSON, JÚNIOR, 2010; AMABIS, MARTHO, 2010). Ver Anexo A.

⁴ Em termos anatômicos, o Sistema Nervoso pode ser dividido em Sistema Nervoso Central (SNC) e Sistema Nervoso Periférico (SNP). O SNC é constituído pelo encéfalo e pela medula espinhal, enquanto o SNP é composto pelos nervos ligados ao SNC (JÚNIOR, SASSON, JÚNIOR, 2010). Ver Anexo B.

os primeiros avanços nas descobertas a respeito da localização cerebral, ou seja, da relação existente entre as diferentes áreas do cérebro (lobos) e as diferentes funções que o mesmo era capaz de exercer⁵. Foi nesse mesmo período que se teve conhecimento dos dois tipos de tecido encefálico: a substância branca (região mais interna do encéfalo) e a substância cinzenta (região que constitui a superfície externa do encéfalo)⁶ (BEAR, CONNORS, PARADISO, 2002; AMABIS, MARTHO, 2010; BERNE, LEVY, 2018).

Com a chegada do século XIX, os experimentos de Luigi Galvani e Emil du-Bois-Reymond mostraram que o sistema nervoso operava a partir de estímulos elétricos, contrariando a noção vigente de que a comunicação entre encéfalo e nervos se dava pelo movimento de fluidos (BEAR, CONNORS, PARADISO, 2002). A ideia de que diferentes regiões do encéfalo representariam diferentes funções específicas ganhou mais força e recebeu um maior embasamento experimental. O fisiologista francês Marie-Jean-Pierre Flourens, através do método de ablação experimental⁷ em aves, demonstrou que o cerebelo⁸ tem um papel na coordenação dos movimentos (BEAR, CONNORS, PARADISO, 2002), enquanto o também francês e médico Paul Broca reconheceu no encéfalo de seu paciente com disfunção na fala (capaz de compreender a linguagem, porém incapaz de falar), uma grave lesão no lobo frontal inferior do hemisfério esquerdo, sugerindo que essa região – que ficou conhecida como “área de Broca” – tinha relação com a produção da fala (BEAR, CONNORS, PARADISO, 2002; GAZZANIGA, IVRY, MANGUN, 2014). No entanto, surgiram também teorias mais mirabolantes, como a proposta por Franz Joseph Gall e a sua frenologia⁹, que dizia que as saliências na superfície do crânio eram reflexo de

⁵ Os dois hemisférios cerebrais apresentam uma divisão em lobos, que são áreas delimitadas que possuem funções específicas. O lobo frontal está associado aos movimentos, pensamento, raciocínio e personalidade; o lobo parietal está ligado às percepções sensoriais; o lobo temporal responde pelos estímulos auditivos, memória e equilíbrio; e o lobo occipital relaciona-se com a interpretação visual (AMABIS, MARTHO, 2010, GUYTON, HALL, 2017). Ver Anexo C.

⁶ No cérebro, a substância cinzenta também recebe o nome de córtex cerebral ou somente córtex (AMABIS, MARTHO, 2010; BERNE, LEVY, 2018). Ver Anexo D.

⁷ Abordagem na qual partes do encéfalo são sistematicamente destruídas para determinar sua função (BEAR, CONNORS, PARADISO, 2022).

⁸ O cerebelo permite que o corpo preveja as posições que deve assumir em determinados movimentos coordenados, realizando ajustes a todo momento no que diz respeito ao grau de participação dos músculos para garantir êxito em ações complexas como saltar, andar de bicicleta ou tocar violão (JÚNIOR, SASSON, JÚNIOR, 2010; AMABIS, MARTHO, 2010; LEVITIN, 2021).

⁹ Considerada uma pseudociência.

circunvoluções na superfície do encéfalo, as quais representavam funções como traços de personalidade, moralidade, inteligência e ganância (BEAR, CONNORS, PARADISO, 2002; GAZZANIGA, IVRY, MANGUN, 2014).

Entre o final do século XIX e início do século XX, o neurônio¹⁰, célula nervosa individual, foi reconhecida como a unidade funcional básica do sistema nervoso (BEAR, CONNORS, PARADISO, 2002; BLANCO, 2014). O cérebro passa a ser dividido em 52 regiões com arquiteturas celulares distintas (noção vigente até hoje) (GAZZANIGA, IVRY, MANGUN, 2014) e os estudos sobre o encéfalo recebem progressivamente uma abordagem reducionista¹¹ a fim de diminuir a complexidade do problema (BEAR, CONNORS, PARADISO, 2002; BLANCO, 2014). É somente por volta da década de 1960 que a neurociência nasce como estudo interdisciplinar da mente “com a implantação de uma metodologia holística na exploração do sistema nervoso e do psiquismo” (BLANCO, 2014, p. 27, tradução minha). A área das Ciências Cognitivas surge aproximadamente na década de 1970, desdobrando-se na neurociência cognitiva, de onde se originaram a neurociência da educação e a neurociência da música (GAZZANIGA, IVRY, MANGUN, 2014), que serão vistas a seguir.

2.2 Neurociência e Educação

A neurociência começou seu diálogo com a educação na década de 1990, quando se percebeu que havia relação entre aprendizagem e reação do cérebro aos estímulos do ambiente (LOURO, HERCULANO, 2021). A partir disso, a comunidade científica se dedicou a estudar a biologia da mente, buscando compreender processos

¹⁰ O neurônio tem como função principal a geração e transmissão de sinais elétricos (BERNE, LEVY, 2018). Em relação a sua constituição, um neurônio típico possui um corpo celular (também chamado de soma, que compõe a substância cinzenta), um axônio (ramificação maior que pode originar ramificações menores distintas, por onde o sinal sai, que constitui a substância branca), e dendritos (inúmeras ramificações mais curtas, por onde os sinais chegam ao corpo celular) (JÚNIOR, SASSON, JÚNIOR, 2010; GUYTON, HALL, 2017; BERNE, LEVY, 2018). Ver Anexos E e F.

¹¹ Fragmentação do encéfalo em pedaços menores para uma análise sistemática experimental (BEAR, CONNORS, PARADISO, 2022).

neurofisiológicos envolvidos na percepção, ação, aprendizagem e comportamento humanos (LOURO, HERCULANO, 2021).

De acordo com Relvas (2012 apud LOURO, SILVA, INNAMMORATO, 2021), essa conexão entre neurociência e educação

possibilita ao educador operacionalizar o processo de ensino-aprendizagem de forma mais consciente e, por isso, com mais eficácia, visto que se trata de um estudo científico de como o cérebro pode aprender melhor a reter os conhecimentos de maneira significativa e prazerosa (p. 101).

No entanto, é importante que o professor saiba como promover os estímulos certos para cada momento da vida escolar do aluno, para que o mesmo consiga integrar, associar e entender os conteúdos abordados em sala de aula de forma consistente (RELVAS, 2023).

A aprendizagem pode ser entendida como a aquisição de informações e o resultado de modificações funcionais no sistema nervoso central (PANTANO, ZORZI, 2009; LOURO, SILVA, INNAMMORATO, 2021), sendo um processo dependente de experiências, vivências, tentativas e erros ao qual o nosso cérebro é exposto frequentemente, esculpindo a si próprio (processo chamado de neuroplasticidade, cuja explicação está presente na próxima seção deste TCC) (HERCULANO-HOUZEL, 2003; LOURO, SILVA, INNAMMORATO, 2021). Essa formação ou alteração de conexões nervosas que induzem o aprendizado e a aparição de novos comportamentos está relacionada a fatores como memória, emoção, curiosidade, motivação, sono, alimentação e ambiente (LOURO, SILVA, INNAMMORATO, 2021; REBELO, 2022; KOIDE, TORTELLA, 2023).

Sobre as funções executivas, Diamond (2014 apud KOIDE, TORTELLA, 2023) as define como um amplo conjunto de funções que estão organizadas em três habilidades básicas: memória de trabalho, controle inibitório e flexibilidade cognitiva. A memória de trabalho, ou operacional, é uma memória de curto período que está ligada ao processamento de atenção, cuja função é armazenar, recrutar, associar e reordenar informações, fazendo link entre o que já se sabe, o que está acontecendo e o que poderá acontecer no futuro (CARVALHO, ABREU, 2014 apud KOIDE, TORTELLA, 2023; SILVA, ARAÚJO, 2021). A memória de trabalho se difere da memória de longo prazo por ser descartada após o fim de seu processo para dar lugar a novas informações, enquanto a outra se forma de maneira definitiva e promove

alterações estruturais no cérebro, possibilitando a aprendizagem (SILVA, ARAÚJO, 2021). O controle inibitório atua mútua e simultaneamente com a memória de trabalho e pode ser entendido como o “filtro social” que permite um bom convívio em sociedade, ajudando na escolha de reações e comportamentos que favoreçam a reflexão e impeçam ações impensadas ou impulsivas (DIAMOND, LING, 2016 apud KOIDE, TORTELLA, 2023). Já a flexibilidade cognitiva tem a ver com a capacidade de ajustar perspectivas frente a diferentes tarefas ou situações, seja alternando para a perspectiva de outra pessoa ou readaptando a sua própria perante novas informações (DIAMOND, 2020 apud KOIDE, TORTELLA, 2023).

Essas habilidades básicas das funções executivas garantem autonomia ao indivíduo no que diz respeito à tomada de decisão, reflexão e solução de problemas, mas podem ser seriamente comprometidas de acordo com o ambiente ou com a falta de estímulos (KOIDE, TORTELLA, 2023). Crianças que crescem em contexto de vulnerabilidade social, por exemplo, com adversidades precoces significativas, podem ter comprometimentos dessas funções e do controle emocional em curto ou longo prazo, desencadeando problemas como ansiedade, agitação e dificuldade de atenção (KOIDE, TORTELLA, 2023). Proporcionar um ambiente acolhedor e favorável desde a primeira infância colabora para que o cérebro fique biologicamente mais conectado, inteligente e criativo (LOURO, SILVA, INNAMMORATO, 2021). Portanto, utilizar práticas pedagógicas que levem em consideração aspectos cognitivos, sociais, afetivos e psicomotores para estimular as funções executivas, de modo a integrar, também, fatores como atividade física, aprendizado bilíngue e jogos virtuais, por exemplo, podem colaborar positivamente com a atenção, a memória de trabalho e o raciocínio lógico (KOIDE, TORTELLA, 2023).

Toda informação captada pelos cinco sentidos do corpo humano (visão, audição, olfato, tato e paladar), depois de passar pelas áreas sensoriais específicas do córtex cerebral, chega ao sistema emocional, onde é classificada como boa ou ruim, prazerosa ou desagradável, encaminhando-se para as áreas de associação do córtex já imbuída de um significado emocional. É nessa etapa que os processos mentais de razão e pensamento se constroem e as funções executivas complexas são elaboradas (MORA, 2019 apud REBELO, 2022), logo, “tudo que leva à aquisição de conhecimento, como a curiosidade, a atenção, a memória ou a tomada de decisões, requer essa energia que chamamos de emoção” (REBELO, 2022, p. 5).

Não é exagero dizer que as emoções, mesmo sendo processos inconscientes, têm importante papel evolutivo e estão ligadas à comunicação, à aprendizagem, à memória e à sobrevivência (REBELO, 2022). Quando algo diferente do que temos conhecimento surge no entorno mas que pode ser significativa para nossa sobrevivência, certos neurônios e circuitos do nosso cérebro emocional se ativam, aprendem e memorizam a “novidade”. Despertar a curiosidade do aluno, estabelecendo uma ligação entre uma informação nova e uma memória afetiva, aumenta a concentração e gera satisfação, fazendo com que ele preste mais atenção e se envolva com a aula. No entanto, é importante que o professor tenha cuidado para não “acender” uma emoção negativa no aluno, pois isso provocaria o efeito oposto ao desejado e o estudante se “desconectaria” da aula, atribuindo àquele novo conhecimento pouca relevância ou mesmo tendo algum sintoma depressivo desencadeado. É dessa forma que emoção e motivação influenciam a aprendizagem, segundo Rebelo (2022).

O cérebro humano naturalmente cria expectativas, que podem ser atendidas ou não. Essa dinâmica entre prever o que pode acontecer – baseado no que já se conhece – e receber o que não se esperava também é um método importante para o aprendizado, e que serve como uma ótima maneira de prender a atenção de alguém, já que o cérebro precisa estar focado naquela situação para recalcular a sua previsão (REBELO, 2022).

Portanto, é importante promover esse diálogo entre neurociência e educação para que o conhecimento gerado forneça ao educador caminhos para tornar o processo escolar prazeroso, por meio de recursos pedagógicos que estimulem e cativem o estudante. É necessário que o professor conheça as etapas do desenvolvimento cognitivo humano, bem como as estruturas cerebrais responsáveis pelos processos de aprendizagem e comportamento, para que seja capaz de traçar estratégias mais apropriadas e consiga superar, ou ao menos amenizar, eventuais dificuldades demonstradas pelo educando (RELVAS, 2023).

Relvas (2023) defende que esses estudos podem contribuir para uma educação mais justa e menos excludente, enquanto Pantano e Zorzi (2009) acrescentam que simplesmente conhecer os mecanismos cerebrais “pode não ser a garantia de uma atuação eficaz nas situações envolvendo a aprendizagem” (p. 4). O

que é de comum acordo entre esses autores é que uma postura reflexiva e sensível do educador, que compreenda as dimensões cognitivas, motoras, afetivas e sociais envolvidas em sala de aula e que consiga aplicar esse conhecimento na prática, pode, sim, gerar uma atuação mais consistente e adaptada no processo de aprendizagem dos educandos (PANTANO, ZORZI, 2009; RELVAS, 2023).

2.3 Neurociência e Música

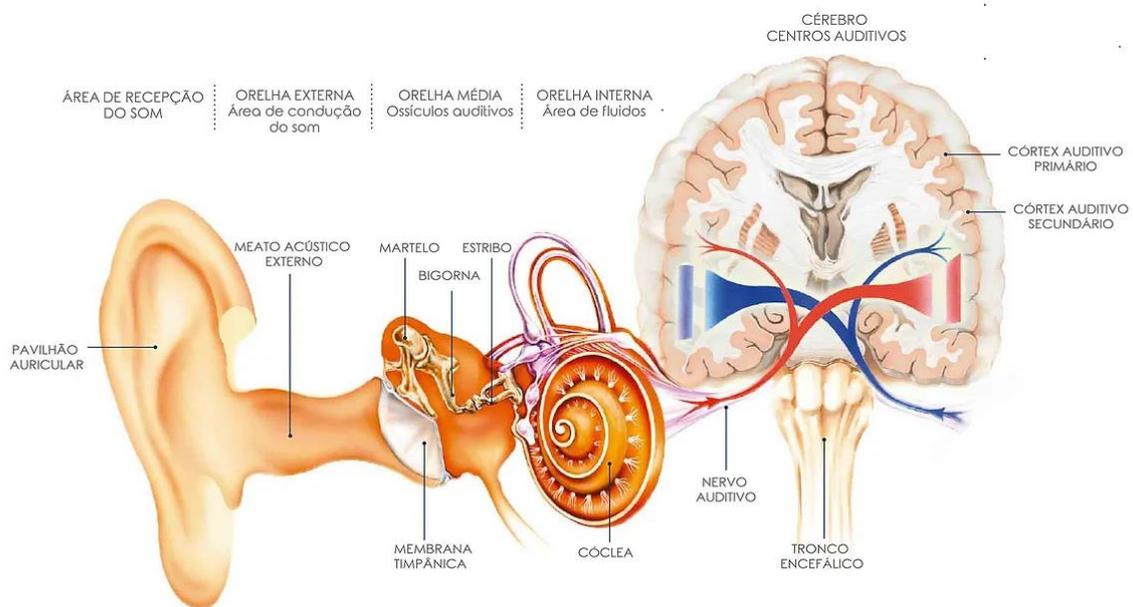
A relação entre Homem e Música é tão antiga quanto a própria espécie humana (CUERVO, ROSAT, 2018). Segundo Levitin (2021), não há relatos de nenhuma cultura atual ou de qualquer outro período que não conhecesse música. No entanto, embora alguns cientistas do século XIX, como Hermann von Helmholtz, por exemplo, já tivessem demonstrado interesse em estudar o desenvolvimento de habilidades musicais, foi somente a partir das décadas de 1970 e 1980 que psicólogos cognitivistas buscaram compreender como os processos mentais envolvidos na experiência musical podiam colaborar com estudos a respeito da organização do cérebro humano e das funções cognitivas como percepção, memória, atenção e performance, e, ainda, como o envolvimento com a música podia influenciar o nosso comportamento (PERETZ, ZATORRE, 2003).

Ouvir música é uma prática bastante comum na sociedade contemporânea. Seja indo para o trabalho, na academia, em almoços de família, parece que a música preenche sempre a lacuna que falta na rotina e possui um papel substancial nas vidas de qualquer pessoa (CRUZ, 2018). Pode ser difícil imaginar uma festa, um casamento ou mesmo uma confraternização entre amigos sem trilha sonora. A propósito, será adotada, para este trabalho, a classificação do compositor Edgar Varése, que diz que música é o som organizado (LEVITIN, 2021). Em termos físicos, o som pode ser definido como a sensação produzida na orelha pelo movimento de compressão e descompressão das moléculas de ar – ou de algum outro meio elástico, como a água – em forma de onda¹² (MED, 1996; BERNE, LEVY, 2018; CRUZ, 2018).

¹² Para maiores informações sobre os elementos fundamentais do som e conceitos musicais, ver LEVITIN, 2021, p. 20-23.

O processamento auditivo ocorre predominantemente no lobo temporal, embora recrute outras áreas do córtex para atribuir significado ao que se ouve, como será mostrado a seguir. Entretanto, antes do som chegar ao cérebro, ele passa primeiro pelo sistema auditivo periférico, que é composto pelo aparelho auditivo externo – a orelha –, onde é detectado e transduzido¹³ em sinais eletroquímicos, seguindo para o SNC através do nervo auditivo (também chamado de nervo vestibulococlear) (GUYTON, HALL, 2017; BERNE, LEVY, 2018).

Figura 1 - Via auditiva até o córtex cerebral



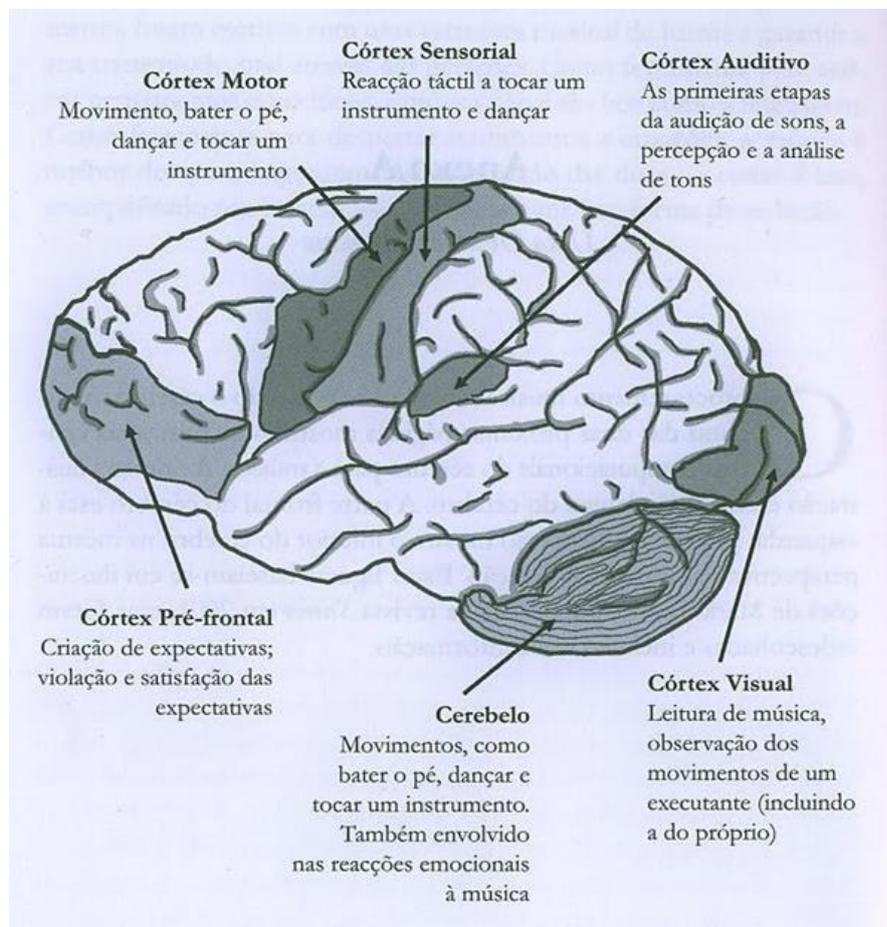
Fonte: <https://www.somosfonoaudiologia.com.br/>

Após passar pelo sistema auditivo periférico, o som segue seu caminho para o sistema auditivo central, onde é interpretado pelo cérebro, que gera respostas de acordo com o que foi percebido (DA SILVA *et al.*, 2014; BERNE, LEVY, 2018; CRUZ, 2018). Essas respostas podem ser reconhecer de onde o som vem (se a fonte sonora está longe ou perto, à esquerda ou à direita etc.), colocar as mãos nos ouvidos para protegê-los de um barulho extremamente alto, sincronizar o bater dos pés com o

¹³ Transdução: na física, é o “processo pelo qual uma energia se transforma em outra de natureza diferente” (HOUAISS, VILLAR, 2009, p. 1867).

andamento de uma música, lembrar de um momento da vida o qual aquele som esteve presente, entre outras. No entanto, antes de conferir algum significado ao que foi ouvido e, por conseguinte, emitir alguma resposta, o cérebro primeiro processa as propriedades físicas do sinal sonoro (MENEZES, 2004). Após essa etapa, que ocorre nos córtex auditivo primário e secundário, localizados no lobo temporal, as informações são distribuídas para diversas outras áreas do encéfalo envolvidas no processamento de diferentes atributos da música (BEAR, CONNORS, PARADISO, 2002).

Figura 2 - Algumas regiões encefálicas envolvidas no fazer musical



Fonte: LEVITIN (2021)

É de comum acordo entre cientistas e pesquisadores que a música, seja ela em caráter contemplativo, interpretativo ou composicional, é considerada uma das atividades humanas mais complexas, que aciona múltiplos circuitos neuronais

vinculados a processos perceptivos, cognitivos, motores e sensório-motores, utilizando praticamente todas as zonas do cérebro identificadas até o momento (CUERVO, ROSAT, 2018; ALBUSAC-JORGE, 2022; REBELO, 2022). Alguns desses circuitos ativados pela música são ligados às áreas relacionadas à emoção. Como visto na seção 2.2, toda informação sensorial que chega ao córtex, após passar pelas regiões sensoriais específicas, é encaminhada para o sistema emocional, onde, baseada no que o indivíduo já viveu e no que ele espera, recebe uma classificação positiva ou negativa. No caso da música, uma das hipóteses existentes é a de que:

as expectativas do ouvinte em relação à música são um fator importante para indução de emoções, conforme a música confirme, viole ou atrase suas expectativas do que houve. Assim, a música nos mantém reféns de previsões, aumentando nossas expectativas, retardando a resolução esperada [...] (CRUZ, 2018, p. 30).

O córtex orbitofrontal, por exemplo, localizado no lobo frontal, além de ser responsável pelas respostas mais complexas relacionadas à música, possui relação direta com a sensação de prazer pela expectativa (SILVA, SILVA, 2021). As expectativas, segundo Cruz (2018), são tudo aquilo que sabemos inconscientemente que poderá ocorrer na música, como um solo de guitarra, uma virada de bateria etc.

Vale ressaltar que as respostas emocionais à música não são padrões e variam de indivíduo para indivíduo, de acordo com as experiências de vida, com o ambiente e com a cultura de cada um (MONTINARO, 2010). Determinado acorde pode soar triste para uma pessoa mas alegre para outra, servir de gatilho para lembrar um trauma ou mesmo um momento de conquista, por exemplo (CRUZ, 2018). Herculano-Houzel (2003) ainda complementa que se o indivíduo chegar ao ponto de ficar arrepiado ao ouvir uma música que gosta é porque o sistema de recompensa do cérebro, junto a outras áreas de estímulo e prazer (como a ínsula), foram acionados de maneira tão intensa que a resposta neural não passou muito longe de um orgasmo.

Conforme apresentado na seção 2.2, a emoção é um dos fatores relacionados ao aprendizado, portanto, só por esse motivo a música já poderia ser um componente importante trabalhado na educação. Mas ela não se limita somente a esse aspecto, já que, segundo Vargas (2012) e Cuervo e Rosat (2018), também contribui para a melhora da atenção e concentração – atrelada ao treinamento do desenvolvimento motor e cognitivo –, estimula a motivação, a reflexão, a capacidade linguística e as habilidades sociocomunicativas e ainda promove a integração social. Sendo assim, é

muito interessante adotar o ensino da música como um aliado que pode contribuir para o desenvolvimento global do aluno, potencializado por uma abordagem multifatorial e multidisciplinar (CUERVO, ROSAT, 2018; LOURO, SILVA, INNAMMORATO, 2021).

Uma das consequências da prática musical é a neuroplasticidade – também chamada de plasticidade neuronal ou plasticidade neural – que pode ser definida como a capacidade que o sistema nervoso tem para modificar tanto a sua estrutura quanto a sua funcionalidade de acordo com estímulos repetitivos ou padrões de experiências, a cada nova aprendizagem (CUERVO, ROSAT, 2018; SILVA, ARAÚJO, 2021; ALBUSAC-JORGE, 2022). Nesse processo, como complementa Nicoletis (2020), os neurônios alteram não somente as suas propriedades funcionais como também a sua morfologia intrínseca e até a intensidade e a distribuição das suas sinapses. Apesar de algumas áreas específicas do encéfalo apresentarem maiores alterações em músicos quando comparados a não-músicos, como o corpo caloso¹⁴, o córtex auditivo, o córtex motor, o cerebelo e as áreas referentes à linguagem, há estudos recentes que mostram que a prática musical impacta toda a conectividade inter e intra-hemisférica, seja em redes estruturais ou funcionais distribuídas por todo o cérebro (CUERVO, ROSAT, 2018; SILVA, ARAÚJO, 2021; ALBUSAC-JORGE, 2022).

Entre os fatores condicionantes da neuroplasticidade está o componente genético, que envolve doenças congênitas (como a amusia), doenças adquiridas (como lesões provocadas por causas externas, como o traumatismo) e a predisposição natural do indivíduo, visto que, segundo Herculano-Houzel (2003), estudos indicam que cerca de 80% da habilidade musical do sujeito para detectar intervalos musicais, desafinações etc. vêm de genes herdados dos pais, embora isso possa ser modificado a partir de treinamento e de estímulos do ambiente (ALBUSAC-JORGE, 2022). O tempo de prática musical, que leva em consideração a intensidade (quantidade de horas dedicadas) e a continuidade (se foi um treinamento constante ou se teve períodos de pausa no decorrer da vida), também é um fator que promove a plasticidade neuronal. Durante trinta anos, inclusive, acreditou-se que o tempo de

¹⁴ Conjunto de fibras nervosas que fazem parte da substância branca por onde ocorre a comunicação inter-hemisférica do cérebro (BEAR, CONNORS, PARADISO, 2002; JÚNIOR, SASSON, JÚNIOR, 2010).

prática era o principal causador da virtuosidade musical, enquanto estudos mais recentes mostraram que somente de 20% a 30% dessa característica viria desse fator, alegando que existem outras variáveis envolvidas nesse processo que devem ser levadas em consideração (ALBUSAC-JORGE, 2022). Outro fator que causa neuroplasticidade diz respeito à especialização cerebral de acordo com o instrumento musical estudado, com o tipo de formação e com o gênero musical mais interpretado. Em relação ao instrumento, Albusac-Jorge (2022) defende que o cérebro de um pianista apresenta diferenças estruturais e funcionais quando comparado ao cérebro de um violinista, por exemplo, já que cada instrumento apresenta suas próprias particularidades interpretativas. Sobre o tipo de formação do músico (se é uma formação mais clássica ou se é autodidata, se faz muito uso de partitura ou se aprende muitas músicas “de ouvido”, por exemplo) e sobre o gênero musical mais interpretado pelo indivíduo (se é um estilo que utiliza muito o improvisado, se possui poucas variações timbrísticas, se faz uso de harmonias complexas etc.), a autora também afirma que há alterações na maneira como o cérebro se molda. No entanto, vale ressaltar que essas diferenças não se aplicam a todas as tarefas relacionadas à prática musical, pois, segundo Albusac-Jorge (2022), em tarefas rítmicas, por exemplo, não foram percebidas diferenças significativas entre os diferentes músicos que dominam instrumentos distintos.

De acordo com estudos mais recentes, o período onde ocorre maior neuroplasticidade é na infância, na dita “janela de oportunidade” que vai de zero a sete anos de idade (LOURO, SILVA, INNAMMORATO, 2021; ALBUSAC-JORGE, 2022). O cérebro de uma criança de três anos é duas vezes mais veloz do que o de um adulto mediano, sendo esse o momento onde as células neuronais mais estão sensíveis aos padrões de informação e a tudo o que acontece ao seu redor (Viera, 2016 apud SILVA, ARAÚJO, 2021). Portanto, a exposição e estimulação precoces à música, logo na primeira infância, pode apresentar resultados bastante significativos até mesmo a longo prazo para o indivíduo, visto que, de acordo com Albusac-Jorge (2022), o estudo musical ajuda a retardar o declínio cognitivo em idades mais avançadas.

Dentre as atividades musicais que servem como importantes ferramentas para o desenvolvimento do cérebro da criança estão o canto infantil e o movimento corporal, jogos musicais, execução instrumental, composição e improvisação musical

(SILVA, ARAÚJO, 2021). Em relação aos resultados percebidos ainda na infância, inclui-se a ativação da memória e do raciocínio, a melhora da função motora, a estimulação da criatividade, da imaginação, da estética, da lógica e da alfabetização (na relação som-grafia), o desenvolvimento da discriminação melódica e da sincronização rítmica, a promoção da interação social e da comunicação, bem como da consciência e expressão corporal e o aumento da capacidade de concentração, além de facilitar a emergência de possíveis talentos ocultos (SILVA, ARAÚJO, 2021; ALBUSAC-JORGE, 2022). Para Louro, Silva e Innammorato (2021),

é importante reforçar que a memória é um dos elementos mais importantes para o aprendizado e gerenciamento do comportamento e que, para que ela tenha um bom funcionamento na vida adulta, é necessário que os estímulos na infância sejam diversos e empregados de afetos positivos, tais como: prazer, alegria, motivação, carinho etc. (p. 109).

Complementando com as palavras de Muskat (2012):

[...] o estudo da música pode ser uma ferramenta única para ampliação do desenvolvimento cognitivo e emocional das crianças, incluindo aquelas com transtornos ou disfunções do neurodesenvolvimento como o déficit de atenção e a dislexia (p. 68).

Entretanto, faz-se necessário destacar dois pontos que devem ser levados em consideração na hora de mensurar os ganhos da estimulação musical precoce. O primeiro é que nenhum dos resultados possui garantia de sucesso nem promove, necessariamente, grandes alterações corticais quando comparadas ao cérebro de crianças sem treinamento musical, conforme apontam estudos de Habibi *et al.* (2018). Em suas descobertas, crianças que tiveram treinamento musical de fato apresentaram crescimento no volume de certas regiões sensório-motoras e do corpo caloso - provavelmente pela exigência que o ato de tocar um instrumento faz de uma maior interação inter-hemisférica - e ainda obtiveram melhores resultados nos testes relacionados à percepção auditiva. Em contrapartida, nos testes cognitivos não envolvidos com música, as crianças que receberam treinamento musical não apresentaram melhor desempenho e tampouco foram observadas alterações corticais, em volume, de regiões não-auditivas (HABIBI *et al.*, 2018). O segundo ponto que deve-se ter em mente, de acordo com Rebelo (2022), é a sobrecarga de estímulos. Por mais que a criança esteja no período crítico da neuroplasticidade, é importante tomar cuidado com o excesso de atividades – e aqui incluem-se não somente as musicais, como também as esportivas, as teatrais, entre outras – pois, além do cérebro possuir um nível de saturação, selecionando apenas aquilo que

considera mais significativo (BALDAIA, 2022), uma alta demanda de estímulos pode desencadear experiências desagradáveis ou mesmo emoções negativas na criança, criando memórias ruins que provocarão o oposto do efeito desejado e que poderão gerar sintomas depressivos ou mesmo a diminuição do rendimento escolar, por exemplo (REBELO, 2022), como comentado na seção 2.2 deste TCC.

3 METODOLOGIA

Este capítulo aborda a metodologia que foi utilizada neste TCC. Inicialmente, é apresentado Robert Stake, referencial teórico escolhido para este trabalho. Em seguida, explora-se o conceito de estudo de caso qualitativo segundo Stake, encerrando o capítulo com a descrição das fontes de informações utilizadas e as questões formuladas para a entrevista com a professora Patrícia Vanzella.

3.1 Robert Stake

Nascido no estado de Nebraska, Estados Unidos, no ano de 1927, Robert E. Stake é um psicólogo educativo e um reconhecido especialista em avaliação institucional e metodologia qualitativa. É também o criador da chamada avaliação responsiva, cujo foco está no estudo da experiência promovida pela sala de aula, da interação pessoal e dos processos e contextos institucionais (NASCIMENTO, 2022; GUILFORD, 2023). Entre os seus estudos avaliativos estão a educação científica e artística e o ensino convencional, incluindo educação de nível superior, educação especial e equidade de gênero (GUILFORD, 2023).

No que diz respeito aos estudos qualitativos, Stake destaca que os mesmos buscam compreender o mundo através da observação e da análise das formas reais, ou seja, por meio do estudo da experiência e da interpretação pessoal. Esse processo, segundo ele, deve ser arquitetado de forma disciplinada do início ao fim (NASCIMENTO, 2022). Stake possui sua própria metodologia de estudos de casos, incluindo a modalidade que foi utilizada para esse trabalho, definida como estudo de caso qualitativo intrínseco.

Atualmente, Stake é professor emérito na Universidade de Illinois em Urbana-Champaign, diretor do Center for Instructional Research and Curriculum Evaluation (CIRCE) dessa mesma instituição e participa das avaliações de desempenho de escolas da cidade de Nova York e das avaliações de treinamento na Administração de Veteranos dos Estados Unidos da América (GUILFORD, 2023; UNIVERSITY OF

ILLINOIS URBANA-CHAMPAIGN, 2023). Como especialista em psicometria e pesquisa instrucional, sua orientação atual é o estudo de campo naturalista ou etnográfico, especialmente em sala de aula (UNIVERSITY OF ILLINOIS URBANA-CHAMPAIGN, 2023).

3.1.1 Estudo de caso qualitativo intrínseco

O presente trabalho se caracteriza como um estudo de caso qualitativo intrínseco de acordo com as ideias de Robert Stake, que diz que, nessa modalidade, “o estudo não é empreendido primariamente porque o caso representa outros casos ou porque ilustra um traço ou problema particular, mas porque, em todas as suas particularidades e no que têm de comum, este caso é de interesse em si” (ALVES-MAZZOTTI, 2006, p. 641). Vale ressaltar que esse tipo de estudo de caso deve se situar na discussão acadêmica mais ampla, para que suas conclusões possam ser aplicadas a outros contextos e contribuam para o avanço do conhecimento, não se restringindo ao interesse individual dos seus próprios participantes e não se desconectando do debate corrente na área (ALVES-MAZZOTTI, 2006), já que, segundo Popper (1978 apud ALVES-MAZZOTTI, 2006),

hoje, a maioria dos cientistas admite que nenhum conhecimento é inteiramente objetivo e que os valores e crenças do pesquisador podem interferir no seu trabalho e, nesse caso, a única objetividade a que podemos aspirar é aquela que resulta da exposição de nossas pesquisas à crítica da comunidade científica (p. 638).

Dessa forma, o pesquisador deve se mostrar a par dos estudos atualizados sobre a temática focalizada, de modo que possa, de alguma forma, inserir sua pesquisa no processo de produção coletiva do conhecimento, após ser validada e aprovada como confiável e relevante pela comunidade acadêmica (ALVES-MAZZOTTI, 2006).

O resultado final desse estudo costuma retratar algo de original oriundo de um ou mais dos seguintes aspectos: a natureza do caso; o histórico do caso; o contexto (físico, econômico, político etc.); outros casos pelos quais é reconhecido; os informantes pelos quais pode ser conhecido (ALVES-MAZZOTTI, 2006). Esses

aspectos fornecem dados aos pesquisadores, que os interpretam com o objetivo de mostrar a peculiaridade do caso.

Em Alves-Mazzotti (2006), Stake concorda com Yin (1984 apud Alves-Mazzotti, 2006) - outra importante referência em estudos de caso - que essa modalidade de pesquisa é geralmente organizada em torno de um pequeno número de questões típicas cujas características envolvem relações complexas, sobre as quais o pesquisador tem pouco controle; são situadas, já que se referem a um dado contexto; e problemáticas. No entanto, os dois autores divergem em relação à generalização dos resultados. Yin pondera que é sempre possível gerar hipóteses capazes de serem testadas em outros contextos (replicação) e, se forem repetidamente confirmadas, podem ser generalizadas para contextos similares (conceito esse que ele chama de “generalização analítica”). Por outro lado, Stake (2000 apud ALVES-MAZZOTTI, 2006) diz que

a generalização não deveria ser uma exigência feita a todo e qualquer estudo, pois essa preocupação, caso seja excessiva, pode desviar a atenção do pesquisador de características importantes para a compreensão do caso em si (p. 649).

Embora o próprio Stake admita que até mesmo em um estudo de caso intrínseco os pesquisadores não evitam a generalização e isso possa ser interpretado como um pequeno passo em direção a uma grande generalização, para ele

o pesquisador busca apreender o suficiente sobre o caso estudado de modo a expressar significados complexos em uma narrativa suficientemente descritiva para que os leitores possam, de modo vicário, experienciar as situações e chegar a conclusões (mesmo que essas sejam diferentes das do pesquisador) (ALVES-MAZZOTTI, 2006, p. 647).

3.1.2 Fontes de informações do estudo de caso

Dentro das perspectivas de que o estudo de caso qualitativo intrínseco é empreendido quando o caso é de interesse em si devido às suas particularidades e ao que tem de comum, a Universidade Federal do ABC (UFABC) representa um caso único pois é uma IFES que oferece ensino, pesquisa e extensão em Neurociência e Música, mesmo sem dispor de curso de graduação em Música.

A fim de compreender melhor como a UFABC desenvolve seus projetos nessa temática, foi realizada uma entrevista semi-estruturada com a coordenadora e fundadora do NEUROMÚSICA UFABC. As perguntas foram divididas em três blocos: o primeiro visou saber um pouco mais sobre a trajetória acadêmica de Patrícia Vanzella; o segundo buscou entender mais detalhadamente como se organizam as atividades ligadas à Neurociência e Música na UFABC e de que forma elas impactam a produção acadêmica e científica dentro e fora da universidade; e o terceiro teve como objetivo conhecer as expectativas de Vanzella relacionadas ao futuro do ensino e da pesquisa em Neurociência e Música nas universidades federais brasileiras.

Como fonte de informações para o trabalho, além dos dados obtidos na entrevista, foram utilizadas:

a) páginas disponíveis na web relacionadas à UFABC:

- Regimento geral da UFABC;
- PPC do Bacharelado em Neurociência;
- NEUROMÚSICA UFABC;
- Sobre a UFABC;
- Sobre o CMCC;
- Sobre o NINA;
- Grupos de pesquisa do PPGNCG.

Quadro 1 - Entrevista com Patrícia Vanzella

CATEGORIA	INDICADOR	PERGUNTA
História pessoal	Trajetória profissional.	Qual a sua formação acadêmica?
	Vínculo com os estudos sobre Neurociência.	Como a Neurociência entrou na sua vida?
	Motivo para a escolha da UFABC como local de pesquisa sobre Neurociência e Música.	Por que a UFABC foi sua escolha para desenvolver as suas atividades de investigação em Neurociência e Música?
O ensino, a pesquisa e a extensão em Neurociência e Música na UFABC	Aceitação do corpo docente às propostas apresentadas.	Como foi a receptividade de seus pares às suas propostas, considerando-se a sua formação e docência anterior na área da Música? Houve alguma resistência ou as suas ideias foram absorvidas de imediato?
	Ensino, pesquisa e extensão em Neurociência e Música desenvolvidas na UFABC e onde se localizam na estrutura acadêmica da universidade.	Pensando no tripé ensino, pesquisa e extensão, como suas atividades na UFABC estão distribuídas? Quais são os seus projetos nestas áreas? Você pode falar um pouquinho sobre cada uma delas?
	Relação entre pesquisadores com distintas formações acadêmicas.	Como você descreve o ambiente acadêmico envolvendo pesquisadores de Neurociência com primeira formação aparentemente tão distintas como Música, Estatística e Psicologia?
	Quantitativo de profissionais envolvidos nos estudos sobre Neurociência e Música.	Ao todo são quantos profissionais diretamente envolvidos com Neurociência e Música na UFABC?
	Aspectos que diferenciam as IFES que trabalham com Neurociência e Música.	Em seu ponto de vista, o que diferencia o ensino, a pesquisa e a extensão em Neurociência e Música da UFABC em relação ao que existe atualmente no Brasil em outras universidades federais?

	Aspectos comuns entre IFES que trabalham com Neurociência e Música.	Agora, pensando nas instituições que você citou, o que há de comum entre elas no campo da Neurociência e Música?
	Contribuição da UFABC para os estudos sobre Neurociência e Música.	Do início de sua atuação nesta área até os dias de hoje, o que você destaca como o grande avanço do trabalho com Neurociência e Música na UFABC?
	Inserção internacional da Neurociência e Música da UFABC.	Como tem sido a inserção da UFABC no cenário internacional com relação ao trabalho realizado sobre Neurociência e Música?
O futuro dos estudos sobre Neurociência e Música nas universidades federais brasileiras	Necessidade de disciplina de Neurociência e Música em cursos de graduação em Música.	Qual a sua opinião quanto à necessidade de cursos de bacharelado e licenciatura em Música verem contemplados em seus projetos pedagógicos ao menos uma disciplina voltada para o estudo da Neurociência da Música?
	Perspectivas para a inclusão de uma disciplina voltada à Neurociência e Música em IFES com cursos de Música.	Você vislumbra a possibilidade de que se venha a ter instalada em Escolas/Institutos das Instituições Federais de Ensino Superior de Música?
	Futuro do ensino e da pesquisa em Neurociência e Música no Brasil.	Como você vislumbra o futuro do ensino e da pesquisa em Neurociência e Música no Brasil?
	Outras justificativas para o estudo da Neurociência e Música por estudantes de música.	Para encerrar, eu gostaria de lhe pedir para externar um pensamento voltado especificamente para estudantes de música sobre a importância do estudo da Neurociência da Música.

Fonte: O autor, 2023

4 A UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC

Este capítulo trata da Universidade Federal do ABC e suas atividades ligadas à neurociência da música.

Após ser apresentado o panorama local do ABC paulista na época da criação da UFABC, são descritas a organização e o projeto acadêmicos da universidade. Também é explorado de que forma se desenvolvem as atividades de ensino, pesquisa e extensão ligadas à Neurociência e Música na UFABC, através dos dados coletados nos sites da instituição e das informações obtidas na entrevista¹⁵ realizada com Patrícia Vanzella, coordenadora e fundadora do grupo NEUROMÚSICA UFABC, que é o principal responsável pela produção acadêmica e científica nessa temática interdisciplinar na UFABC. Tanto Vanzella quanto o NEUROMÚSICA UFABC também são apresentados neste capítulo.

4.1 A UFABC e a Neurociência da Música

As sete cidades da região do ABC paulista (Santo André, São Bernardo do Campo, São Caetano, Diadema, Mauá, Ribeirão Pires e Rio Grande da Serra) possuíam grande déficit de vagas no ensino público superior até a chegada da UFABC em 2005/2006. Eram 45 mil vagas ofertadas para mais de 2,5 milhões de habitantes, sendo que a grande maioria das 30 Instituições de Ensino Superior (IES) disponíveis era privada. Cerca de 65% dos 77 mil estudantes matriculados, aproximadamente, no ensino superior na Região estavam em instituições privadas, enquanto 20% estavam em instituições municipais e 15% estavam na rede comunitária filantrópica. Ademais, no setor de tecnologia e engenharia eram poucas as instituições que apresentavam investimentos ou desenvolviam atividades em pesquisa aplicada, estando a maior parte delas voltada apenas para o ensino (BRASIL, 2023). Diante deste quadro, foi criada a Universidade Federal do ABC (UFABC) mediante Projeto de Lei do ano de

¹⁵ Todas as citações indicadas como “informação verbal” estão referenciadas por: VANZELLA, Patrícia. Entrevista I. [nov. 2023]. Entrevistador: Felipe Vilardo. Rio de Janeiro, 2023. 1 arquivo .mp3 (60 min.).

2004, sendo a Lei sancionada em 27 de julho de 2005, integrando, desde então, o conjunto das universidades federais brasileiras, hoje no total de 63.

O Projeto Acadêmico dessa instituição é voltado para o âmbito científico e tecnológico e propõe uma matriz interdisciplinar caracterizada pela intercessão das várias áreas desse tipo de conhecimento. O Projeto da Universidade destaca a importância de uma formação integral e visa a inserção e desenvolvimento sociais em sentido amplo, promovendo um ambiente acadêmico favorável e de cooperação com outras instituições de ensino e pesquisa, com o setor industrial e com esferas dos poderes legislativo, executivo e judiciário, de modo a contribuir com a solução de problemas regionais e nacionais. (BRASIL, 2023).

Conforme consta no Regimento Geral da UFABC, seção XI, as unidades estruturais mínimas para efeitos de organização administrativa, didático-científica e de distribuição de pessoal são seus Órgãos Setoriais (os Centros):

I - Centro de Ciências Naturais e Humanas (CCNH);

II - Centro de Matemática, Computação e Cognição (CMCC); e

III - Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas (CECS).

Destaca-se, aqui, o CMCC, que além de ser o responsável pelos cursos de Bacharelado e Mestrado em Ciências da Computação, Bacharelado, Licenciatura, Mestrado e Mestrado Profissional em Matemática e pelo Mestrado em Engenharia da Informação, é onde também estão sediados o Bacharelado em Neurociência e o Mestrado e Doutorado em Neurociência e Cognição (BRASIL, 2023).

No que se refere especificamente ao ensino, à pesquisa e à extensão em Neurociência e Música na UFABC é necessário apresentar a Professora Doutora Patrícia Vanzella e o grupo “Neurociência e Música na UFABC” (NEUROMÚSICA UFABC), uma vez que as atividades referidas dizem respeito à atuação da professora e do grupo. Vanzella gentilmente aceitou contribuir com este trabalho, tendo sido entrevistada, como visto no capítulo referente à metodologia, para, além de relatar a sua história profissional, oferecer subsídios referentes ao ambiente encontrado na UFABC para o desenvolvimento dos seus estudos, ao papel e às contribuições do NEUROMÚSICA UFABC no âmbito acadêmico e à representatividade do grupo no cenário científico nacional e internacional.

4.2 Patricia Vanzella e sua atuação na UFABC

Lotada no CMCC, a professora, pesquisadora e pianista Patrícia Vanzella, única musicista de formação presente no corpo docente, é a fundadora e coordenadora do grupo “Neurociência e Música na UFABC” (NEUROMÚSICA UFABC), principal responsável pelo desenvolvimento do ensino, da pesquisa e da extensão na área da neurociência cognitiva da música na UFABC (FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC, 2011; FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC, 2023).

Vanzella se formou em Música pela Escola de Comunicações e Artes (ECA) da Universidade de São Paulo (USP) e fez seu mestrado em piano na Academia Franz Liszt de Budapeste, Hungria. Realizou doutorado em Piano/Música de Câmara na Catholic University of America e pós-doutorado no programa de pós-graduação em Engenharia da Informação da Universidade Federal do ABC. De 1993 a 2017, integrou o corpo docente do Departamento de Música da Universidade de Brasília (UnB). Entre 2020 e 2023 foi Diretora de Comunicação da Associação Brasileira de Cognição e Artes Musicais (ABCM), instituição na qual atualmente exerce o cargo de Diretora-Presidente (gestão 2023-2026). Em 2015, implementou e desde então coordena o grupo NEUROMÚSICA UFABC na Universidade Federal do ABC (CNPq, 2023).

Como solista, atuou frente aos principais conjuntos sinfônicos do país, como a Orquestra Sinfônica do Estado de São Paulo (OSESF), a Orquestra Sinfônica da Universidade de São Paulo (OSUSP) e a Orquestra Sinfônica do Teatro Nacional Claudio Santoro (OSTNCS), entre outras. Como camerista, apresentou-se em concertos na Europa, América e Ásia. Tem desenvolvido projetos de pesquisa em neurociência cognitiva da música em parceria com pesquisadores da University of Toronto, University of London, Max Planck Institute for Human Cognitive and Brain Sciences (Leipzig), Universidade Federal de São Paulo, Universidade Federal do ABC, Universidade de São Paulo e Instituto do Cérebro do Hospital Israelita Albert Einstein em São Paulo (CNPq, 2023).

Ao ser perguntada sobre como a neurociência passou a fazer parte da sua vida, Vanzella discorre:

[...] o meu interesse por neurociência veio depois de eu ter terminado o meu doutorado. Descobri a neurociência da música por acaso, em uma conversa com uma amiga neurologista que me apresentou um trabalho que falava sobre a organização cerebral no processamento musical, escrito por dois pesquisadores de instituições canadenses. Ao ler esse trabalho, acabei me apaixonando por essa área [neurociência cognitiva da música] porque vi que ela podia me proporcionar ferramentas para investigar questões que eu me fazia como musicista (informação verbal).

Vanzella (informação verbal) conta que, após o seu doutorado, começou a fazer pesquisas com pessoas que trabalhavam com neurociência cognitiva ou psicologia cognitiva e iniciou cursos para se capacitar para poder atuar na área, como o curso de neuroanatomia, além de ter sido aluna especial de alguns cursos no Instituto de Ciências Biomédicas e no Instituto de Psicologia da USP.

Depois de conviver e fazer contatos com profissionais envolvidos nas áreas de psicologia, psicobiologia e neurociência, Vanzella iniciou seu pós-doutorado na UFABC, no campo da neurociência:

No projeto que trabalhei durante o pós-doutorado, estava interessada em entender diferenças perceptivas entre portadores e não-portadores de ouvido absoluto. Para isso usei uma técnica da eletroencefalografia, que se chama potenciais evocados auditivos. Essa foi minha primeira experiência formal [...] num contexto acadêmico em neurociência (informação verbal).

Ao ser perguntada sobre o porquê de ter escolhido a UFABC, Vanzella responde:

A UFABC tem um ambiente extremamente interdisciplinar, isso era previsto desde a sua criação. [...] Nós, docentes, não estamos distribuídos em departamentos e sim em centros multidisciplinares, o que possibilita uma conversa bastante plural. O centro no qual eu estou alocada, por exemplo, é o Centro de Matemática, Computação e Cognição. Outros centros também são multidisciplinares. Com isso, a instituição oferece um terreno fértil para o surgimento de projetos interdisciplinares, [...] pois promove naturalmente o encontro entre pesquisadores de áreas distintas. A UFABC me parecia, assim, o destino mais lógico [...] para desenvolver um trabalho tanto de divulgação científica como de pesquisa na área da neurociência cognitiva da música (informação verbal).

Quanto ao ambiente interdisciplinar promovido pela UFABC, Vanzella (informação verbal) manifestou-se registrando que o trabalho entre os diversos profissionais se complementa. O músico de formação não tem conhecimento a respeito do método científico, por exemplo, enquanto o profissional da área de

ciências biológicas já traz isso em sua bagagem. Por outro lado, o músico compreende conceitos usados nos estudos da neurociência cognitiva da música - como ritmo e melodia - de uma forma que um psicólogo, sem formação musical, não tem conhecimento. Portanto, por mais que haja uma dificuldade inicial quanto ao tipo de linguagem abordada na comunicação entre as diversas competências acadêmicas, Vanzella defende que o trabalho em conjunto entre profissionais com distintas formações em um campo que envolve diferentes tipos de conhecimento potencializa a elaboração e o desenvolvimento de projetos.

Além dos profissionais envolvidos diretamente com Neurociência e Música, há colaboradores do corpo docente da UFABC que se somam a projetos específicos. Em um trabalho recente publicado pelo grupo (VANZELLA *et al.*, 2023), por exemplo, Vanzella (informação verbal) conta que houve participação de pesquisadores tanto do Centro de Matemática, Computação e Cognição, como do Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas (CECS). Além disso, complementa que sempre há alunos da UFABC, de diferentes áreas, que se envolvem em publicações e projetos ligados à temática da Neurociência da Música.

4.3 NEUROMÚSICA UFABC

O NEUROMÚSICA UFABC é um grupo interdisciplinar formado por pesquisadores dedicados ao estudo do comportamento musical pela perspectiva da neurociência cognitiva, em busca de um melhor entendimento sobre como percebemos, compreendemos, memorizamos, imaginamos, produzimos e reagimos emocionalmente à música. Além disso, o grupo também investiga possíveis efeitos socioemocionais, cognitivos e terapêuticos derivados do uso de música em diferentes contextos, bem como os mecanismos neurais e cognitivos subjacentes aos efeitos eventualmente encontrados. Outro objetivo do grupo é estabelecer uma ponte entre o conhecimento científico produzido na área da neurociência cognitiva da música e o ensino e a prática musical (MORITA, 2023; UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC, 2023).

A implementação do NEUROMÚSICA UFABC ocorreu no início de 2015 e não encontrou resistências do corpo docente da UFABC, visto que a universidade já possuía, desde a sua formação, um caráter interdisciplinar. Patrícia Vanzella (informação verbal) conta que foi muito bem acolhida pelo colegiado do Bacharelado em Neurociência e que o ambiente acadêmico encontrado foi propício para a criação do grupo:

Quando eu me aproximei da neurociência [...], fiquei alguns anos trabalhando na pesquisa na área da cognição musical em parceria com colegas de instituições no Brasil e no exterior. E aí vim fazer o pós-doc na UFABC, [...] onde imediatamente identifiquei um terreno fértil para propor a criação de um grupo de pesquisa na área de neurociência cognitiva da música” (informação verbal).

O NEUROMÚSICA UFABC está ligado ao Bacharelado em Neurociência da UFABC, no entanto, por se tratar de um grupo que atua no tripé ensino, pesquisa e extensão de maneira interdisciplinar com profissionais de outros corpos docentes, ele também está vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Neurociência e Cognição (PPGNCG) e ao Núcleo Interdisciplinar de Neurociência Aplicada (NINA)¹⁶.

Conforme conta Vanzella (informação verbal), como atividades ligadas ao ensino o NEUROMÚSICA UFABC criou em 2015, e oferece desde então, uma disciplina livre no Bacharelado em Neurociência (“Neurociência da Cognição Musical”) e uma disciplina livre no Programa de Pós-Graduação em Neurociência e Cognição (“Neurociência e Psicologia da Música”). Em relação às atividades ligadas à pesquisa, o grupo atua em diferentes linhas, tais como caracterização do ouvido absoluto, correlatos mentais e neurais subjacentes à performance musical e processamento e memória musical, entre outras. E, como atividades extensionistas, o NEUROMÚSICA UFABC apresenta atividades tanto pontuais como recorrentes, entre as quais destacam-se as Conversas Neuromusicais, os Concertos Sinápticos, o Ativamente Musical, o Experimente Música e o curso “Introdução à Neurociência da Música”, bem como workshops e simpósios relacionados à neurociência da música (UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC, 2023).

¹⁶ O NINA é uma unidade estratégica vinculada diretamente à reitoria, cujo objetivo é estabelecer um diálogo entre pesquisadores da neurociência de diferentes Centros da UFABC e os demais âmbitos da sociedade como as áreas de tecnologia, saúde, educação, políticas públicas, entre outras, adotando a estratégia de encorajar atividades acadêmicas que envolvam alunos de graduação e pós-graduação, pesquisas científicas e iniciativas voltadas para a comunidade (MORITA, 2023).

Quando perguntada sobre o que diferenciava o ensino, a pesquisa e a extensão em Neurociência e Música na UFABC em relação à outras universidades federais brasileiras, Vanzella (informação verbal) afirmou que não conhece nenhum outro grupo que opere da mesma forma, com a mesma estrutura e com os mesmos objetivos do NEUROMÚSICA UFABC, mas reconheceu que há núcleos voltados para a pesquisa em área similares à neurociência da cognição musical em algumas IFES no Brasil. De acordo com Vanzella (informação verbal), existem pesquisadores de outras universidades federais brasileiras que realizam pesquisa em neurociência da música, mas que não estão necessariamente ligados a um grupo de neurociência da música, e que também não possuem o mesmo foco do NEUROMÚSICA UFABC em relação à sua atuação no tripé ensino, pesquisa e extensão, que é o caso, por exemplo, da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), da Universidade Estadual Paulista (Unesp) e da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) . A professora ainda cita que pesquisadores de outras IFES têm ido para a UFABC para desenvolver projetos em parceria justamente pela estrutura encontrada por lá.

Com relação aos avanços do trabalho com Neurociência e Música na UFABC, Vanzella (informação verbal) destaca a importância da colaboração em equipe em direção ao melhor entendimento do que vem sendo produzido na área, bem como da construção do conhecimento, destacando ainda o significado que tem para ela participar da construção deste conhecimento.

[...] na verdade, em ciência, a gente vai avançando aos pouquinhos, não é? E eu acho que todo pouquinho é um grande avanço [...] no sentido de que no próximo trabalho já partimos do avanço anterior [...]. Estamos contribuindo para construir o conhecimento na área da neurociência cognitiva da música. Acredito que essa é nossa maior contribuição, de aos poucos avançarmos em conjunto com tudo que tem sido investigado em outros centros de pesquisa que também estão buscando entender [...] como é que nós, seres humanos, processamos música. E quando falo em processar música, quero dizer perceber música, produzir música, reagir emocionalmente e esteticamente à música. Assim, vamos construindo, tijolinho sobre tijolinho, esse conhecimento em conjunto com todos que estão se dedicando a isso. A minha felicidade é [...] poder participar dessa construção de conhecimento (informação verbal).

Para além da relevância do trabalho desempenhado pelo NEUROMÚSICA UFABC em nível nacional, a inserção do grupo no cenário internacional com relação às suas contribuições em Neurociência e Música tem se mostrado significativa. O grupo é o único no Brasil que é membro do *Society for Music Perception and Cognition*

e o único na América Latina ligado a um programa de pós-graduação em neurociência e cognição. Vanzella (informação verbal) conta que a equipe tem participado dos principais congressos internacionais, entre eles a conferência *Music and Eye-Tracking*, realizada no *Max Planck Institute for Empirical Aesthetics* em 2022, na Alemanha, onde o NEUROMÚSICA UFABC foi o grupo com maior número de trabalhos apresentados no evento.

5 DISCUSSÃO

A UFABC foi criada para ajudar a suprir não só a escassez de vagas no ensino superior da rede federal no ABC paulista, mas, também, para preencher a lacuna que havia no ensino voltado para a ciência e tecnologia na região. O Projeto Acadêmico da universidade, que propõe uma matriz interdisciplinar marcada pela convergência de distintos saberes, torna possível que diferentes áreas trabalhem em conjunto, gerando um ambiente favorável para o amplo desenvolvimento de pesquisas, estudos e grupos multidisciplinares. O estímulo que os alunos recebem desde o seu ingresso na UFABC para a produção do conhecimento científico também colabora para que participem de uma grande diversidade de atividades. Dessa forma, por mais que não haja curso de graduação em Música, é compreensível que a presença de uma musicista no corpo docente da universidade não cause espanto mas, sim, gere novas possibilidades de estudos, ainda mais quando esses estudos mostram-se extremamente significativos para o avanço científico, para a formação acadêmica de professores, para o desenvolvimento global do aluno na escola, para a integração social, entre outros (SILVA, ARAÚJO, 2021; ALBUSAC-JORGE, 2022; BRASIL, 2023; FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC, 2023; RELVAS, 2023).

Retomando o que foi exposto na seção 2.4, a relação que o Homem tem com a Música é tão antiga quanto a própria espécie humana (CUERVO, ROSAT, 2018). Logo, o fato de a música ser algo tão presente na vida em sociedade faz com que, naturalmente, os assuntos relacionados a ela despertem o interesse das pessoas de maneira geral, ainda mais quando esses dizem respeito ao funcionamento do corpo humano, à regulação das emoções, à memória etc. Levitin (2016 apud CUERVO, ROSAT, 2018) “entende que a compreensão acerca da natureza humana, enquanto características da espécie, deve contemplar a investigação sobre as funções da música na vida dos seres humanos” (p. 182), portanto, promover estudos dentro dessa temática pode contribuir não só com variadas formações acadêmicas, como, também, com o próprio conhecimento sobre o Homem e as suas relações sociais.

O pioneirismo e o reconhecimento do NEUROMÚSICA UFABC, conforme relatou Patrícia Vanzella (informação verbal), também reforçam a relevância das atividades produzidas pelo grupo no âmbito acadêmico e científico não apenas dentro

da própria UFABC, mas também em nível nacional e internacional. Mais do que isso, o fato de haver, segundo Vanzella (informação verbal), pouquíssimos núcleos voltados para o estudo da neurociência da música - e nenhum outro com atividades ligadas ao tripé ensino, pesquisa e extensão nesse campo - nas IFES brasileiras, fazem do NEUROMÚSICA UFABC uma referência e um exemplo a ser seguido por outros grupos relacionados a essa temática que possam vir a surgir. Dessa maneira, é interessante para a UFABC possuir esse papel expressivo no contexto da ciência e da tecnologia, que está no cerne da criação da instituição.

Vale ressaltar, entretanto, que, de acordo com Vanzella (informação verbal), em um passado não muito distante, não existiam instrumentos científicos que permitissem o registro de dados cerebrais de músicos movimentando-se livremente durante a performance. Para tocar no *scanner* de uma ressonância magnética, por exemplo, é necessário transfigurar o instrumento musical - que não pode ter nenhuma parte metálica -, colocar o músico deitado - que é uma posição não usual para a execução de músicas - e ainda levar em consideração que o resultado sonoro não será o mesmo, já que a situação imposta não é a natural. Dessa forma, a investigação não seria tão fiel à realidade. O surgimento da Espectrografia Funcional no Infravermelho Próximo (em inglês fNIRS – *Functional Near-Infrared Spectroscopy*) permitiu condições mais confortáveis e viáveis para a movimentação e interação dos músicos, e, conseqüentemente, um recolhimento mais fidedigno dos dados relacionados à atividade neural. Em um estudo pioneiro na área, o NEUROMÚSICA UFABC utilizou essa tecnologia para investigar os correlatos neurais da performance musical em conjunto (VANZELLA *et al.*, 2019).

Quando perguntada sobre o futuro do ensino e da pesquisa em neurociência e música no Brasil, Vanzella (informação verbal) afirmou que tem visto um crescimento muito grande no interesse das pessoas por esse tema. No curso de extensão oferecido pelo NEUROMÚSICA UFABC, a procura tem sido muito mais alta do que o número de vagas disponíveis. Pelo terceiro ano consecutivo, a equipe ainda não consegue atender todos os interessados, mesmo após aumentar a oferta de vagas. Para Vanzella (informação verbal), o estudo da neurociência colabora para que a pessoa se conheça melhor e entenda mais sobre o funcionamento do seu corpo. No caso do músico, especificamente, ela complementa:

[...] Entender os mecanismos mentais e neurais envolvidos no processamento musical pode contribuir para o fazer musical [...]. A neurociência cognitiva nos ajuda a entender melhor a percepção, os mecanismos de atenção, as diferentes formas de memória, os processos motores, as habilidades de coordenação interpessoal... e essas são funções mentais que utilizamos quando tocamos um instrumento, cantamos, improvisamos e até mesmo quando imaginamos música. Oferecer esse conhecimento no contexto da educação musical e da formação do músico instrumentista, cantor, compositor, regente, arranjador [...] só tem a acrescentar para a vida do músico (informação verbal).

Vanzella (informação verbal) defende que é importante que cursos tanto de bacharelado quanto de licenciatura em Música possuam nos seus projetos pedagógicos uma disciplina voltada para o estudo da neurociência da cognição musical, visto que o conhecimento que está sendo gerado nessa área pode ser muito útil para o músico em sua atuação profissional. Compreender o que são os processos cognitivos de maneira geral, como atenção e memória, e como a música pode ser um veículo para a interação social se faz fundamental para o músico, por exemplo, planejar melhor o estudo do seu instrumento e saber traçar melhores estratégias para o aprendizado dos seus alunos. Vanzella ainda complementa:

[...] o fato de a música envolver todas as nossas funções cognitivas faz com que o nosso cérebro todo esteja em funcionamento ao fazermos música. [...] Por isso a música pode servir como uma ferramenta para entender o cérebro também, o que acaba se configurando como via de mão dupla: ao mesmo tempo em que você pode usar as ferramentas da neurociência para entender o processamento musical, você também pode usar a música para entender o cérebro e o comportamento humano de forma mais ampla (informação verbal).

Sendo assim, para Vanzella (informação verbal), é concebível que Escolas/Institutos de IFES que oferecem Música no seu currículo possuam ao menos uma disciplina que trabalhe a neurociência do ponto de vista da cognição musical.

De todo modo, há autores que enxergam barreiras na implementação de uma abordagem mais plural do ensino em certas IES. Para Cuervo e Rosat (2018), a fragmentação de conhecimentos, bem como a resistência de profissionais altamente especializados a articulações interdisciplinares, de caráter inovador e colaborativo, são fatores que acabam dificultando o avanço dos estudos que relacionam Música e Neurociência e suas aplicações. Os trâmites administrativos e nas políticas inter e intra institucionais também podem atravancar esse processo. No caso específico da área da Música, o próprio corpo docente de instituições tradicionais, de postura conservadora e preso a conteúdos fixos, acaba por deixar lacunas na formação

musical do “ser artista” e do “ser docente”, desconsiderando aspectos pedagógicos, psicológicos e socioculturais importantes (CUERVO, ROSAT, 2018).

Retornando à pergunta problema deste trabalho - “o que fundamenta a existência de pesquisa na área da Neurociência e Música na UFABC onde não é oferecido curso de graduação de Música?” - entende-se que o motivo principal que responde a questão é justamente o objetivo central do Projeto Acadêmico da UFABC, que visa a geração e a difusão do conhecimento científico através de estudos e pesquisas interdisciplinares relevantes para a comunidade acadêmica e científica, propondo um ambiente favorável para o desenvolvimento de projetos de diversas áreas entre docentes e discentes da instituição e promovendo uma articulação com a sociedade através de atividades extensionistas (FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC, 2011; BRASIL, 2023). Nesse sentido, a interseção da Neurociência e da Música se reflete em distintos campos, como as ciências humanas e as ciências biológicas (CUERVO, ROSAT, 2018), e, por apresentar significativo valor para o avanço científico e para a democratização do conhecimento, mostra-se justificável a sua presença interdisciplinar tanto no ensino quanto na pesquisa e na extensão na UFABC.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como visto no decorrer deste TCC, o conhecimento gerado pelos estudos da neurociência pode beneficiar distintas áreas de atuação. No caso da Educação, as ferramentas que a neurociência fornece ao educador permitem que ele possa criar caminhos para tornar o processo escolar prazeroso, de modo que o estudante se sinta estimulado e cativado pelo ambiente em que está inserido, ou mesmo que o professor possa ser capaz de elaborar estratégias mais apropriadas para que o aluno consiga superar eventuais dificuldades encontradas no processo de aprendizagem, por exemplo (RELVAS, 2023). Quando se pensa na Música, o estudo do sistema nervoso relacionado a essa área mostrou que o fazer musical pode trazer diversos benefícios ao estudante de música, como o desenvolvimento motor e cognitivo, o aumento da capacidade linguística e das habilidades sociocomunicativas, o estímulo da motivação e do prazer, a melhora da concentração e do foco e a promoção da integração social (VARGAS, 2012; CUERVO, ROSAT, 2018; LOURO, SILVA, INNAMMORATO, 2021). Conforme defende Relvas (2023), é crucial que os educadores estejam familiarizados com as estruturas cerebrais como “interfaces” da aprendizagem e do comportamento, com a finalidade de garantir um desenvolvimento ininterrupto e um redimensionamento do aluno em relação às maneiras como ele interage e intervém nos diferentes ambientes pelos quais seguir.

Pensando no que foi obtido através do estudo de caso realizado neste trabalho, nota-se que a neurociência da música tem se mostrado um campo muito fértil para pesquisas e com enorme potencial para novas descobertas. Como visto na entrevista com Patrícia Vanzella (informação verbal), o ambiente interdisciplinar que incentiva o desenvolvimento de projetos entre profissionais com formações distintas, aliado a uma boa infraestrutura e objetivos claros de difundir o conhecimento entre a comunidade acadêmica e a sociedade e apresentar avanços significativos para o âmbito científico, faz com que o trabalho produzido em Neurociência e Música na UFABC seja de excelência e sirva como referência no Brasil e no mundo.

Vale pontuar que, devido a limitações envolvidas no processo de pesquisa e de elaboração deste TCC, foi necessário se ater somente à UFABC e não a outras IFES que também possuem trabalhos ligados à Neurociência e Música.

Como possíveis contribuições que possam surgir a partir deste trabalho estão: explicitar a necessidade de mais estudos na área da Neurociência e Música, gerar interesse de novos alunos de música pelo tema e democratizar o acesso a esse tipo de conhecimento, voltado não somente ao professor de música mas, também, às pessoas que consomem música de maneira geral, aos pais que pensam em matricular seus filhos em escolas de música e a todos os demais que desconhecem os benefícios que a prática musical pode trazer para o corpo e para a mente.

Uma outra questão que vale ser ressaltada, conforme externalizou Vanzella (informação verbal) na entrevista, é a importância de se conhecer determinado assunto para não cair em informações falsas. Exercer o pensamento crítico, buscar fontes científicas confiáveis e checar se os métodos utilizados pelo pesquisador são adequados para o que ele se propõe a responder são passos fundamentais para o cidadão discernir se aquela informação que chega até ele é válida ou não. Em se tratando de neurociência, o cuidado que se deve ter é para não ser enganado pelos chamados neuromitos, que são justamente crenças falaciosas, dados enviesados, que muitas vezes surgem de interpretações equivocadas de estudos científicos ou nascem de pesquisas que não seguiram um critério científico adequado e transparente.

Por fim, como este trabalho está inserido no âmbito da Educação Musical, entendendo que possa vir a motivar a inserção e o desenvolvimento de atividades ligadas à Neurociência e Música em instituições que oferecem curso superior em Música, faz-se necessário frisar as palavras de Mora (2019 apud REBELO, 2022), que diz que “não se trata apenas de levar às instituições de ensino os avanços alcançados pela neurociência, mas, principalmente, de conseguir o entendimento dos professores para o potencial elevado de suas ações” (p. 2). A Neurociência, para Cuervo e Rosat (2018), portanto,

deveria ser vista como uma ciência básica da Educação, suscitando a criação de “pontes” de diálogo entre a visão epistemológica, as ações metodológicas entre pesquisa laboratorial e a pesquisa na sala de aula permeada por dados quantitativos e qualitativos (p. 176)

REFERÊNCIAS

- ALBUSAC-JORGE, Miriam. Revisitando las Variables que Condicionan la Neuroplasticidad Asociada a La Interpretación Musical. **TECHNO Review**. Madrid, v. 11, n. 4, p. 2-14, 2022.
- ALVES-MAZZOTTI, Alda Judith. Usos e Abusos dos Estudos de Caso. **Cadernos de Pesquisa**. São Paulo, v. 36, n. 129, p. 637-651, 2006.
- AMABIS, José;. MARTHO, Gilberto. **Biologia 2: Biologia dos Organismos**. 3. ed. São Paulo: Moderna, 2010.
- ANDRÉ, Marli. O Que é um Estudo de Caso em Educação? **Revista da FAEEBA – Educação e Contemporaneidade**. Salvador, v. 22, n. 40, p. 95-103, 2013.
- BALDAIA, Vinícius. Cardinalidade e Cognição: Edmond Costère em Perspectiva. **Revista Música**. São Paulo, v. 22, n. 2, p. 31-42, 2022.
- BEAR, Mark; CONNORS, Barry; PARADISO, Michael. **Neurociências: Desvendando o Sistema Nervoso**. 2ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2002.
- BERNE, Robert.; LEVY, Matthew. **Fisiologia**. 7. ed. (trad.). Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.
- BLANCO, Carlos. **Historia de la neurociencia: el conocimiento del cerebro y la mente desde una perspectiva interdisciplinar**. Madrid: Biblioteca Nueva, 2014.
- BRASIL. **Site da Universidade Federal do ABC**, 2023. A UFABC: Sobre. Disponível em: <https://www.ufabc.edu.br/a-ufabc/sobre>. Acesso em: 03 ago. 2023.
- BRASIL. **Site da Universidade Federal do ABC**, 2023. Centro de Matemática, Computação e Cognição: Quem Somos. Disponível em: <https://cmcc.ufabc.edu.br/o-cmcc/quem-somos>. Acesso em: 27 set. 2023.
- CARTER, Rita. **O Livro do Cérebro: Um Guia Ilustrado de sua Estrutura, Funcionamento e Transtornos**. Rio de Janeiro: Agir, 2012.
- CENTRO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO (CNPq). **Currículo Lattes**, 2023. Patrícia Maria Vanzella. Disponível em: <http://lattes.cnpq.br/7520218449664877>. Acesso em: 06 ago. 2023.
- CRUZ, Alfredo Moises. **O Que Acontece Com Nosso Cérebro Quando Ouvimos Música: Um Estudo Sobre Preferência Musical E Estados Emocionais**. 2008. 58 pp. Monografia (Licenciatura em Música) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal/RN, 2018.
- CUERVO, Luciane; ROSAT, Renata Menezes. Abordagem Interdisciplinar Entre Música E Neurociências: Estratégias De Fomento E Inserção Curricular No Ensino Superior. **ORFEU**., Florianópolis, v. 3, n. 1, p. 172-196, 2018.

DA SILVA, João Alberto; MARINHO, Julio Cesar; SILVA, Grasielle; BARTELMES, Roberta; DA SILVEIRA, Janaína. Sensação e Percepção no Contexto dos Estudos em Epistemologia Genética. **Schème**. Marília, v. 6, n. 2, p. 51-68, 2014.

DESCARTES, René. **As Paixões da Alma**. Petrópolis: Vozes de Bolso, 2023.

FELICIANO, Gláucio. **Neuroanatomofisiologia Fundamental**. 1. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 2023.

FREITAS, Diogo. **Plataforma para Análise do Sinal de EEG Aplicado ao ERD/ERS no Reconhecimento em Tempo Real da Imaginação do Movimento** [tese]. Recife: Universidade Federal de Pernambuco; 2017. 139 p. Doutorado em Engenharia Elétrica.

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC. Conselho Universitário. **Resolução n. 63/2011, de 30 de maio de 2011**. Aprova o Regimento Geral da UFABC. Santo André: Conselho Universitário, 2011.

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC. **Projeto Pedagógico de Curso: Bacharelado em Neurociência**. São Bernardo do Campo: NDE Portaria n° 457/2020 do CMCC, 2023.

GAZZANIGA, Michael S.; IVRY, Richard B.; MANGUN, George R. **Cognitive Neuroscience: The biology of the mind**. 4 ed. New York: Norton, 2014.

GUILFORD PRESS. **Meet our Authors**, 2023. Robert E. Stake. Disponível em: <https://www.guilford.com/author/Robert-E-Stake>. Acesso em: 06 set. 2023.

GUYTON, Arthur; HALL, Michael. **Tratado de Fisiologia Médica**. 13. ed. (trad.). Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.

HABIBI, Assal; DAMASIO, Antonio; ILARI, Beatriz; SACHS, Matthews; DAMASIO, Hanna. Music Training and Child Development: A Review of Recent Findings from a Longitudinal Study. **Annals Of The New York Academy Of Sciences**. New York, v. 00, p. 1-9, 2018.

HERCULANO-HOUZEL, Suzana. **Sexo, Drogas, Rock'n'roll e Chocolate: O Cérebro e os Prazeres da Vida Cotidiana**. 1 ed. Rio de Janeiro: Vieira & Lent, 2003.

HOUAISS, Antônio; VILLAR, Mauro de Salles. **Dicionário Houaiss da língua portuguesa**. 1. Ed. Rio de Janeiro: Objetiva, 2009.

JÚNIOR, Álvaro Francisco; JÚNIOR, Nazir Feres. A Utilização Da Técnica Da Entrevista Em Trabalhos Científicos. **Evidência**. Araxá, v. 7, n. 7, p. 237-250, 2011.

JÚNIOR, César; SASSON, Sezar; JÚNIOR, Nelson. **Biologia 2: Seres Vivos: Estrutura e Função**. 10. ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

KOIDE, Adriana; TORTELLA, Jussara. Segura sua Mão na Minha: uma Conexão Entre Neurociência e Educação. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**. Rio de Janeiro, v. 31, n. 119, p. 1-25, 2023.

LEVITIN, Daniel. **A Música no seu Cérebro**. 1 ed. Rio de Janeiro: Objetiva, 2021.

LOURO, Viviane; HERCULANO, Tarciane. Neurociências, Educação Musical Especial e Inclusiva: Mapeamento Bibliográfico Nacional de 2000 a 2020. *In*: LOURO, Viviane; NIGRO, Antônio. **Tópicos em Música e Neurociências**. Recife: Editora UFPE, 2021.

LOURO, Viviane; SILVA, Juracy; INNAMMORATO, Sueli. O Aprendizado Musical Como Estimulação Na Primeira Infância: Uma Abordagem das Neurociências Cognitivas. *In*: LOURO, Viviane; NIGRO, Antônio. **Tópicos em Música e Neurociências**. Recife: Editora UFPE, 2021.

LOURO, Viviane; NIGRO, Antônio. **Tópicos em Música e Neurociências**. Recife: Editora UFPE, 2021.

MED, Bohumil, Teoria da música. 4. ed. Brasília: Musimed, 1996.

MENEZES, Flo. **A acústica musical em palavras e sons**. 2 ed. São Paulo: Ateliê Editorial, 2004.

MONTINARO, Antonio. The Musical Brain: Myth and Science. **World Neurosurgery**. Cleveland, v. 73, n. 5, p. 442–453, 2010.

MORITA, Vanessa. **Site da Unidade Interdisciplinar de Neurociência Aplicada (NINA) da UFABC**, 2023. Sobre o NINA. Disponível em: <https://neuro.ufabc.edu.br/ncsc-2/>. Acesso em: 04 ago. 2023.

MUSZKAT, Mauro. Música, Neurociência e Desenvolvimento Humano. *In*: JORDÃO, Gisele; ALLUCCI, Renata; MOLINA, Sérgio; TERAHATA, Adriana. **A Música na Escola**. São Paulo: Allucci & Associados Comunicações, 2012. p. 67-69.

NASCIMENTO, Marcilia Nogueira. Conversando Sobre Pesquisa Qualitativa Com Robert Stake. **Cadernos GPOSSHE (On-line)**. Fortaleza, v. 6, n. 1, p. 204- 208, 2022.

NICOLELIS, Miguel. **O Verdadeiro Criador de Tudo: Como o Cérebro Humano Esculpiu o Universo Como Nós o Conhecemos**. 4. ed. São Paulo: Planeta, 2020.

PANTANO, Telma; ZORZI, Jaime. **Neurociência Aplicada à Aprendizagem**. 1. ed. São José dos Campos: Pulso, 2009.

PERETZ, Isabelle; ZATORRE, Robert. **The cognitive neuroscience of music**. New York: Oxford University Press, 2003.

REBELO, Matheus Carvalho. Aspectos Emocionais No Ensino Musical Na Primeira Infância: Contribuições Da Neurociência. **Revista da Abem**. Porto Alegre, v. 30, n. 2, p.104-124, 2022.

RELVAS, Marta Pires. **Neurociência na Prática Pedagógica**. 2. ed. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2023.

REVERON, Rafael. Andreas Vesalius (1514-1564): Fundador de la Anatomía Humana Moderna. **International Journal of Morphology**. Temuco, v. 25, n. 4, p. 847-850, 2007.

SILVA, Tatiana; ARAÚJO, Micilvânia. O Estímulo Da Memória De Trabalho Em Crianças Por Meio Da Música. *In*: LOURO, Viviane; NIGRO, Antônio. **Tópicos em Música e Neurociências**. Recife: Editora UFPE, 2021.

SILVA, Tatiana; SILVA, Daniela. Considerações Sobre Música, Processamento Auditivo Central e Autismo. *In*: LOURO, Viviane; NIGRO, Antônio. **Tópicos em Música e Neurociências**. Recife: Editora UFPE, 2021.

SILVERTHORN, Dee Unglaub. **Fisiologia humana: Uma abordagem integrada**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC. **Site da Neurociência e Música na UFABC**, 2023. Página Inicial. Disponível em: <https://neuro.ufabc.edu.br/music/>. Acesso em: 04 ago. 2023.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC. **Site do Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas**, 2023. Portal de Programas de Pós-Graduação em Neurociência e Cognição. Disponível em: https://sig.ufabc.edu.br/sigaa/public/programa/secao_extra.jsf?lc=pt&id=195&extra=5465540. Acesso em: 04 ago. 2023.

UNIVERSITY OF ILLINOIS URBANA-CHAMPAIGN. **College of Education**, 2023. Robert. E Stake. Disponível em: <https://education.illinois.edu/faculty/robert-stake>. Acesso em: 06 set. 2023.

VANZELLA, Patrícia; BALARDIN, Joana; FURUCHO, Rogério; ZIMEO MORAIS, Guilherme; BRAUN JANZEN, Thenille; SAMMLER, Daniela; SATO, João. fNIRS responses in professional violinists while playing duets: evidence for distinct leader and follower roles at the brain level. **Frontiers in psychology**, v. 10, p. 164, 2019.

VANZELLA, Patrícia; BRAUN JANZEN, Thenille; OLIVEIRA, Guilherme AD; SATO, João; FRAGA, Francisco. Perception and identification of tones in different timbres: Using pupil diameter to investigate absolute pitch ability. **Psychology of Music**, v. 51, n. 1, p. 226-243, 2023.

VANZELLA, Patrícia. Entrevista I. [nov. 2023]. Entrevistador: Felipe Vilardo. Rio de Janeiro, 2023. 1 arquivo .mp3 (60 min.).

VARGAS, Maryléa Elizabeth. Influências Da Música No Comportamento Humano: Explicações Da Neurociência E Psicologia. **Anais do Congresso Internacional da Faculdades EST**. São Leopoldo, v. 1, p. 944-956, 2012.

ANEXOS

ANEXO A - Encéfalo humano

ANEXO B - Divisão anatômica do Sistema Nervoso Humano

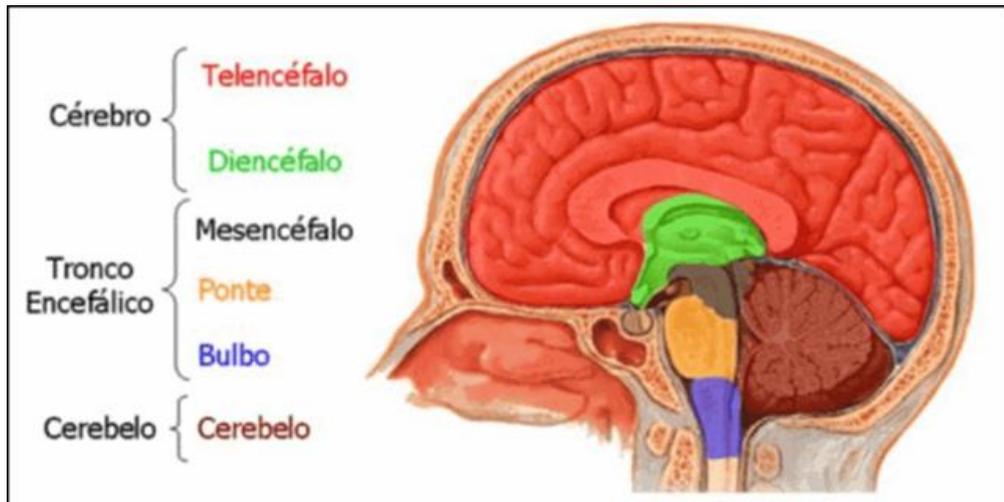
ANEXO C - Lobos cerebrais

ANEXO D - Corte coronal do encéfalo humano

ANEXO E - Neurônio

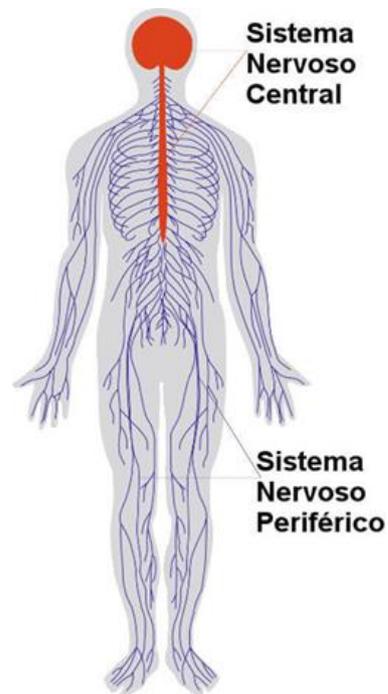
ANEXO F - Composição das substâncias cinzenta e branca

ANEXO A - Encéfalo humano



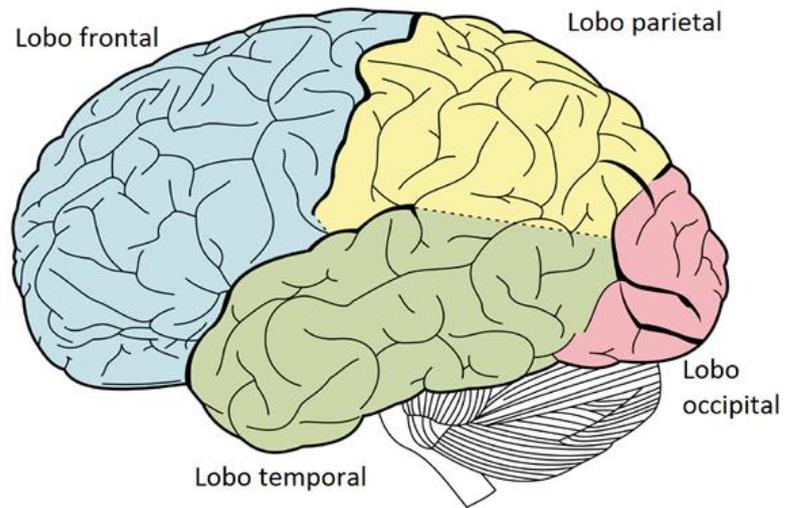
Fonte: SILVERTHORN (2010)

ANEXO B - Divisão anatômica do Sistema Nervoso Humano



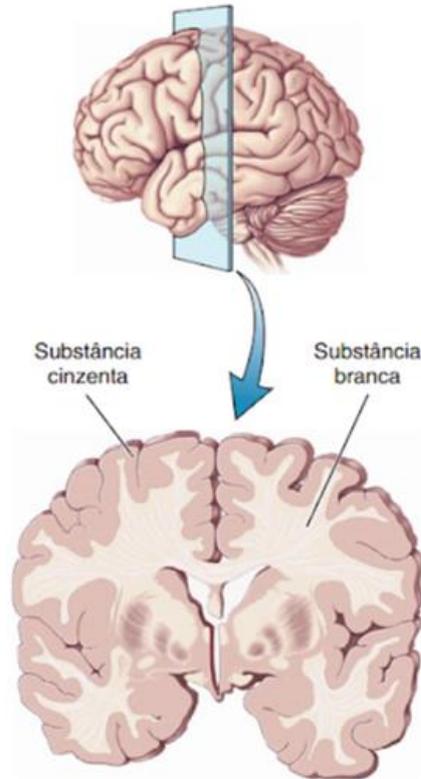
Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/biologia/sistema-nervoso.htm>

ANEXO C - Lobos cerebrais



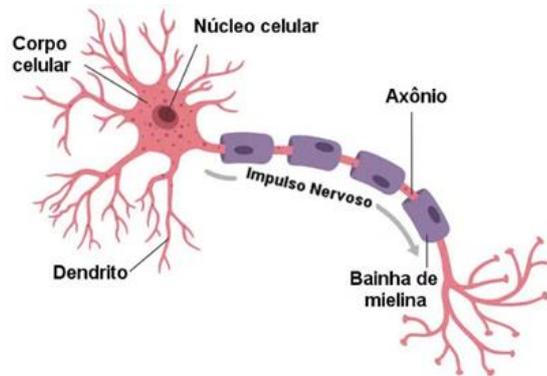
Fonte: FREITAS (2017)

ANEXO D - Corte coronal do encéfalo humano



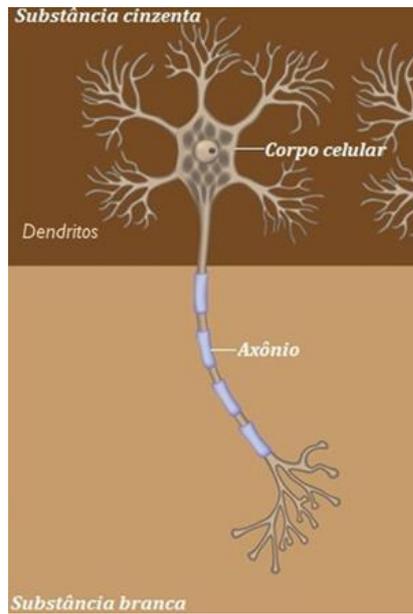
Fonte: <https://maestrovirtuale.com/substancia-cinza-elementos-localizacao-e-funcoes/>

ANEXO E - Neurônio



Fonte: <https://mundoeducacao.uol.com.br/biologia/neuronios.htm>

ANEXO F - Composição das substâncias cinzenta e branca



Fonte: <https://escolakids.uol.com.br/ciencias/substancias-branca-e-cinzenta.htm>