



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**

**CENTRO DE ARTES E COMUNICAÇÃO**

**DEPARTAMENTO DE MÚSICA**

**CURSO DE LICENCIATURA EM MÚSICA**

**MICHELLE CRISTINA DE MELO SILVA**

***SOFTWARES DE FEEDBACK VISUAL E O ENSINO/APRENDIZADO DO  
CANTO: APROXIMAÇÕES TEÓRICAS A PARTIR DA NEUROCIÊNCIA  
COGNITIVA E NEUROEDUCAÇÃO***

**RECIFE-PE**

**2025**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**

**MICHELLE CRISTINA DE MELO SILVA**

***SOFTWARES DE FEEDBACK VISUAL E O ENSINO/APRENDIZADO DO  
CANTO: APROXIMAÇÕES TEÓRICAS A PARTIR DA NEUROCIÊNCIA  
COGNITIVA E NEUROEDUCAÇÃO***

Artigo de Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Música da Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Artes e Comunicação como requisito para obtenção do título de licenciado em Música.

**Orientadora:** Prof<sup>ª</sup>. Dra. Viviane dos Santos Louro

**RECIFE, 2025**

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Silva, Michelle Cristina de Melo .

Softwares de feedback visual e o ensino/ aprendizado do canto: aproximações teóricas a partir da neurociência cognitiva e da neuroeducação / Michelle Cristina de Melo Silva. - Recife, 2025.

30 p. : il., tab.

Orientador(a): Viviane dos Santos Louro

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Artes e Comunicação, Música - Licenciatura, 2025.

Inclui referências.

1. Pedagogia Vocal. 2. Softwares de feedback visual. 3. Neurociência cognitiva. 4. Neuroeducação. I. Louro, Viviane dos Santos . (Orientação). II. Título.

780 CDD (22.ed.)

***Softwares de feedback visual e o ensino/aprendizado do canto: aproximações teóricas a partir da neurociência cognitiva e da neuroeducação***

**Visual feedback software and singing teaching/ learning: theoretical approaches from cognitive neuroscience and neuroeducation**

Michelle Cristina de Melo Silva<sup>1</sup>

**RESUMO**

Este artigo é o fruto da disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II do curso de Licenciatura em Música e está estruturado como ensaio acadêmico. O objetivo geral desta obra é traçar uma aproximação teórica entre o uso de *softwares de feedback visual* em tempo real no ensino/aprendizado do canto, mais especificamente no quesito afinação, a partir da neurociência cognitiva e da neuroeducação, a fim de demonstrar a funcionalidade pedagógica de tais recursos. A metodologia de pesquisa utilizada foi a revisão bibliográfica sobre os temas “pedagogia vocal”, “*software de feedback visual para o canto*”, “neurociência cognitiva” e “neuroeducação”. Os dados utilizados na construção deste trabalho foram adquiridos a partir da ferramenta de busca do Google Acadêmico e em portais como o da CAFE (Portal de Periódicos da CAPES), além de livros significativos na área de neurociência. Esta pesquisa se justifica por ampliar as discussões sobre pedagogia vocal, *software de feedback visual* e neurociência e pretende contribuir na formação de professores de canto para que possam atuar com abordagens mais científicas.

**Palavras-chave:** pedagogia vocal, *software de feedback visual*, neurociência, neuroeducação.

**ABSTRACT**

This article is the result of the Final Course Work II discipline of the Bachelor’s Degree in Music and is structured as an academic essay. The general objective of this work is to outline a theoretical approach on the use of real-time visual feedback software in teaching/ learning singing, more specifically, in the area of tuning, based on cognitive neuroscience and neuroeducation, in order to demonstrate the pedagogical functionality of such resources. The research methodology used was a bibliographic review on the themes “vocal pedagogy”, “visual feedback software for singing”, “cognitive neuroscience” and “neuroeducation”. The data used in the construction of this work were acquired from the Google Scholar search tool and from portals such as CAFE (CAPES Periodical Portal), in addition to significant books in the area of neuroscience. This research is justified by expanding the discussions on vocal pedagogy, visual feedback software and neuroscience, and aims to contribute to the training of the singing teachers so that they can work with more scientific approaches.

**Key-words:** vocal pedagogy, visual feedback software, neuroscience, neuroeducation.

---

<sup>1</sup> Graduanda do curso de Licenciatura em Música pela Universidade Federal de Pernambuco. E-mail: michelle.cristina@ufpe.br

## Introdução

A neurociência é uma área interdisciplinar que tem como objeto de estudo o sistema nervoso, cujo órgão principal é o cérebro. A tecnologia aplicada à medicina impulsionou o desenvolvimento desta ciência, através de exames como o eletroencefalograma e a ressonância magnética, que possibilitaram o estudo da atividade cerebral.

Quando voltamos o foco para os processos de ensino-aprendizado, passamos a chamar a neurociência de Neuroeducação (Cuervo, 2011; Brandão e Caliatto, 2019). Sendo assim, a neurociência explica o funcionamento fisiológico das habilidades mentais e a neuroeducação visa compreender, de forma aplicada e contextualizada, como o cérebro aprende, a relação do aprendizado com a memória e emoções, bem como as interferências positivas e negativas do mundo ao nosso redor, no que tange ao aprendizado (Louro, 2024).

Assim como o conhecimento científico se expandiu a partir das tecnologias digitais, a área educacional também dispôs de recursos tecnológicos para tornar o processo de ensino/aprendizado mais atrativo e dinâmico. Com a pandemia, o uso destas ferramentas digitais foi o que tornou possível a retomada da rotina escolar e também a socialização humana - extremamente prejudicada devido ao isolamento social necessário para a contenção da doença.

Neste contexto, de uma sociedade imersa nas tecnologias digitais, a música também foi impactada. Os avanços tecnológicos trouxeram novas possibilidades de apreciação, através de plataformas de streaming, e influenciaram o fazer musical individual e coletivo. Como exemplo, Cuervo (2019, p. 129) cita um coro virtual realizado, ainda antes da pandemia, de maneira completamente remota.

Essa invasão digital também se estendeu à área de ensino/aprendizagem do canto e esta não é a primeira vez que a pedagogia vocal foi afetada pelas inovações tecnológicas. Passamos de uma abordagem tradicional, baseada no empirismo, para uma contemporânea que foi incorporando, desde as primeiras descobertas científicas sobre a anatomia e fisiologia da voz (Viales-Montero, 2022) até os recursos tecnológicos disponíveis atualmente, como os *softwares* de *feedback* visual em tempo real, que apresentam pesquisas indicando sua eficiência, principalmente, no que se refere ao processo de aprendizagem da afinação.

É, portanto, na perspectiva dessa abordagem contemporânea, de uma pedagogia baseada em ciência, que este artigo se fundamenta, tendo em vista as propostas atuais da neurociência cognitiva e da neuroeducação, unidas aos avanços da tecnologia aplicada ao ensino musical, mais especificamente o do canto. Sendo assim, o trabalho está baseado na seguinte questão/problema: Quais habilidades neurocognitivas são estimuladas quando há o uso de *softwares* de *feedback* visual em tempo real como recurso auxiliar no ensino/aprendizado do canto?

Sendo assim, o objetivo geral deste trabalho é traçar uma aproximação teórica entre o uso do *software* de *feedback* visual e o ensino do canto, a partir da neurociência cognitiva e da neuroeducação, a fim de demonstrar a funcionalidade pedagógica de tais recursos. Os objetivos específicos são: 1. identificar os *softwares* de *feedback* visual citados na literatura e disponíveis no mercado atualmente; 2. Explicar, de acordo com a neurociência cognitiva e a neuroeducação, as habilidades neurocognitivas ativadas no processo de ensino/aprendizado do canto/afinação com o uso dessa tecnologia; 3. comentar em que contextos o uso desses *softwares* poderia ser aplicado para o ensino/aprendizado da afinação no canto.

Este artigo está escrito em forma de ensaio, baseado em revisão bibliográfica sobre os temas “pedagogia vocal”, “*software* de *feedback* visual para o canto”, “neurociência cognitiva” e “neuroeducação”. As plataformas utilizadas para a construção do trabalho foram: Google acadêmico e Repositório da CAPES, além de livros significativos da área de neurociência. Esta pesquisa se justifica por ampliar as discussões sobre pedagogia vocal, *software* de *feedback* visual e neurociência, e pretende contribuir com a formação de professores de canto para que possam atuar com abordagens mais científicas.

## **Reflexões iniciais sobre o ensino do canto**

Os primeiros registros de tratados sobre ensino do canto datam de 1723 e 1774, ambos escritos por e para *castrati*<sup>2</sup> (Viales-Montero, 2022; Costa, 2017; Mariz, 2013).

Manuel García I (1775 - 1832) foi o primeiro a escrever exercícios para vozes masculinas, já seu filho, Manuel García II (1805 - 1906), inventor do laringoscópio<sup>3</sup>, foi o responsável pela

---

<sup>2</sup> Pier Francesco Tosi (1653-1732) e Giambattista Mancini (1714 - 1800). (Viales-Montero, 2022)

<sup>3</sup> Equipamento criado em 1854 que permitiu a visualização do funcionamento da laringe em pessoas vivas.(Viales-Montero, 2022; Costa, 2017; Mariz, 2013)

inclusão dos conhecimentos anatômicos e fisiológicos no ensino do canto. Essa descoberta teve impacto direto na pedagogia vocal, pois foi a base para a criação de conceitos como qualidade de timbre e de registro, “voz clara e voz escura<sup>4</sup>”, definidos pelo próprio Manuel (Viales-Montero, 2022; Costa, 2017; Mariz, 2013).

Desde a descoberta do laringoscópio até a década de 1950, vários professores/pedagogos publicaram livros sobre o ensino do canto utilizando os conceitos do Manuel Garcia II e adicionando novos conceitos como a ressonância das vogais<sup>5</sup>; a indicação da respiração diafragmática com o uso de músculos abdominais<sup>6</sup> e explicações científicas das sensações do canto e de expressões ambíguas presentes na obra *Meine Gesangskunst* (Minha Arte de Cantar) de Lilli Lehmann (Viales-Montero, 2022).

Pode-se dizer que a partir daí, surge a seguinte classificação da pedagogia vocal: a pedagogia tradicional e a pedagogia contemporânea. A primeira, baseada no conhecimento empírico e na intuição, usa da imitação dos sons como principal recurso didático, ou seja, o professor ensina do jeito que aprendeu. A segunda utiliza conhecimentos teóricos de anatomia e fisiologia da voz e se baseia em conhecimentos científicos para explicar os processos de produção do som. Além disso, defende que o ensino deve ser adaptado ao estudante, ou seja, os exercícios precisam ter um objetivo claro e devem ser aplicados de acordo com a necessidade de cada estudante. (Viales-Montero, 2022, p. 4, apud Alessandrini e Torres Gallardo, 2015)

Logo, a partir de 1950, muitas publicações de livros e artigos científicos nessa área se tornaram referência para a pedagogia contemporânea<sup>7</sup>. Nesta perspectiva, Costa reflete sobre cinco princípios importantes para o ensino do canto, elaborados por Richard Miller em sua obra “Sobre a Arte de Cantar” (Costa, 2017, p. 70, apud Miller, 1996), a saber:

---

<sup>4</sup> O termo ‘voz clara’ é associado a vozes mais agudas com maior brilho e o termo ‘voz escura’ a timbres mais graves e voz mais arredondada.

<sup>5</sup> Apresentada na obra de Enrico Delle Sedie que se baseia na teoria da acústica desenvolvida pelo médico e físico alemão Hermann von Helmholtz. (Viales-Montero, 2022)

<sup>6</sup> Recomendado por Giovanni Battista Lampert e também pelo tenor William Shakespeare (apesar de homônimo, não se trata do dramaturgo inglês).

<sup>7</sup> Alguns exemplos: *Singing, the Mechanism and the Technique* (Canto, o mecanismo e a técnica) de William Vennard e D.R. Appelman de 1967; *The Science of Vocal Pedagogy: Theory and Application* (A ciência da pedagogia vocal: teoria e aplicação) de D. R. Appelman, também em 1967; *The Structure of Singing* (A estrutura do canto) de Richard Miller, 1983; *The Science of the Singing Voice* (A ciência da voz cantada) de Johan Sundberg, 1987 (Viales-Montero, 2022).

1. **Relação professor-estudante:** aborda a crença comum em diversas áreas do conhecimento de que aprendizado se dá por imitação. Os professores, na maioria das vezes, são cantores bem-sucedidos (performers) que decidem investir na docência e ensinam do mesmo jeito que aprenderam, sem uma preocupação com a didática que compreende os objetivos educacionais, os conhecimentos (conteúdo), a metodologia de ensino e a avaliação;
2. **Diagnóstico e prescrição:** se refere à avaliação que o professor faz da voz do estudante e às estratégias que ele vai usar para ajudá-lo a construir seu conhecimento, corrigir erros etc. Um exemplo é justamente a avaliação da afinação (Costa, 2017). O professor não pode simplesmente classificar o estudante como afinado ou desafinado. Caso constate desafinação, é necessário identificar a causa, que pode ser de origem fisiológica (muscular ou auditiva) ou emocional, e a partir daí traçar uma estratégia para melhoria da afinação, o que inclui a indicação de um profissional qualificado tipo fonoaudiólogo, otorrino;
3. **Vocabulário e terminologias:** utilização de termos corretos para se referir às funções fisiológicas (como respiração, ajuste muscular etc.), evitando o uso de metáforas que confundem o aprendizado;
4. **Uso eficiente do tempo:** ligado ao planejamento das aulas. Após o diagnóstico e prescrição, citados anteriormente, o professor deve traçar uma estratégia que refletirá no planejamento da aula e que deve ser passível de mudança, caso não alcance o resultado esperado. Também é importante que haja uma progressão sequencial no planejamento, de forma que as atividades correspondam ao nível de conhecimento adquirido pelo estudante;
5. **Resultados mensuráveis:** algo que leva tempo na técnica vocal. O autor usa o conceito de plasticidade cerebral<sup>8</sup> para explicar o processo de aprendizado em técnica vocal. Como exemplo, é citado o caso em que estudantes constriem a laringe para atingir notas agudas. Mesmo após identificado o problema e explicado para o estudante, ele não irá corrigi-lo automaticamente, pois há uma memória motora já construída. O professor então precisará traçar uma estratégia personalizada para promover a plasticidade cerebral e modificar

---

<sup>8</sup> Capacidade do cérebro de criar novas conexões e/ou se adaptar (Lent, 2010). O conceito será discutido mais adiante na seção dedicada à Neurociência.

essa memória para que o estudante passe a associar emissão de notas agudas com a laringe relaxada.

A partir destas reflexões, percebemos que a pedagogia vocal contemporânea proporcionou uma personalização do ensino do canto, em que é possível adotar uma abordagem que se adeque mais ao estudante e diversificar as metodologias empregadas na aula. É nesta perspectiva que a tecnologia pode contribuir.

### **O ensino de canto com uso de *softwares de feedback visual***

A partir da pandemia de Covid 19, a tecnologia se expandiu de forma massiva na educação. O ensino remoto emergencial impôs aos professores de canto a necessidade de conhecer e se adaptar ao meio digital e ferramentas como *Google Meet*, *Zoom* e *Whatsapp* passaram a fazer parte da rotina das aulas (Lima, 2022). Mas antes mesmo deste evento, já havia professores que pesquisavam e utilizavam esses recursos.

Segundo Cuervo (2019), num contexto de adultos que não passaram por uma educação musical durante a infância, o uso de tecnologias digitais no ensino do canto tem se mostrado eficaz, pois colabora para a autonomia e desenvolvimento do estudante. Aplicativos como *Whatsapp*, permitem um prolongamento da aula através da disponibilização de material, envio de áudios e acesso mais rápido ao professor, no caso de dúvidas.

Dentre os *softwares* específicos para o canto, a Cuervo (2019) cita a categoria dos de *feedback visual* ou VFT (*Visual Feedback Technology*), e indica que há resistência em adotá-los como ferramenta auxiliar no ensino do canto devido ao custo e às limitações pedagógicas dos professores.

Cuervo e Dias (2019) analisaram vários *softwares* VFT e constataram que esse tipo de ferramenta dá suporte ao estudante para que ele consiga estudar sozinho, visualizando com precisão, na forma de gráficos, a linha melódica executada. O *software* citado como exemplo é o *Sing & See*<sup>9</sup> que possui uma versão gratuita e outra paga. A diferença entre elas está na quantidade de recursos disponibilizados. Mesmo na versão gratuita, o *software* possibilita

---

<sup>9</sup> Disponível em <https://www.singandsee.com/>. A versão gratuita é um trial que fica disponível somente por 30 dias. Após esse período, o usuário deve adquirir a licença.

verificar a altura das notas (afinação), a utilização de vibratos, a quebra da linha melódica, etc. Isto possibilita ao estudante tomar consciência do som que está produzindo. Mas segundo Cuervo (2019), não é aconselhável o uso de tal recurso para estudantes com graves dificuldades na afinação, pois pode causar enorme frustração, ou para estudantes com algum conhecimento prático prévio, pois o nível maior de detalhamento pode causar uma sobrecarga cognitiva, de acordo com a Teoria da Carga Cognitiva explicada mais adiante.

Cuervo e Dias (2019) relatam o início do uso de VFT por G. F. Welch, em sua pesquisa de doutorado, na década de 1980, com crianças com dificuldades vocais, usando um osciloscópio.<sup>10</sup> Foi percebido que através do *feedback* visual, a criança tentava controlar sua voz, o que lhe proporcionava melhor consciência e autonomia do seu processo de aprendizado. Anos depois, Welch, junto com outros pesquisadores publicaram um trabalho em que

[...] implementaram a VFT em práticas de canto em estúdio, agora em tempo real, constando potencial de aperfeiçoamento da performance vocal através de apresentação e manipulação de elementos da produção vocal em maior nível de detalhamento que as tecnologias até então permitiam. Eles constataram que é possível aperfeiçoar o processo educativo musical envolvendo a voz, tanto no aspecto da produção vocal dos estudantes, quanto do enriquecimento das estratégias pedagógicas conduzidas pelos professores (Cuervo e Dias, 2019, p. 5).

Em sua revisão de literatura sobre o uso do VFT em tempo real, Teixeira e Parizzi (2015) ressaltam que:

O *feedback* visual por meio de *softwares* para análises acústicas da voz pode promover a visualização de aspectos como a qualidade do som, o estabelecimento de imagens mentais mais bem embasadas para aquisição da memória muscular, além de ser importante para identificar comportamentos vocais inadequados e corrigi-los (Callaghan; Thorpe; Van; Doom, 2003 *apud* Teixeira; Parizzi, 2015, p. 2).

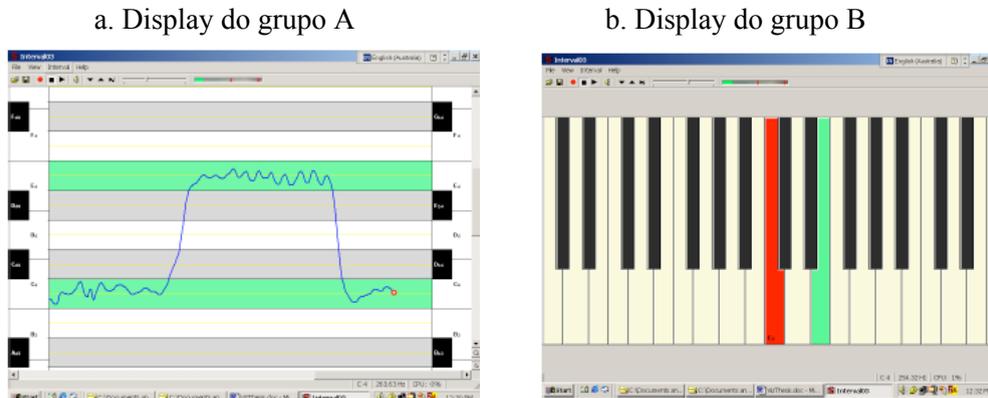
Wilson, Thorpe e Callaghan (2015) fizeram um experimento com 56 participantes, entre 18 e 60 anos, cantores treinados e não-treinados. Dois terços dos participantes foram monitorados por dois displays (grupos A e B) com o *software* de *feedback* visual (*Visual Feedback - VFB) Sing & See*, o restante não (grupo C). Dentre os displays exibidos, o do grupo 'A' apresentava um gráfico, em formato de onda, com as notas cantadas (figura 1 - a), e

---

<sup>10</sup> Aparelho que permite visualizar a formação de ondas sonoras.

o do grupo 'B' exibia o teclado de um piano destacando as notas cantadas (figura 1 - b) e para o grupo C, era mostrado somente o teclado de um piano, sem indicação da nota cantada.

**Figura 1.** Display do experimento de Wilson, Thorpe e Callaghan (2015).



Fonte: Wilson, Thorpe e Callaghan (2015, p.5).

**#ParaTodosLerem** Duas imagens representando as telas do software *Sing & See*. A primeira exhibe uma onda sonora ascendente na tela. A segunda exhibe um teclado de piano com uma tecla (dó) em vermelho e outra (mi) em verde.

O experimento consistiu numa sessão, com duração de uma hora para cada participante, iniciada com a aplicação de um questionário, seguida por uma aula de canto com um professor experiente e com aplicação de outro questionário após o treinamento. A aula era composta por um aquecimento físico e vocal, um exercício para avaliação do alcance vocal, um treinamento de três vocalizes (com/sem VFB), a aplicação do questionário seguida da repetição da mesma sequência de vocalizes. Os vocalizes eram realizados cinco vezes e a cada execução as notas subiam um semitom para o próximo vocalize. O participante podia escolher uma vogal (“u” ou “a”) para cantar as notas. A figura 2 (a, b e c) exhibe os vocalizes usados.

**Figura 2.** Vocalizes do experimento de Wilson, Thorpe e Callaghan (2015).

a. Nível 1 - mais simples (1-3-1).



b. Nível 2 - dificuldade média (1-4-6-4-1).



c. Nível 3 - mais difícil (1-7b-2-3-4).



Fonte: Wilson, Thorpe e Callaghan (2015, p.5)

**#ParaTodosLerem** partituras das melodias de 3 vocalizes na clave de sol, com o compasso quatro por quadro e as figuras rítmicas mínimas, semínima e semibreve.

O estudo concluiu que os participantes que não tinham nenhum conhecimento de canto e tiveram o acompanhamento do *software* se saíram melhor ao usar o display “A” que fornece um maior detalhamento da execução do exercício. Já os que tinham algum conhecimento musical, reagiram melhor ao display “B” que informava somente as notas cantadas (em vermelho) e a próxima nota (em verde) no teclado do piano (figura 1-b). Os autores justificam tal resultado pela Teoria da Carga Cognitiva (Cognitive Load Theory - CLT), desenvolvida por John Sweller (1946 - ainda vivo) que baseia-se em conceitos também usados na neurociência tais como: memória de trabalho e memória de longo prazo.

A CLT é baseada no fato de que o aprendizado acontece quando a informação é processada pela memória de trabalho<sup>11</sup> e então é consolidada na memória de longo prazo<sup>12</sup>. No entanto, o processamento da memória de trabalho é limitado. Portanto, deve-se ajustar a quantidade de informações passada ao estudante num determinado período de tempo para que não haja sobrecarga de processamento e que o aprendizado realmente aconteça. No ensino/aprendizado do canto, esta teoria se aplicaria tanto no ensino da teoria musical quanto no desenvolvimento das habilidades neuromusculares (motoras).

Um outro estudo sobre a utilização de *softwares* VFB foi realizado por Stavropoulou, Georgaki e Moschos (2014), em duas escolas de ensino fundamental em Atenas - Grécia,

<sup>11</sup> “[...] habilidade de manutenção de informações na mente e sua manipulação durante um curto período, permitindo o raciocínio, a aprendizagem, a compreensão e resolução de problemas [...]” (Dias e Mecca, 2019, p. 14)

<sup>12</sup> Tipo de memória de natureza duradoura. Se subdivide em duas modalidades: memória implícita, que é processada de maneira inconsciente e explícita, responsável pelo registro de datas, fatos, eventos, etc, evocados de maneira consciente. (Amaral e Guerra, 2020)

com crianças entre 6 e 9 anos. O *software* escolhido neste caso foi o *Singing Coach Pro*<sup>13</sup>. O experimento teve duração de 3 semanas e consistiu em gravar duas músicas com as crianças: parte de ‘*Let it be said one*’, música tradicional infantil grega que usa a escala bizantina grega chamada Echos<sup>14</sup> e Wingfield de Johannes Brahms, em dó maior. A intenção era medir a eficácia e usabilidade do *software*, além da precisão das notas cantadas.

As crianças aprenderam as músicas durante as aulas de música. Na primeira semana do experimento, cada criança gravou somente uma frase de cada música. Antes de iniciar a gravação, as crianças escutaram a nota inicial da melodia para ter uma referência. Na segunda semana, as crianças participaram de uma sessão experimental em que usaram o VFB *Singing Coach Pro* para ensaiar as músicas, sendo assim, acompanhavam visualmente e auditivamente (através de um midi) a melodia. Na terceira semana, a gravação foi refeita e algumas crianças alcançaram um melhor desempenho. Como conclusão, o estudo apresentou a melhora da afinação para algumas crianças. De modo geral, o *software* motivou os estudantes a aprender a cantar melhor usando uma ferramenta de *feedback* visual onde tiveram contato com as partituras, podendo visualizar onde estavam errando e corrigir as falhas com a ajuda dos professores.

Sobreira (2017-A) relata em seu artigo um estudo realizado por Susan Anderson e colaboradores, em 2012, que teve por objetivo investigar se pessoas com diagnóstico de amusia<sup>15</sup> congênita poderiam cantar afinado. Os autores tomaram como premissa a plasticidade cerebral e fizeram um experimento no qual 5 mulheres com amusia congênita foram submetidas a um treinamento voltado para produção vocal e percepção, durante 7 semanas. A aula ocorria uma vez por semana, com duração de uma hora e meia e os pesquisadores forneciam CDs para que elas praticassem três a quatro vezes por semana, em sessões de 15 minutos. O *software* de *feedback* visual *Sing & See* foi usado pelos pesquisadores. O resultado foi positivo e variado, mas somente uma das participantes não apresentou melhorias no MBEA<sup>16</sup> nem na capacidade de cantar afinado.

Diante do exposto, demonstrou-se que o *software* de *feedback* visual pode ser uma ferramenta auxiliar no ensino/aprendizado do canto, mas que não é aplicável em todos os contextos. Cabe, portanto, ao professor identificar quando e com que perfil de estudante usar,

---

<sup>13</sup> Disponível para download em:

[https://download.cnet.com/download/singing-coach/3000-2051\\_4-75732711.html](https://download.cnet.com/download/singing-coach/3000-2051_4-75732711.html).

<sup>14</sup> A escala que usamos na música ocidental é conhecida como temperada, pois divide a oitava em 12 semitons iguais. Já a escala bizantina é não temperada.

<sup>15</sup> Alteração neurológica que pode gerar incapacidade de compreender a música (Sobreira, 2017)

<sup>16</sup> Sigla para Bateria Montreal para Avaliação da Amusia. É uma série de testes usados para avaliar os seguintes componentes musicais: contorno melódico, intervalos, escalas, ritmo, métrica e memória.

mas para isso é necessário conhecer bem o estudante, como também realizar um treinamento sobre o uso adequado de tecnologias digitais em sala de aula e no aplicativo escolhido.

### **Neurociência cognitiva, neuroeducação e o ensino musical**

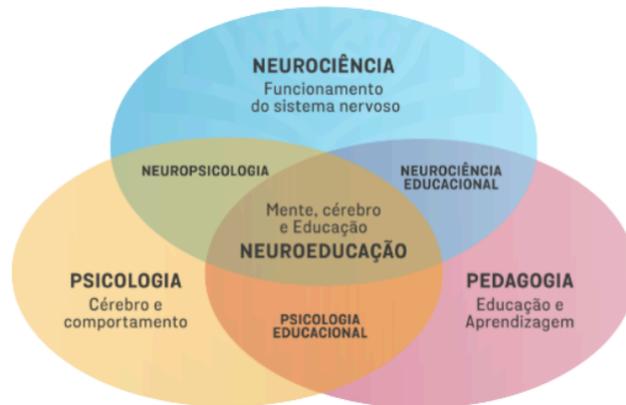
“A musicalidade não é um dom restrito a alguns poucos privilegiados, mas uma capacidade humana presente desde os tempos mais remotos, de significativa marca na cultura, tanto quanto a própria linguagem” (Cuervo e Rosat, 2018, p. 183). Por este motivo, há um esforço da neurociência em investigar como o cérebro processa a música e esses estudos têm impacto direto no ensino/ aprendizagem musical.

Podemos dividir a neurociência em seis abordagens: molecular, celular, sistêmica, comportamental, cognitiva e clínica (Dourado e Louro, 2023). A neurociência cognitiva, em especial, tem como objeto de estudo:

[...] o cérebro e suas propriedades funcionais, neurológicas e psicológicas, bem como as de cunho social, provenientes das relações humanas na sociedade. Imaterialmente, a neurociência cognitiva conjectura sobre a aprendizagem humana. A aprendizagem pode ser definida como um processo de mudança individual, produzido pela experiência e com caráter adaptativo (Brandão e Caliatto, 2019, p. 523).

Quando a neurociência cognitiva é aplicada diretamente à educação, chamamos de neuroeducação, onde há integração da neurociência com a educação e com a psicologia (figura 3) (Ibidem). Isto é, o objetivo da neuroeducação é abordar o conhecimento e a inteligência através da integração das 3 áreas acima citadas, explicando o papel das emoções, da motivação e da tomada de decisão no processo de aprendizagem.

**Figura 3.** Os três pilares da Neuroeducação.



Fonte: Elaborado pela autora inspirado em (Brandão e Caliatto, 2019)

**#ParaTodosLerem:** desenho de três elipses com interseção entre si. Cada elipse tem uma cor diferente. São elas: amarelo, azul e rosa. A elipse rosa é da Pedagogia, a amarela da psicologia e a azul da Neurociência. A interseção entre Neurociência e Psicologia é a Neuropsicologia. A interseção entre a Neurociência e a Pedagogia é a Neurociência Educacional. A interseção entre a Psicologia e a Pedagogia é a Psicologia Educacional. E a interseção entre as 3 é Neuroeducação.

Segundo Louro (2024, p.2), “[...] o foco de estudo da neuroeducação é como o cérebro aprende, ou seja, como processa, armazena e recupera informações, além da importância da memória, atenção e emoções nos processos de aprendizado.[...]”. Ou seja, a neuroeducação permite a personalização do ensino a partir da compreensão de como se dá o processo de aprendizado do estudante, sendo ele uma pessoa com ou sem deficiência/transtorno.

[...] Nesse contexto, os conhecimentos oferecidos pelas neuroimagens, a exemplo da Imagem por Ressonância Magnética Funcional (fMRI), podem ajudar no desenvolvimento de diagnóstico de processos cognitivos e levar o professor a desenvolver estratégias pedagógicas para lidar com disfunções neurológicas intervenientes na aquisição de aprendizagens [...] (Brandão e Caliatto, 2019, p. 526).

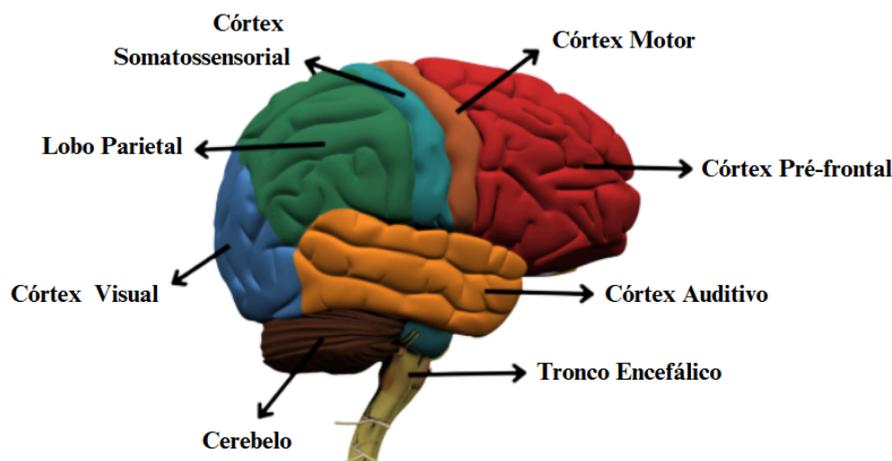
Consoante Cuervo (2011), inicialmente, acreditava-se que o cérebro humano chegava a uma forma fixa até os 3 anos de idade. O que mais tarde foi identificado como um mito, já que se descobriu que o cérebro apresenta uma certa flexibilidade e que pode se reestruturar em termos de funções cognitivas, emocionais e sensoriais. A neuroplasticidade, é um grande

trunfo na neuroeducação, pois evidencia que com o estímulo adequado o estudante pode se desenvolver de forma mais eficiente (Louro, 2024). Brandão e Caliatto (2019) reforçam a importância da plasticidade cerebral no aprendizado quando dizem que ela

[...] oferece uma nova visão de como acontece o processo de aprendizagem e de aquisição de novas habilidades cerebrais, a plasticidade cerebral pode ser aplicada à educação, deve-se considerar a facilidade do sistema nervoso em se ajustar diante das diferenças e influências do ambiente por ocasião do desenvolvimento infantil e também na fase adulta (Leite, 2011, s/p *apud* Brandão e Caliatto, 2019).

Voltando para a área musical, em seu trabalho, Louro (2024) mostra o impacto da música em nosso sistema nervoso, sendo alguns deles: maior plasticidade nas áreas referentes à motricidade, audição, memória e processamento emocional, bem como a ativação neural do sistema de recompensa que libera dopamina, serotonina e ocitocina<sup>17</sup>, além da sincronicidade de diferentes modalidades sensoriais durante a prática musical. Já Cuervo e Rosat (2018) abordam sobre as principais regiões e funções ativadas durante a prática musical. A figura 4 e o quadro 1 exibem tal mapeamento, de forma resumida.

**Figura 4.** O cérebro na música.



Fonte: Elaborado pela autora com base em Muszkat, 2012.6

---

<sup>17</sup> Substâncias produzidas pelo corpo, conhecidas como neurotransmissores, responsáveis pela sensação de bem-estar. Fonte: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/ciencia/2023/08/o-segredo-da-alegria-7-ideias-para-estimular-os-hormonios-do-bem-estar>

**#ParaTodosLerem** ilustração de um cérebro visto de perfil. Local do cérebro atrás da testa, está na cor vermelha e é o córtex pré-frontal. Encostado na parte de trás do Lobo pré-frontal, há uma faixa laranja (córtex motor) e grudado nela, outra em azul (córtex somatossensorial), a localização de ambas as faixas ficam equivalentes ao local da tiara de fones de ouvidos. Após a área somatossensorial, na parte superior da cabeça, em verde escuro há o Lobo parietal e depois, em azul, na parte de trás da cabeça, antes da nuca, é o córtex visual. Embaixo dele, na região da nuca, está o cerebelo. Saindo da parte inferior do cérebro há uma região como se fosse um tronco que sustenta o cérebro, chamado Tronco Cerebral.

**Quadro 1.** Funcionalidades musicais das regiões neurais destacadas na figura 2.

<b>Regiões neurológicas</b>	<b>Funções musicais</b>
Córtex Somatossensorial	Reação tátil ao tocar um instrumento e dançar
Córtex Visual	Leitura de música, observação do movimento de um executante, incluindo a do próprio corpo
Cerebelo	Processamento motor como bater o pé, dançar e tocar um instrumento. Processamento emocional: reações emocionais envolvidas na música.
Córtex Motor	Movimento, bater o pé, dançar e tocar um instrumento.
Córtex Pré-frontal	São codificados elementos musicais como a estrutura, a ordem temporal e o comportamento musical planejado. Criação, violação e satisfação das expectativas musicais
Córtex Auditivo	As primeiras etapas da audição do som. Decodificação da altura, do ritmo, do timbre e do contorno melódico.
Lobo Parietal	Participação na percepção musical no que tange a espacialidade melódica.

Fonte: Elaborado pela autora com base em Muszkat, 2012.

Mesmo trazendo tantas vantagens, há diferenças significativas na forma como cada cérebro aprende e processa a música, o que explicaria, por exemplo, a facilidade de alguns para aprender ritmos e a dificuldade de outros para cantar afinado. E seria na identificação das dificuldades e na definição das melhores estratégias de ensino para o perfil neurocognitivo do estudante que a neuroeducação daria suporte ao professor de música (Louro, 2024).

Por exemplo, em um estudo de caso, Dourado e Louro (2023) descrevem o caso de um estudante de canto que apresentava reações emocionais ao escutar a música “Coração de

Estudante”. Usando conhecimentos da neuroeducação, as autoras fizeram uma avaliação diagnóstica para identificar que componente da música causava o desconforto relatado, para poder adequar melhor a metodologia das aulas.

Muñoz e Mas (2016) abordam a música como um meio para trabalhar as competências emocionais. O estudo foi realizado através de uma pesquisa bibliográfica e com base na literatura eles concluíram que há como estabelecer uma relação direta entre música e as competências emocionais que se desdobram em expressão e reconhecimento das emoções, regulação emocional, cooperação, escuta ativa e automotivação. Ressaltam também a importância da educação musical enfatizar o desenvolvimento de tais competências.

Já Requena, Carnicer e Calafell (2021) desenvolveram um estudo com o objetivo de compreender a neuroarquitetura musical e como a música pode ajudar no desenvolvimento de competências tanto artístico-culturais quanto de outras áreas. Para isso, fizeram uma revisão bibliográfica e chegaram a conclusão de que a música traz muitos benefícios ao cérebro e, como mostram muitos estudos, aumenta a interligação cerebral e o aprendizado de outros conhecimentos, mas não se deve generalizar os resultados, já que há vários tipos de formação em música e é complexo nivelar o grau de conhecimento de músicos amadores, profissionais e autodidatas.

### **Aproximando os conceitos: os *softwares de feedback* visual para o ensino de canto à luz da neurociência cognitiva e da neuroeducação**

Cantar é uma expressão humana genuína, que alcança as diferentes dimensões geográficas e temporais da existência, apresentando-se em inúmeras práticas que aproximam e vinculam os homens à vida em comunidade, para além das necessidades físicas. A voz constitui uma parte importante de nossa personalidade e de nossa forma de comunicação e expressão com o mundo externo (Cuervo e Maffiolette, 2016, p. 24 *apud* Cuervo e Rosat, 2019, p. 190).

De acordo com Rubim (2007), o processo de aprendizado no canto se dá através de 3 etapas: a construção do conhecimento, a reflexão sistematizada e o automatismo. A primeira etapa consiste no aprendizado da teoria, referente à técnica vocal, como tipos de respiração, ressonância, articulação, etc. A segunda, é a aplicação da teoria de forma consciente. É a

parte prática, onde ocorre a repetição de exercícios para que o estudante perceba se o som emitido é o desejado e desenvolva uma consciência corporal para perceber quais músculos estão sendo utilizados. Na terceira e última etapa ocorre a memorização, ou seja, a consolidação do conhecimento (som emitido + ajuste muscular), e o estudante já faz o exercício de forma automática.

Rubim (2007) fala da importância de se realizar um diagnóstico do estudante de canto antes de iniciar as aulas para identificar a melhor metodologia a ser usada e para tal, baseia-se numa definição do psicopedagogo e psicomotricista Vitor Fonseca que classifica os tipos de percepção em visual, cinestésica<sup>18</sup> e auditiva. Para a autora, estudantes predominantemente cinestésicos se adequam melhor a uma abordagem baseada na fisiologia, já os predominantemente auditivos se adaptam melhor a uma linguagem relacionada aos sons produzidos e suas ressonâncias, e por fim, os mais visuais, tenderiam a imitar as formas e imagens usadas pelo professor para reproduzir determinado som. Portanto, para os que são mais visuais, o uso de *software* de *feedback* visual seria uma opção de estratégia para o ensino de canto.

Diante dos estudos sobre VFB apresentados anteriormente, podemos nos perguntar: por que esses recursos visuais ajudam no processo de aprendizagem? Que habilidades cognitivas são potencializadas quando são usados esses recursos? Em suma, podemos dizer que o cérebro funciona de forma compartimentada e ao mesmo tempo, integrada. Morfologicamente, o cérebro é dividido em regiões específicas, chamadas de Lobos, que são responsáveis pelo processamento das informações (quadro 2 e figura 5).

---

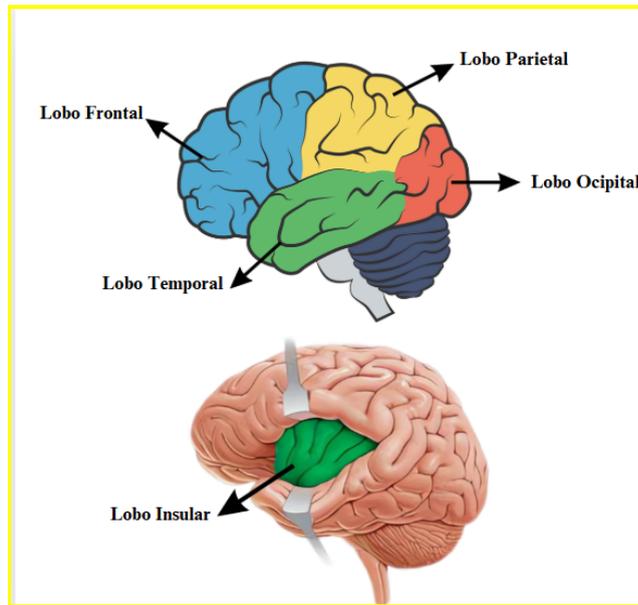
<sup>18</sup> Estudantes com percepção cinestésica tendem a utilizar o tato para estudar e a focar em situações práticas, experiências. Fonte: <https://oglobo.globo.com/brasil/educacao/guiaenem/visual-auditivo-ou-cinestesico-descubra-seu-modo-de-aprender-20116333>

**Quadro 2.** Divisão básica anatômica e funcional dos Lobos Cerebrais.

Região	Principais Funções
Lobo Frontal	Responsável pelas funções cognitivas superiores, como memória de trabalho, atenção, raciocínio lógico e abstrato, além de toda cognição social, controle do comportamento e pelo planejamento motor.
Lobo Temporal	Processa os estímulos auditivos e está fortemente ligado à memória.
Lobo Parietal	Responsável pela recepção de sensações como o tato, a dor e a temperatura do corpo, espacialidade e esquema corporal.
Lobo Occipital (ou visual)	Processa os estímulos visuais
Lobo insular (situado atrás do lobo temporal)	Integra informações sensoriais e autonômicas das vísceras e desempenha papel nas emoções, linguagem, nojo e vícios.

Fonte: Lent, 2010.

**Figura 5.** Divisão básica anatômica dos Lobos Cerebrais do quadro 2.



Fonte: autora. Baseado em (Lent, 2010).

#ParaTodosLerem desenho de dois cérebros de perfil. O primeiro aponta os 4 lobos cerebrais: lobo frontal (azul); Lobo temporal (verde); Lobo parietal (amarelo); Lobo occipital (laranja). O segundo cérebro mostra o Lobo insular que fica atrás do lobo temporal.

Por ser o canto uma atividade corriqueira e comum na nossa sociedade, em geral, não temos compreensão do quão complexo pode ser o cantar afinado. Tal atividade “[...] envolve mecanismos ligados à percepção auditiva, ao controle motor (produção vocal), à compreensão dos esquemas da música tonal e à memória. Esses elementos são interligados, com uns reforçando os outros” (Sobreira, 2017-B, p.72).

Sobreira (2017-B) cita um estudo de Graham Welch, de 1985, voltado para o ensino de canto para crianças, em que ele define um modelo das atividades cerebrais que ocorrem durante o canto e as divide nas três etapas seguintes, executadas pelo córtex cerebral:

- (a) receber e codificar o estímulo da altura;
- (b) ajustar o mecanismo vocal de maneira que o estímulo auditivo seja reproduzido vocalmente;
- (c) monitorar a reprodução vocal de maneira que alguma diferença entre o estímulo original e a reprodução seja corrigida pelo mecanismo vocal. (Welch, 1985, p. 6 *apud* Sobreira, 2017-B, p. 76 e 77)

Como vimos nos quadros 1 e 2, o item (a) - *receber e codificar o estímulo da altura* - é executado pelo córtex auditivo, no lobo temporal e acontece da seguinte maneira :

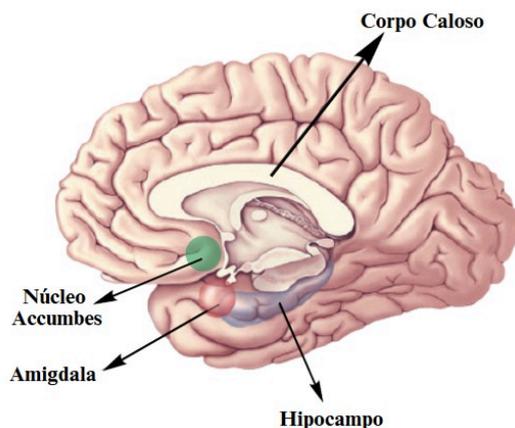
[...] O primeiro estágio, a senso-percepção musical, se dá nas áreas de projeção localizadas no lobo temporal no chamado córtex auditivo ou área auditiva primária<sup>19</sup> responsável pela decodificação da altura, timbre, contorno e ritmo. Tal área conecta-se com o restante do cérebro em circuitos de ida e volta, com áreas da memória como o hipocampo que reconhece a familiaridade dos elementos temáticos e rítmicos, bem como com as áreas de regulação motora e emocional como o cerebelo e a amígdala (que atribuem um valor emocional à experiência sonora) e um pequeno núcleo de substância cinzenta (núcleo accumbens) relacionado ao sentido de prazer e recompensa<sup>20</sup> [...] (Muszkat, 2012, p. 67).

---

<sup>19</sup> Figuras 4.

<sup>20</sup> Figura 6.

**Figura 6.** Áreas relacionadas com parte do processamento de altura, mencionadas na citação de (Muszkat, 2012).



Fonte: a autora, 2025

**#ParaTodosLerem** ilustração da parte interna de um cérebro de perfil, indicando o corpo caloso (uma estrutura lisa em formato de banana bem no centro do cérebro), abaixo do corpo caloso estão o núcleo accumbens (parte interna do lobo frontal), hipocampo (estrutura em formato de salsicha que fica atrás do lobo temporal) e amígdala (bolinha que fica grudada na ponta do hipocampo).

Já o item (b) - *ajustar o mecanismo vocal de maneira que o estímulo auditivo seja reproduzido vocalmente* - é executado pelo córtex motor (figura 4), quando o estudante faz um ajuste muscular das pregas vocais ao tentar reproduzir o som escutado. Esse processo deve ser repetido várias vezes para proporcionar a construção de uma memória motora, onde haverá a associação de um som a um ajuste muscular que poderá ser acionado automaticamente. Além disso, o treino aumenta o tamanho e a conectividade entre corpo caloso (figura 6), cerebelo e córtex motor (figura 4) (Muszkat, 2012). Ainda de acordo com Muszkat:

[...] Treinamento musical e exposição prolongada à música considerada prazerosa aumentam a produção de neurotrofinas<sup>21</sup> produzidas em nosso cérebro em situações de desafio, podendo determinar não só aumento da sobrevivência de neurônios como mudanças de padrões de conectividade na chamada plasticidade cerebral (Muszkat, 2012, p. 68).

No item (c) - *monitorar a reprodução vocal de maneira que alguma diferença entre o estímulo original e a reprodução seja corrigida pelo mecanismo vocal* - o estudante

<sup>21</sup> Proteínas que regulam o desenvolvimento e a sobrevivência dos neurônios (Lent, 2010).

inicialmente precisará de um *feedback* externo, que em geral, é realizado pelo professor. Com o tempo, a percepção auditiva e a memória musical são desenvolvidas e o estudante consegue um pouco de autonomia nos estudos para ser capaz de fazer a autorregulação. Os *softwares* de *feedback* visual podem assumir esse papel de monitorar a reprodução vocal em tempo real. Ao utilizar tal recurso, uma outra área do cérebro será ativada: o córtex visual, no lobo occipital (figura 5).

A junção do estímulo auditivo com o visual resulta num estímulo multissensorial. Ávila cita um estudo de McGurk e MacDonald relacionado à influência do estímulo visual na percepção auditiva, que consistia na apresentação de um fonema “x” junto com a imagem de um lábio pronunciando um fonema “y”, resultando na compreensão de um terceiro fonema “z”. Outro estudo, no contexto do ventriloquismo<sup>22</sup>, aponta para uma predominância do estímulo visual sobre o auditivo, na maioria dos casos. A sincronicidade entre a parte visual (boca do boneco) e a emissão do som é definida pelo autor como congruência temporal e é identificada como elemento chave para a integração multissensorial<sup>23</sup> (McGurk e MacDonald, 1976 *apud* Ávila, 2019).

Por ser a música uma atividade multissensorial (usa os sentidos do tato, visão, audição e propriocepção<sup>24</sup>), entendemos que essa integração multissensorial é essencial para o aprendizado musical. Ávila (2019) cita dois estudos que comparam a plasticidade cerebral resultante da aplicação de dois métodos. No primeiro, realizado por Lappe *et al.* (2008), foi comparada a neuroplasticidade resultante de um treinamento musical de curta duração (2 semanas) em grupos de não-músicos, usando uma aprendizagem unimodal e uma multimodal. O grupo da aprendizagem multimodal (sensório-motor-auditivo - SA) aprendeu a tocar uma sequência musical no piano, enquanto o grupo de aprendizagem unimodal (auditivo - A) apenas ouviu e fez julgamentos sobre a música tocada pelo outro grupo. Foram feitas medições magnetoencefalográficas<sup>25</sup> antes e depois do treinamento e o resultado foi que o grupo SA obteve um maior aprimoramento das representações musicais no córtex auditivo que o grupo A. Desta forma, o experimento mostrou que o sistema sensório-motor e o auditivo estão conectados e que o treinamento multimodal teve como consequência uma maior plasticidade no córtex auditivo (Lappe *et al.*, 2008).

---

<sup>22</sup> Arte que consiste em fazer com que a voz produzida por um indivíduo pareça ter origem diferente (Ávila, 2019)

<sup>23</sup> Consiste na identificação de uma resposta neuronal maior a estímulos combinados do que a resposta da soma dos estímulos separadamente. (Lappe *et al.*, 2008)

<sup>24</sup> Consiste em sentir a postura, os gestos e as sensações ao redor do corpo. (Martins, 2023)

<sup>25</sup> Medição da atividade cerebral através de campos magnéticos. (Lappe *et al.*, 2008)

Já o estudo de Paraskevopoulos *et al.* (2012), comparou a plasticidade resultante entre um treinamento com estímulos audiovisuais e um com estímulos audiovisuais e somatossensoriais<sup>26</sup>. Foi realizado um treinamento de curto prazo de piano com não-músicos. Um grupo (Auditivo - Visual - Somatossensorial: AVS) recebeu uma representação visual, semelhante à notação musical, de uma sequência de notas para tocar no piano, enquanto o outro (Auditivo - Visual: AV) recebeu um treinamento audiovisual que consistiu na visualização da representação visual e escuta atenta das gravações. A conclusão foi que treinamentos multissensoriais alteram as áreas corticais multissensoriais responsáveis pela integração dos estímulos, e não os córtex visual, auditivo e somatossensorial separadamente com suas respectivas conexões<sup>27</sup>.

É provável que, se algum dia, um experimento utilizando o canto associado a um *software* de *feedback* visual em tempo real for realizado, o resultado obtido seja muito próximo ao alcançado neste último estudo, uma vez que associar o som do que se está cantando, com a imagem produzida pelo *software* e a sensação física proporcionadas pelo ato de cantar são estímulos multissensoriais que podem potencializar a plasticidade neural, logo, potencializar o aprendizado.

Não podemos ignorar o fato do *software* de *feedback* visual ser um tipo de tecnologia digital, e, como tal, apresentar impactos no cérebro durante o aprendizado, influenciando no processamento e armazenamento de informações, bem como na atenção e na cognição social (Amaral e Guerra, 2020). Portanto, antes de usar *softwares* VFB na aula, é importante saber como o estudante se relaciona com a tecnologia, isto é, se ele é usuário ou se tem aversão, pois o sentimento que ele nutre pode interferir também no seu aprendizado.

Uma das descobertas mais significativas da neurociência foi a interdependência entre emoção e cognição. A tomada de decisão e a construção de memórias são exemplos de atividades que estão intrinsecamente ligadas à emoção.

---

<sup>26</sup> Somatossensorial tem a ver com a percepção do corpo, como o cérebro processa as sensações físicas (Lent, 2010).

<sup>27</sup> No cérebro existem áreas primárias, que é onde a informação é processada num primeiro momento, quando o estímulo chega de uma via sensorial. Por exemplo: um som, primeiramente é processado na área primária do córtex auditivo. Assim ocorre com todos os sentidos. Num segundo momento, tais informações são integradas umas às outras, em áreas específicas do cérebro, no qual chamamos de áreas associativas. Como exemplo: ao morder uma maçã, chegará na área primária referente a cada sentido: o som da mordida, o gosto, o cheiro, a textura, a cor e o formato da maçã. Depois, todas essas informações que eram separadas são enviadas para as áreas associativas que as integrarão construindo a ideia/compreensão final da maçã. No caso, são essas áreas associativas que podemos chamar de áreas multisensoriais (Lent, 2010).

Técnicas de neuroimagem e psicométricas revelaram que regiões cerebrais anteriormente consideradas puramente “emocionais” (por exemplo, amígdala) ou “cognitivas” (por exemplo, córtex pré-frontal) interagem, estreitamente e de forma dinâmica, para tornar possível processos complexos, tais como aprendizagem. As emoções, entendidas também como um “filtro afetivo” das experiências vividas, são geradas pela atividade conjunta de redes neurais “emocionais” e “cognitivas”. Essa atividade cerebral permite ao indivíduo avaliar a relevância e constituir sentido sobre uma experiência vivenciada [...] (Amaral e Guerra, 2020, p. 123).

Sendo assim, se na aula, o uso do VFB gerar ansiedade ou estresse, pelo fato do estudante acreditar que não consegue ou não sabe utilizar tais recursos ou pelo fato de ficar tenso por ter que cantar e ver algo ao mesmo tempo, talvez seja melhor o docente utilizar outra abordagem pedagógica, pois a liberação do hormônio cortisol, proveniente das sensações relacionadas à ansiedade e estresse, pode afetar os neurônios da amígdala, do hipocampo e do córtex pré-frontal, gerando um impacto negativo na aprendizagem (Teng, Pampanelli, 2015).

Isso se dá pois o cortisol, quando liberado em altas doses em nosso organismo, passa a ser um hormônio pró-inflamatório e o cérebro pode ser impactado com isso, pois “o cortisol é o principal efector da reação ao estresse agudo e crônico, e a sua hiper-ativação está associada a uma neurotoxicidade importante” Teng e Pampanelli (2015, p. 45). Além disso, o cortisol em excesso, ao afetar o hipocampo (principal gerenciador de memória), reduz nossa capacidade de memorização, e a memória é fundamental para o aprendizado. Desta forma, podemos afirmar que

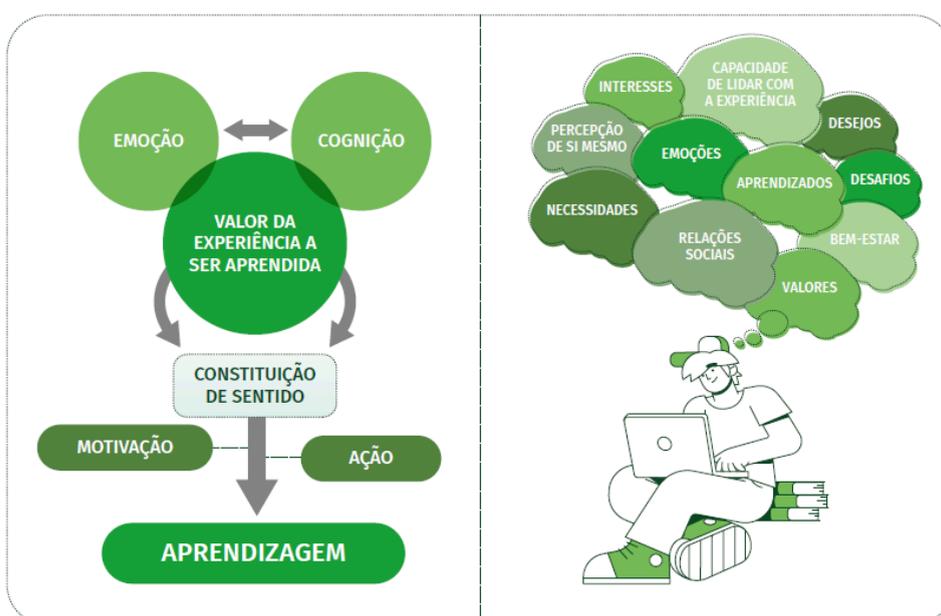
O estresse excessivo pode também diminuir a atenção e concentração e aumentar o índice de erros em tarefas propostas, além de contribuir para a demora na reação a estímulos. Assim sendo, o rendimento musical de uma pessoa pode diminuir significativamente diante de fatores estressores, uma vez que a performance musical depende de atenção, concentração, memória, dentre outras habilidades mentais. (Louro, Louro e Duarte, 2020, p. 388)

Por outro lado, se o estudante tem boa relação com a tecnologia, a ferramenta pode estimular sua autonomia, já que com a devida orientação ele poderá ser capaz de usá-la em seus estudos diários e gerar a motivação intrínseca, responsável pelo engajamento nos estudos, pois

“[...] pesquisas revelam que a motivação está associada à atividade de áreas cerebrais que analisam o valor de determinada experiência e, também, se ela é suficientemente gratificante ou recompensadora para ser repetida e mantida ao longo do tempo” (Amaral e Guerra, 2020, p. 132).

A figura 7, apresentada abaixo, representa um esquema de como o cérebro, baseado em suas experiências anteriores, avalia se a experiência vivenciada foi satisfatória ou prazerosa e, por isso, deve ser persistida na memória como um aprendizado.

**Figura 7.** Representação da constituição de sentido para o aprendizado.



Fonte: (Amaral e Guerra, 2020, p. 124).

**#ParaTodosLerem** duas figuras lado a lado nas cores verde e branco. A primeira mostra no topo dois círculos verdes com uma seta cinza de duplo sentido entre eles. No círculo da esquerda está escrito “Emoção” e no da direita “Cognição”. Logo abaixo tem um círculo verde maior, com a frase “Valor da experiência a ser aprendida” que apresenta duas setas cinzas curvas, uma à direita e outra à esquerda levando a um retângulo de pontas arredondadas na cor verde claro com as palavras “Constituição de sentido” escrito dentro. Abaixo desse retângulo tem uma seta cinza apontando para baixo, onde se encontra um outro retângulo de cor verde (mais escuro) com o nome “Aprendizagem”. Saindo dessa seta tem uma linha fina verde do lado direito que a liga a um retângulo verde com a palavra “Ação” e do lado esquerdo da seta tem outra linha ligando-a a outro retângulo verde com a palavra “Motivação”. A segunda figura é um desenho de um adolescente usando boné, camiseta, calça e tênis. Ele está sentado no chão com as pernas cruzadas, encostado numa pilha de livros. Sobre seu colo há um notebook. Da cabeça do adolescente saem balões, em tonalidades de verde diferentes, com as seguintes palavras dentro: valores, relações sociais, necessidades, bem-estar, aprendizados,

emoções, percepção de si mesmo, desafios, desejos, capacidade de lidar com a experiência e interesses.

Enfim, neste breve artigo, acreditamos que foi possível traçar uma aproximação teórica entre o processo de ensino/aprendizado do canto com o uso do *software* de *feedback* visual, com as habilidades neurocognitivas e aplicabilidades da neuroeducação. Com isso, os professores de canto poderão ter um pouco mais de clareza de como a neurociência pode contribuir na compreensão do processo de ensino/aprendizado do canto a partir do uso de tecnologias de *feedback* visual.

### **Considerações finais**

Cuervo e Rosat (2018) reconhecem a importância da relação da neurociência com a música e demonstram preocupação por esses conhecimentos não fazerem parte da formação dos músicos e dos educadores musicais. Muitas universidades não oferecem disciplinas com este tipo de conteúdo nas graduações. Sendo o processo de aprendizado dependente das funções cerebrais e objeto de estudo da neurociência e da educação, será que a neuroeducação deveria fazer parte da formação dos professores de música? (Rosat et al., 2010 *apud* Dourado e Louro, 2023).

Uma outra constatação se refere à escassez de publicações nacionais sobre *softwares* de *feedback* visual aplicados à pedagogia vocal relatada em Cuervo (2019), em Cuervo e Dias (2019) e Teixeira e Parizzi (2015). E se adicionarmos à busca a neurociência/neuroeducação, não encontraremos nenhuma publicação em português relacionando essas três áreas.

Sobre as relações estabelecidas entre o processo de ensino/aprendizado do canto usando VFB e os processos neurocognitivos, podemos compreender sua eficácia ao fato de que ele potencializa as áreas multisensoriais, provocando mais estímulo neural e com isso, podendo promover mais plasticidade. Também chegamos à conclusão de um perfil de estudante para quem poderia ser indicado o uso de tais softwares: àqueles que tenham preferência por um aprendizado visual (Rubim, 2007) e sem aversão ou bloqueios emocionais quanto ao uso das tecnologias digitais. Além disso, para a utilização desses

*softwares*, o nível de conhecimento musical prévio do estudante pode variar, mas recomenda-se exibir informações mais detalhadas para os iniciantes. (Cuervo, 2019; Wilson, Thorpe e Callaghan , 2015).

Para trabalhos futuros, sugerimos a realização de um experimento para verificar se as associações teóricas entre as áreas do conhecimento propostas aqui (neurociência, neuroeducação, *softwares* e ensino de canto), se mostram mais ou menos eficientes do que outras abordagens metodológicas da pedagogia vocal.

## REFERÊNCIAS

AMARAL, Ana Luiza Neiva; GUERRA, Leonor Bezerra. **Neurociência e educação: olhando para o futuro da aprendizagem / serviço social da indústria**. Brasília: Sesi/Dn, 2020. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2022/10/neurociencia-e-educacao-olhando-para-o-futuro-da-aprendizagem/#neurociencia-e-educacao-olhando-para-o-futuro-da-aprendizagem%20> . Acesso em: 10 mar. 2025.

ÁVILA, Milton Augusto Vendramini. **Ouvidos melhores de olhos abertos: efeitos da estimulação multissensorial com estímulo visual não consciente sobre a aprendizagem auditiva**. 2019. 130f. Tese de doutorado (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto, 2019. Disponível em: [https://web.archive.org/web/20200322012942id\\_/https://teses.usp.br/teses/disponiveis/17/17140/tde-01082019-102108/publico/MILTONAUGUSTOVENDRAMINI.pdf](https://web.archive.org/web/20200322012942id_/https://teses.usp.br/teses/disponiveis/17/17140/tde-01082019-102108/publico/MILTONAUGUSTOVENDRAMINI.pdf). Acesso em: 15 mar. 2025.

BRANDÃO, Amanda dos Santos; CALIATTO, Susana Gakyia. Contribuições da neuroeducação para a prática pedagógica. **Revista Exitus**, Santarém - PA, v. 9, n. 3, p. 521-547, 1 jul. 2019. Universidade Federal do Oeste do Pará. <http://dx.doi.org/10.24065/2237-9460.2019v9n3id926>. Disponível em: <https://portaldeperiodicos.ufopa.edu.br/index.php/revistaexitus/article/view/926/484> . Acesso em: 28 jan. 2025.

COSTA, Wanderson Moura. **Cantar: um desafio complexo e transdisciplinar**. 2017. 114f. Dissertação (Mestrado em Música) – Escola de Música e Artes Cênicas (EMAC) - Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2017. Disponível em: <http://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/8113>. Acesso em: 28 abr. 2024.

CUERVO, Luciane da Costa. Educação digital e novas tecnologias digitais: recursos e estratégias no contexto do canto e da flauta doce. **Orfeu**, Florianópolis, v.4, n. 1, p. 120 - 150, 18 set. 2019. DOI: 10.5965/2525530404012019120. Disponível em: <https://www.periodicos.udesc.br/index.php/orfeu/article/view/1059652525530404012019120> Acesso em: 12 jul. 2024.

CUERVO, Luciane; DIAS, Marcelo. Práticas Vocais no contexto da Cultura Digital: um estudo sobre as tecnologias de *feedback* visual. In: XXI CONFERENCIAL REGIONAL LATINOAMERICANA DE EDUCACIÓN MUSICAL E IV CONFERENCIA REGIONAL PANAMERICANA DE EDUCACIÓN MUSICAL, 2019, Resistencia - Argentina. *Anais...*(no prelo). Argentina, International Society for Music Education (ISME). Resistencia, Argentina, jul.2019. Disponível em: <https://pt.scribd.com/home> . Acesso em: 01 dez. 2024.

CUERVO, Luciane. Articulações entre Música, Educação e Neurociências: Ideias para o Ensino Superior. In: 7 SIMCAM – Simpósio de Cognição e Artes Musicais, 2011, Brasília. *Anais do 7 SIMCAM*. Brasília: UNB, 2011. Disponível em: <https://musicaeinclusao.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/06/cuervo-luciane-articulac3a7c3b5es-entre-mc3basica-educac3a7c3a3o-e-neurocic3aancias.pdf> . Acesso em: 28 jan. 2025.

CUERVO, Luciane da Costa; ROSAT, Renata Menezes. Abordagem interdisciplinar entre Música e Neurociências: estratégias de fomento e inserção curricular no ensino superior. *Orfeu*, [S.L.], v. 3, n. 1, p. 172-196, 17 out. 2018. Universidade do Estado de Santa Catarina. <http://dx.doi.org/10.5965/2525530403012018172>. Disponível em: <https://www.revistas.udesc.br/index.php/orfeu/article/view/1059652525530403012018172/9010> . Acesso em: 28 jan. 2025.

DIAS, Natália Martins; MECCA, Tatiana Pontrelli (org.). **Avaliação neuropsicológica cognitiva**: memória de trabalho. São Paulo: Memnon, 2019.

DOURADO, Clara N dos S.; LOURO, Viviane dos S.. Estudante de canto com sintomas de incômodo emocional e físico ao ouvir música: avaliação diagnóstica à luz da neuroeducação. *Revista Multidisciplinar em Educação*, Porto Velho, v. 10, n. 2, p. 1-20, Jan./Dez. 2023. Disponível em: <https://periodicos.unir.br/index.php/EDUCA/article/view/5947/989>. Acesso em: 28 jan. 2025.

LAPPE, Claudia; HERHOLZ, Sibylle C.; TRAINOR, Laurel J.; PANTEV, Christo. Cortical Plasticity Induced by Short-Term Unimodal and Multimodal Musical Training. *The Journal Of Neuroscience*, [S.L.], v. 28, n. 39, p. 9632-9639, 24 set. 2008. Society for Neuroscience. Disponível em: <https://www.jneurosci.org/content/28/39/9632> . Acesso em: 19 mar. 2025.

LENT, Robert. **Cem bilhões de neurônios?** Conceitos fundamentais de neurociência. 2ª ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 2010. Disponível em: <https://archive.org/details/cem-bilhoes-de-neuronios-roberto-lent-2aed/page/n1/mode/2up> . Acesso em: 13 mar. 2025.

LIMA, Robson Coelho. **Aulas de canto na pandemia**: urgência e resiliência. 2022. 40 f. Monografia (Licenciatura em Música) – Centro de Comunicação, Turismo e Artes - Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/26631/1/RCL13012023.pdf> Acesso em: 28 abr. 2024.

LOURO, Viviane. A neurociência/neuroeducação como subsídio teórico-prático para um ensino de música inclusivo diante da diversidade. *Nas Nuvens... Congresso de Música*, [S.L.], p. 1-12, 1 dez. 2024. Nas Nuvens... Congresso de Música (Programa de Pós-Graduação em Música da UFMG). <http://dx.doi.org/10.5281/ZENODO.14247094>. Disponível em:

[https://musica.ufmg.br/nasnuvens/wp-content/uploads/sites/5/2024/11/P42-Neurociencia\\_neuroeducacao-como-subsidio-teorico-pratico-para-ensino-de-musica.pdf](https://musica.ufmg.br/nasnuvens/wp-content/uploads/sites/5/2024/11/P42-Neurociencia_neuroeducacao-como-subsidio-teorico-pratico-para-ensino-de-musica.pdf). Acesso em: 28 jan. 2025.

LOURO, Viviane; LOURO, Fabiana; DUARTE, Plínio. O estresse gerado pela pandemia como risco para adoecimento mental e físico do músico a partir das neurociências cognitivas. **Revista Música**, v. 20n. 2 –Dossiê Música em Quarentena Universidade de São Paulo, dezembro de 2020, p 379-396. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/revistamusica/article/view/178817> . Acesso em: 18 mar. 2025.

MARIZ, Joana. **Entre a Expressão e a Técnica**: a terminologia do professor de canto - um estudo de caso em pedagogia vocal de canto erudito e popular no eixo rio-são paulo. 2013. 360 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado em Música, Instituto de Artes, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2013. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/entities/publication/b5d2a4e7-e7d0-4fa4-9408-7bc401525725>. Acesso em: 12 jul. 2024.

MARTINS, Alejandra. **Temos 7 sentidos e os 5 mais conhecidos são os menos importantes**. BBC, 2023. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/articles/cxx791708630> . Acesso em: 19 de mar. 2025.

MUÑOZ, Emilia Ángeles Campayo; MAS, Alberto Cabedo. Música y competencias emocionales: posibles implicaciones para la mejora de la educación musical. **Revista Electrónica Complutense de Investigación En Educación Musical - Reciem**, [S.L.], v. 13, p. 124-139, 11 nov. 2016. Universidad Complutense de Madrid (UCM). <http://dx.doi.org/10.5209/reciem.51864>. Disponível em: <https://revistas.ucm.es/index.php/RECI/article/view/51864/49963>. Acesso em: 11 mar. 2025.

MUSZKAT, Mauro. Música, Neurociência e Desenvolvimento Humano. In: JORDÃO, Gisele; ALLUCI, Renata R.; MOLINA, Sérgio; TERAHATA, Adriana Miritello. **A música na escola**. São Paulo: Allucci & Associados Comunicações, 2012. p. 67-69. Disponível em: [https://scholar.google.com.br/citations?view\\_op=view\\_citation&hl=pt-BR&user=I2JFU1kAAAJ&citation\\_for\\_view=I2JFU1kAAAJ:Tyk-4Ss8FVUC](https://scholar.google.com.br/citations?view_op=view_citation&hl=pt-BR&user=I2JFU1kAAAJ&citation_for_view=I2JFU1kAAAJ:Tyk-4Ss8FVUC) Acesso em: 14 mar. 2025.

PARASKEVOPOULOS, Evangelos; KUCHENBUCH, Anja; HERHOLZ, Sibylle C.; PANTEV, Christo. Evidence for Training-Induced Plasticity in Multisensory Brain Structures: an meg study. **Plos One**, [S.L.], v. 7, n. 5, p. 1-9, 8 maio 2012. Public Library of Science (PLoS). Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0036534> . Acesso em: 21 mar. 2025.

REQUENA, Salvador Oriola; CARNICER, Josep Gustems; CALAFELL, Mercè Navarro. La educación musical: fundamentos y aportaciones a la neuroeducación.. **Journal Of Neuroeducation**, [S.L.], v. 2, n. 1, p. 22-29, 30 jul. 2021. Edicions de la Universitat de Barcelona. <http://dx.doi.org/10.1344/joned.v2i1.31576>. Disponível em: <https://revistes.ub.edu/index.php/joned/article/view/31576/35167> . Acesso em: 11 mar. 2025.

RUBIM, M. Controle Cerebral no Aprendizado do Canto. **Cadernos do Colóquio**, [S. l.], v. 2, n. 1, 2007. Disponível em: <https://seer.unirio.br/coloquio/article/view/24> . Acesso em: 28 abr. 2024.

SOBREIRA, Silvia Garcia. Desafinação vocal: compreendendo o fenômeno. **Revista da Abem**, [S.l.], v. 24, n.36, 2017-A. Disponível em: <https://revistaabem.abem.mus.br/revistaabem/article/view/600> . Acesso em: 21 set. 2024.

SOBREIRA, Silvia Garcia. O canto na infância: alguns desafios. In: SOBREIRA, Silvia Garcia *et al* (org.). **Se você disser que eu desafino...** Rio de Janeiro: UNIRIO: Instituto Villa-Lobos, 2017-B. p. 70-99. Disponível em: <https://acrobat.adobe.com/id/urn:aaid:sc:VA6C2:aabbe3bb-c5db-4273-9f5c-7df21ed6cffc?viewer%21megaVerb=group-discover> Acesso em: 24 jul. 2024.

STAVROPOULOU, S., GEORGAKI, A. & Moschos, F. **The effectiveness of visual feedback singing vocal technology in greek elementary school**. In: JOINT ICMC-SMC, pp.14-20. Atenas, Grécia, 2014. Disponível em: [https://speech.di.uoa.gr/ICMC-SMC-2014/images/VOL\\_2/1786.pdf](https://speech.di.uoa.gr/ICMC-SMC-2014/images/VOL_2/1786.pdf) Acesso em: 09 mar. 2025.

TEIXEIRA, Greyce Ornelas Viana; PARIZZI, Betânia. **O feedback visual em tempo real por meio de softwares de análises acústicas no ensino do canto**. XXII Congresso Nacional da Associação Brasileira de Educação Musical. 05 a 09 de outubro de 2015, Natal– RN. Disponível em: <https://www.periodicos.udesc.br/index.php/orfeu/article/view/1059652525530404012019120> . Acesso em: 12 jul. 2024.

TENG, Chei T.; PAMPANELLI, Mariana. O suicídio no contexto psiquiátrico. **Revista Brasileira de Psicologia**, v. 2, n. 1, Salvador, Bahia, 2015, p. 41-51.

VIALES-MONTERO, Rebeca. Reseña histórica de la pedagogía vocal clásica: un recorrido desde los tratados de canto hasta las ciencias de la voz. **Revista Electrónica Educare**, [S.L.], v. 26, n. 2, p. 1-20, 18 abr. 2022. Universidad Nacional de Costa Rica. <http://dx.doi.org/10.15359/ree.26-2.27>. Disponível em: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/ree/v26n2/1409-4258-ree-26-02-506.pdf> . Acesso em: 09 fev. 2025.

WILSON, Pat H.; THORPE, William C; CALLAGHAN, Jean. **Looking at singing: does real-time visual feedback improve the way we learn to sing?** Sydney, Australia: School of Communication Sciences and Disorders, University of Sydney, 2015. Disponível em: <https://www.afpc-evta-france.com/wp-content/uploads/sites/10/2015/02/72-feedback-visuel-et-apprentissage-chant.pdf> . Acesso em: 13 jan. 2025.