

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MÚSICA  
MESTRADO EM MÚSICA

ENRIQUE BATISTA FELIX DA SILVA

A AFINAÇÃO NOS INSTRUMENTOS DA FAMÍLIA DOS METAIS: UMA DISCUSSÃO  
SOBRE ESTRATÉGIAS DE DESENVOLVIMENTO NA PERFORMANCE

CURITIBA

2021

ENRIQUE BATISTA FELIX DA SILVA

A AFINAÇÃO NOS INSTRUMENTOS DA FAMÍLIA DOS METAIS: UMA DISCUSSÃO  
SOBRE ESTRATÉGIAS DE DESENVOLVIMENTO NA PERFORMANCE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação  
em Música da Universidade Estadual do Paraná, linha de  
Música e Processos Criativos como requisito parcial para  
a obtenção do título de Mestre em Música.

Orientador: Prof. Dr. Isaac Felix Chueke

CURITIBA

2021

**Catálogo na publicação elaborada por Mauro Cândido dos Santos – CRB 9ª/1416.**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

S586a

Silva, Enrique Batista Felix da.

A afinação nos instrumentos da família dos metais: uma discussão sobre estratégias de desenvolvimento na performance. / Enrique Batista Felix da Silva -Curitiba, 2021.

90 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Isaac Felix Chueke.

Dissertação (Mestrado em Música) – Universidade Estadual do Paraná – Campus Curitiba I - Programa de Pós-Graduação – Mestrado em Música. Curitiba, 2021.

Inclui bibliografia.

1. Percepção musical. 2. Afinação. 3. Instrumentos - metais. 4. Prática – individual e coletiva. I. Universidade Estadual do Paraná. Programa de Pós-Graduação – Mestrado em Música. II. Chueke, Isaac Felix. III. Título.

CDD: 781  
CDU: 781.1

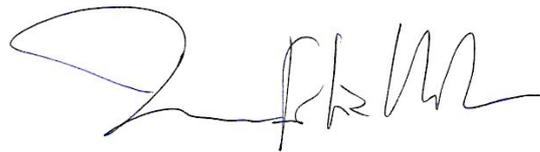
## TERMO DE APROVAÇÃO

ENRIQUE BATISTA FELIX DA SILVA

A AFINAÇÃO NOS INSTRUMENTOS DA FAMÍLIA DOS METAIS: UMA DISCUSSÃO  
SOBRE ESTRATÉGIAS DE DESENVOLVIMENTO NA PERFORMANCE

Dissertação aprovada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Música, do Programa de Pós-Graduação em Música da Universidade Estadual do Paraná, linha de Música e Processos Criativos, pela seguinte banca examinadora:

Orientador:



---

Prof. Dr. Isaac Felix Chueke  
PPGMUS-UNESPAR



---

Prof. Dr. Jorge Augusto Scheffer  
Superior de Instrumento – UNESPAR



---

Prof. Dr. Felipe Ribeiro  
PPGMUS-UNESPAR

Curitiba, 15 de julho de 2021

Dedico este trabalho ao meu pai, Josué, meu primeiro professor de trompete e à minha mãe, Sara, minha maior apoiadora.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus pela vida, pela graça e pela sabedoria concedida, pois dele, por ele e para ele são todas as coisas.

À minha família por me conceder uma educação de qualidade e me incentivar desde os primeiros passos na música.

Ao meu professor orientador Dr. Isaac Felix Chueke, pelos diálogos, conselhos e reflexões que me fizeram amadurecer ao longo desta caminhada.

A todos os professores deste programa pelo conhecimento compartilhado e por contribuir na minha formação acadêmica.

Ao meu amigo e professor Marco Aurélio Koentopp pelo incentivo e apoio em todos estes anos.

A todas as pessoas e amigos próximas que estiveram ao meu lado durante este período.

## RESUMO

A presente pesquisa teve por finalidade identificar quanto às estratégias mais valiosas no auxílio ao desenvolvimento da afinação para músicos instrumentistas da família dos metais. Uma performance afinada nestes instrumentos requer dos intérpretes o aprimoramento de várias habilidades, particularmente aquelas relativas à percepção musical e ao domínio técnico de execução. A aquisição destas ferramentas beneficia grandemente o executante destes instrumentos que, não raro, necessita realizar diversos ajustes de frequência de acordo com o contexto musical. Na falta destas, surgirão inevitavelmente diversos obstáculos, uma performance adequada se vendo prejudicada. Em particular, buscou-se analisar e refletir sobre pesquisas encontradas na literatura que abrangessem diferentes metodologias de estudo e de ensino relativas ao desenvolvimento da afinação, principalmente quando aplicadas à prática individual e à prática coletiva dos instrumentos da família dos metais. Na sequência, procurou-se discutir quais os fatores passíveis de interferir no aprimoramento desta habilidade, sejam eles de ordem cognitiva ou de ordem técnica. Os estudos analisados foram selecionados de acordo com a sua relevância e sua relação com o nosso objeto de estudo, considerando os procedimentos, resultados e recomendações de cada pesquisa. Após uma discussão e análise sobre as pesquisas selecionadas verificou-se o quanto o desenvolvimento da afinação nos instrumentos da família dos metais acaba por converter-se num processo constituído de várias etapas demandando a aquisição de habilidades bem determinadas e com cada estratégia contribuindo para um estágio específico deste aprimoramento.

Palavras-chave: afinação; percepção musical; instrumentos da família dos metais; prática individual; prática coletiva.

## ABSTRACT

The present research had as a goal identifying the most valuable strategies for helping the development of tuning as far as instrumentalists of the brass family are concerned. A performance in tune on those instruments requires from performers the perfecting of various abilities particularly those relative to musical perception and technical capacity of execution. Acquiring these skills is of great benefit since quite often one needs operating diverse adjustments in accordance with the musical context, should those be missing a series of obstacles inevitably appearing and an adequate performance thus being affected. Particularly, there was the wish for analysing and reflecting upon research found in the literature that might cover plural study methodologies as well as teachings referring to tuning development when applied to both the individual and the collective practice of instruments pertaining to the brass family. Thereafter surged the quest for discussing which factors could intervene in the perfecting of this skill, factors that could be either of a cognitive or a technical nature. The analysed studies were selected according with their importance and their relationship with our study object considering the procedures, results and recommendations. After a discussion and an analysis about the selected research works it was verified how much the development of the tuning systematic on the instruments belonging to the brass family converge towards a process composed of various stages asking for the acquisition of quite specific abilities and with each step contributing to a particular phase of this perfecting.

Keywords: tuning; musical perception; instruments of the brass family; individual practice; collective practice;

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Elementos constituintes de uma onda. ....	17
FIGURA 2 - Série harmônica de Fá.....	19
FIGURA 3 – Intervalos em cents a partir de dó.....	38
FIGURA 4 – Tubos de afinação do trompete. ....	42
FIGURA 5 - Trompete natural do período Barroco .....	43
FIGURA 6 – Sistema de válvulas de rotor (A) e sistema de válvulas de pistão (B).....	43
FIGURA 7 - Tendências de afinação no trompete .....	44
FIGURA 8 – Principais tubos de afinação da trompa de dupla afinação.....	45
FIGURA 9 - Trompa natural.....	46
FIGURA 10 - Tendências de afinação na trompa .....	47
FIGURA 11 – Principais tubos de afinação do trombone tenor. ....	47
FIGURA 12 – Sacabuxa, construído por Jean Schnitzer (Nuremberg), 1581 .....	48
FIGURA 13 - Tendências de afinação no trombone.....	49
FIGURA 14 – Principais tubos de afinação da tuba em Si bemol. ....	49
FIGURA 15 – Oficleide .....	50
FIGURA 16 - Serpentão ou Serpente.....	50
FIGURA 17 - Tendências de afinação na tuba .....	51
FIGURA 18 - Série sub-harmônica a partir da nota Lá <sub>5</sub> = 1760Hz. ....	59
FIGURA 19 - Exercício para cantar e afinar a série harmônica .....	60
FIGURA 20 - Exercício para cantar e afinar a série sub-harmônica .....	60
FIGURA 21 - Bocal de trompete .....	60
FIGURA 22 - Diagrama representando a relação entre tessitura e volume no naipe dos metais .....	74
FIGURA 23 - Diagrama representando a relação entre a intensidade sonora com a função harmônica e os instrumentos de uma banda.....	75

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>1. ALGUMAS NOÇÕES SOBRE O SOM E A PERCEPÇÃO</b> .....	16
<b>1.1. A percepção auditiva</b> .....	16
<b>1.2. A percepção musical</b> .....	22
<b>1.3. Aspectos da relação entre percepção musical e afinação</b> .....	27
1.3.1. Efeitos do timbre .....	29
1.3.2. Efeitos da qualidade do som.....	30
1.3.3. Efeitos da experiência musical, da idade e da instrução sistemática.....	32
<b>2. CONSIDERAÇÕES SOBRE SISTEMAS DE AFINAÇÃO E TÉCNICAS DE AFINAÇÃO NOS INSTRUMENTOS DA FAMÍLIA DOS METAIS</b> .....	36
<b>2.1. Principais sistemas de afinação na música ocidental</b> .....	36
<b>2.2. Os instrumentos da família dos metais: desenvolvimento histórico e técnicas de afinação</b> .....	40
2.2.1. O trompete .....	42
2.2.2. A trompa.....	45
2.2.3. O trombone.....	47
2.2.4. A tuba .....	49
<b>3. ESTRATÉGIAS PARA O DESENVOLVIMENTO DA AFINAÇÃO NA PERFORMANCE</b> .....	53
<b>3.1. Vocalização e solfejo</b> .....	53
<b>3.2. <i>Buzzing</i> com bocal</b> .....	60
<b>3.3. A afinação com o uso de acompanhamento</b> .....	63
3.3.1. O acompanhamento com drone .....	68
<b>3.4. Desenvolvimento da afinação na prática coletiva</b> .....	71
<b>CONCLUSÃO</b> .....	81
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	85

## INTRODUÇÃO

A qualidade de uma performance musical demanda dos intérpretes a necessidade de atenção a diversos aspectos tais como o ritmo, a melodia, a harmonia, expressões musicais, para citar apenas alguns. Entretanto, um dos componentes mais importantes para a caracterização de uma execução musical de qualidade é a afinação, uma vez que este elemento é um dos mais notados pelos ouvintes durante uma performance, motivo principal pelo qual tem estado no centro de várias discussões ao longo de toda a história da música. Na música ocidental, desde a Grécia Antiga, vários teóricos buscaram estudar as leis físicas e matemáticas a fim de esclarecer as relações entre os sons musicais, em busca de um ponto em comum entre a matemática e a percepção humana (SOBREIRA, 2002, p. 59). Progressivamente surgiram vários sistemas de afinação que, apesar de terem sofrido diversas modificações, são comumente utilizados como parâmetros para medir a precisão da afinação numa performance.

Mesmo sendo um tema discutido por vários séculos, a afinação permanece como uma questão de grande relevância para a performance musical tal qual era antigamente (KARRICK, 1994, p. 4). O processo da afinação trata dos ajustes de altura das notas musicais a partir da referência de uma frequência previamente determinada, também chamada de diapasão. Observado o fato de que os instrumentos que não possuem afinação fixa necessitam fazer ajustes contínuos de frequência antes e durante uma performance musical, é razoável afirmar que a afinação refere-se à habilidade de manipular a altura das notas dentro de um contexto musical (MORRISON; FYK, 2002, p. 184).

O desenvolvimento de habilidades relativas ao processo de afinar torna-se um desafio para os músicos que executam instrumentos de afinação variável<sup>1</sup>, uma vez que a afinação é “[...] o amálgama de várias habilidades distintas desenvolvidas ao longo do tempo, sendo que a inter-relação progressiva destas habilidades fundamenta aspectos de um desempenho musical avançado”<sup>2</sup> (MORRISON, 2000, p. 40, tradução nossa). Isto porque na afinação não se limita a apenas reproduzir corretamente a alturas das notas isoladas, mas também à compreensão musical que permitirá ao músico perceber a sua função no contexto musical (SOBREIRA, 2002, p. 63). Desta forma, tocar afinado refere-se ao bom desenvolvimento tanto da percepção musical quanto das habilidades técnicas necessárias à execução de cada instrumento.

---

<sup>1</sup> Nos instrumentos de afinação variável é possível manipular as frequências produzidas. Estes instrumentos encontram-se na família das cordas, madeiras, metais e voz.

<sup>2</sup> “[...] is an amalgam of several discrete abilities developed over time and that the progressive interrelationship of these abilities underlies aspects of advanced musical achievement” (MORRISON, 2000, p. 40).

A percepção musical é o processo cognitivo responsável pela conexão dos aspectos teóricos com os aspectos da prática musical, estando relacionada diretamente com o ouvido (OTUTUMI, 2008, p. 12). Concernente à afinação, este processo está ligado à capacidade do músico de perceber pequenas diferenças de frequência, guiando-o para a manipulação das alturas das notas no seu instrumento de acordo com o contexto musical. Neste sentido, a objetividade do conhecimento teórico quando usada conjuntamente com a subjetividade da percepção musical oferece subsídio para que o músico transforme estas questões teóricas em procedimentos práticos, realizando ajustes de frequência para entrar em concordância com outros instrumentos (FREIRE, 2016a).

Não obstante, a percepção musical, sobretudo no que diz respeito à identificação de diferenças de frequência entre os sons musicais, pode ser afetada por diversos fatores (MORRISON; FYK, 2002). Incluindo-se entre estes a intensidade sonora, o timbre, o andamento, as durações das notas, é comum por exemplo que a afinação seja confundida com a qualidade sonora do som produzido. Os instrumentistas ou ouvintes podem indicar problemas de afinação quando na verdade há problemas na qualidade de som e vice-versa (POWELL, 2010, p. 93). Portanto o aprimoramento da percepção musical é uma tarefa importante ao músico, pois quanto mais aguçada for esta habilidade, maior será seu domínio sobre os elementos podendo influenciá-la.

Uma performance afinada também depende de o músico possuir um bom domínio técnico do instrumento para que possa fazer os devidos ajustes de frequência conforme a necessidade. No caso dos instrumentos da família dos metais<sup>3</sup>, este é um processo que se impõe posto visto que estes instrumentos não possuem afinação fixa<sup>4</sup> contrariamente ao piano, por exemplo. Portanto para se trabalhar a afinação nestes instrumentos é preciso fazer constantes ajustes na embocadura, no ar utilizado para a emissão das notas, na combinação de pistões ou válvulas, na posição da vara no caso do trombone, nos tubos específicos para a correção da afinação de determinadas posições e até mesmo na postura (MORRISON; FYK, 2002, p. 185).

O controle da afinação nestes instrumentos também pode ser afetado por outros fatores, tais como: a temperatura ambiente, o tamanho e modelo de cada instrumento, os equipamentos e os acessórios utilizados, como por exemplo, o tamanho do bocal e os modelos de surdinas, as condições de uso dos mecanismos do instrumento e o próprio nível técnico do instrumentista. Além disto, cada instrumento possui tendências de afinação específicas, ou seja,

---

<sup>3</sup> O trompete, a trompa, o trombone, a tuba, entre outros que serão discutidos no capítulo 2.

<sup>4</sup> Contrariamente aos instrumentos de afinação variável, nos instrumentos de afinação fixa não é possível manipular as frequências produzidas ao longo da performance.

algumas notas possuindo maior propensão a apresentarem desvios na afinação do que outras, cabe ao músico conhecer estes problemas e corrigi-los durante a performance.

Embora pareçam estar diretamente ligadas, a percepção musical e a capacidade de executar o instrumento de maneira afinada são apontadas por pesquisas como habilidades diferentes (MORRISON; FYK, 2002, p. 185). Desta forma, o desequilíbrio entre estas duas habilidades pode resultar em dificuldades para em uma execução afinada de um determinado instrumento musical. Estas dificuldades podem ser advindas tanto da falta de desenvolvimento concernente a capacidade de perceber pequenas diferenças de frequência entre as notas e de problemas para identificar e classificar as notas de acordo com o contexto musical, bem como no que se refere à dificuldade técnica de manipulação da altura destas notas no instrumento. Isto porque “estudantes que se destacam auditivamente identificando problemas de afinação, não necessariamente transferem esta habilidade para a performance em seus instrumentos”<sup>5</sup> (POWELL, 2010, p. 91, tradução nossa). Entretanto, o bom desenvolvimento da percepção musical aliado a um bom domínio técnico do instrumento pode caracterizar um instrumentista de alto nível (MORRISON; FYK, 2002, p. 186).

Do ponto de vista da educação musical, uma das maiores dificuldades ao ensinar um aluno a cantar ou a tocar afinado é o seu caráter altamente subjetivo e complexo (KARRICK, 1994, p. 11). Portanto, assim como é útil para os professores dispor de recursos que auxiliem o ensino desta habilidade, é igualmente importante “[...] saber quais estratégias parecem funcionar melhor que outras em tarefas variadas bem como quais variáveis estão relacionadas a uma afinação melhor”<sup>6</sup> (SILVEY; NÁPOLES; SPRINGER, 2019, p. 393, tradução nossa). Contudo, as dificuldades ficam mais evidentes pelo fato de existirem poucas pesquisas abordando ativamente o modo pelo qual os professores poderiam auxiliar seus alunos na aprendizagem de uma performance afinada, também concorre o fato de que não há um consenso sobre algum método mais eficaz do que outros para desenvolver uma boa afinação (LAUX, 2015; POWELL, 2010). Embora algumas pesquisas tenham sido feitas envolvendo instrumentos de sopro em geral, poucas pesquisas abordam especificamente os instrumentos da família dos metais, sobretudo no que tange às estratégias para o desenvolvimento da afinação.

Partindo da premissa de que a interação entre a percepção musical e o domínio técnico do instrumento, no que diz respeito à manipulação de altura das notas, contribui para o

---

<sup>5</sup> “Students who excel at aurally identifying intonation problems may not necessarily transfer that skill to intonation performance on their instruments” (POWELL, 2010, p. 91).

<sup>6</sup> “[...] to know which strategies appear to function better than others in varied tasks as well as which variables are related to improved intonation” (SILVEY; NÁPOLES; SPRINGER, 2019, p. 393).

desenvolvimento da afinação nos instrumentos da família dos metais, esta pesquisa tem como guia a seguinte questão: quais estratégias podem contribuir para o desenvolvimento da afinação nos instrumentos da família dos metais?

Considerando a problemática, o objetivo desta pesquisa é identificar quais estratégias ou metodologias de ensino podem contribuir para o desenvolvimento da afinação nos instrumentos da família dos metais assim como apontar quais as variáveis suscetíveis de interferir neste processo. Nossa hipótese é a de que o desenvolvimento da afinação nestes instrumentos não é inerente a uma única estratégia, mas dependente de várias abordagens, onde cada uma é relativa a uma parte importante do processo enxergado como um todo. Desta forma acreditamos que o desenvolvimento da afinação nos instrumentos da família dos metais depende de várias etapas, desde o desenvolvimento da percepção musical, englobando aspectos cognitivos, até a transferência desta habilidade para a execução do instrumento.

Partindo disto, analisaremos pesquisas feitas por vários autores envolvendo estratégias de estudo ou métodos de ensino para o desenvolvimento da afinação nos instrumentos musicais, relacionando em particular aqueles que compõe a família dos metais. As estratégias contidas neste trabalho foram escolhidas de acordo com sua relevância bem como de acordo com as recomendações oferecidas pela literatura. Nos concentraremos principalmente em obter respostas a partir das pesquisas feitas seguindo o protocolo experimental, embora também venhamos a nos apoiar em teóricos importantes desta área. Com base nos resultados de cada pesquisa, discutiremos as possíveis contribuições de cada estratégia, assim como as variáveis que possam ter contribuído para os dados e o contexto em que estes estudos foram aplicados.

No primeiro capítulo abordamos o som e descrevemos fenômenos como sua formação e propagação, considerando aspectos físicos e elementos que o compõe, até sua chegada ao ouvido humano. Em seguida, descrevemos o processo da percepção auditiva, considerando o aspecto sensorial de recepção do som bem como o processo de transformação quer seja de aspectos objetivos, como as vibrações, quer seja de aspectos subjetivos, através do operado pelo ouvido externo, ouvido médio e ouvido interno. A percepção musical também é abordada, referindo-se mais ao aspecto cognitivo, considerando questões referentes à compreensão musical e às contribuições desta capacidade para uma execução musical de qualidade. Ainda neste capítulo também discutimos a relação entre a percepção musical e a afinação e os fatores capazes de influenciar o desempenho destas duas habilidades.

Tendo em vista que o objeto de estudo é a afinação, no segundo capítulo abordamos algumas considerações sobre os sistemas de afinação. Como grande parte da literatura e do nosso referencial teórico é focada na música clássica ocidental, abordaremos apenas os

principais sistemas desta tradição, a saber o sistema pitagórico, o sistema natural e o temperamento igual. Neste capítulo também descreveremos um breve histórico dos principais instrumentos da família dos metais, apontando questões sobre seu funcionamento e sobre as tendências de afinação de cada um bem como as sugestões de ajustes da afinação, de acordo com a literatura.

No terceiro capítulo analisamos as pesquisas contendo estratégias para o desenvolvimento da afinação dividindo-as por temas. Procuraremos destacar e analisar cada procedimento dos experimentos, apontando as convergências e as divergências encontradas entre os autores. Com o apoio da literatura, discutiremos as possíveis causas que possam ter contribuído para resultados positivos ou negativos de cada estudo, analisando se cada estratégia poderia ser considerada como válida ou não necessariamente para o desenvolvimento da afinação nos instrumentos da família dos metais e sempre considerando o contexto e os procedimentos realizados.

## 1. ALGUMAS NOÇÕES SOBRE O SOM E A PERCEPÇÃO

A maneira como o som é formado e ouvido são assuntos de suma importância para melhor compreendermos o universo da música. De acordo com Henrique (2002, p. 6), o termo “som” pode ser considerado através de duas abordagens diferentes: o significado físico e o significado psicofísico. Enquanto o significado físico diz respeito à fonte sonora e à propagação do som até chegar aos nossos ouvidos, o significado psicofísico aborda as questões sobre as sensações que o som provoca no ser humano.

Neste capítulo abordaremos o universo sonoro a partir de dois aspectos, a saber, o aspecto sensorial, com considerações teóricas sobre a formação do som e a percepção auditiva; e o aspecto cognitivo, o qual diz respeito a como o ser humano reage ao som, considerando o processo de transformação de aspectos objetivos em aspectos subjetivos, chegando desta forma, à compreensão musical. Consideramos começar por uma descrição deste fenômeno com o intuito de apenas criar uma melhor contextualização para o leitor ainda que questões e considerações sobre acústica e física não sejam abordadas de maneira aprofundada neste documento.

### 1.1. A percepção auditiva

À luz da física, o som é um fenômeno vibratório que parte de uma fonte sonora e se propaga através de um meio. O movimento vibratório, também chamado de oscilação, é um movimento de ida e volta em uma posição de equilíbrio, como por exemplo uma corda de violão, a qual após ser excitada, realiza um movimento de balanço até retornar à sua posição de equilíbrio. Entretanto, existem dois tipos de vibração, a saber: a vibração acústica e a vibração mecânica. Define-se por vibração acústica o fenômeno no qual a oscilação ocorre através de um fluido (água, ar, etc.). Já a vibração de um corpo sólido é chamada de vibração mecânica. No caso dos instrumentos musicais há uma intersecção desses dois fenômenos, caracterizados como sistemas acústicos-mecânicos (HENRIQUE, 2002, p.46). Tomando como exemplo o trompete, este instrumento opera num sistema acústico-mecânico no qual a vibração se transfere do corpo do instrumento para o ar e vice-versa.

O som produzido pela fonte sonora propaga-se através de ondas em um meio, sendo que o qual utilizamos habitualmente para ouvir é o ar. De acordo com Henrique (2002, p. 194), uma onda é “[...] uma perturbação que se propaga num meio elástico designando-se por movimento ondulatório, o movimento que lhe é associado [...]”. Um dos pontos mais

importantes é que as ondas são capazes de transportar energia de um lugar para outro através de um meio, porém este meio não é transportado (HENRIQUE, 2002; ROSSING; MOORE; WHEELER, 2014). Observamos aqui que o ser humano está a todo momento reativo à recepção dos vários tipos de onda, apesar de não necessariamente ter uma percepção completa das mesmas. Com as ondas presentes em nosso cotidiano, através da visão e audição, podemos ver e ouvir ondas de diferentes naturezas, as quais são as ondas eletromagnéticas e as ondas acústicas.

Acrescentamos que, se a perturbação nas ondas de luz ou de rádio causa uma mudança nos campos elétrico e magnético, no caso das ondas sonoras, esta mesma perturbação causa uma mudança de pressão e de densidade. A partir da Figura 1, podemos observar quatro elementos constituintes de uma onda: o comprimento, a amplitude, o período e a frequência.

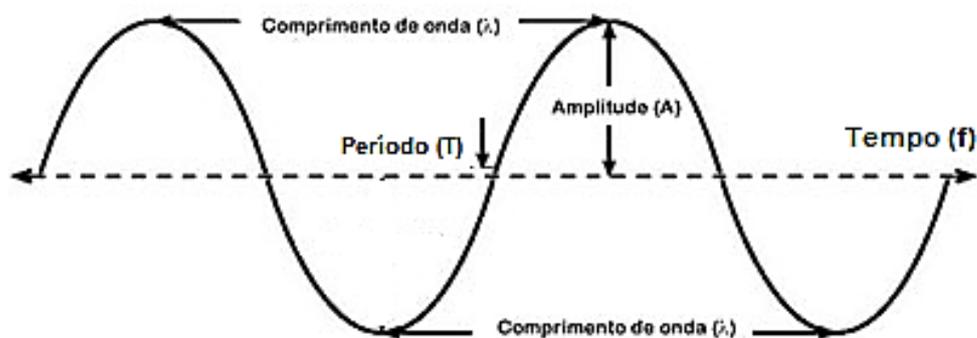


FIGURA 1 – Elementos constituintes de uma onda.

Fonte: modificada de <http://www.explicatorium.com/cfq-8/caracteristicas-das-ondas.html> (acesso em 09/07/20)

A distância entre os dois picos da onda percorrida durante um período é chamada de comprimento de onda e está diretamente relacionado com a frequência que é definida como o número de ciclos efetuados na unidade de tempo. Quanto maior for a frequência, menor será o comprimento da onda e vice-versa. A unidade de tempo usada na maioria dos casos é o segundo e por isto podemos definir a frequência como o número de ciclos por segundo ou o número de vibrações por segundo. O período é uma outra grandeza que está estritamente relacionada com a frequência, uma vez que se define como o intervalo de tempo necessário à efetuação de um ciclo. De acordo com Henrique (2002, p. 48), “conclui-se que quando a frequência aumenta, o período diminui e vice-versa: uma é o inverso da outra”. No estudo da acústica musical usa-se comumente a frequência na definição de um movimento vibratório, devido à facilidade de aprendizado da mesma, uma vez que ela se relaciona diretamente com a altura. Já a amplitude define o deslocamento máximo da molécula de ar a partir da sua posição de equilíbrio durante

uma oscilação. Quanto maior for a amplitude do som maior será a oscilação das moléculas de ar.

O som, uma vez contendo elementos físicos, é medido e analisado por aparelhos específicos para este fim, como por exemplo, captadores acústicos e vibratórios, osciloscópio, analisadores espectrais, etc., que geram como resultado, expressões numéricas obtidas através destas medições. Entretanto, o som também provoca ao ouvido humano sensações auditivas que são características psicológicas, através de suas propriedades fisiológicas e que variam de um indivíduo para o outro. Portanto, segundo Henrique (2002, p. 169), embora esta classificação não seja totalmente rigorosa, pode definir-se o som em três características principais, quais sejam: a altura, a intensidade e o timbre.

Como já foi mencionado, a altura está estritamente ligada à frequência. O ser humano é capaz de ouvir frequências que variam entre 16 Hz e 20000 Hz, aproximadamente. As frequências abaixo de 16 Hz não produzem sensação de altura ao ouvido humano e, por este motivo, são chamadas de infrassons. Já as frequências acima de 20000 Hz são consideradas ultrassons. A partir de 5000 Hz o ser humano ainda pode ouvir os sons, entretanto a percepção dos intervalos musicais nesta faixa de altura torna-se difícil por se tratar de sons demasiadamente agudos (HENRIQUE, 2002, p. 170). Willems (2001, p. 38) considera a altura como o elemento mais importante do ponto de vista artístico, uma vez que as diferentes frequências oferecem distintas possibilidades melódicas.

A intensidade é a característica que se refere à amplitude sonora. A intensidade de um som pode variar entre sons minimamente perceptíveis e sons fortíssimos que podem ser verdadeiramente insuportáveis. As três grandezas físicas para se medir a intensidade de uma onda sonora são a potência acústica, a intensidade e a pressão acústica; sua medição é feita pelo decibel (dB), o qual é uma unidade logarítmica de escala e permite representar valores dessas grandezas que possuem grandes variações de amplitude.

Enquanto a altura e a intensidade são mais facilmente descritas fisicamente, o timbre é a característica do som mais complexa de ser definida. Segundo Henrique (2002, p. 871), “o timbre é uma característica subjetiva do som que nos permite diferenciar dois sons de altura e intensidade iguais”. De acordo com Rossing, Moore, Wheeler (2014, p. 135) o timbre é uma palavra usada para caracterizar a qualidade ou a cor de um som. Entretanto, segundo Henrique (2002) não há uma teoria e uma nomenclatura uniforme que seja capaz de classificar o timbre, como por exemplo a altura e intensidade.

Helmholtz (1895) fez importantes constatações sobre o timbre. Este cientista provou que todo som complexo era composto por várias outras frequências, chamados de sons parciais.

Os parciais que possuíam uma frequência de múltiplo inteiro do som fundamental eram chamados de harmônicos. Sendo assim Helmholtz constatou que todo som produzido por algum instrumento musical ou voz é constituído de harmônicos (provenientes da série harmônica) que por sua vez formam o timbre (HENRIQUE, 2002; ROSSING; MOORE; WHEELER, 2014). A Figura 2 traz uma representação da série harmônica no sistema de notação musical. Nesta figura também podemos observar os desvios de afinação em cents<sup>7</sup>, em comparação ao temperamento igual, representados abaixo das notas.

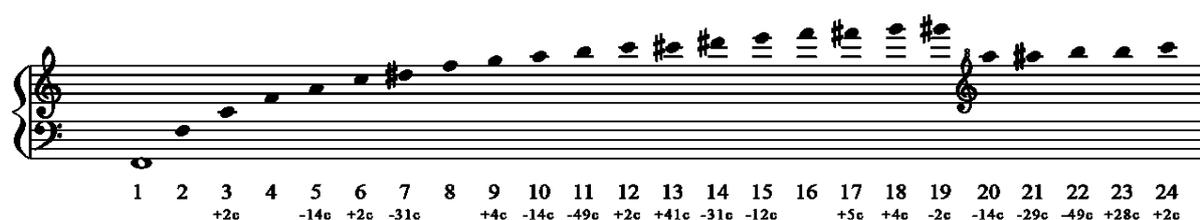


FIGURA 2 - Série harmônica de Fá.

Fonte: <https://www.oberton.org/en/overtone-singing/harmonic-series/> (acesso em 29/10/20)

Segundo Dodge e Jerse (1997, p. 50), Helmholtz concluiu que a descrição espectral de um som apresentava uma correlação mais direta com seu timbre. De acordo com os autores, a descrição qualitativa de sons “brilhantes” caracteriza os espectros que possuem uma grande quantidade de energia nas frequências altas, como é aliás o caso da maioria dos instrumentos da família dos metais. Já um espectro com pouca ou nenhuma energia nos harmônicos pares caracteriza por exemplo o timbre particular produzido pelo clarinete no seu registro grave.

Helmholtz (1895) formulou em seguida algumas regras gerais para explicar o modo como o ouvido compreende o timbre. Segundo ele, sons simples, com poucos harmônicos como o do diapasão de garfo ou de uma flauta são suaves e agradáveis ao ouvido. Entretanto, quando há a possibilidade de os sons simples serem tocados em um registro grave, estes soarão com menos energia. Sons musicais que possuem os seis primeiros harmônicos soando mais intensamente, caso por exemplo do piano, da trompa e a da voz humana, são considerados como sons mais ricos em harmônicos do que os sons simples, mas continuam sendo suaves caso os harmônicos agudos estejam ausentes. Já os sons em que os harmônicos estão distribuídos de formar irregular, caso por exemplo do clarinete, soam “vazios” ou “nasais”, com pouca ressonância. Helmholtz denomina como um som musical “rico” aquele em que o harmônico fundamental está em destaque, caso contrário, segundo o autor, pode-se afirmar que o som se

<sup>7</sup> O Cent (¢) é uma unidade de medida do intervalo. Um cent equivale à centésima parte de um semitom. (BARBOUR, 2004, p.ix).

torna “pobre”. Por último, sons musicais complexos, ou seja, ricos em frequências, em que os harmônicos acima do sexto ou sétimo são muito distintos, soam cortantes e ásperos.

A intermediação entre o mundo objetivo das vibrações e o mundo subjetivo das imaginações das imagens sonoras é feito pela orelha, como órgão do ouvido (DUPRÉ & NATHAN apud WILLEMS, 2001, p.41). Esta parte do corpo humano é dividida em três: ouvido externo, ouvido médio e ouvido interno. O ouvido externo é composto pelo pavilhão, que é a parte responsável por coletar, canalizar e reforçar o som, e que contribui para nossa capacidade de detectar a direção do mesmo. O canal auditivo também faz parte do ouvido externo e funciona como um tubo ressonador que aumenta a sensibilidade auditiva na faixa de 2000 a 5000 Hz (ROSSING; MOORE; WHEELER, 2014, p. 81).

O ouvido médio é composto pelo tímpano, que é responsável por receber as vibrações e transmiti-las aos ossículos: o martelo, a bigorna e o estribo. O tímpano, ao receber as ondas sonoras, transforma-as em vibrações mecânicas, que posteriormente são conduzidas através dos ossículos para o ouvido interno. O ouvido médio ainda é constituído pela Trompa de Eustáquio, o qual é um canal estreito que tem por função equalizar a pressão do ouvido externo e do ouvido médio, abrindo-se quando bocejamos, engolimos ou gritamos (ROSSING; MOORE; WHEELER, 2014, p. 82).

Segundo Willems (2001, p. 41), somente o ouvido interno é considerado essencial para a audição. Este órgão é extremamente frágil e encontra-se protegido por uma cavidade óssea chamada de labirinto ósseo, que é dividida em três partes: o vestíbulo, os canais semicirculares e a cóclea, que comporta os órgãos internos da audição (HENRIQUE, 2002, p. 816). Toda esta estrutura é banhada por dois líquidos chamados perilinfa e endolinfa que ao receberem as vibrações realizam um movimento de vaivém, afetando entre outras áreas as fibras de Corti. Estas por sua vez transmitem ao cérebro a mensagem sensorial, através de variações elétricas, que nos permitem perceber a duração, a intensidade, a altura e o timbre das vibrações (WILLEMS, 2001, p. 42).

De acordo com Willems (2001, p. 46), o ouvido musical pode ser desenvolvido desde que se tenham noções suficientes sobre o som, o ouvido e a audição, que por sua vez é dividida em três aspectos: a receptividade sensorial auditiva, a sensibilidade afetivo-auditiva e a inteligência auditiva. A receptividade sensorial é a que consiste em *ouvir* e é a última das funções auriculares. Ela é o ponto de partida para despertar outras capacidades humanas, uma vez que ela fornece à sensibilidade afetiva e à inteligência musical, a base material necessária para a expressão musical. Embora seja pouco provável que o ouvido, no que diz respeito à sua estrutura biológica, possa ser influenciado pela educação musical, esta, ainda pode “[...]”

despertar, dirigir e desenvolver o funcionamento do órgão do ouvido[...]”<sup>8</sup> (WILLEMS, 2001, p. 51, tradução nossa). Se trata, pois, de desenvolver a capacidade de recepção das qualidades do som, qualidades tais como a altura, intensidade e timbre, ou em outras palavras, aprender a como receber as impressões sonoras.

No entanto, a receptividade sensorial não deve ser confundida com a consciência sensorial pois enquanto a receptividade está ligada ao *ouvir*, que se refere ao aspecto passivo do processo auditivo, a consciência sensorial por sua vez está ligada ao *escutar*, que diz respeito ao aspecto ativo e mais subjetivo, denominado de sensibilidade afetivo-auditiva. A partir deste momento “se escuta motivado por uma emoção (medo-surpresa). Um interesse está em jogo. Esse interesse fixa a atenção, que se torna assim um ponto útil e até mesmo necessário para o surgimento da consciência sonora”<sup>9</sup> (WILLEMS, 2001, p. 55, tradução nossa).

A consciência sonora surge no terceiro campo da audição, denominado como inteligência auditiva, a qual nos permite tomar consciência da sensorialidade e da sensibilidade afetivo-auditiva, utilizando-as para funções artísticas. A inteligência sonora não deve ser confundida com o conhecimento do campo intelectual do som, melhor seria afirmar que pode ser considerada como “[...] uma síntese abstrata das experiências sensoriais e afetivas, uma vez que trabalha com seus dados [...]”<sup>10</sup> (WILLEMS, 2001, p. 59, tradução nossa). Esta parte do processo está normalmente ligada à palavra *entender*, e tal qual na inteligência humana em geral, a inteligência sonora também envolve fenômenos de comparação, julgamento, análise e síntese, memória e imaginação criativa. Ela se utiliza da escrita e da leitura musical que são meios intelectuais tanto para fixar bem como para transmitir o pensamento sonoro, dela surgindo alguns elementos como a memória, a audição interior, a imaginação criativa, o sentido tonal, a audição relativa e absoluta, os nomes de notas e de acordes.

O desenvolvimento de um ouvido musical refinado está estritamente relacionado ao desenvolvimento das três principais partes do processo auditivo já descritas: a receptividade sensorial (o ouvir), a sensibilidade afetivo-auditiva (o escutar) e a inteligência sonora (o entender). Embora estes três elementos sejam considerados inseparáveis segundo Willems (2001, p. 46), podem existir deficiências na formação de cada um destes aspectos, sejam elas de ordem sensorial, afetiva ou mental, desta forma sendo, portanto, útil e até mesmo necessário,

---

<sup>8</sup> “[...] despertar, dirigir, desarrollar el funcionamiento del órgano del oído [...]” (WILLEMS, 2001, p. 51).

<sup>9</sup> “Se escucha motivado por un deseo, por una emoción (miedo-sorpresa). Un interés está en juego. Este interés fija la atención, que se convierte así en un punto útil e incluso necesario para la eclosión de la conciencia sonora” (WILLEMS, 2001, p. 55).

<sup>10</sup> “[...] una síntesis abstracta de las experiencias sensoriales y afectivas puesto que trabaja sobre sus datos [...]” (WILLEMS, 2001, p. 59).

separá-los a fim de solucionar os problemas de modo adequado. Cada um destes aspectos pode ser trabalhado mediante a realização de exercícios específicos devidamente adequados. Por este motivo, examinaremos a seguir quanto à importância das contribuições do estudo e prática da percepção musical para o desenvolvimento musical.

## **1.2. A percepção musical**

A percepção musical é considerada uma subárea da música, constituída de características próprias, que propiciam ramificações de diferentes ordens conectando-se com a maioria das subáreas da música. Otutumi (2008, p. 7) aborda a percepção musical a partir de três perspectivas: como disciplina presente nos cursos superiores de música; como estudo de noções musicais que englobam vivência, conteúdo musical e sentido auditivo; e como subárea da música, com suas temáticas e desenvolvimento. Entretanto de acordo com Freire (2015, p. 1), “a percepção musical pode considerar tanto os aspectos físicos da vibração dos sons quanto os complexos processos cognitivos de identificação e significação de eventos sonoros que possam ser semanticamente considerados como música”.

Portanto, para esta pesquisa, consideraremos a percepção musical a partir de duas significações: (1) o aspecto sensorial, que diz respeito à capacidade de identificação de características básicas dos sons musicais, como: a altura, a intensidade e o timbre; (2) o processo cognitivo responsável pela ligação dos conhecimentos teóricos com a prática, viabilizando a compreensão musical. Embora segundo Otutumi (2008, p. 9) a percepção musical constitua-se de três principais frentes – melódica, rítmica e harmônica – focaremos sobretudo nas partes melódica e harmônica, responsáveis pela percepção de alturas e combinações de sons.

O aprimoramento da percepção musical oferece suporte para que a compreensão musical seja conquistada, propiciando ao músico a capacidade de manutenção de sua performance musical, quer seja esta individual ou coletiva, ajudando-o em correções de afinação, ritmo, estilo, bem como no reconhecimento de expressões, como fraseados, timbres e dinâmicas, para citar apenas alguns exemplos. Portanto, a compreensão musical - presente no estágio mais avançado do processo auditivo como visto no item anterior - é fundamental para todo músico, devendo ser buscada a todo momento, desde o estudo de algum exercício técnico à interpretação de uma obra, seja esta do repertório solo, de música de câmara ou orquestral.

Segundo Granja (2006 apud OTUTUMI, 2008, p.14), a percepção musical também ocupa um lugar importante na perspectiva do ouvinte, do intérprete e do compositor; o conhecimento musical para ele se definindo pelo refinamento de sua percepção. Corroborando

com esta afirmação, Morrison e Fyk (2002, p. 185) destacam que para se compreender uma informação musical trazida pela performance deve-se não somente se ater em classificar as alturas como iguais ou diferentes, mas sim classificá-las no contexto musical de acordo com a sua função, seja ela melódica ou harmônica. Esta classificação requer do ouvinte que ele ignore a afinação absoluta de uma determinada nota e passe a focar na relação intervalar que essa nota tem com as demais.

A audição absoluta muitas vezes é confundida como sinônimo de alto grau de musicalidade, no entanto, de acordo com Willems (2001, p. 63), este é apenas um fenômeno de ordem prática. Trata-se de uma associação entre as imagens sonoras e o nome das notas, podendo ocasionar na falta de afetividade e da autêntica inteligência musical. Já a audição relativa, pertencente ao campo da sensibilidade afetiva é a que caracteriza a autêntica musicalidade. Ou seja, quando utilizada isoladamente, a audição absoluta não abrange as diversas relações que uma determinada nota tem com as demais, pois esta característica está relacionada apenas com a audição relativa. Esta consiste na percepção de relação entre dois ou mais sons que determinam em nós reações emotivas de diversas naturezas. Seguindo esta linha de pensamento é necessário que a percepção do indivíduo ultrapasse a sensorialidade alcançando os processos da cognição para obter o conhecimento musical. Este por sua vez pode ser entendido como o “resultado de uma articulação contínua entre os processos perceptivos e os momentos de elaboração conceitual” (GRANJA, 2006 apud OTUTUMI, 2008, p.14).

Uma das formas de desenvolver a compreensão musical, sempre dentro do contexto da percepção musical, é através da audiação. O termo audiação (do inglês, *audiation*) foi criado pelo norte-americano Edwin Gordon. Gordon era músico, professor e pesquisador na área da Educação Musical (Psicologia e Pedagogia da Música). Integrando a Teoria da Aprendizagem Musical que basicamente explica como aprendemos quando estudamos música, a audiação é caracterizada como a habilidade de assimilar e compreender uma música ouvida momentaneamente ou então quando o som não se faz fisicamente presente. Segundo Gordon (2012) o som por si só não é música. Deste modo a audiação não é o mesmo que a percepção aurál uma vez que esta última lida apenas com eventos sonoros imediatos. A conversão do som em música só é possível através da audiação, que é o processo cognitivo pelo qual traduzimos os sons na nossa mente para na sequência atribuir-lhes um significado. Ou seja, a audiação é um processo que busca resgatar as informações previamente armazenadas mediante um estímulo para então levá-las ao nível da consciência. Ela pode ser ativada ouvindo música, tocando, cantando, compondo, improvisando ou lendo uma notação musical.

De acordo com Gordon (2012), o processo de compreender música é similar ao processo de compreensão da fala ou de algum discurso. Da mesma forma que damos significado às palavras apenas depois de tê-las previamente ouvido ou lido, damos significado à notação musical e à música apenas depois de tê-las lido e ouvido. Ou seja, o que conseguimos perceber e entender, seja de um discurso ou de uma música, é relativo à nossa inteligência e experiência sobre o que está sendo transmitido. Motivo pelo qual a audição não deve ser comparada à imagética musical, à audição interna ou a subvocalização (do inglês *subvocalization*), pois estas ações não estão necessariamente ligadas ao processo de assimilação ou compreensão dos sons musicais.

Lembramos que para Piaget (1977 apud SILVA; GOLDEMBERG, 2013, p. 120) os termos *fazer e compreender* possuem significados diferentes. Enquanto o fazer está relacionado à ação no plano prático, o compreender relaciona-se com a realização da ação no pensamento. Isto pode ser observado quando estudantes, visando uma apresentação em recital são instruídos a memorizar a música que irão tocar, entretanto, não são encorajados a desenvolver a audição sobre aquilo que memorizaram (GORDON, 2012). Corroborando com este pensamento, Silva e Goldemberg (2013, p. 120) mencionam que num passado recente, durante a aprendizagem musical, muitos professores privilegiavam nas aulas de música o fazer em detrimento do compreender, fato este que poderia desencadear uma prática mecânica com ausência de uma real assimilação.

Neste caso, no ensino da música, quando há uma valorização demasiada da técnica a ser adquirida no instrumento, os alunos acabam por pouco usar e desenvolver suas habilidades aurais. Quando na verdade, seria necessário oportunizar uma ação integrada destas habilidades com a técnica instrumental. Trazendo para a prática do canto, o desenvolvimento da percepção aliado ao preparo técnico é essencial, segundo Bischoff (2018, p 6). Ao entrevistar professores de canto no ensino superior, a autora relata que estes profissionais reforçam através de exercícios técnicos a importância do desenvolvimento auditivo, pois o “ouvido” segundo um dos entrevistados é a única ferramenta da qual dispõe o cantor para uma manutenção da afinação. A autora ainda reforça a importância do papel do professor na formação auditiva do aluno:

Neste processo da construção da percepção da afinação da voz, o professor de canto tem um papel fundamental no que diz respeito a traçar estratégias que facilitem o caminho que esse aluno precisará percorrer para adquirir essas habilidades. Portanto, a motivação, a disciplina e a relação que o cantor tiver com o **desenvolvimento da percepção musical**, aliado a uma boa orientação por parte do professor, será essencial (BISCHOFF, 2018, p. 6, grifo nosso).

Além da orientação e preparo individual, a formação instrumental coletiva é também uma importante ferramenta para o desenvolvimento da percepção musical pois trabalha diversos aspectos como a interação, a socialização, a participação ativa, a troca de ideias e a aprendizagem conjunta, uma vez que esta prática está estritamente ligada ao ensino coletivo (MARTINEZ, 2014). Além dos aspectos cognitivos, o ensino musical em grupo contribui diretamente para o desenvolvimento de elementos musicais de cada indivíduo enquanto, simultaneamente, através do convívio com outros instrumentistas, esse desenvolvimento musical é acelerado pela observação de si próprio e dos outros indivíduos. Segundo King (2019, p. 159), é fundamental para um conjunto que as partes individuais estejam unidas de forma que se combinem e se encaixem. Sendo assim, para se apresentar em uma performance musical os músicos-intérpretes necessitam estar familiarizados com diversos aspectos, entre eles o ritmo, a intensidade, o timbre, a articulação, o fraseado, a afinação, entre outros. Em grupos maiores como orquestras, bandas ou corais torna-se necessário, por parte dos integrantes, uma sincronização destes aspectos da performance individual com a performance coletiva (FREIRE, 2008, p. 54). Mesmo se concordando com esta afirmação, Martinez (2014) discorre que para que essa concordância seja possível, torna-se necessário que o músico possua um certo domínio da técnica do instrumento ou da voz, além de desenvolver a capacidade de escuta criando possibilidades de ajuste junto ao grupo. A autora afirma ainda:

Para que isso ocorra, os alunos precisam desenvolver o controle motor, a sincronização (para manter o pulso e adaptar-se ao andamento do grupo), o controle da sonoridade, além do equilíbrio, afinação, igualdade estilística de articulações, fraseado, dinâmicas e timbre, entre outros. Todos esses mecanismos baseiam-se na audição tanto melódica como harmônica. É imprescindível, portanto, que o indivíduo perceba o que está acontecendo a seu redor para adaptar-se ao grupo (MARTINEZ, 2014, p. 41).

Portanto, o aprimoramento da performance em conjunto também está ligado ao aprimoramento da percepção musical, na qual o intérprete pode encontrar o suporte necessário para desenvolver tanto as habilidades aurais quanto as técnicas que o ajudarão a ter um melhor desempenho na sua performance. Em uma prática coletiva tais habilidades interferem diretamente no processo de continuamente se fazer ajustes durante a execução sendo que estes “ajustes individuais são vitais, uma vez que deles depende o resultado sonoro do grupo” (FREIRE, 2008, p. 54). Segundo o autor, a performance musical em grupo é mediada pela percepção musical pois a ação de tocar e ouvir o resultado sonoro individual e coletivo ocorre

de forma simultânea. Corroborando com esta afirmação, King (2019, p.165) destaca que o indivíduo deve concentrar-se tanto no som produzido pelo seu próprio instrumento bem como no som produzido pelo grupo como um todo. Neste caso, a capacidade dos integrantes de um conjunto de ouvirem-se uns aos outros (comunicação aural) possui mais importância do que a capacidade de enxergarem-se uns aos outros, chamada por ela de comunicação visual. Da mesma forma, os integrantes devem evitar ater-se unicamente à partitura musical pois, segundo Assis et al. (2009, p.22), “esta é apenas a representação de uma realidade que se materializa no momento em que é ouvida”. A autora afirma que:

A partitura é um dos suportes que permite que uma obra musical possa ser lida, interpretada e lembrada em tempos e épocas diferentes. Por mais que ela exija do intérprete uma relativa precisão quanto à execução da vontade do compositor gravada no papel, esta é incapaz de representar graficamente todo o conteúdo musical veiculado (ASSIS et al., 2009, p. 22).

Sendo assim cada integrante deve desenvolver a capacidade de estar conectado com o grupo musical do qual participa, utilizando-se principalmente da percepção musical, tornando possível compreender todas as informações musicais emanando dos outros músicos. Desta maneira poderá interagir de forma consciente e eficiente, tirando o melhor proveito inclusive da partitura. King (2019, p.164) relata que “[...] o desafio para os membros do conjunto é controlar a percepção dessas notas de cada instrumento e de cada músico, particularmente quando se trata de combinar instrumentos diferentes”.

Uma performance musical de qualidade, seja ela individual ou coletiva está, portanto, ligada ao desenvolvimento da capacidade de escuta, através da percepção musical. Mediante o estudo e desenvolvimento desta prática o indivíduo obterá um melhor suporte para atuar no contexto musical em que está inserido, munido de habilidades que poderão viabilizar uma melhor execução e interação musical. Em muitos casos estas habilidades estão ligadas tanto à audição melódica quanto à harmônica, exigindo do indivíduo que tenha sensibilidade auditiva (OTUTUMI, 2008, p. 8).

Algumas destas habilidades auditivas são mais desenvolvidas através do preparo técnico da voz e/ou do instrumento (BISCHOFF, 2018), e também no decorrer da experiência musical (MORRISON; FYK, 2002) onde o ouvido refina-se cada vez mais com o tempo. O refinamento auditivo é uma tarefa que deve ser desenvolvida pelo músico que almeja alcançar um ouvido “delicado”, como proposto por Helmholtz (1895, apud FREIRE, 2016a, p. 134). Um ouvido refinado através da percepção musical concede ao intérprete na performance uma capacidade de domínio altamente eficaz sobre elementos musicais caracterizando uma

execução de alto nível. Sobre um desses elementos, neste caso a afinação, Harnoncourt (1988, p. 85) destaca que “uma execução afinada durante uma performance é para a interpretação, um importante meio de expressão”. Portanto no próximo tópico, abordaremos as questões ligadas à percepção musical e afinação.

### 1.3. Aspectos da relação entre percepção musical e afinação

A afinação é um dos principais elementos da performance musical. Possuindo um papel fundamental no processo de construção de uma execução musical de qualidade, segundo Zumpano e Goldemberg (2007, p. 4), em linhas gerais, a afinação trata de “[...] ajustar a altura (ou frequência) dos sons, tomando-se como referência uma altura-padrão, chamada diapasão<sup>11</sup>”. Esta ação descrita pelos autores ocorre geralmente antes de uma performance para que os instrumentos atuantes possam entrar em um estado de pleno acordo, baseados na frequência dada como referência, também chamada de diapasão como citado acima.

Já Goldemberg (2007, p.66), utiliza o termo entoação para definir a ação do músico no processo de afinação durante uma performance. Segundo ele, “afinação é um sistema idealizado de relações entre as frequências de uma escala ao passo que entoação se refere à responsabilidade que o músico tem de tocar afinado. Ainda que o termo entoação demonstre a diferença existente entre o processo de afinar antes e durante uma performance, este termo é pouco utilizado na literatura brasileira. Além do ajuste de frequência tendo como referência um diapasão, o processo de afinação, de acordo com Freire (2016a, p. 134) “[...] torna-se uma habilidade de fazer distinções sutis na organização das frequências das notas dentro de um contexto que pode conter um ou vários instrumentos musicais”. Deste modo, para este texto consideraremos o termo afinação referindo-se tanto ao processo de ajuste de altura de acordo com um diapasão bem como ao processo de ajustes de alturas em um contexto musical<sup>12</sup>.

Para que seja possível alcançar uma boa afinação é necessário primeiramente desenvolver antes as habilidades de percepção musical para em seguida identificar os problemas de uma desafinação. Na cultura ocidental, quando se trata de um uníssono, identificamos a desafinação através dos batimentos, que são uma variação periódica na amplitude do som

---

<sup>11</sup> “[...] nota de referência para a afinação de um instrumento ou de um conjunto musical. [...]. Vários países escolhem parâmetros de afinação que refletem valores culturais. Nos EUA, utiliza-se o A (Lá3) = 440(Hz), enquanto a Alemanha pode-se utilizar A = 443 ou A = 444. No Brasil, devido ao nosso clima predominantemente tropical, opta-se por utilizar A = 442 na maioria das orquestras sinfônicas e escolas de música” (FREIRE, 2016a, p. 138, parênteses nosso).

<sup>12</sup> O processo de afinação em um contexto musical refere-se apenas aos instrumentos de afinação variável, podendo ser das cordas, sopros ou voz, pois nesses instrumentos é possível manipular as frequências produzidas.

resultante (DODGE; JERSE, 1997, p.37). Os batimentos aumentam conforme as frequências entre uma nota e outra ficam mais distantes e diminuem quando ficam mais próximas, até cessarem no momento em que se igualam (GOLDEMBERG, 2007, p.66). Do mesmo modo que no uníssono, ainda que com menos intensidade, os batimentos podem ocorrer também nos intervalos de oitava, quinta pura (3:2) e quarta pura (4:3) (DODGE; JERSE, 1997, p.37).

Esta sensação de batimentos ocorre quando a diferença entre uma nota e outra é de até 15 Hz. Quando a diferença ultrapassa a região dos 15 Hz a sensação de batimentos dará lugar à uma sensação de aspereza. Estas diferenças na percepção do som estão relacionadas com a banda crítica, a qual determina a habilidade do ouvido para identificar sons próximos. Segundo Dodge e Jerse (1997):

De acordo com esta teoria, quando o ouvido recebe dois sons próximos em frequência, há uma certa sobreposição dos neurônios estimulados na membrana basilar. Este fenômeno faz com que a sensação de dois sons seja mais complexa do que seria para sons com maiores separações. A diferença de frequência entre sons em que a sensação muda abruptamente de aspereza para suavidade é conhecida como a banda crítica (DODGE; JERSE, 1997, p.38, tradução nossa)<sup>13</sup>

É importante destacar que a largura da banda crítica varia de acordo com as frequências. A porcentagem média para as frequências baixas é maior inversamente às frequências altas onde a porcentagem média é menor. Desta forma, uma pessoa com uma percepção musical pouco desenvolvida terá mais dificuldade para identificar a presença de batimentos e conseqüentemente terá mais dificuldade para afinar durante a performance, pois a subjetividade perceptiva “[...] manifesta-se nos pequenos ajustes nas frequências das notas no seu instrumento, que precisam ser modificadas para entrar em concordância com as frequências das notas de outros instrumentos (FREIRE, 2016a, p. 134). No entanto, a habilidade de perceber pequenas diferenças na altura das notas, mencionada por Morrison e Fyk (2002, p. 183) como *Pitch Discrimination*<sup>14</sup>, pode ser afetada por diversos fatores constatados através de experimentos encontrados na literatura, que em conseqüência podem acabar por afetar a afinação. É o que veremos a seguir.

---

<sup>13</sup>“According to this theory, when the ear receives two tones close in frequency, there will be a certain amount of overlapping of the neurons stimulated on the basilar membrane. This phenomenon causes the sensation of two tones to be more complex than it would be for tones with greater separations. The frequency difference between tones at which the sensation abruptly changes from roughness to smoothness is known as the critical band.” (DODGE; JERSE, 1997, p.38).

<sup>14</sup> Discriminação de Altura.

### 1.3.1. Efeitos do timbre

Platt e Racine (1985) conduziram um estudo para identificar as diferenças na percepção de sons complexos (com timbre de um instrumento de corda) e sons puros. Entre os participantes havia diferentes níveis de experiência em termos de afinação. Cada participante foi instruído a utilizar um potenciômetro<sup>15</sup> para afinar com uma nota de referência. O timbre da nota de referência variou entre sons complexos e som simples bem como o timbre da nota manipulada pelos participantes. Os resultados obtidos mostraram que a afinação era muito menos precisa quando os timbres das notas eram diferentes. Além disto, os resultados também demonstraram que afinar um som simples tendo um som complexo como referência é mais fácil do que afinar um som complexo, se comparando-o com um som simples. Sendo assim, Platt e Racine (1985) concluíram que a afinação será mais precisa se sons simples como por exemplo, os do diapasão de garfo, forem evitados. Os autores também concluíram que a identificação de frequências é melhor com sons complexos do que sons simples e que os sons complexos são geralmente percebidos com a afinação mais alta<sup>16</sup>, novamente, se comparados a sons simples.

Ely (1992) também estudou se o timbre poderia afetar a percepção musical e a afinação numa performance. Esta pesquisa contou com 27 participantes universitários tocando instrumentos como a flauta, o saxofone e o clarinete, os mesmos tendo participado num teste de percepção e num teste de performance. Na atividade de performance, os estudantes tocaram com uma melodia gravada, instruídos a afinar com a mesma. Durante o teste de percepção os participantes ouviram duetos com diferentes combinações de instrumentos, entre os quais a flauta, o oboé e o saxofone. Depois de ouvirem estas combinações os estudantes foram solicitados a indicarem que notas estavam afinadas e quais não estavam, em cada uma das combinações apresentadas. A relação entre a capacidade de perceber desvios de afinação e a capacidade de tocar de maneira afinada foi analisada. Os resultados revelaram pouca relação entre a capacidade dos participantes de afinar durante a performance e a capacidade de perceber erros de afinação. Os resultados também indicaram que o timbre interfere diretamente na capacidade de percepção musical, mas não na atividade de performance.

Benson (1995) examinou os efeitos de diferentes tipos de notas de referência, contendo variações no timbre e na frequência, na sua relação com a capacidade de afinação. Entre os participantes, 198 no total, havia universitários e integrantes de bandas escolares que tocavam

---

<sup>15</sup> Componente eletrônico que possui um eixo giratório ou linear usado para controlar a frequência de um som.

<sup>16</sup> Quando a frequência da nota é mais alta em relação a uma outra nota ou em relação aos padrões do sistema de afinação.

ou instrumentos da família das madeiras, ou da família dos metais ou das cordas. Cada participante foi instruído a afinar com cinco notas diferentes servindo de referência: um lá 440Hz tocado por um oboé, com vibrato e sem vibrato; um lá 430Hz, um lá 435Hz e um lá 445Hz produzidos por um afinador eletrônico. Cada participante foi gravado individualmente e as referências foram apresentadas de forma aleatória.

Os resultados mostraram grandes diferenças na afinação entre os níveis de escolaridade, grupos de instrumentos e os tipos de referências apresentadas. Os participantes afinaram de maneira mais precisa com a nota de referência do oboé com vibrato (lá 440Hz) enquanto a afinação menos precisa foi com a nota de referência do oboé sem vibrato (lá 440Hz). Entre os níveis de escolaridade, os universitários obtiveram melhor desempenho se comparados com os estudantes escolares, mais jovens, que obtiveram o pior desempenho. Os estudantes que tocavam instrumentos da família dos metais foram os menos precisos na afinação. Benson concluiu que a capacidade de afinação pode ser significativamente afetada pelo timbre adotado, pela presença ou ausência de um vibrato, pela frequência transmitida.

### 1.3.2. Efeitos da qualidade do som

Além dos efeitos de timbres de diferentes instrumentos serem capazes de influenciar na percepção musical, pesquisas também foram feitas para investigar a influência que diferentes timbres de um mesmo instrumento podem exercer tanto na percepção como na performance. Em uma das pesquisas Worthy (2000)<sup>17</sup> investigou os efeitos da qualidade do som<sup>18</sup> na percepção musical e na precisão de afinação na performance. Este experimento contou com a participação de 32 estudantes universitários e 32 estudantes de bandas escolares. O experimento foi composto em duas partes: uma tarefa de percepção que envolvia a comparação de notas, uma tarefa de performance que envolvia afinar com uma nota de referência. Quatro notas diferentes de referência foram gravadas, em um registro confortável para cada instrumento, e modificadas eletronicamente para a produção de sons mais brilhantes e mais escuros. Este processo resultou em três qualidades de som: “brilhante”, “escuro” e “normal”. As quatro notas foram apresentadas sendo que para cada nota havia três combinações de qualidade de som: normal/escuro, normal/brilhante e normal/normal. Para a tarefa de performance, as mesmas notas foram apresentadas. Nesta tarefa, metade dos participantes foram solicitados a focar em afinar mantendo a melhor qualidade de som possível enquanto a outra metade do grupo era

---

<sup>17</sup> Este artigo foi baseado na tese de doutorado do autor que continha o mesmo título, publicada pela Universidade de Texas em 1997.

<sup>18</sup> A qualidade do som engloba as possibilidades de produção timbrística de um mesmo instrumento.

solicitada a focar na qualidade do som enquanto mantinha a melhor afinação possível. Os resultados das atividades de percepção e performance mostraram que músicos associam sons brilhantes com afinação alta e sons escuros com afinação baixa, enquanto isto observou-se que tanto a percepção quanto a performance dos sons inalterados foram as mais afinadas. Sendo assim, os participantes tocaram com uma afinação mais alta com os sons brilhantes e com uma afinação mais baixa com os sons escuros, Worthy concluindo que a qualidade do som tem efeitos significativos tanto na percepção de alturas quanto na performance.

Em estudo similar a este, Geringer e Worthy (1999) contaram com a participação de 116 estudantes, dentre os quais incluíam-se estudantes universitários e de bandas escolares. Neste estudo os participantes ouviram gravações de clarinete, trompete e trombone que foram alteradas para produzir sons brilhantes e escuros, resultando em oito combinações de som que foram a seguir comparadas pelos estudantes. Os resultados apontaram, similarmente ao estudo de Worthy (2000), que tanto os estudantes universitários como os estudantes de escolas geralmente associam sons considerados como brilhantes com uma afinação alta, e do mesmo modo, sons classificados como escuros, com afinação baixa. No entanto os estudantes que possuíam mais experiência relataram que houve poucas mudanças nas frequências das notas. Em relação aos instrumentos da família dos metais os ouvintes julgaram que as gravações com qualidade de som original e brilhante eram melhores do que as gravações com um som mais escuro. Já no que se refere ao clarinete, os participantes classificaram os sons originais e escuros deste instrumento como melhores em qualidade do que os sons considerados como brilhantes.

Geringer, Madsen e Dunnigan (2001) investigaram as preferências entre a qualidade do som e a afinação no trompete. Os participantes desta pesquisa, 60 estudantes escolares e 60 estudantes universitários, participaram de dois experimentos. No primeiro experimento os participantes ouviram uma melodia simples, tocada pelo trompete com um acompanhamento de piano. O trompete foi gravado afinado de acordo com o temperamento igual, porém com duas qualidades de som diferentes, classificadas pelos autores como “boa” e “ruim”. Em relação à gravação do trompete, a gravação do piano foi manipulada para ficar ora com uma afinação baixa (-25 cents), com uma afinação alta (+25 e +50 cents) e afinada (segundo o temperamento igual), como tocada originalmente, gerando oito combinações, e isto juntamente com as diferentes qualidades de som do trompete. Já no segundo experimento, o piano foi apresentado afinado (segundo o temperamento igual) e a gravação do trompete foi manipulada para estar com uma afinação baixa (-25 e -15 cents), uma afinação alta (+15, +25 e +35 cents) e afinada (segundo o temperamento igual), gerando agora doze combinações com as diferentes qualidades de som. Os resultados do primeiro experimento mostraram que ambas as avaliações

de qualidade do som e afinação foram diferentes. A performance com o acompanhamento afinado, foi classificada como a mais alta em afinação, seguida das gravações com afinações 25 cents mais alta e 25 cents mais baixa. A gravação que estava com a afinação 50 cents mais alta, foi classificada pelos ouvintes como a mais baixa de todas. Já os resultados do segundo experimento mostraram que as qualidades de som afetaram as avaliações de afinação e vice-versa. Os participantes classificaram a gravação que estava afinada e a gravação que estava com a afinação 15 cents mais alta como mais altas do que todas as outras gravações. Além disto, os ouvintes, em ambos os experimentos, classificaram os exemplos com boa qualidade de som consistentemente mais altos do que os exemplos tendo apresentado uma má qualidade de som.

### 1.3.3. Efeitos da experiência musical, da idade e da instrução sistemática

A nossa revisão de literatura aponta que a experiência musical, a idade e a instrução sistemática também desempenham um papel de grande influência na percepção e na performance. Cento e noventa e sete alunos de instrumentos de sopro que possuíam entre um e quatro anos de estudo participaram de uma pesquisa conduzida por Yarbrough, Karrick, & Morrison (1995). Nesta pesquisa os participantes foram solicitados a completarem duas tarefas: na primeira destas deveriam manipular a altura de uma nota usando um botão de controle de afinação de um teclado a fim de afinar com uma nota de referência gravada previamente; na segunda, deveriam manipular a afinação do seu próprio instrumento para afinar com a nota de referência. Os participantes foram divididos em três grupos: no grupo 1, receberam a informação que iriam começar com a afinação alta em relação à nota de referência; no grupo 2, os participantes receberam a informação que iriam começar com a afinação baixa em relação à nota de referência; no grupo 3 não receberam nenhum tipo de informação. Os resultados mostraram uma diferença significativa na precisão da afinação entre os anos de experiência. Os dados constataram que entre o primeiro e o terceiro ano de estudo há uma melhora significativa na habilidade de afinação, tanto na tarefa de percepção quanto na tarefa de performance fazendo uso do instrumento.

Similar ao estudo anterior, Yarbrough, Morrison & Karrick (1997) realizaram outra pesquisa com 113 participantes, os quais eram estudantes de instrumentos de sopro e possuíam desta vez entre 5 e 7 anos de estudo. Neste estudo foi investigado se a experiência, a instrução particular e a direção da desafinação afetariam a afinação tanto no que se refere à percepção quanto à performance. Assim como no estudo de 1995, os participantes realizaram uma tarefa de percepção e uma tarefa de performance. No entanto, neste estudo tiveram que responder a

um questionário usado para coletar informações sobre os anos de estudo do instrumento, a participação em aulas particulares e o ano escolar em que estavam inscritos. Os participantes também foram divididos em três grupos, do mesmo modo que no estudo anterior, e com as mesmas condições de tratamento. Os resultados mostraram que a participação em aulas particulares tem efeitos significativos tanto na habilidade de percepção quanto na habilidade de afinação dos alunos. Os resultados também apontaram que entre os variados anos de experiência não houve diferenças importantes na precisão de afinação, embora os alunos com 7 anos de estudo tenham obtido resultados um pouco melhores. Em ambas as pesquisas os autores concluíram que quanto mais experiência tinham os participantes melhor seriam sua percepção e performance de afinação.

Morrison (2000) realizou dois experimentos para verificar os efeitos do contexto melódico, afinação inicial e experiência na afinação de estudantes de instrumentos de sopro. Cento e trinta e sete estudantes que possuíam entre um e quatro anos de estudo do instrumento participaram do primeiro experimento. Os participantes foram instruídos a realizarem duas tarefas: afinar com uma nota de referência previamente gravada e tocar uma melodia de quatro compassos com uma gravação na qual algumas notas que se repetiam em diferentes lugares foram selecionadas para posterior análise de afinação. Os resultados mostraram que os participantes obtiveram muito mais precisão afinando com a nota de referência do que com as notas da melodia. Além disto houve grande diferença na afinação entre as notas da melodia. Morrison também constatou que os alunos mais experientes foram propensos a tocar com uma afinação mais alta. No segundo experimento, os participantes foram estudantes (n=167) que possuíam entre cinco e sete anos de estudo do instrumento. Similar ao experimento anterior, foram solicitados a tocar uma melodia de quatro compassos. Divididos em três grupos, no grupo 1 os participantes foram instruídos a afinar seus instrumentos com uma nota de referência previamente gravada; no grupo 2 receberam verbalmente a instrução para tocarem a melodia da maneira mais afinada possível; o grupo 3 serviu como grupo controle, nenhuma informação ou oportunidade tendo sido fornecida para uma afinação prévia. Os resultados obtidos mostraram que não ocorreram diferenças significativas entre as condições de tratamento. Os participantes do grupo 1 apresentaram mais precisão na afinação da nota de referência do que nas notas da melodia. Além disto, os resultados mostraram que os participantes foram propensos a tocar com a afinação alta.

Com nossas observações a partir da literatura mencionada, podemos concluir neste primeiro capítulo que o timbre é um dos principais fatores passíveis de interferir na percepção musical assim como na afinação durante a performance. A percepção musical, referindo-se à

percepção de diferenças de frequências, é mais precisa quando os sons são complexos e a afinação com um instrumento será melhor se a referência tiver o mesmo timbre (BENSON, 1995; ELY, 1992; PLATT; RACINE, 1985). A qualidade do som produzido também possui bastante impacto na percepção, na medida em que quanto mais brilhante o som, maior será a tendência de ser percebido com afinação alta. Inversamente, quanto mais escuro, maior será a tendência de ser percebido com afinação baixa (GERINGER; MADSEN; DUNNIGAN, 2001; GERINGER; WORTHY, 1999; WORTHY, 2000). Outro fator bastante mencionado e que possui grande importância no processo de percepção é a experiência, uma vez que quanto maior for a experiência musical e instrumental, mais apurada será a percepção musical e performance no instrumento. Além disto, quanto maior a experiência do músico, maior a tendência de tocar com a afinação alta (BENSON, 1995; GERINGER; WORTHY, 1999; MORRISON, 2000; YARBROUGH; KARRICK; MORRISON, 1995; YARBROUGH; MORRISON; KARRICK, 1997).

Cabe ressaltar, entretanto, que embora a percepção musical e a afinação na performance possam ser afetadas pelos fatores citados acima, também dispomos na literatura de textos sugerindo que estas duas habilidades são distintas (ELY, 1992; MORRISON; FYK, 2002; POWELL, 2010). Mesmo que de certo modo estejam próximas uma da outra, nenhuma relação importante foi encontrada pela literatura, pois segundo Morrison e Fyk (2002, p. 185, tradução nossa) “a percepção de pequenas diferenças entre notas é uma habilidade separada da manipulação de notas para minimizar estas diferenças”<sup>19</sup>. Por mais desenvolvida que seja a percepção musical, a falta de um maior domínio instrumental, considerando aspectos técnicos e mecânicos, pode servir de obstáculo ao desempenho de uma performance afinada (POWELL, 2010, p. 91). No entanto, a interação destas duas habilidades pode ser o que define um músico de nível avançado (MORRISON; FYK, 2002, p. 186). Deste modo, segundo Freire (2016b):

[...] a cognição musical torna-se uma ferramenta para o estudo da performance, na qual a compreensão do objeto musical e o desenvolvimento de habilidades musicais podem colaborar no processo de aprendizagem tanto do solfejo quanto de um instrumento musical (FREIRE, 2016b, p. 8)

Através do desenvolvimento da percepção musical, o músico também terá mais êxito quanto à sua familiarização auditiva com o sistema de afinação em que está inserido. Somente através dessa familiarização o indivíduo terá mais sucesso para tocar afinado, pois segundo

---

<sup>19</sup> “Perception of small differences among pitches is a separate skill from manipulation of pitches to minimize those differences” (MORRISON; FYK, 2002, p. 185).

Sobreira (2002, p. 63), “a capacidade de afinação de uma pessoa é diretamente proporcional à sua integração ao sistema em questão e à sua habilidade em reproduzir sonoramente as relações intervalares propostas em tal sistema”. A integração a um ou mais sistemas de afinação é possível através da educação musical, pois esta familiariza os estudantes com um sistema sonoro, sendo que todo indivíduo que está habituado a algum sistema, canta ou toca de acordo com este (HARNONCOURT, 1988, p. 77). Embora a capacidade de perceber problemas relativos à afinação seja considerada importante, Powell (2010, p. 93) destaca que o conhecimento e a prática de técnicas de performance no instrumento são também um dever dos estudantes. Desta maneira discutiremos no capítulo seguinte os princípios de alguns dos principais sistemas de afinação, bem como as técnicas de manipulação da afinação nos instrumentos da família dos metais.

## **2. CONSIDERAÇÕES SOBRE SISTEMAS DE AFINAÇÃO E TÉCNICAS DE AFINAÇÃO NOS INSTRUMENTOS DA FAMÍLIA DOS METAIS**

Segundo Barbour (2004, p.1) o processo de afinação é tão antigo quanto a existência da escala musical. Desde os tempos primitivos, o homem já utilizava instrumentos que continham um ou dois intervalos musicais. A escala musical é o resultado de uma seleção e organização de alguns sons em sequência, sendo o intervalo denominado como a distância entre um som e outro (SCHEFFER, 2012, p. 16). Existem diversas escalas musicais em diferentes culturas espalhadas pelo mundo, mas o intervalo de oitava parece ser um ponto em comum na maioria delas. Na música ocidental, uma escala amplamente utilizada é a diatônica, formada geralmente por sete notas que são selecionadas de acordo com o sistema de afinação empregado (SCHEFFER, 2012; ZUMPARO; GOLDEMBERG, 2007).

Quando discutimos sobre a afinação, é necessário levarmos em conta os sistemas de afinação e temperamento existentes uma vez que a precisão da afinação é medida de acordo com os padrões provenientes destes sistemas. Logo, para compreender o significado de uma boa afinação é necessário ter conhecimento do contexto em que ela está sendo avaliada, pois para afinar é necessário estar em concordância com algum sistema, seja ele qual for (SOBREIRA, 2002, p. 63). Ao longo da história, diferentes sistemas e temperamentos foram sendo utilizados. Desde a Grécia Antiga estudos foram feitos para entender as leis acústicas a fim de esclarecer as relações entre os sons musicais. No entanto, a afinação também está ligada à cultura e às normas de uma determinada tradição musical (MORRISON; FYK, 2002, p. 184). A fim de abordarmos brevemente o desenvolvimento dos padrões de afinação e fazermos uma contextualização do tema faremos menção apenas aos três principais sistemas da tradição da música clássica ocidental: o sistema pitagórico, o sistema natural e o temperamento igual.

### **2.1. Principais sistemas de afinação na música ocidental**

Os primeiros registros de um sistema de afinação ordenado são atribuídos ao filósofo e matemático grego Pitágoras. Fazendo uso de um monocórdio, ele realizou experimentos para encontrar a relação entre intervalos e os comprimentos da corda vibrante. Pitágoras constatou então que se pressionasse a corda exatamente na metade do seu comprimento obteria o intervalo de 8ª que corresponde à fração  $2/1$  e também estabeleceu os intervalos de 5ª e 4ª que correspondem às frações  $2/3$  e  $3/4$  respectivamente. (HENRIQUE, 2002; ZUMPARO; GOLDEMBERG, 2007). A escala pitagórica é construída através da sucessão de quintas justas,

meio pelo qual é possível encontrar todas as notas da escala diatônica (BARBOUR, 2004). O sistema apresenta, entretanto, um problema:

[...] se as 12 notas forem sequenciadas em intervalos de quintas justas não se encontrará ao final uma nota resultante de múltiplos inteiros da frequência do som de partida e sim uma nota com frequência ligeiramente superior, ou seja, partindo de um dó, por exemplo, o ciclo das quintas nunca originaria outro que viesse a afinar sua frequência com o primeiro em uma relação de 8ª, pois uma diferença (23,5¢) de frequência surgiria impossibilitando a relação. (SCHEFFER, 2012, p.17)

Outro ponto a ser destacado sobre o sistema pitagórico é que embora este possa ser considerado valioso, consistente e confiável quando usado melodicamente, não se poderia afirmar o mesmo quanto à uma aprovação do sistema quando usado harmonicamente (KEISLAR, 1991 apud DAVIS, 2019, p. 19). Isto porque a terça maior pitagórica é muito grande, com 408¢ de diferença, ou seja, soa mal quando tocada harmonicamente. Devido a este fato, não era considerada como uma consonância até o período da Renascença, época em que se iniciava a polifonia instrumental; a partir de sua aceitação como consonância, tornou-se necessário estabelecer um novo sistema de afinação.

O desenvolvimento da polifonia foi possível através do sistema natural. Proposto inicialmente pelo matemático e astrônomo Claudius Ptolomeu (90-167), este sistema provém da análise da série harmônica, que segundo Sobreira (2002, p. 59) foi “o ponto de partida para a compreensão dos intervalos musicais e das proporções matemáticas que justificam a perfeita afinação entre eles”. O elemento chave para a música naquela época foi a terça maior pura que provém da escala natural, a qual foi difundida por Gioseffo Zarlino (1517-1590), e é construída a partir do uso de razões de frequências baseadas nas proporções inteiras, como encontradas na série harmônica (SNOW, 2006, p. 17).

Não obstante, nesta escala existem dois intervalos possuindo tamanhos diferentes que são: o tom maior com 204¢ e o tom menor com 182¢. Observemos que nenhum deles representa o dobro de um semitom que possui 112¢. A diferença entre estes dois tons é igual ao coma pitagórico. Portanto, para que os instrumentos de teclas pudessem tocar em várias tonalidades utilizando a afinação natural seria necessário construir instrumentos muito complexos de pelo menos 53 teclas em cada oitava (HENRIQUE, 2002, p. 952).

Levando em conta a impossibilidade de uma utilização plena da afinação natural e a expansão das possibilidades de modulação harmônica, alguns teóricos iniciaram buscas para encontrar um outro sistema de afinação que sanasse os problemas advindos do coma pitagórico, culminando na criação de vários temperamentos até que surgisse o temperamento igual.

Segundo Harnoncourt (1988, p. 84) temperar significa igualar. Ou seja, na escala temperada alguns intervalos serão afinados propositalmente errados, com exceção da oitava que é o único intervalo perfeitamente afinado. Esta escala permite tocar igualmente afinado ou ligeiramente desafinado em todas as tonalidades pois é dividida em doze intervalos iguais (SNOW, 2006, p. 16). A divisão do coma pitagórico distribuído igualmente entre as doze quintas que formam o ciclo das quintas viabilizou a enarmonia, que foi determinante para a possibilidade de alargamento dos limites da modulação harmônica (HENRIQUE, 2002, p. 959). Por este motivo, o temperamento igual tornou-se o sistema padrão aceito internacionalmente na cultura musical ocidental no século XX (FREIRE, 2016a, p. 138). A seguir dispomos a Figura 3 que traça um quadro comparativo dos intervalos das escalas pitagórica, temperada e natural. Atualmente, apenas o temperamento igual e o sistema natural são usados com frequência. O sistema pitagórico raramente é usado.

	dó	ré	mi	fá	sol	lá	si	dó
<b>A</b>		204	408	498	702	906	1110	1200
<b>B</b>		200	400	500	700	900	1100	1200
<b>C</b>		204	386	498	702	884	1088	1200

FIGURA 3 – Intervalos em cents a partir de dó.  
**A** – Escala pitagórica; **B** – Escala do temperamento igual;  
**C** – Escala natural.  
 Fonte: Henrique (2002, p. 959)

Embora a afinação também esteja relacionada à cultura de uma determinada tradição musical, existem preferências entre os músicos destas tradições (ZABANAL, 2019a, p. 6). O sistema natural por exemplo, é o mais comum em grupos compostos por instrumentos de afinação variável. Um dos principais argumentos para o uso deste sistema é que sua relação intervalar é a mais perfeita, viabilizando uma performance sem a interferência dos batimentos (DAVIS, 2019; KARRICK, 1998). Desta forma, o sistema é frequentemente usado em grupos compostos por instrumentos da família dos metais, das cordas, das madeiras ou que contenham uma combinação destes instrumentos, como bandas de música e orquestras sinfônicas uma vez que os harmônicos naturais de um tubo ou corda ajustam-se mais à afinação natural do que à pitagórica (SNOW, 2006, p. 18). Ainda assim, embora seja considerado como o mais

apropriado no contexto harmônico, Barbour (1938 apud KARRICK, 1998, p. 113) considerou o sistema natural como o menos satisfatório melodicamente falando.

Por outro lado, o temperamento igual é mais propício aos instrumentos que possuem afinação fixa como o piano, a harpa ou alguns instrumentos de percussão, pois como vimos o uso do sistema natural nestes instrumentos implicaria na elaboração de modelos demasiadamente complexos. Um dos principais benefícios deste sistema é que ele permite, como já foi dito, a modulação para diversas tonalidades sem que haja mudanças na relação intervalar. As possibilidades advindas da equidade de tamanho dos intervalos deste sistema, também se encaixam melhor ao sistema de composição dodecafônico e atonal (PAPICH & RAINBOW apud SNOW, 2006, p. 22).

Embora de acordo com Barbour (2004, p. 200), os instrumentos da família dos metais possuam uma inclinação natural para a afinação justa em certas tonalidades, e os violinistas possuam uma tendência a afinar de acordo com o sistema pitagórico, é inapropriado dizer que os músicos de instrumentos de afinação não temperada tocam de acordo com um sistema de afinação específico (MORRISON; FYK, 2002, p. 187).

Em um estudo realizado, Karrick (1998) constatou que os músicos que tocam instrumentos de afinação não temperada têm a tendência de afinar o mais próximo possível ao temperamento igual. Neste estudo foram considerados o sistema pitagórico, o sistema natural e o temperamento igual, e embora tenha sido comprovado que os músicos não aderem completamente a um sistema de afinação, os dados mostraram que os participantes desviam menos do temperamento igual e mais do sistema natural. Segundo Karrick (1998, p. 73), a lógica destes resultados consiste no fato de que a maioria dos instrumentos usados atualmente são afinados de acordo com o temperamento igual e isto por mais de 200 anos.

Desta forma, o piano por exemplo, comumente utilizado na educação musical, no acompanhamento de músicos ou em recitais solo, exerce grande influência na formação dos músicos. Em consequência disto, os músicos de instrumentos não temperados terão dificuldade em aceitar “[...] as possibilidades sonoras e migrarem com convicção entre os mais diversos sistemas de afinação, pois ficam presos ao sistema de temperamento igual” (SCHEFFER, 2012, p. 22). Reforça-se uma vez mais a premissa de que a tendência de afinação dos músicos é relativa a influência cultural, pois segundo Sobreira (2002, p. 63) a utilização do temperamento igual como padrão se dá pela música de influência europeia. Tendo isto em vista, a discussão sobre o que é mais consonante ou dissonante ao ouvido humano fica dissolvida “[...]assim que nos damos conta de que estas qualidades não são inerentes à percepção em si, mas são respostas aprendidas, adaptações à um padrão existente do grupo social” (CAZDEN, 1945, p. 11).

Fica claro que é importante que o músico conheça os princípios dos sistemas utilizados no seu cotidiano e os pratique a fim de que esteja habilitado a uma adaptação aos diferentes contextos musicais, realizando os devidos ajustes na altura das notas conforme a necessidade. A manipulação das frequências das notas nos instrumentos da família dos metais demanda um alto nível de conhecimento e domínio da técnica destes instrumentos. É a razão pela qual abordaremos na seção a seguir questões sobre o desenvolvimento dos instrumentos da família dos metais bem como algumas técnicas de afinação nestes mesmos instrumentos.

## **2.2. Os instrumentos da família dos metais: desenvolvimento histórico e técnicas de afinação**

A família dos metais é composta de instrumentos conhecidos como aerofones ou instrumentos de sopro. Diferentemente da família das madeiras por exemplo, em que a produção do som é feita a partir da vibração de uma ou duas palhetas, nos instrumentos da família dos metais o som é produzido através da vibração das moléculas de ar desencadeada pelo músico, moléculas estas que por sua vez ativam a vibração labial (MYERS, 1997, p. 19).

Os principais instrumentos constituintes da família dos metais são o trompete, a trompa, o trombone e a tuba; levando em consideração que são os instrumentos mais comumente utilizados na orquestra sinfônica, é neles que focaremos neste capítulo. Há que se ressaltar que existem outros instrumentos importantes desta família, como por exemplo o flugelhorn e o cornet que possuem sistemas mecânicos próximos ao do trompete, também o eufônio e o saxhorn que possuem sistemas mecânicos próximos ao da tuba (HENRIQUE, 2002; ROSSING; MOORE; WHEELER, 2014).

Segundo Snow (2006, p. 24), os instrumentos da família dos metais funcionam seguindo princípios físicos como os da série harmônica. Ou seja, cada instrumento ressoa os harmônicos naturais do tubo, sendo que o comprimento deste pode ser alterado através da combinação de pistões, rotores ou da vara no caso do trombone. Desta maneira e de acordo com Scheffer (2012, p. 30), “há a possibilidade da execução de sete diferentes séries harmônicas baseadas em sete diferentes notas fundamentais [...] e por meio delas é possível executar todas as notas cromáticas de uma escala”. Mesmo se nestes instrumentos é também possível executar semitons entre os parciais da série harmônica pela combinação de pistões ou rotores, o uso destes mecanismos pode ocasionar em problemas de afinação, fazendo com que, sendo assim, estes instrumentos acabem por não se encaixar perfeitamente em nenhum sistema de afinação. Portanto é de suma importância que cada instrumentista ou membro de um conjunto tenha

conhecimento das características de afinação de seu instrumento e seja capaz de manipulá-lo através de técnicas e recursos disponíveis atendendo às necessidades do contexto musical (SOUTH, 2006, p. 1).

O bom desempenho da afinação de um grupo musical depende sobretudo de um bom desempenho individual. Entre as habilidades individuais que devem ser desenvolvidas podemos citar o desenvolvimento da percepção musical e a técnica instrumental. Para os instrumentos da família dos metais, esta última está relacionada ao ato de fazer contínuos ajustes na embocadura<sup>20</sup>, na pressão do ar, na língua e mandíbula, igualmente no que se refere a ajustes mecânicos como o uso de combinações alternativas de posições de pistões, rotores ou vara (para o trombone) ou ao uso de tubos específicos para uma correção da afinação (SNOW, 2006, p. 29).

Apesar de ser uma técnica ainda usada nos dias atuais, o uso da embocadura para a correção da afinação já era uma técnica adquirida desde o período Barroco. Como os trompetes desta época não possuíam válvulas, a técnica usada para a afinação de alguns parciais da série harmônica era o *lipping*, que segundo Sulpicio (2012, p. 39) “consiste em subir ou abaixar a afinação de determinados parciais da série harmônica utilizando a força muscular dos lábios”. Deste modo, “firmando ligeiramente a embocadura e aumentando a compressão do ar é possível subir a afinação das notas e [...] relaxando ligeiramente a embocadura e diminuindo a compressão do ar é possível diminuir (abaixar) a afinação das notas” (HICKMAN 2006, apud SCHEFFER, 2012, p.27).

O uso dos mecanismos presentes nos instrumentos também contribui para a manipulação da afinação. Além do tubo de afinação principal, um deles é o uso de tubos que são específicos para a afinação de determinadas posições ou combinação de posições. Estes tubos são deslizantes e permitem o aumento do comprimento do tubo principal tendo como resultado uma afinação mais baixa. O uso do tubo de afinação principal é feito geralmente antes de aulas, ensaios e performances para sintonizar a afinação com o diapasão (SCHEFFER, 2012, p. 28), enquanto que os tubos específicos são usados geralmente durante a performance. O uso de combinações de posições alternativas também se prova uma técnica muito eficaz principalmente quando a posição usada no instrumento para a produção de determinada nota não dispõe de algum tubo para afinação ou quando a nota produzida possui afinação muito baixa. O dedilhado alternativo pode oferecer combinações permitindo produzir notas iguais às

---

<sup>20</sup> “A forma que os músculos da boca, lábios, queixo e rosto se posicionam quando colocamos o bocal nos lábios para produzir o som no instrumento” (DISSENHA, 2008).

produzidas com o dedilhado padrão, porém com tendências de afinação mais altas ou mais baixas, dependendo da combinação.

Veremos a seguir as particularidades dos principais instrumentos desta família considerando o seu desenvolvimento histórico bem como as principais tendências de afinação de cada instrumento. Além disso, apresentaremos também algumas sugestões de técnicas de ajustes para cada instrumento e para cada nota destacada. Como os problemas de afinação podem ser afetados pelo nível da técnica instrumental do músico, pela temperatura ambiente, pelos modelos de cada instrumento e pela combinação de equipamentos, serão apresentadas apenas as principais discrepâncias de cada instrumento.

### 2.2.1. O trompete



FIGURA 4 – Tubos de afinação do trompete.

A – Tubo de afinação do primeiro pistão; B – Tubo de afinação do terceiro pistão; C – Tubo de afinação geral  
 Fonte: modificada de <https://capitolmusic.wordpress.com/band/brass-instruments/> (Acesso em 07/06/21)

O trompete (Figura 4) é um dos instrumentos musicais mais antigos da humanidade sendo também considerado o mais antigo da família dos metais. Desde a era da Antiguidade esse instrumento era usado no meio militar para sinalizações e também nas cerimônias religiosas dos povos antigos (TARR, 1988, apud SÚLPICIO, 2012, p.17). Apesar de não se ter registro do momento exato em que surgiram os primeiros trompetes acredita-se que os primeiros instrumentos eram feitos de madeira oca e podiam inclusive ser usados como megafones para comunicação ou para produzir sons que distorciam a voz do executante (SACHS, 1940). Os trompetes mais antigos descobertos até hoje foram encontrados no Egito, durante escavações na tumba do Faraó Tutankhamon, na qual os pesquisadores encontraram dois trompetes, sendo um feito de bronze e o outro de prata. Esta descoberta enriqueceu a história do trompete mostrando o quão antigo é o instrumento considerando o período em que viveu Tutankhamon (1350 a.C.) (SÚLPICIO, 2012).

Em meados dos anos 1400, época da Renascença, os pesquisadores e fabricantes descobriram um modo de fabricação que permitia curvar os tubos de metal dos instrumentos. Até então os instrumentos eram feitos através de moldes e por isto não podiam ser curvados, o

que resultava em instrumentos retos ou apenas levemente curvados. A nova descoberta possibilitou aos fabricantes desses instrumentos criarem modelos no formato de “S” ou mais curvados ainda, modelo que se assemelha aos instrumentos atuais. A partir deste avanço tecnológico surgiram instrumentos como o trompete de vara e trompete natural curvado, muito utilizado no período Barroco (Figura 5) (SULPICIO, 2012).



FIGURA 5 - Trompete natural do período Barroco

Fonte: modificada de <https://portal.brasilsonoro.com/historia/trompete-do-reto-medieval-ao-de-rotadores/> (Acesso em 07/06/21)

O cromatismo nos instrumentos da família dos metais teve início quando o trompetista Anton Weidinger (1766-1852) desenvolveu um sistema de chaves para o trompete, que possibilitava a execução de intervalos cromáticos. Mas apesar do sucesso inicial do trompete de chaves, este modelo não durou muito tempo, caindo em desuso, pois seu timbre era muito diferente dos trompetes da época e não agradava os trompetistas, tampouco os compositores (SULPICIO, 2012, p. 61). O anseio pelo cromatismo nos instrumentos da família dos metais não arrefecia e através de Henrich Stözel (1777-1844) foi criado o primeiro sistema de válvulas. Embora fosse uma invenção de grande importância, este sistema, segundo Sulpicio (2012, p. 76), ainda era primitivo comparado com o atual pois seus mecanismos eram quadrados, dificultando a passagem de ar. Na sequência, em 1832, Joseph Riedl registrou um novo sistema de válvulas que eram rotativas, de onde a denominação de um sistema fazendo uso de rotores (Figura 6, quadro A)

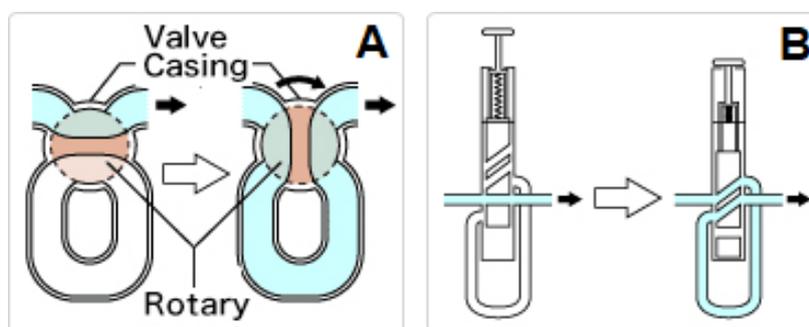


FIGURA 6 – Sistema de válvulas de rotor (A) e sistema de válvulas de pistão (B).

Fonte: modificada de [www.yamaha.com/en/musical\\_instrument\\_guide/trumpet/mechanism/mechanism004.html](http://www.yamaha.com/en/musical_instrument_guide/trumpet/mechanism/mechanism004.html) (Acesso em 19/05/20)

No ano 1839, François Périnet, desenvolveu um novo sistema de válvulas, o qual foi chamado de válvula de pistões (Figura 6, quadro B). Este sistema foi aprimorado pelo doutor J. P. Oates, que além de médico, era especialista em acústica. Oates conseguiu equilibrar geometricamente a passagem de ar nos tubos e inventou o pistão com quatro furos, que passou a ser utilizado por nomes importantes como o belga Adolphe Sax e Antoine Courtois, fabricantes de instrumentos musicais. Outro grande avanço foi através do fabricante de instrumentos Gustave Besson o qual patenteou em 1855 um sistema de válvulas em que as mesmas dimensões de calibre se mantinham em todas as passagens de ar, em qualquer combinação dos pistões. Este foi um grande avanço para os instrumentos da família dos metais e é utilizado até hoje em sua construção (SULPICIO, 2012, p. 78).

O trompete moderno possui um sistema de três pistões ou válvulas. A partir deste fato é de suma importância que os tubos de correção da afinação, representados na Figura 4, estejam em plenas condições de uso para que ajustes possam ser realizados nas combinações de pistões com afinação problemática. Alguns destes problemas provém da combinação do terceiro pistão com outros pistões como é o caso das notas Dó# (Réb) e Ré que são muito altas. Outro problema enfrentado pelos trompetistas é encontrado nas notas Ré (quarta linha), o Mi e o Mi bemol (quarto espaço) que são naturalmente baixas e não podem ser corrigidas com os tubos (SCHEFFER, 2012, p. 30). A Figura 7 apresenta as principais tendências de afinação do trompete em relação ao temperamento igual bem como as sugestões de ajustes. O primeiro tubo está relacionado ao pistão 1 enquanto o terceiro tubo está relacionado ao pistão 3.

**Tendência de afinação**

**Ajustes**

Muito alta	Alta	Alta	Alta	Baixa
Abrir o 1º ou o 3º tubo	Abrir o 1º ou o 3º tubo	Abrir o 1º tubo ou usar o pistão 3	Abrir o 1º tubo ou usar o pistão 3	Corrigir com o lábio ou usar os pistões 1 e 3 e abrir um dos tubos de correção
Baixa	Baixa	Alta	Muito alta	Alta
Corrigir com o lábio ou usar os pistões 2 e 3	Corrigir com o lábio ou usar os pistões 1 e 2 e abrir o 1º tubo	Abrir o 1º tubo	Corrigir com o lábio ou usar os pistões 1 e 3 e abrir um dos tubos de correção	Abrir o 1º tubo ou usar o pistão 3
Alta	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa
Corrigir com o lábio ou usar o pistão 1	Usar o pistão 2	Tocar sem apertar os pistões	Usar os pistões 2 e 3	Usar os pistões 1 e 2

FIGURA 7 - Tendências de afinação no trompete  
Fonte: adaptado de Snow (2006, p. 34)

### 2.2.2. A trompa

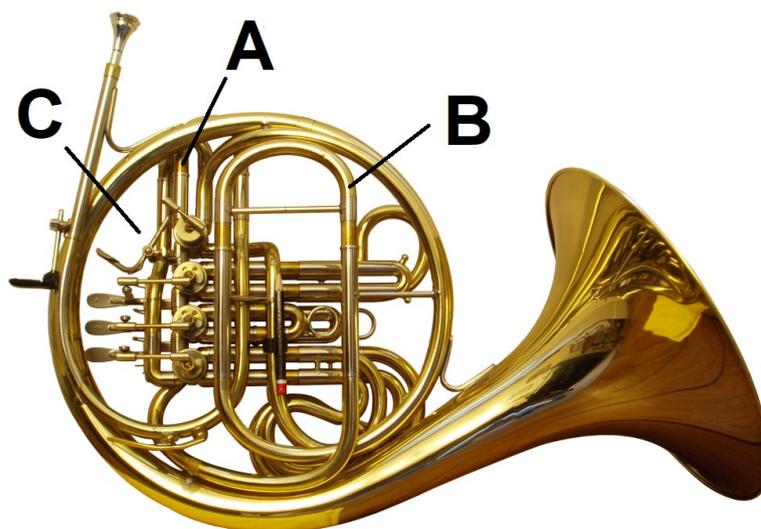


FIGURA 8 – Principais tubos de afinção da trompa de dupla afinção.  
A – Tubo de afinção geral (atrás); B – Tubo de afinção da trompa em Fá; C – Válvula do 4º rotor para a troca entre a trompa em Fá e a trompa em Si bemol

Fonte: modificada de <https://capitolmusic.wordpress.com/band/brass-instruments/> (Acesso em 07/06/21)

Até meados do século XVII, a trompa era um instrumento cuja utilização era feita principalmente na caça. Os caçadores utilizavam-na para produzir sinais sonoros com a intenção de orientar o grupo durante a prática do esporte. Nesta época este instrumento era conhecido como trompa de caça e existiam modelos de formatos e tamanhos diferentes. Ao longo de cem anos, a trompa de caça sofreu diversas modificações na sua forma e tamanho. Durante este período as principais mudanças segundo Sachs (1940, p. 384) foram o aumento do comprimento do tubo; o estreitamento do diâmetro; a mudança de um corpo totalmente cônico para parcialmente cônico e parcialmente cilíndrico; a expansão da campana e finalmente, a mudança do bocal em formato de copo para o formato de funil. A mudança no formato do seu corpo concedeu à trompa um novo timbre, mais brilhante do que o timbre da trompa de caça original porém já diferenciando-se do trompete (SACHS, 1940; SILVA, 2012). Com o desenvolvimento do instrumento surgiram modelos como a trompa de caça francesa, conhecida como trompa circular devido sua grande circunferência e a *waldhorn*, conhecida como a trompa natural (Figura 9) (ALPERT, 2010; SILVA, 2012).



FIGURA 9 - Trompa natural

Fonte: <https://www.pnggg.com/en/png-wtlhs> (acesso em 08/06/21)

A trompa possui um funcionamento mecânico muito próximo do trompete e compartilha dos mesmos problemas de afinação dos instrumentos com sistema de três pistões ou rotores. Entretanto, como o modelo de trompa mais usado possui afinação dupla, o executante pode variar a afinação geral do instrumento entre Fá e Si bemol, possibilitando diferentes séries harmônicas (SNOW, 2006, p. 35). Outra característica que difere a trompa dos outros instrumentos da família dos metais é que sua campana é projetada para trás possibilitando ao executante inserir a mão dentro da campana. Esta é uma técnica antiga utilizada nas trompas naturais uma vez que naquele período não se tinha o recurso das válvulas, portanto o cromatismo via-se impossibilitado. Ao se posicionar a mão direita na campana é possível variar a afinação e obter outros harmônicos sendo que “quando a mão é inserida parcialmente na campana há a tendência da afinação do harmônico ser abaixada. Com a mão inserida por completo a altura sobe em até meio tom” (SILVA, 2012, p. 56). A Figura 10 apresenta as principais tendências de afinação na trompa dupla em relação ao temperamento igual bem como alguns ajustes sugeridos por Snow (2006).

Tendência de afinação				
Muito alta	Alta	Alta	Baixa	Alta
Ajustes				
Usar afinação em Sib e as válvulas 2 e 3	Usar afinação em Sib e as válvulas 1 e 2 ou somente a 3	Usar afinação em Sib e a válvula 2	Usar afinação em Sib sem apertar as válvulas	Usar afinação em Fá e a válvula 3
Alta	Alta	Alta	Baixa (em Fá)	Alta (em Sib)
Usar afinação em Fá e a válvula 3	Usar afinação em Fá e a válvula 3	Usar afinação em Sib e as válvulas 2 e 3	Na afinação em Fá não apertar as válvulas	Na afinação em Sib usar a válvula 3
Baixa	Baixa	Baixa (em Fá)	Baixa (em Sib)	
Usar afinação em Sib e a válvula 1	Usar afinação em Sib e a válvula 2	Na afinação em Fá usar as válvulas 1 e 3	Na afinação em Sib não apertar as válvulas	
Baixa (em Fá)	Baixa (em Sib)	Baixa (em Fá)	Muito baixa (em Sib)	Alta
Na afinação em Fá usar as válvulas 2 e 3	Na afinação em Sib usar a válvula 2	Na afinação em Fá usar as válvulas 1 e 3	Na afinação em Sib não apertar as válvulas	Usar a afinação em Sib e a válvula 2

FIGURA 10 - Tendências de afinação na trompa

Fonte: adaptado de Snow (2006, p. 36)

## 2.2.3. O trombone

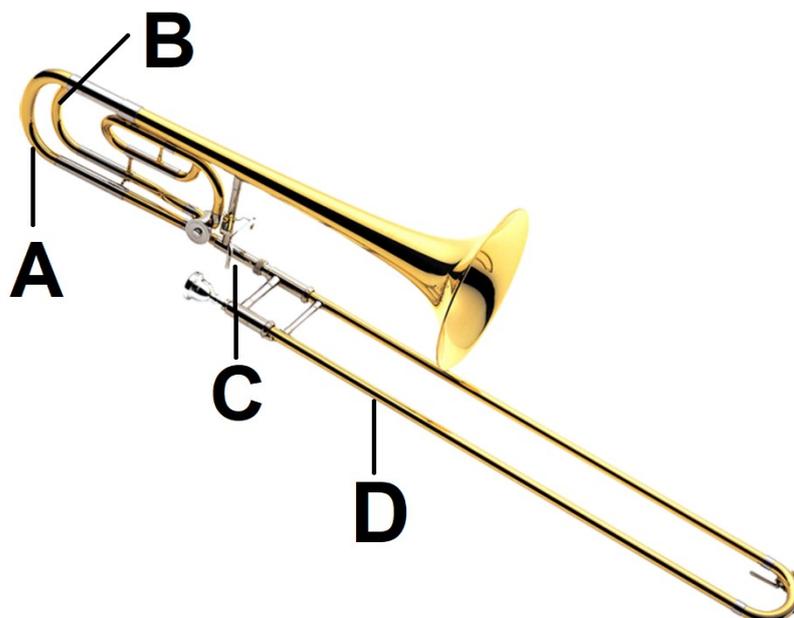


FIGURA 11 – Principais tubos de afinação do trombone tenor.

A – Tubo de afinação geral; B – Tubo de afinação da extensão ativada pelo gatilho; C – Gatilho para troca da afinação geral para Fá; D – Vara deslizante

Fonte: modificada de <https://www.pngegg.com/pt/png-efxfb> (acesso em 08/06/21)

O trombone por sua vez desenvolveu-se a partir do trompete de vara, instrumento este que possuía um sistema de êmbolo no qual o mecanismo funcionava movimentando o corpo do instrumento para cima e para baixo enquanto o bocal era mantido nos lábios com uma das mãos (FONSECA, 2008, p. 21). Após a invenção da vara dupla por volta de 1450 o uso do trombone tornou-se mais evidente e embora no início fosse considerado um modelo de trompete, sua utilização ficou ainda mais evidente por volta de 1500 (SULPICIO, 2012, p. 27). A partir do desenvolvimento da polifonia surgiu a necessidade da criação de instrumentos mais graves ou mais agudos a fim de obter-se uma maior proporção de notas, culminando no surgimento do “sacabuxa”<sup>21</sup> (Figura 12), “[...] cujo corpo se alongara conforme o desejo do instrumentista pelo jogo do sistema de êmbolo” (FONSECA, 2008, p. 23). Deste avanço resultaram modelos variados, com diferentes extensões como, por exemplo o trombone baixo que soava uma oitava abaixo do trombone tenor e o trombone contralto que soava uma oitava acima (SACHS, 1940, p. 326–327).



FIGURA 12 – Sacabuxa, construído por Jean Schntizer (Nuremberg), 1581  
Fonte: <https://musicabrasilis.org.br/instrumentos/trombone> (acesso em 08/06/21)

Diferentemente dos outros instrumentos da família dos metais, o trombone é o único que não possui o sistema de pistões válvulas tendo, portanto, menos problemas de afinação do que os outros instrumentos. O sistema de vara deslizante permite ao executante alterar diretamente o comprimento geral do instrumento concedendo ao trombonista a possibilidade de corrigir sua afinação mais facilmente. Embora algumas posições apresentem desvios de

---

<sup>21</sup> A palavra de origem inglesa *sackbut* é derivada da palavra francesa *sacqueboute* usada no século XV que quer dizer “puxar-empurrar” (SACHS, 1940, p. 326).

afinação, o gatilho do instrumento pode ser usado como recurso para permitir o uso de posições alternativas, concedendo maiores possibilidades de afinação.

As principais tendências de afinação no trombone em relação ao temperamento igual e as sugestões de ajustes para cada posição estão representadas a seguir na Figura 13.

Tendência de afinação				
Alta	Alta	Alta	Baixa	Muito alta
Ajustes	Usar o gatilho e abaixar a 2ª posição	Usar o gatilho e abaixar a 1ª posição (se o gatilho não estiver corretamente afinado, ainda pode ficar alta)	Abaixar a 1ª posição	Usar a 4ª posição
Muito baixa	Muito baixa	Muito baixa	Alta	
	Subir a 3ª posição	Subir a 2ª posição	Abaixar a 1ª posição	

FIGURA 13 - Tendências de afinação no trombone  
Fonte: adaptado de Snow (2006, p. 37)

#### 2.2.4. A tuba

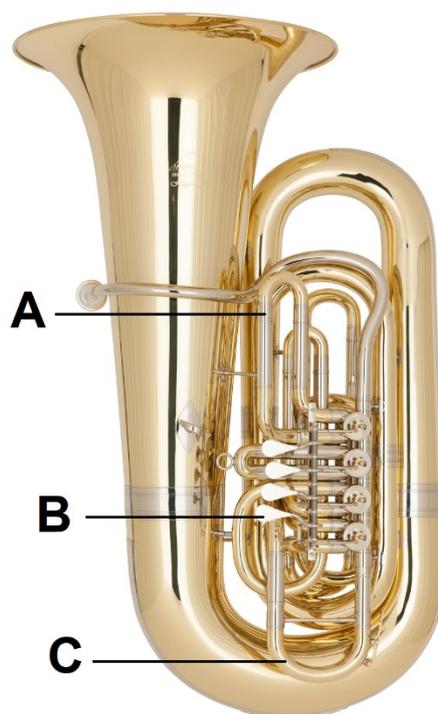


FIGURA 14 – Principais tubos de afinação da tuba em Si bemol.  
A – Tubo de afinação da 1ª válvula de rotor; B - 4ª válvula de rotor; C – Tubo de afinação geral  
Fonte: modificada de <https://www.pngwing.com/pt/free-png-zctvp> (acesso em 08/06/21)

Ao contrário dos outros instrumentos com sistema de válvulas, o primeiro modelo de tuba patenteado já continha este mecanismo. Segundo Khattar (2014, p. 16) Wilhelm Wieprecht (1802-1872) e Johann Moritz (1777-1840) inventaram um sistema de válvulas que possuía um diâmetro maior do que o inventado por Stöezel, sistema utilizado no primeiro modelo registrado em 1835. Entretanto, a tuba não foi o primeiro instrumento grave com a possibilidade do cromatismo. Khattar (2014) ressalta que a serpente<sup>22</sup> (Figura 16) é o mais antigo instrumento de sopro, considerado como o antecessor da tuba. Além deste, o oficleide<sup>23</sup> (Figura 15) também foi um importante instrumento para a criação da tuba, sendo considerado um antecessor direto. Após o primeiro registro oficial da tuba surgiram outros instrumentos graves que são considerados parte da família da tuba tais como o saxhorn, o eufônio, o barítono e o sousafone (KHATTAR, 2014).



FIGURA 15 – Oficleide

Fonte: <https://www.meloteca.com/ophicleide/>  
(Acesso em 08/06/21)



FIGURA 16 - Serpentão ou Serpente

Fonte: <https://www.pngwing.com/en/free-png-nyati>  
(Acesso em 08/06/21)

Os eufônios e tubas possuem em sua maioria o quarto pistão ou válvula. Usado principalmente para aumentar a extensão do instrumento uma quarta abaixo, o quarto pistão também oferece possibilidades alternativas às combinações de posições tradicionais, as quais possuem problemas de afinação. Utilizando o quarto pistão em combinação com outros pistões é possível minimizar ou até resolver algumas discrepâncias de afinação, principalmente, no que

<sup>22</sup> “[...] a serpente foi inventada pelo cônego Edmé Guillaume de Auxerre no fim do século XVI. [...] As primeiras serpentes eram construídas de tubos cônicos de madeira, normalmente nogueira, revestidas em couro e curvadas em S, [...] O bocal, feito preferencialmente de marfim, era raso e em formato de taça, podendo ser comparado a um bocal pequeno para eufônio [...]” (KHATTAR, 2014, p. 6–7).

<sup>23</sup> “O oficleide é feito todo de metal e lembra o formato de um grande fagote, com furos laterais tampados por chaves, da mesma forma que o trompete de chaves” (KHATTAR, 2014, p. 13).

diz respeito às posições envolvendo o primeiro e o terceiro pistão e também ao se acionar os três pistões juntamente, posições estas demasiadamente desafinadas. Alguns eufônios e tubas são equipados com o sistema compensado no qual alguns tubos possuem saídas extras, de forma que, ao utilizar-se o quarto pistão em combinação com outros, este sistema é ativado, possibilitando abaixar ainda mais a afinação das notas.

Apesar da tuba possuir os mesmos problemas de afinação que o trompete, estes são agravados pelo tamanho grande deste instrumento (SNOW, 2006, p. 39). Desta forma, correções como soltar a mandíbula a fim de abaixar a afinação podem ser técnicas eficazes de ajustes. A Figura 17 apresenta as principais tendências de afinação encontradas na tuba em relação ao temperamento igual, bem como, sugestões de ajustes. O primeiro tubo de afinação refere-se ao 1º pistão ou válvula.



FIGURA 17 - Tendências de afinação na tuba  
Fonte: Adaptado de Snow (2006, p. 40)

Mesmo tendo sido apresentadas algumas das tendências de afinação dos principais instrumentos da família dos metais é importante reforçar que as observações apresentadas, bem como as sugestões de ajustes não devem ser interpretadas como absolutas. Como já mencionado, a afinação nos instrumentos da família dos metais pode ser afetada pela temperatura ambiente ou até mesmo pela temperatura do ar transmitida por exemplo pelo corpo do instrumentista.

Além disto, a falta de domínio sobre elementos técnicos para a execução do instrumento, como a embocadura, a coluna de ar, a utilização dos tubos de afinação bem como o modelo do instrumento e os acessórios sendo utilizados, podem exercer grande impacto na afinação. Por esta razão, o músico que executa algum instrumento da família dos metais deve guiar-se principalmente pela escuta investigativa do seu som, com o intuito de identificar possíveis problemas de afinação e fazer as devidas correções.

Desta maneira, mais importante do que buscar o desenvolvimento da percepção musical e o domínio técnico do instrumento, é buscar a interação destes dois elementos. No capítulo a seguir discutiremos quais as estratégias podem contribuir para o desenvolvimento de uma performance afinada nos instrumentos da família dos metais.

### 3. ESTRATÉGIAS PARA O DESENVOLVIMENTO DA AFINAÇÃO NA PERFORMANCE

Ao longo das últimas décadas as buscas por respostas relacionadas à afinação na performance obtiveram um notável crescimento. Com o avanço da tecnologia, as pesquisas desenvolvidas nesse campo se tornaram cada vez mais eficazes, através de equipamentos que possibilitaram a descoberta de dados importantes para o avanço do conhecimento nesta área.

Contudo, as habilidades de percepção musical e desempenho da afinação ainda são um dos maiores desafios enfrentados por professores de música e instrumentistas. A busca por estratégias e métodos que sejam eficazes para o desenvolvimento da percepção e performance da afinação torna-se uma tarefa complexa uma vez que existem muitos fatores relacionados a estas habilidades.

Com o intuito de construir uma reflexão a respeito do assunto, examinaremos vários estudos da literatura englobando os temas relativos à afinação, à percepção musical e à performance, apontando os consensos e as divergências encontradas. As estratégias aqui mencionadas foram selecionadas a partir de sua relevância e recomendações encontradas na literatura, bem como pela sua relação com nosso objeto de estudo.

#### 3.1. Vocalização e solfejo

Apesar de existirem na literatura alguns métodos considerados eficazes para melhorar a capacidade de afinação de um músico, não existe nenhum considerado como superior ou como sendo comprovadamente mais eficaz do que os outros. Entretanto, a vocalização<sup>24</sup> é um dos métodos mais tradicionais, presente em diversos experimentos científicos. Elliott (1974) foi um dos pioneiros a estudar os efeitos da prática diária da vocalização em estudantes pertencentes a bandas iniciantes. Sua pesquisa concentrou-se em seis classes de instrumentos de sopro de nível iniciante, dentre as quais três foram designadas ao grupo experimental, as outras três, ao grupo controle. No pré-teste foi verificado que os alunos possuíam um nível semelhante de percepção musical. Durante o ano escolar os professores dos alunos pertencentes ao grupo controle foram solicitados a seguir com a programação normal de conteúdos nas aulas ao passo que os professores dos alunos integrando o grupo experimental foram instruídos a realizar com seus

---

<sup>24</sup> Uma técnica pedagógica na qual os estudantes cantam com os lábios abertos ou fechados (*humming*) com o intuito de interiorizar ou melhorar as habilidades aurais (DAVIS, 2019, p. 23).

estudantes exercícios de vocalização de notas indicadas e de outros exercícios que trabalhavam em classe, o todo seguido da performance em seus instrumentos.

O pós-teste realizado na semana final de aulas avaliou a capacidade de percepção e memória tonal dos alunos, além de avaliar a habilidade de relacionar a música percebida auditivamente com a notação musical. Também se avaliou a habilidade mental de converter uma notação musical em sons musicais. Os resultados demonstraram que o grupo experimental obteve um desenvolvimento significativo em todos os aspectos avaliados se comparado ao grupo controle. Elliott (1974) concluiu que a prática regular de vocalização nas aulas coletivas de instrumentos de sopro resultará no desenvolvimento da percepção musical dos estudantes, favorecendo aspectos tais como a percepção de alturas, a memória tonal, igualmente a relação entre notação musical e a escuta.

Schlacks (1981) também foi um dos principais autores a estudar os efeitos da vocalização com estudantes de bandas escolares. Em seu estudo os participantes foram submetidos a um programa de treino de intervalos em que tinham que cantar ou tocar os intervalos e também desempenhar a combinação destas duas atividades, uma seguida da outra. O estudo foi conduzido por aproximadamente um mês e os estudantes participantes foram divididos em três grupos experimentais e um grupo controle: o grupo A cantou e tocou intervalos; o grupo B apenas cantou intervalos; o grupo C apenas tocou intervalos; e o grupo controle manteve atividades normais. Os resultados mostraram que o grupo A, que cantou e tocou os intervalos, obteve uma melhora significativa se comparado aos outros grupos. Apesar dos grupos B e C apresentarem uma melhora nos pós-testes, o grupo C, que apenas tocou os intervalos, apresentou melhor desempenho do que o grupo B, que apenas cantou, ainda que os resultados de ambos não tenham apresentado uma significativa melhora se comparados aos pré-testes.

Através destes dados este estudo concluiu que a combinação das práticas de vocalização e performance de intervalos no instrumento não somente constitui um fator importante para o desenvolvimento da percepção musical e performance da afinação de bandas escolares como também afirma como um método mais eficiente do que apenas cantar ou tão somente tocar os intervalos.

Embora a prática da vocalização tenha se mostrado benéfica no estudo de Elliot (1974) e Schlacks (1981), encontramos também na literatura algumas pesquisas que apresentam resultados diferentes destes autores. Smith (1984 apud POWELL, 2010) também examinou os efeitos da vocalização na capacidade de afinação de estudantes acadêmicos. Nesta ocasião, os participantes foram submetidos a duas condições: na primeira, eles deveriam tocar dois

exercícios em seus instrumentos; na segunda, eles deveriam cantar os dois exercícios por um período de trinta segundos antes de tocá-los em seus instrumentos. As performances de cada um foram gravadas e analisadas a fim de determinar os desvios de altura. Os resultados obtidos mostraram que não houve diferenças significativas na capacidade de afinação dos estudantes quando utilizada a prática de cantar e tocar os exercícios ou quando apenas tocando os exercícios.

Em um estudo mais recente, Silvey, Nápoles e Springer (2019) investigaram os efeitos de duas práticas de vocalização pré-afinação (*humming* e canto) na capacidade de precisão da afinação de instrumentos da família das madeiras e dos metais. Estudantes de música universitários participaram da pesquisa sendo solicitados a ouvir uma nota longa (si bemol de efeito), tocada várias vezes em uma gravação por um oboísta. Após ter cessado o som os participantes foram solicitados a afinar com a referência como segue: (a) cantando com a sílaba “la”, (b) cantando com os lábios fechados (*humming*), e (c) em silêncio (mentalmente). A referência foi executada uma segunda vez e ao cessar, os participantes foram solicitados a tocar a nota em seu instrumento.

A referência foi tocada uma terceira vez e os participantes tiveram uma última oportunidade de afinar esta nota em seu instrumento. Este processo foi repetido três vezes, trocadas apenas as atividades pré-afinação. Os resultados mostraram que não houve efeitos importantes quanto à precisão de afinação dos instrumentos das famílias das madeiras e dos metais ao serem utilizadas as práticas de vocalização (*humming* e canto) acompanhadas de uma referência antes de uma afinação dos instrumentos. No entanto, os autores concluíram que os participantes se mostraram relativamente precisos ao afinarem seus instrumentos, independentemente da condição a que foram submetidos.

Apesar das pesquisas apresentadas estarem voltadas aos estudos da vocalização e seus possíveis benefícios para o desenvolvimento da percepção musical bem como da afinação na performance, encontramos resultados mistos e contrastantes. Observamos que embora o tema da pesquisa seja o mesmo nos estudos, os protocolos usados e as variáveis estudadas são pontos importantes a serem considerados e fatores potenciais para as diferentes conclusões (SILVEY; NÁPOLES; SPRINGER, 2019, p. 394).

Os pós-testes foram compostos por diferentes métodos de avaliação que variaram entre testes de percepção, testes de leitura e testes de performance. Enquanto Elliot (1974) e Smith (1984 apud POWELL, 2010) avaliaram o desempenho dos seus participantes a partir da performance de exercícios e trechos musicais extraídos de métodos que eram utilizados nas

aulas, Schlacks (1981) avaliou o desempenho da performance de intervalos isolados, ao passo que Silvey, Nápoles e Springer (2019) avaliaram a capacidade de afinação de uma única nota.

Além do procedimento de avaliação os participantes também variaram entre instrumentistas iniciantes e graduandos, alguns destes tendo sido submetidos a duas condições de tratamento diferentes. Nota-se que nos casos em que a vocalização se mostrou mais eficaz, resultando em melhorias na percepção musical e na afinação, os alunos eram pertencentes a bandas de nível iniciante (por exemplo Elliot, 1974; Schlacks, 1981). Nas pesquisas em que os participantes pertenciam ao ensino superior houve pouca ou nenhuma melhora na percepção musical e afinação destes estudantes (por exemplo Smith 1984 apud Powell, 2010; Silvey, Nápoles e Springer, 2019).

Outro ponto importante a ser levado em conta é o período em que os participantes das pesquisas foram submetidos à prática da vocalização bem como aos exercícios realizados. Nas pesquisas de Elliot (1974) e Schlacks (1981), os treinamentos ocorreram durante um período relativamente longo e com uma frequência considerável. Os exercícios realizados durante estes experimentos continham textos musicais e intervalos variados que proporcionaram um maior enriquecimento da prática de vocalização.

É importante reforçar que estas duas pesquisas concluíram através de seus resultados que houve uma melhora significativa na percepção musical e na afinação dos participantes através dos exercícios solicitados e cumpridos. Por outro lado, nas pesquisas de Silvey, Nápoles e Springer (2019) e Smith (1984 apud POWELL, 2010), os exercícios de vocalização estabelecidos limitavam-se a apenas um curto período de prática antes de serem imediatamente tocados e os participantes não foram submetidos a um treinamento sistemático como nas outras pesquisas citadas. Os resultados destas duas pesquisas apresentaram pouco ou nenhum efeito deste tipo de vocalização na percepção musical e afinação dos participantes.

Desta forma observa-se que o tempo de prática e o tipo dos exercícios de vocalização são fatores que influenciam diretamente nos resultados desta atividade. Seguindo esta linha de raciocínio quanto maior o período de treino da vocalização maior será o desenvolvimento da percepção musical e da performance sobretudo no que tange à afinação. Todavia, se o tempo de prática for demasiadamente curto e os exercícios não trabalharem uma quantidade suficiente de informações o desenvolvimento do estudante será prejudicado em diversos aspectos, dentre eles, a compreensão musical, impossibilitando deste modo uma performance de qualidade.

Justamente, tratando-se de uma performance musical, seja ela vocal ou instrumental, devemos conceber a música, exteriorizando aquilo que já está em nossa mente e tendo absoluta certeza do que queremos transmitir. A partir disto transformamos esta energia de ordem

psicológica em sinais elétricos que chegarão até os grupos de músculos que são responsáveis por controlar nossa voz ou um instrumento que tenhamos a intenção de tocar (STEENSTRUP, 2017).

Ao pensar em cantar uma nota a nossa mente automaticamente ativa diferentes partes do nosso corpo responsáveis por executar esta ação. As cordas vocais recebem a informação da tensão que devem assumir para vibrar na frequência exata conforme a nota concebida em nossa mente. Por conseguinte, o sistema respiratório é ativado produzindo a quantidade e pressão de ar necessárias para a vibração das cordas vocais. Embora pareça um processo complexo, toda a organização e coordenação das diferentes partes do corpo envolvidas na atividade do canto é feita de forma subconsciente, o músico necessitando apenas conceber em sua mente a nota desejada. Em vista disto, podemos afirmar que vocalização é o processo de exteriorização daquilo que é primeiramente concebido em nossa mente.

Portanto, quando há um treinamento com estudos dirigidos ao desenvolvimento da percepção musical, como apresentado nos estudos de Elliot (1974) e Schlacks (1981), a vocalização tornar-se-á mais afinada e conseqüentemente a performance no instrumento terá mais chances de ser afinada. Se há a ausência de treinamento da percepção musical o músico provavelmente não estará totalmente munido das informações necessárias para conceber a música em sua mente – esta podendo ser apenas uma nota ou um arpejo – resultando em uma vocalização e performance instrumental ineficazes.

Podemos considerar que no caso dos instrumentistas da família dos metais, há uma grande vantagem em se praticar a vocalização pois a performance nestes instrumentos é muito semelhante à do canto. Assim como os cantores precisam vibrar suas cordas vocais para produzir a nota desejada, os instrumentistas dos metais necessitam de uma vibração de seus lábios, ativando do mesmo modo o sistema respiratório e a língua para a articulação. Também, semelhantemente ao cantor que necessita conceber a nota musical em sua mente para em seguida “dizer às cordas vocais o que fazer”, os instrumentistas da família dos metais devem “dizer aos lábios o que fazer” após “ter a música em mente”. Portanto, quando um instrumentista da família dos metais toca focado em controlar apenas a mecânica e a técnica do seu instrumento muito provavelmente ele terá sérias dificuldades para alcançar uma boa performance. No entanto a partir do momento em que este conseguir cantar mentalmente as alturas e o ritmo corretamente, sua performance terá muito mais êxito (STEENSTRUP, 2017).

Além da vocalização, uma outra ferramenta muito comum para o desenvolvimento da percepção musical é o solfejo melódico. Embora estas duas práticas sejam muito semelhantes, elas possuem propósitos diferentes. Enquanto a vocalização diz respeito ao processo de

exteriorização daquilo que formamos em nossa mente, desenvolvendo a percepção musical e consequentemente a afinação, o solfejo é o processo pelo qual através da leitura da notação musical, associamos as notas escritas ao significado sonoro que as mesmas representam em nossa mente. Em outras palavras trata-se de rotular realidades sonoras concretas através nomes de notas ou sílabas. Segundo Steenstrup (2017), se um pianista tem dificuldade para mentalizar uma nota escrita antes de tocá-la pode não ser um problema tão sério, uma vez que ao pressionar a tecla do piano correspondente a esta nota, o instrumento irá produzi-la na altura correta.

Não é necessariamente o caso dos instrumentistas da família dos metais que frequentemente tocam em uma região aguda da série harmônica, onde os harmônicos são muito próximos. Por este motivo, é comum ouvirmos erros de notas destes instrumentistas com uma certa regularidade, diferentemente dos instrumentistas da família das madeiras que geralmente tocam mais próximos à nota fundamental da série. Nesta região, os harmônicos são mais distantes, o que diminui a probabilidade de erros de notas. Dado este fato, é fundamental para os instrumentistas da família dos metais terem a nota escrita em mente antes de tocá-la, uma vez que os instrumentos da família dos metais funcionam como amplificadores da vibração dos lábios e, como já vimos, os lábios vibram de acordo com aquilo que está presente em nossa mente.

Neste sentido embora seja uma tradição antiga a prática do solfejo ou a leitura cantada como também é chamada, possui muita importância pois reforça no nosso cérebro a ligação entre a música escrita e a música que formamos em nossa mente. Isto ocorre porque quando um grupo de neurônios responsáveis por uma determinada tarefa, seja ela mental ou física, é ativado ao mesmo tempo que outro grupo de neurônios realizando uma outra atividade qualquer, estes dois grupos começam a estabelecer conexões entre si. Ou seja, no caso da vocalização, quando concebemos uma nota em mente e pensamos em cantá-la, os neurônios responsáveis pela atividade muscular para a produção desta nota também serão ativados. O mesmo acontece com o solfejo: ao lermos uma partitura nosso cérebro irá relacionar a representação visual das notas com a representação mental, conectando os grupos de neurônios responsáveis por estas atividades, incluindo-se nestas o canto (STEENSTRUP, 2017).

Portanto, neste caso do solfejo, como já observado, uma vez que esta prática também é composta pela vocalização, nossa atenção volta-se para o material de solfejo em si, ou seja, a partitura. O solfejo pode ser praticado a partir de qualquer partitura que tocamos, pertença ela ao repertório solo do instrumento, repertório instrumental em grupo, repertório coral ou se extraída de métodos específicos para esta prática. Inserida no contexto dos instrumentos da família dos metais, uma vez que estes instrumentos geralmente tocam utilizando a afinação

justa proveniente da série harmônica, o solfejo da mesma pode se converter num excelente material para desenvolver o domínio das alturas de cada harmônico onde se visará tanto a parte melódica quanto a parte harmônica, com o uso por exemplo de acordes maiores e menores.

Embora a série harmônica sirva como princípio para organização da tríade maior e dos acordes maiores com extensões, a formação do acorde menor não se encontra justificado por ela na forma sequencial. Partindo disto, Freire (2016b) sugere a prática do solfejo da série sub-harmônica, também chamada de série harmônica invertida. Este conceito foi abordado por Hugo Riemann (1849-1919) a partir de uma experiência de percepção da série harmônica no sentido descendente. Inversamente à série harmônica que parte de uma frequência grave para as frequências agudas, a série sub-harmônica é organizada a partir de uma frequência aguda em direção às frequências graves. No entanto, segundo Freire (2016b) os princípios que organizam a série harmônica e a série sub-harmônica são os mesmos, com a ressalva de que as notas referenciais da série harmônica são graves e as da série sub-harmônica são agudas. Ou seja, partindo de uma frequência aguda, a série sub-harmônica seguirá a mesma sequência de intervalos da série harmônica, porém no sentido contrário, como mostra a Figura 18.

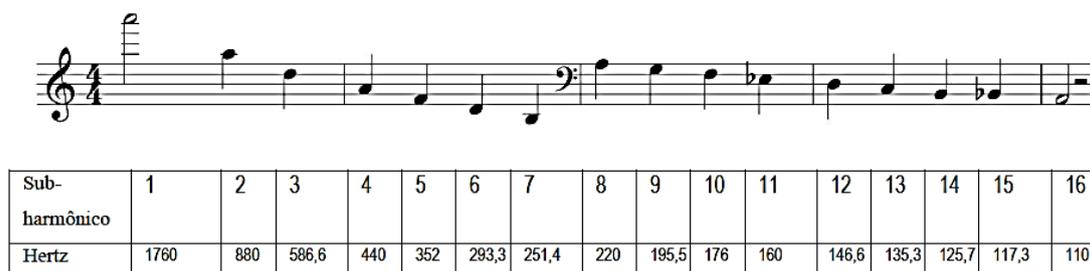


FIGURA 18 - Série sub-harmônica a partir da nota Lá5 = 1760Hz.  
Fonte: Freire (2016b, p. 3)

Analisando a série sub-harmônica podemos notar que os harmônicos 4, 5 e 6, correspondentes às notas lá, fá e ré, respectivamente, formam um acorde menor e juntamente com o harmônico 7, correspondente à nota si, formam um acorde meio diminuto, acordes estes que não estão presentes na série harmônica.

No entanto, uma vez que estes são acordes comuns na música tonal, necessitam deste modo uma atenção especial, o mesmo ocorrendo para os acordes maiores, principalmente no que diz respeito à estruturação e à afinação. Foi com esta consideração e com o intuito de utilizar os princípios acústicos na elaboração de um material didático para a prática do solfejo, que Freire (2016b) elaborou exercícios envolvendo a série harmônica e a série sub-harmônica (Figuras 19 e 20).

Nestes exercícios o autor adapta as alturas de acordo com os limites da voz humana, mantendo, entretanto, os princípios de cada série. Como o harmônico 13 apresenta um caráter ambíguo em relação à afinação - podendo ser considerado um intervalo de 13ª menor ou 13ª Maior - Freire (2016b) apresenta as duas possibilidades.

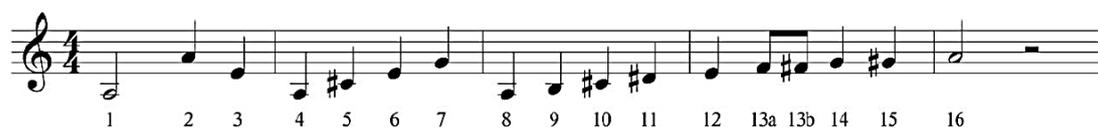


FIGURA 19 - Exercício para cantar e afinar a série harmônica  
Fonte: Freire (2016b, p. 6)



FIGURA 20 - Exercício para cantar e afinar a série sub-harmônica  
Fonte: Freire (2016b, p. 7)

Freire (2016b, p. 4) destaca que “a compreensão do uso da série harmônica e da série sub-harmônica podem auxiliar no processo de identificação de frequências e estruturação da afinação dos acordes de acordo com o sistema justo”. Logo, a prática do solfejo da série harmônica e da série sub-harmônica se apresenta como uma ferramenta potencial de desenvolvimento musical para os instrumentistas da família dos metais; a partir dela, o músico poderá desenvolver a percepção e o reconhecimento das diferentes funções das vozes nos acordes em uma performance, capacitando-o a fazer ajustes de frequência em conformidade com a afinação justa.

### 3.2. *Buzzing* com bocal



FIGURA 21 - Bocal de trompete  
Fonte: <https://www.pngwing.com/es/free-png-cmosw> (Acesso em 22/06/21)

O *buzzing* é uma prática muito comum entre os instrumentistas da família dos metais. Trata-se da vibração dos lábios que pode ser praticada com e sem o auxílio do bocal (Figura 21). Como já vimos, os instrumentistas desta família precisam vibrar seus lábios para produzirem as notas em seus instrumentos. O desenvolvimento da musculatura da embocadura envolvida na vibração labial demanda um trabalho sistemático e cuidadoso por um período considerável. É comum que esta técnica seja praticada desde o início do aprendizado desses instrumentos até o nível profissional. Embora a prática do *buzzing* sem o bocal também seja bastante comum, focaremos sobretudo na prática do *buzzing* com o bocal.

Uma das grandes vantagens de se praticar o *buzzing* apenas com o bocal (neste caso desencaixado do instrumento) é que o comprimento do mesmo é tão curto que a frequência da vibração labial fica quase sempre abaixo da nota fundamental, sendo que nesta região é possível tocar qualquer nota (STEENSTRUP, 2017). Deste modo, o *buzzing* com o bocal, além de ser uma ferramenta para o desenvolvimento da vibração labial, pode também tornar-se uma excelente ferramenta para desenvolver a percepção musical.

A prática do *buzzing* com o bocal segundo Thompson (2001, p.3, tradução nossa), “faz com que o músico se torne mais dependente do ouvido para ajustar as notas, assim como o faz um cantor”<sup>25</sup>. Corroborando com esta ideia, Steenstrup (2017) afirma que esta prática é um excelente caminho para desenvolver a conexão entre o cérebro e os lábios, ou seja, conseguir transformar as notas formadas em nossa mente em uma vibração labial.

Considerando a importância do *buzzing* com o bocal e baseado na literatura, Beghtol (2017) investigou o efeito da implementação de uma rotina diária de *buzzing* com o bocal na afinação e na qualidade do som de uma banda iniciante de instrumentos da família dos metais. Quarenta e cinco alunos pertencentes respectivamente ao 6º ano escolar e ao 1º ano na banda de metais participaram deste estudo. Foi efetuada uma divisão em dois grupos: o grupo controle, que seguiu atividades normais e o grupo experimental, o qual foi submetido à rotina com exercícios de *buzzing* com o bocal que continham notas graves, notas agudas e notas longas, isto por um período de 10 semanas.

Durante as aulas, o professor não fornecia nenhuma instrução no momento do exercício, apenas solicitava aos alunos que repetissem o exercício após ele. Após o período de dez semanas os alunos foram submetidos a um pós-teste no qual cada aluno tocava um exercício no seu instrumento contendo intervalos ascendentes e descendentes, este material na sequência tendo sido gravado e coletado para análise. Os resultados deste estudo específico concluíram

---

<sup>25</sup> “It’s also makes the player more reliant on his ear to place pitches, just as a singer does” (THOMPSON, 2001, p. 3).

que a implementação de uma rotina diária de exercícios de *buzzing* com bocal não apresentou efeitos significativos na afinação e na qualidade do som da banda de iniciantes. Embora não sejam estatisticamente significantes, os resultados também apontaram para um desenvolvimento da embocadura e da qualidade do som.

Apesar de Beghtol (2017) não apresentar muitos fatores e variáveis que contribuíram para estes resultados, consideramos importante destacar alguns pontos que possam nos fornecer conclusões adicionais sobre a prática do *buzzing* com o bocal. Acreditamos que um dos fatores mais relevantes deste estudo seja o nível técnico-musical dos participantes. Como já foi dito, o desenvolvimento da musculatura envolvida na embocadura e conseqüentemente o controle desta, requer um grande investimento de tempo.

O fato de os alunos ainda estarem no primeiro ano de aprendizado do seu instrumento pode ser um fator potencial para os resultados encontrados, uma vez que, como ainda estão desenvolvendo a musculatura e técnica da embocadura, não possuem total domínio sobre ela. Esta dificuldade de controle da embocadura segundo Powell (2010, p. 91) é frequentemente um dos motivos dos problemas de afinação, assim como a falta de suporte de ar, contrariamente à dificuldades encontradas na percepção musical. Conseqüentemente os alunos que lutam com um desempenho instrumental são, muito provavelmente, menos precisos em relação à afinação do que alunos mais experientes (MORRISON, 2000, p. 50). Por este motivo, a falta de domínio da técnica do *buzzing*, além da musicalidade, pode interferir diretamente na avaliação de outras capacidades como a afinação e a qualidade do som.

Desse modo, devemos considerar o *buzzing* com bocal como uma ferramenta apenas, que auxilia no desenvolvimento da capacidade de tocar afinado; uma vez que o *buzzing* não é uma atividade tão natural quanto por exemplo o canto, esta prática necessita de certo domínio técnico para que seja possível trabalhar outras questões – como a afinação, por exemplo – de maneira mais focada. Uma vez alcançado o domínio desta prática, o *buzzing* com bocal oferecerá a possibilidade de adquirir novos hábitos que poderão substituir velhos hábitos criados pela prática do instrumento. Anos de prática formam hábitos, os quais ficam gravados no cérebro, e o simples modo de segurar o instrumento pode despertá-los.

Utilizando o trompete como exemplo, Thompson (2001, p. 3) afirma: “[...] quando um músico pega seu trompete, ele também pega seus hábitos”<sup>26</sup>. Embora por um lado muitos hábitos ativados ao pegar o instrumento sejam positivos para o desempenho da performance, por outro lado muitos hábitos ruins ou nem tão eficazes podem igualmente ser ativados. Um

---

<sup>26</sup> “When a player picks up his trumpet, he is also picking up his habits” (THOMPSON, 2001, p. 3).

exemplo comum pode ser o de se produzir uma performance demasiadamente mecânica. O fato de que nos instrumentos da família dos metais a vibração labial fica condicionada à frequência dos harmônicos dos tubos do instrumento pode gerar uma certa acomodação do músico, pois este poderia limitar-se a apenas executar movimentos automáticos para a produção da nota, como apertar os pistões ou soprar o ar suficiente para a produção da mesma, deste modo e mais importante, negligenciando a escuta investigativa do som produzido.

No entanto uma vez que a afinação dos instrumentos da família dos metais não é fixa, a escuta ativa é um fator essencial para o ajuste da frequência da nota tocada, pois mesmo que o músico esteja tocando o harmônico desejado, este continua passível de estar alto ou baixo em relação à afinação. O *buzzing* com bocal é portanto uma excelente maneira de substituir este hábito: como já vimos, nesta prática, o músico necessita avaliar continuamente o resultado sonoro produzido, refinando sua percepção musical e a técnica, além de reforçar a ligação entre estas duas atividades (a mental e a mecânica) por meio da conexão dos grupos de neurônios ativados simultaneamente (STEENSTRUP, 2017; THOMPSON, 2001).

Assim como a prática da vocalização e solfejo, recomenda-se que a prática do *buzzing* com bocal seja feita com o auxílio de uma referência sonora, para que através desta, o músico possa checar continuamente a precisão de sua afinação (STEENSTRUP, 2017). Portanto, veremos a seguir as contribuições do estudo com um acompanhamento ou referência sonora.

### **3.3. A afinação com o uso de acompanhamento**

Tocar ou cantar com o uso de uma referência sonora ou acompanhamento é um dos métodos mais comuns para auxiliar no desenvolvimento da percepção musical e da habilidade de exercer-se uma performance afinada. Este tema é centro de várias pesquisas e discussões na literatura acerca dos seus efeitos e contribuições ao desenvolvimento musical bem como à performance instrumental.

Um dos principais autores desta área, Geringer (1978) foi também um dos precursores a estudar os efeitos do acompanhamento na percepção musical e na performance. Em seu estudo ele comparou a percepção musical com a afinação na performance de escalas ascendentes, tendo como participantes 96 estudantes da graduação e pós-graduação, incluídos entre estes instrumentistas da família das cordas, instrumentistas de sopro, cantores e pianistas. Todos os participantes foram solicitados a tocar ou cantar uma escala, com e sem o acompanhamento do piano. Enquanto os instrumentistas de cordas e sopro tocaram a escala em seus instrumentos, os cantores e pianistas a cantaram. Após a performance, os participantes receberam informações

e instruções diferentes. Metade dos participantes recebeu uma informação escrita dizendo que músicos experientes tendem a tocar com a afinação alta e foram avisados que sua performance também foi constantemente alta em relação a afinação. Já a segunda metade dos participantes apenas recebeu a instrução para executar (ajustar) a escala da forma mais afinada possível. Em seguida, a primeira metade dos participantes tocou a escala novamente, com e sem acompanhamento de piano, enquanto a segunda metade era solicitada a afinar novamente sua própria performance utilizando um gravador de frequência variável, onde era possível manipular as alturas do som gravado.

Os resultados indicaram que em todo o estudo houve a tendência de uma afinação alta e que a percepção dos participantes em relação à afinação foi significativamente mais alta e menos precisa do que a afinação na performance. Além disso, os dados apontaram que a percepção musical das escalas sem acompanhamento foi significativamente menos precisa do que as tarefas de percepção com acompanhamento e performance (esta última, lembramos, podendo ser executada em duas categorias, com e sem acompanhamento). Geringer também concluiu que a percepção e performance de escalas com acompanhamento, embora mais precisas, apresentam não obstante a tendência de tocar com a afinação mais alta.

Assim como Geringer (1978), Scheffer (2012) também realizou testes nas modalidades com acompanhamento e sem acompanhamento. No entanto, diferentemente de Geringer, em sua pesquisa, o acompanhamento foi realizado pelo mesmo instrumento utilizado pelos participantes (trompete), acompanhamento este composto majoritariamente por notas longas que soavam como um pedal.

Neste estudo, Scheffer (2012) investigou os efeitos da prática de estudos coletivos no desenvolvimento da execução de quintas justas. Participaram desta pesquisa oito alunos de trompete do curso de extensão da Escola de Música e Belas Artes do Paraná que foram divididos em dois grupos, um intitulado grupo controle, o outro grupo experimental. Na primeira etapa, todos os participantes gravaram 10 melodias que continham, distribuídos de modo aleatório, intervalos de quintas justas. Deste total, 5 melodias encaixavam-se na modalidade solo enquanto as 5 restantes dispunham de uma base, gravada com um trompete. Após a gravação, os alunos do grupo experimental praticaram quatro estudos coletivos que visavam o aperfeiçoamento e a percepção de quintas justas por um período de 25 minutos durante cinco aulas, enquanto o grupo controle seguia com as atividades normais. Em seguida foi realizada mais uma gravação com os participantes seguindo os mesmos procedimentos realizados na primeira etapa, com a exceção desta vez que as melodias eram inéditas.

Os dados obtidos foram entregues a juízes externos que avaliaram cada intervalo de quinta justa como: (1) desafinado, (2) parcialmente desafinado e (3) afinado. Os resultados mostraram que o grupo experimental obteve uma melhora significativa na execução dos intervalos de quintas justas na modalidade com acompanhamento. Na modalidade solo, tanto o grupo controle quanto o experimental não obtiveram melhoras significativas indicando que a melodia com acompanhamento oferece mais confiança e precisão na afinação durante a performance.

Utilizando um contexto musical diferente dos outros pesquisadores, Zabanal (2019a) investigou os efeitos de diferentes instrumentos fazendo o acompanhamento na performance de instrumentistas da família das cordas e investigou igualmente as diferenças entre as performances com e sem acompanhamento. O número total de participantes desta pesquisa foi de 103 estudantes, distribuídos entre violinistas, violistas e violoncelistas, o que se solicitava era a execução de um trecho da melodia *Frère Jacques* em cinco condições: 1) com acompanhamento de cello, 2) com acompanhamento de oboé, 3) com acompanhamento de piano, 4) com acompanhamento de violino e 5) sem acompanhamento.

Durante os testes, os estudantes tocaram em uníssono com o acompanhamento ou com uma oitava de diferença, tanto para cima quanto para baixo. Além da performance os estudantes foram solicitados a preencher um questionário informando a preferência pelo tipo de acompanhamento e o nível de confiabilidade em relação à afinação durante a performance. Os resultados obtidos mostraram uma diferença considerável entre as performances com acompanhamento e as performances sem acompanhamento. Pôde se observar que os participantes desempenharam uma afinação muito mais precisa em todos os tipos de acompanhamento vis-à-vis da modalidade solo de execução. As performances com o acompanhamento de oboé produziram uma afinação mais precisa do que os outros tipos de acompanhamento e isto embora o oboé não tivesse sido escolhido como uma preferência de acompanhamento.

Embora estes três estudos apresentados possuam diferenças quanto aos seus procedimentos e formas de avaliação, fica suficientemente claro que o auxílio de um acompanhamento interfere positivamente nas tarefas de afinação, tanto na parte de percepção quanto da performance. Mesmo em três diferentes contextos musicais (escala, intervalos harmônicos e melodia) o auxílio de uma referência sonora durante a performance parece oferecer mais confiança e precisão na produção da nota, viabilizando que o músico tenha uma compreensão mais aguçada das diferentes frequências e intervalos formados ao longo do texto musical. Nota-se também que o acompanhamento permite que o músico, durante sua

performance, receba um feedback imediato do som produzido, facilitando deste modo a realização de ajustes em termos de equilíbrio, timbre, qualidade de som e frequência.

Com relação a este último aspecto, o acompanhamento viabiliza o emprego da técnica de eliminação de batimentos. Como já mencionado anteriormente, os batimentos ocorrem quando dois sons se encontram desafinados na medida em que, quanto maior a desafinação, maior será a frequência dos batimentos, os quais cessam uma vez igualadas as frequências (GOLDEMBERG, 2007). A técnica de eliminação de batimentos consiste em identificar estas discrepâncias e eliminá-las através do ajuste do instrumento ou da voz. Scheffer (2012, p. 60) infere que um dos motivos que levaram os participantes do seu experimento a desempenharem correções na afinação com mais precisão foi o fato de que nas melodias com base os batimentos estavam presentes, permitindo aos estudantes a comparação de sua execução com a referência executada pelo professor acompanhante.

É muito provável que os participantes durante o período de aulas tenham desenvolvido a técnica de eliminação de batimentos, além da memorização do intervalo de quinta justa na forma harmônica; a razão para esta premissa é que segundo Scheffer (2012, p. 60), todos os estudos foram aplicados com a presença de acompanhamento. Sendo assim, quando este elemento está ausente, o aluno não dispõe nem da técnica de eliminação dos batimentos, nem do resgate do intervalo armazenado em sua memória, pois este, uma vez que foi memorizado com o auxílio de uma referência, o músico terá dificuldade ao fazer qualquer ajuste quando houver a ausência desta base.

Outro ponto importante a ser destacado é que a percepção musical é comumente afetada pelo timbre, como mencionado anteriormente (BENSON, 1995; ELY, 1992; PLATT; RACINE, 1985). Músicos frequentemente confundem afinação e timbre, fazendo ajustes de frequência quando na verdade é o timbre que está diferente e vice-versa. Este aspecto vai de encontro ao estudo de Zabanal (2019a), onde os participantes relataram uma maior preferência por acompanhamentos com aqueles instrumentos com os quais tinham maior familiaridade, como o violino e o cello.

Além disso, também relataram que se sentiram mais confiantes e precisos quando tocaram com acompanhamentos de instrumentos de cordas do que com outros timbres. No entanto, embora os participantes tenham percebido sua performance como menos afinada com o acompanhamento de oboé, e este instrumento tenha sido mencionado como o menos preferido entre os participantes, as performances com oboé foram mais afinadas do que com qualquer outro tipo de acompanhamento. A hipótese de Zabanal (2019a, p. 57) é que, dado o fato de que os participantes não estavam acostumados com o timbre do oboé, estes passaram a ouvir mais

atentamente o som, melhorando sua afinação. Ainda neste caso, uma vez que não existia esta familiaridade com o timbre do oboé, muito provavelmente os participantes tenham atentado mais aos batimentos presentes, utilizando a técnica de eliminação de batimentos para se afinarem com o acompanhamento.

Uma situação similar à do estudo de Zabanal foi encontrada por Byo et al. (2011). Nesse estudo foram realizados experimentos com alunos de uma banda escolar a fim de testar os efeitos do timbre e da oitava na precisão de afinação dos alunos. Os alunos relataram que era mais fácil afinar tendo a tuba como referência do que afinar com o clarinete, a flauta ou o oboé, sendo que este processo com o último instrumento foi mencionado como o mais difícil.

No entanto, uma vez realizados os testes práticos, os resultados mostraram que a afinação tendo o oboé, a flauta ou o clarinete como referência foi significativamente melhor do que a afinação com a tuba tendo servido como referência. Byo et al. (2011, p. 325), inferem que provavelmente a preferência dos participantes por afinar com a tuba se deve ao fato de que nos ensaios das bandas a afinação era geralmente feita com a tuba como referência. Isto também nos mostra que a preferência dos músicos em relação ao acompanhamento ou à referência não está diretamente ligada à precisão de afinação e sim à familiaridade auditiva com um timbre em particular.

Na pesquisa de Scheffer (2012), o desenvolvimento dos participantes na performance das melodias com acompanhamento também pode estar relacionado à familiaridade com o timbre, pois tanto nas aulas como nos testes os alunos tiveram a presença do trompete como acompanhamento, o mesmo instrumento utilizado pelos participantes, fator importante que viabiliza uma maior confiabilidade nos ajustes de frequência, equilíbrio dos intervalos e qualidade do som.

Seguindo esta linha de pensamento, Powell (2010, p. 93) sugere que o ensino do processo de afinação seja inicialmente feito com timbres similares ao do instrumento do aluno. Uma vez que o aluno esteja suficientemente confortável com esta técnica, outros exercícios com diferentes timbres poderão ser incluídos. Esta estratégia, de acordo com Powell (2010, p. 93) “[...]pode ajudar os alunos a superar o desafio da afinação com vários timbres, uma importante habilidade da prática em conjunto”. Razão pela qual também veremos a seguir alguns estudos realizados com o acompanhamento de drone.

### 3.3.1. O acompanhamento com drone

Uma das formas de treinar a afinação com outros timbres é tocar com o auxílio de um drone (HOPKINS, 2012; SILVEY; NÁPOLES; SPRINGER, 2019; STEENSTRUP, 2017; ZABANAL, 2019a). O drone é uma referência sonora contínua, geralmente grave, que pode servir de base durante uma performance. Esta ferramenta pode ser utilizada através de um afinador eletrônico, um smartphone ou outros aparelhos eletrônicos, e, por se tratar de um acessório tecnológico, é possível gerar diferentes timbres, assim como várias frequências que soam simultaneamente, como um acorde.

Um estudo para verificar os efeitos dos diferentes tipos de drone como acompanhamento foi realizado por Laux (2015). Nesta pesquisa 50 estudantes de violino e viola de nível iniciante participaram de um teste para avaliar a habilidade de afinação das escalas de Ré maior e de Dó maior, com e sem acompanhamento. Os estudantes foram divididos aleatoriamente em três diferentes grupos de tratamento, onde cada um continha um dos seguintes tipos de acompanhamento: 1) acompanhamento melódico, que continha notas ascendentes e descendentes da escala; 2) acompanhamento pedal (*tonic drone*), o qual tratava da tônica da escala soando continuamente; 3) acompanhamento fazendo a junção do acompanhamento melódico com o acompanhamento pedal. Tanto no pré-teste quanto no pós-teste os participantes tocaram as duas escalas, uma com acompanhamento, a outra sem.

Durante o período entre os testes, os alunos praticaram as escalas diariamente com o tipo de acompanhamento designado para cada grupo. O tempo de prática foi de aproximadamente dez minutos por aula durante um período de sete dias de aula. Após a realização do pós-teste, os resultados mostraram que não houveram diferenças na precisão de afinação dos participantes entre o pré-teste e o pós-teste. Também não foram constatadas diferenças significativas entre as performances com e sem acompanhamento.

Em outro estudo, Zabanal (2019b) também investigou os efeitos do acompanhamento com drone na afinação de violinistas e violistas. Vinte e oito alunos do ensino fundamental e médio participaram de testes que foram divididos em três partes: pré-teste, pós-teste com acompanhamento de drone e pós-teste sem acompanhamento. Nos testes os participantes deveriam tocar uma escala em Mi maior, até o quinto grau (nota si), seguindo com a execução de um arpejo descendente do acorde de Mi maior com 7ª menor (Ré, Si, Sol#, Mi). Após a gravação do pré-teste, que foi realizado sem acompanhamento, os participantes tiveram 1 minuto de prática com o acompanhamento do drone. Em seguida, foram solicitados a tocar

novamente o trecho musical por mais duas vezes, sendo uma vez com acompanhamento e a outra sem acompanhamento.

Para as primeiras análises dos resultados, os participantes foram divididos em três grupos de acordo com a faixa de idade (13-14 anos; 15 anos; 16-17 anos). Os resultados mostraram que os participantes mais jovens foram os que mais tiveram desvios de afinação durante os testes. Já o segundo grupo foi o mais consistente e preciso entre os três, melhorando sua afinação após o período de tratamento. Os dados do terceiro grupo mostraram que este obteve uma pequena melhora, ficando entre os números do primeiro e do segundo grupo. Na análise feita a partir dos anos de experiência de cada aluno, os resultados mostraram que os participantes mais experientes obtiveram um melhor desempenho do que os outros participantes, embora as diferenças não tivessem sido significativas. Zabanal (2019b) concluiu que o período de um minuto de prática com o acompanhamento de drone não afetou a afinação dos participantes de forma importante.

Embora o acompanhamento de drone seja frequentemente recomendado por pesquisadores, os estudos mencionados não mostraram resultados promissores com esta prática. Entretanto, é necessário fazer-se uma análise cautelosa dos dados apresentados a fim de identificar possíveis variáveis que contribuíssem diretamente para os resultados obtidos. Apesar de terem sido realizadas com diferentes procedimentos, estas duas pesquisas apresentam também algumas semelhanças. Uma das principais se refere ao tempo de tratamento com o acompanhamento de drone. Enquanto na pesquisa de Laux (2015) o tempo de prática tenha sido entre cinco e dez minutos, durante sete aulas, na pesquisa de Zabanal (2019b) o tempo total foi de apenas um minuto. Ainda que Laux (2015) tenha providenciado um tempo de prática consideravelmente maior do que Zabanal (2019b), este tempo ainda pode ser considerado como pequeno para que os participantes apresentassem melhoras significativas, ainda mais considerando-se o fato de que nos dois estudos haviam participantes com pouca experiência musical.

Como mencionado anteriormente nas pesquisas já analisadas (ELLIOTT, 1974; SCHEFFER, 2012; SCHLACKS, 1981) o tempo de prática é um fator preponderante na habilidade de afinação dos alunos. Por isto, ambos os autores (LAUX, 2015; ZABANAL, 2019b) recomendam que as pesquisas futuras proporcionem mais tempo de tratamento aos participantes. Além disto, a participação de estudantes mais experientes pode propiciar resultados mais positivos. O fato dos participantes terem pouco tempo de estudo interfere tanto na percepção musical quanto na técnica do instrumento, sendo que problemas na postura do corpo, falta de domínio com o instrumento e inexperiência em performance, advindos do pouco

conhecimento técnico-musical, influenciam diretamente na afinação (MORRISON, 2000). É por estes motivos reunidos que participantes mais experientes conseguiriam fornecer melhores conclusões sobre os efeitos do acompanhamento com drone no momento da afinação.

Além do pouco desenvolvimento da percepção musical e habilidade de afinação dos participantes, o timbre do drone também pode ter influenciado os resultados. Somado às poucas habilidades de percepção e afinação, a insuficiente familiaridade com o timbre do acompanhamento também é um fator potencial para o desenvolvimento modesto dos participantes pois como vimos e reforçamos, a percepção musical e a afinação tornam-se mais difíceis quando efetuadas com timbres diferentes (BYO; SCHLEGEL; CLARK, 2011; ZABANAL, 2019a).

Ademais, os diferentes tipos de acompanhamento exercem uma influência importante na afinação. No estudo de Laux (2015), três condições diferentes de acompanhamento foram aplicadas: 1) acompanhamento melódico; 2) acompanhamento harmônico; 3) acompanhamento melódico-harmônico. Ressaltamos que no estudo de Zabanal (2019b), somente o acompanhamento harmônico foi empregado. Cada um desses tipos de acompanhamento requer habilidades diferentes dos participantes, e segundo Laux (2015), os estudantes necessitam primeiramente desenvolver a habilidade de afinar com o acompanhamento melódico, pois neste caso tocar em uníssono com a referência por si só restringe a margem de erro.

Já a afinação com o acompanhamento harmônico (*tonic drone*) exige muito mais compreensão musical por parte dos participantes pois estes devem ter conhecimento de como cada intervalo deve soar quando tocado com a tônica para que possam na sequência efetuar os ajustes na afinação com maior precisão. Bastante importante é sublinhar que em ambas as pesquisas, tanto a de Laux (2015) quanto a de Zabanal (2019b), as análises de afinação foram feitas tendo o temperamento igual como referência. Desta forma, é possível que os desvios de afinação na performance dos participantes - principalmente as notas com a afinação baixa - sejam devidos à uma propensão dos alunos de tocarem de acordo com a afinação justa, a qual soa melhor ao ouvido humano em um contexto harmônico (STEENSTRUP, 2017). Por serem inexperientes, os participantes podiam não ter familiaridade com o temperamento igual, fato este que pode ter provocado uma certa estranheza à percepção e conseqüentemente uma afinação menos precisa.

Uma vez que contamos com o auxílio dos instrumentos da família das cordas, estas pesquisas nos ajudam a ter uma compreensão melhor dos efeitos desta prática na percepção musical e na afinação dos músicos. Embora sejam escassas as pesquisas envolvendo

instrumentos da família dos metais e acompanhamento com drone, Steenstrup (2017) relata que esta prática pode ser muito benéfica para a performance destes instrumentos.

A partir da técnica de eliminação de batimentos, o autor sugere que o instrumentista/performer comece tocando em uníssono com o drone, a fim de alcançar uma execução sem batimentos, adquirindo deste modo a experiência e a sensação de ter alcançado uma boa afinação. Em seguida é possível expandir este conceito utilizando outros intervalos e escalas diversas, buscando adquirir o domínio da afinação em diferentes contextos musicais. Por este motivo, o acompanhamento do drone pode ser utilizado desde o início da prática dos instrumentos da família dos metais, pois ativaria a percepção musical desde o aquecimento até exercícios técnicos como a flexibilidade e outros constantes da rotina de fundamentos, substituindo a possibilidade de uma execução majoritariamente mecânica pelo uso de uma escuta ativa.

Outro ponto a ser destacado é que quando um músico, acompanhado de um drone, toca uma nota com boa qualidade de som e em perfeita afinação, o som do seu instrumento ressoará de forma muito positiva. Este é um ótimo exercício para músicos da família dos metais que frequentemente tocam com os tubos de afinação em uma posição incorreta (muito aberta ou muito fechada). Neste caso a única maneira de afinar seria através da embocadura ou *lipping*, porém o uso excessivo deste recurso pode prejudicar a musculatura labial além do som estar sempre fora do centro de ressonância, ocasionando em uma performance de pouca qualidade. Buscando conceber a nota em mente e tocando com o uso correto dos tubos de afinação, o músico poderá obter um som mais ressonante e de melhor qualidade, além de aliviar o trabalho dos lábios alcançando um melhor rendimento e tornando a performance musical mais eficiente.

### **3.4. Desenvolvimento da afinação na prática coletiva**

Como já mencionado, a prática coletiva é uma ferramenta muito importante para o ensino e desenvolvimento da percepção musical e suas vertentes. No campo da afinação, a prática de banda, orquestra ou coral, possibilita o estudo de outras técnicas, que não podem ser trabalhadas na prática individual. Mesmo que estratégias de desenvolvimento da afinação realizadas individualmente possam ser realizadas coletivamente, acima de tudo a prática em conjunto oferece a possibilidade destas estratégias serem abordadas de maneira mais ampla e em contextos diferentes.

De acordo com Pasqua (2001 apud POWELL, 2010, p.88, tradução nossa)<sup>27</sup> “é importante observar que a habilidade de identificar consonância tonal (ausência de batimentos) não garante a capacidade de tocar afinado. No entanto, este é um importante primeiro passo”. Em outras palavras, embora seja importante desenvolver habilidades de afinação no estudo individual, é necessário que durante a prática coletiva também sejam trabalhadas outras questões de afinação, pois através de instruções sobre como ouvir a harmonia e como tocar em conjunto com outras pessoas, o músico pode adquirir mais consciência de como corrigir e ajustar as frequências (LAUX, 2015, p. 111).

É importante observar que o ensino e a prática da afinação nos ensaios ou aulas coletivas não devem se resumir apenas à afinação inicial na qual os integrantes afinam seus instrumentos de acordo com um diapasão, alterando o tubo de afinação geral do instrumento, particularmente no caso dos instrumentos da família dos metais. O processo de afinação é constituído pelo uso frequente da escuta ativa a qual guia os contínuos ajustes nos diferentes contextos musicais. Desta forma, é importante que uma parte da prática coletiva seja dedicada especificamente para o ensino da afinação, a partir de exercícios que abrangem os diferentes cenários musicais passíveis de ocorrer durante uma performance.

Um estudo neste sentido, foi conduzido por Millsap (1999 apud DAVIS, 2019). Nesta pesquisa, a autora examinou os efeitos de exercícios de notas longas na afinação e qualidade do som de uma banda formada por alunos do sétimo ano escolar. Os participantes foram divididos em dois grupos, a saber, um grupo de tratamento e um grupo controle, participando do pré-teste e do pós-teste e tocando uma peça de banda gravada para análise posterior. Durante um período de nove semanas o grupo de tratamento praticou oito exercícios de notas longas na tonalidade de Si bemol maior, sendo que seis dos exercícios eram em uníssono e dois continham acordes. O grupo controle continuou com atividades normais.

As gravações contendo as performances dos grupos foram analisadas por trinta juízes experientes a fim de avaliar a afinação e qualidade de som geral. Aspectos individuais como qualidade do som, formação da embocadura, controle da respiração e percepção musical também foram analisados, porém com o uso de outros métodos. Millsap encontrou diferenças significativas entre os grupos. Os resultados mostraram que a afinação e a qualidade sonora do grupo de tratamento melhoraram consideravelmente do pré-teste ao pós-teste, se comparadas com o grupo controle. Além da melhora na qualidade sonora coletiva os dados também

---

<sup>27</sup> “It’s important to note that the ability to identify tonal consonance (‘beatlessness’) does not insure the capability for playing in tune. However, it is an important first step” (PASQUA, 2001 apud POWELL, 2010, p.88).

apontaram para uma melhora na qualidade sonora individual, que foi significativamente maior, novamente, se comparada ao grupo controle.

Exercícios coletivos de notas longas em diferentes padrões também são recomendados por outros autores. Hopkins (2012, p. 26) sugere a prática de notas longas no padrão de escala. Em cada nota da escala os integrantes devem tocar uma nota longa e em seguida deve haver uma pausa antes da nota seguinte para que esta seja ouvida mentalmente antes de ser tocada. Hopkins esclarece que este curto espaço de tempo entre uma nota e a outra imaginando a nota que será tocada, ajudará os integrantes do grupo a fazerem as correções necessárias de forma mais precisa, proposta esta que converge para o princípio da audição de Gordon (1989). Desta forma, neste exercício os integrantes estarão trabalhando tanto a manipulação de alturas e equilíbrio no conjunto como também sua compreensão musical.

Segundo Alexander (2012, p. 31) quando um grupo tem dificuldade para afinar um trecho musical, o tempo e a dinâmica devem ser diminuídos a fim de que os integrantes possam melhor compreender as informações musicais. Uma vez desenvolvida a compreensão e a afinação ajustada, o tempo e a dinâmica podem ser gradualmente aumentados, sempre mantendo o domínio dos aspectos trabalhados. South (2006, p. 2) também recomenda a prática de exercícios de nota longa em uníssono. Segundo ele, praticar uníssonos durante os ensaios ou aulas é uma ótima ferramenta para conscientizar os alunos de que a qualidade do som de cada aluno é importante para o grupo como um todo. Além disto, este exercício possibilita que os alunos treinem a afinação sem interferência de outro som diferente. A prática regular deste exercício contribui para uma sonoridade sólida e unificada de um naipe ou conjunto de instrumentos (ALEXANDER, 2012, p. 31).

A literatura indica que as recomendações acerca dos métodos para a prática de afinação de acordes nos conjuntos são muito semelhantes entre os pesquisadores (CROW, 2016; HOPKINS, 2012; SOUTH, 2006; STEENSTRUP, 2017). É importante ressaltar que estas recomendações são feitas geralmente considerando o sistema de afinação justa, o qual é mais comum nestes tipos de formação musical dado o fato que permite acordes mais ressonantes e que soam melhor em sua relação intervalar (HOPKINS, 2012; STEENSTRUP, 2017).

Hopkins (2012) e Steenstrup (2017) recomendam que a afinação das vozes dos acordes deve começar pela tônica, seguido da afinação da oitava da tônica, da quinta e por último da terça. Crow (2016) e South (2006) sugerem começar a afinação pela quinta, seguido da tônica, da oitava da tônica e por último da terça. Embora estas recomendações sejam diferentes a respeito da primeira nota do acorde a ser tocada, ambos os pesquisadores concordam acerca da terça ser afinada por último. Sobre esta ordem, Crow (2016, p. 58) explica que, obtendo uma

perfeita afinação do intervalo de quinta, os harmônicos naturais serão destacados, permitindo que os instrumentos ou vozes que tocarão a terça do acorde escutem melhor o som pretendido.

Da mesma forma que é fundamental ter as frequências dos intervalos ajustadas de acordo com a afinação justa, é importante também produzir um som ressonante. Corroborando com isto, South (2006, p. 1) afirma que a qualidade do som deve ser enfatizada desde o início do processo de formação musical e que a afinação coletiva só deve ser considerada quando os integrantes tiverem um som bem formado. Steenstrup (2017) ressalta que quando os instrumentos que tocam as vozes graves (por exemplo trombones e tubas) produzem um som rico em harmônicos, a afinação torna-se muito mais fácil, pois os instrumentos que tocam as vozes superiores podem escutar de modo mais nítido os harmônicos dos instrumentos graves, facilitando os ajustes das notas. Já nos casos em que os instrumentos graves produzem um som com poucos harmônicos, a afinação torna-se um processo mais difícil.

Partindo disto, McBeth (1972, p. 5) elaborou um diagrama para descrever o equilíbrio sonoro ideal de um conjunto. Esta pirâmide (Figura 22) consiste na representação de que, quanto mais grave for a tessitura do instrumento, maior deve ser o volume. O autor baseou-se nos princípios da série harmônica, na qual o harmônico fundamental tem mais intensidade, enquanto os harmônicos superiores diminuem de volume à medida que aparecem na sequência. Por isto, este conceito se encaixa melhor quando utilizado em conjunto com o sistema de afinação natural.

Portanto, no caso do naipe dos metais, o primeiro trompete por exemplo, tocará de forma mais suave enquanto a tuba tocará com mais intensidade. Isto porque segundo o autor, uma boa afinação é o resultado de um bom equilíbrio entre as vozes do grupo.

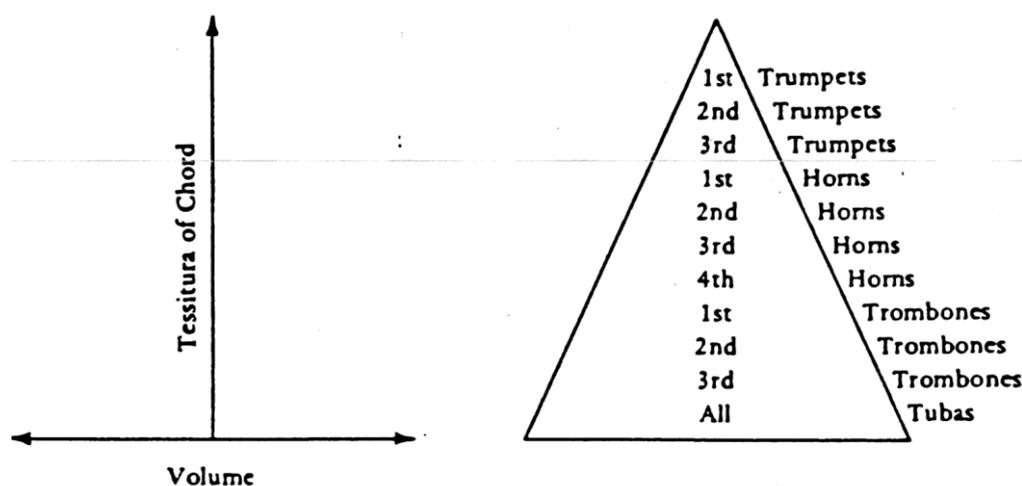


FIGURA 22 - Diagrama representando a relação entre tessitura e volume no naipe dos metais  
Fonte: Mcbeth (1972, p. 6)

Desta forma, pensando harmonicamente, os instrumentos que tocam a voz do baixo, devem tocar com mais intensidade, seguido dos instrumentos que tocam a voz do tenor, contralto e por último, dos que tocam a voz soprano, a qual deve ser executada com menos intensidade, como representado na Figura 23. Por conseguinte, após o alcance de um bom equilíbrio do grupo, segundo McBeth (1972) os integrantes que estiverem desafinados começarão a se ouvir melhor, oportunizando melhores ajustes na afinação.

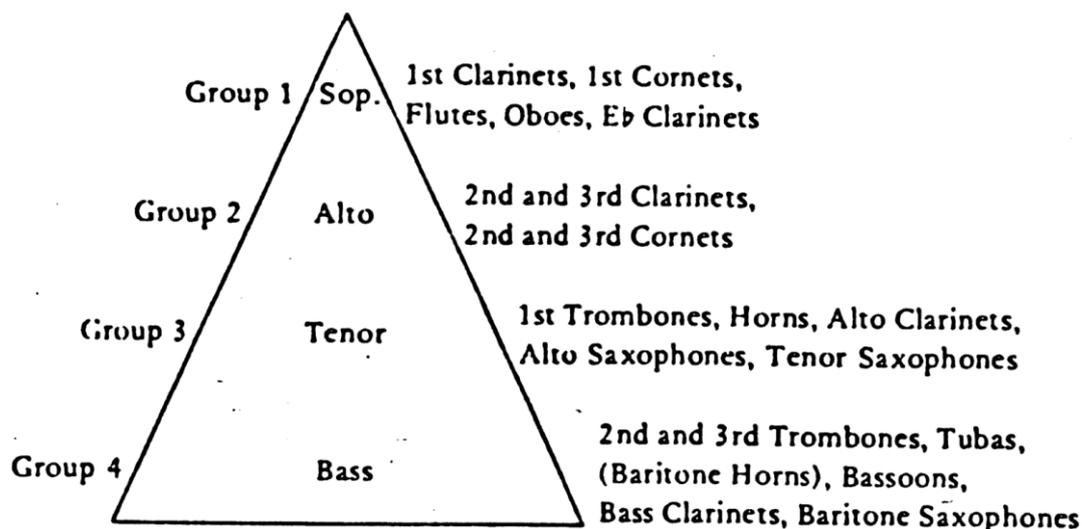


FIGURA 23 - Diagrama representando a relação entre a intensidade sonora com a função harmônica e os instrumentos de uma banda<sup>28</sup>  
 Fonte: McBeth (1972, p. 9)

Grande parte das recomendações encontradas na literatura acerca do processo e treino da afinação nos ensaios entram em consonância com os resultados obtidos na pesquisa de Silvey (2013). Neste estudo, 161 regentes de bandas escolares responderam um questionário que visava coletar dados a respeito de como os participantes organizavam e estruturavam seus ensaios, observando especialmente (a) os procedimentos de afinação preferidos, (b) os tipos de materiais de aquecimento usados nos ensaios e (c) a quantidade de tempo utilizada em aquecimento, ensaio e leitura à primeira vista. Em uma das questões acerca das técnicas mais trabalhadas durante o período de aquecimento, as mais mencionadas foram a qualidade do som, a afinação e o equilíbrio do conjunto, outro dado que satisfaz as recomendações da literatura sobre estes temas (MCBETH, 1972; SOUTH, 2006; STEENSTRUP, 2017).

Entre as estratégias de afinação citadas, vários participantes mencionaram a prática de escalas, acordes e a prática do canto e *humming* durante os ensaios, as quais entram em

<sup>28</sup> A divisão das vozes dos instrumentos é apenas uma sugestão, uma vez que o volume do som de cada instrumento depende da orquestração do compositor.

concordância com as recomendações de pesquisadores da área que reforçam a importância destas práticas para o desenvolvimento da afinação coletiva (ALEXANDER, 2012; HOPKINS, 2012; SOUTH, 2006).

South (2006, p. 2) recomenda, por exemplo, que o conjunto memorize um coral e o pratique diariamente, pois com a música executada de cor, os integrantes podem dedicar sua atenção inteiramente à escuta ativa. Já Alexander (2012, p. 29) recomenda que o grupo pratique dissonâncias fortes e com vibrato e que consonâncias sejam tocadas mais suaves e sem vibrato a fim de que os integrantes desenvolvam a consciência do processo da harmonia funcional (tensão e relaxamento), fazendo com que as progressões se tornem mais óbvias.

Corroborando com estas recomendações, Silvey (2013, p. 29) afirma que estas sequências com diferentes acordes e progressões ajudariam no desenvolvimento das habilidades aurais, uma vez que elas permitem que os estudantes experimentem fazer os ajustes de afinação. A mesma consonância entre os autores é encontrada com relação à atividade do canto ou *humming* durante os ensaios. Segundo Alexander (2012, p. 29) o canto viabiliza que os estudantes interiorizem as notas e as escutem antes mesmo de começarem a tocá-las. Com a mesma filosofia, Hopkins (2012, p. 24, tradução nossa) afirma que “ensinar aos alunos canções que podem ser cantadas bem como tocadas reforça o desenvolvimento auditivo”<sup>29</sup>. Desta forma os integrantes do conjunto terão uma maior compreensão do repertório ensaiado, viabilizando o desenvolvimento de outros aspectos como a musicalidade e a interpretação musical.

Embora a literatura e a prática estejam em concordância em alguns pontos, no estudo de Silvey (2013) divergências são encontradas acerca do uso de afinadores eletrônicos. Neste estudo, grande parte dos participantes relataram que afinadores eletrônicos eram usados durante os ensaios tanto para uma conferência individual da afinação bem como para produzir uma nota de referência para a afinação geral. O uso de acessórios tecnológicos como afinadores eletrônicos, aplicativos de smartphones, drones ou softwares de computadores possui grande importância, tanto para a pesquisa quanto para a performance. Uma das principais vantagens destas ferramentas, é que elas fornecem um feedback imediatamente após a performance, feedback este que no caso dos afinadores eletrônicos pode ser ao mesmo tempo visual e aural, viabilizando mais uma opção de referência. Deste modo segundo Schlegel & Springer (2018, p. 403) o uso de afinadores pode ser benéfico quando usado para identificar tendências de afinação do próprio instrumento, embora como visto anteriormente outros aspectos também interfiram na afinação.

---

<sup>29</sup> “Teaching students songs that can be sung as well as played reinforces aural development”(HOPKINS, 2012, p. 24).

No entanto, mesmo que esta ferramenta possua benefícios, muitos pesquisadores alertam para seu uso incorreto ou excessivo, que pode vir a tornar-se prejudicial (LAUX, 2015; SOUTH, 2006). Um dos principais motivos para este alerta é que a afinação de notas feita separadamente com o afinador não leva em conta a complexidade da afinação de acordes de acordo com a afinação justa, tendo em vista que este sistema é comumente usado nos grupos musicais com instrumentos de afinação variável. Além disto, muitos afinadores são desenvolvidos apenas de acordo com o temperamento igual (COY, 2012 apud LAUX, 2015, p. 36).

Deste modo, dependendo do contexto musical, o feedback providenciado pelo afinador pode estar equivocado, comprometendo desta forma os ajustes de afinação. Outro ponto a ser destacado é que o uso do afinador também pode comprometer o desenvolvimento auditivo pois, optando pela referência visual providenciada pelo aparelho, o músico pode acabar por descartar a referência auditiva. A escuta ativa é parte fundamental do processo de se tocar afinado, principalmente tratando-se da afinação justa onde a frequência de uma nota deva ser ora aumentada, ora abaixada dependendo do contexto.

Apesar de constituir-se numa importante referência, o afinador não pode resolver a longo prazo os problemas de afinação dos integrantes. Por este motivo é importante que professores, regentes e demais instrutores de bandas ou orquestras ao trabalharem a afinação do seu grupo, tratem a causa do problema e não apenas os sintomas (HOPKINS, 2012, p. 27). Ou seja, afinar intervalos e acordes isolados de longa duração como geralmente é feito durante os ensaios (MORRISON, 2000, p. 41), ou dar ordens verbais para tocar afinado parecem não contribuir para o desenvolvimento da percepção musical e da afinação. Estas dificuldades só poderão ser resolvidas se os integrantes forem instruídos a utilizar a escuta para identificar os batimentos causados pela desafinação e eliminá-los, compreendendo desta forma o que é soar afinado sem depender do afinador (SCHLEGEL; SPRINGER, 2018; SOUTH, 2006). Reafirmando este aspecto, um dos entrevistados na pesquisa de Silvey chegou a escrever: “cada estudante possui dois afinadores...um em cada lado da cabeça!”<sup>30</sup>(SILVEY, 2013, p. 29, tradução nossa).

Deste modo, embora seja evidente, é importante que durante os ensaios ou aulas coletivas, os regentes ou professores reforcem e encorajem os instrumentistas a direcionarem sua atenção aos músicos vizinhos e ao grupo como um todo através da escuta (CROW, 2016, p. 54). Utilizando esta técnica para a afinação, além de economizar tempo, estariam transferindo

---

<sup>30</sup> “Each student provides two tuners...one on each side of their head!” (SILVEY, 2013, p. 29).

ao aluno a responsabilidade por ouvir a diferença de afinação (SOUTH, 2006, p. 2). Desta forma o conjunto como um todo estaria mais atento e desenvolvendo a habilidade da escuta ativa, a qual poderá ser igualmente utilizada durante o ensaio do repertório, possibilitando ao integrante fazer ajustes através da comparação do seu som com o som produzido pelos outros integrantes.

South (2006, p. 2) também recomenda que após a afinação de um acorde durante o ensaio, os integrantes marquem com uma flecha a direção em que devem ajustar a altura da nota para que esteja afinada. Embora esta estratégia não esteja diretamente ligada com a escuta em si, ela contribui para a conscientização do músico acerca da tendência de afinação tanto do seu instrumento como da sua função no acorde. Desta maneira o processo de afinação será otimizado, pois através da sinalização na partitura o aluno pode programar antecipadamente os ajustes necessários para a afinação da nota. Da mesma forma, com o objetivo de conscientizar os integrantes, Davis (2019, p. 57) relata que uma das estratégias recomendadas por regentes de bandas é a criação de tabelas individuais com as tendências de afinação de cada aluno. Uma vez que cada integrante saiba suas tendências de afinação nas notas em que tem dificuldades para afinar, o regente economizará o tempo do ensaio gasto com a identificação e correção de erros individuais.

Segundo Silvey, Nápoles e Springer (2019, p. 393, tradução nossa) “parece axiomático que quanto mais ferramentas para instrução o professor tiver para ensinar sobre a afinação, maior será a possibilidade de seus alunos aprenderem a tocar com boa afinação”<sup>31</sup>. No entanto, embora dispor de várias opções para trabalhar a afinação do grupo possa ser benéfico para os regentes, é importante que estes busquem conhecer as particularidades do seu grupo, para que desta forma, os métodos e estratégias sejam aplicados da maneira mais apropriada de acordo com o nível técnico em que se encontra o conjunto (SILVEY, 2013, p. 29).

Sendo assim, através da análise das pesquisas apresentadas ao longo do texto, podemos destacar algumas conclusões a respeito das estratégias para desenvolvimento da afinação nos instrumentos da família dos metais. Os exercícios de vocalização apresentam maior eficácia para o desenvolvimento da afinação em alunos de nível iniciante e quando são aplicados durante um longo período de dias ou semanas (ELLIOTT, 1974; SCHLACKS, 1981). Quando praticada por pouco tempo, a vocalização não apresenta uma contribuição significativa para o desenvolvimento da afinação (SMITH, 1984 apud POWELL, 2010; SILVEY; NÁPOLES; SPRINGER, 2019). Além disto, a vocalização pode ser mais benéfica para o desenvolvimento

---

<sup>31</sup> “It seems axiomatic that the more instructional tools the teacher has for teaching intonation, the greater the possibility that the students can learn to perform with good intonation” (SILVEY; NÁPOLES; SPRINGER, 2019, p. 393).

da afinação, quando seguida pela performance no instrumento (SCHLACKS, 1981). O solfejo também se mostra um excelente meio para o domínio da afinação nos instrumentos da família dos metais, sobretudo quando feito a partir da série harmônica e sub-harmônica (FREIRE, 2016b).

A prática do *buzzing* com o bocal, além de ser benéfica para o desenvolvimento técnico dos instrumentistas da família dos metais, também é apontada como um excelente caminho para desenvolver a conexão entre o cérebro e os lábios. (STEENSTRUP, 2017). No entanto, para que esta prática contribua plenamente para o desenvolvimento da afinação, os músicos devem ter um certo domínio técnico, pois a falta deste, interfere negativamente tanto na afinação quanto na qualidade do som (BEGHTOL, 2017).

O uso do acompanhamento apresentou resultados positivos no que se refere ao desenvolvimento da afinação mesmo em contextos musicais diferentes (escala, intervalos harmônicos ou melodia) (GERINGER, 1978; SCHEFFER, 2012; ZABANAL, 2019a). Participantes das pesquisas que foram submetidos à um período considerável de tratamento praticando exercícios com o uso de algum acompanhamento, melhoraram a percepção musical e a afinação significativamente mais do que os participantes do grupo controle, que não realizaram nenhum treinamento (GERINGER, 1978; SCHEFFER, 2012). Contudo, diferentes timbres de acompanhamento podem dificultar a afinação, sobretudo quando o tempo de tratamento e a experiência musical são limitados (LAUX, 2015; ZABANAL, 2019a, 2019b).

A prática coletiva, seja essa no contexto de uma aula ou ensaio, expande as possibilidades para o desenvolvimento da afinação. Através de exercícios coletivos de notas longas contendo uníssonos e acordes, os integrantes podem melhorar a qualidade do som individual e o equilíbrio, aspectos estes que contribuem diretamente para uma melhor afinação do conjunto (ALEXANDER, 2012; MILLSAP, 1999 apud DAVIS, 2019; MCBETH, 1972; SOUTH, 2006). Através da literatura consultada é possível observar que a prática de cantar uma música para coral ou do repertório ensaiado contribui para que cada integrante do grupo desenvolva a compreensão musical necessária para uma execução afinada (ALEXANDER, 2012; HOPKINS, 2012; SILVEY, 2013; SOUTH, 2006). Ademais, a prática coletiva incentiva cada integrante a utilizar a escuta ativa, atentando-se tanto para o seu som quanto para o som dos colegas, viabilizando correções mais corretas, uma vez que a sonoridade individual interfere na sonoridade do grupo como um todo (CROW, 2016; SOUTH, 2006; STEENSTRUP, 2017). Embora o uso de acessórios eletrônicos, como por exemplo os afinadores, possa ser benéfico para indicar tendências de afinação do instrumento e dar um feedback imediato (SCHLEGEL; SPRINGER, 2018), os pesquisadores alertam para o uso incorreto ou excessivo desta

ferramenta. Em grupos musicais em que se utiliza o sistema de afinação natural, o feedback dos afinadores eletrônicos pode estar incorreto, uma vez que não leva em conta a complexidade da afinação de acordes na afinação justa (LAUX, 2015; SOUTH, 2006).

Observamos, portanto, que cada estratégia demanda uma atenção especial quanto a sua utilização, seja de acordo com o contexto musical, período de utilização ou nível de experiência musical e técnica do instrumento. Deste modo, após as análises e conclusões obtidas através destas pesquisas partiremos agora para as conclusões finais da dissertação.

## CONCLUSÃO

A presente pesquisa buscou discutir quais estratégias podem contribuir para o desenvolvimento da afinação nos instrumentos da família dos metais. Tendo em vista que estes instrumentos não possuem afinação fixa e necessitam fazer ajustes de frequência antes e durante uma performance musical, buscamos encontrar na literatura estudos que pudessem nos fornecer respostas sobre quais abordagens podem ser adotadas para a realização de uma execução musical afinada, analisando os procedimentos de cada pesquisa e comparando-as com o intuito de criar uma reflexão sobre o tema.

Observamos ao longo deste trabalho que o aprimoramento da afinação nos instrumentos da família dos metais não se limita a apenas uma única estratégia ou método de ensino específico, mas sim, é um processo a ser desenvolvido ao longo do tempo, dividido em várias etapas. A base de uma boa afinação consiste no refinamento da percepção musical pois esta capacidade permite ao músico identificar as diferenças entre os sons musicais, compreendendo os elementos que os compõe. Sem esta habilidade, o músico não terá como direcionar os ajustes de afinação no seu instrumento, este aspecto com isto convertendo-se em mais um obstáculo para uma performance afinada.

O conhecimento teórico também é uma parte importante do processo uma vez que oferece subsídio para que o músico possa desenvolver sua compreensão musical. Deste modo é essencial um conhecimento do sistema de afinação usado na sua performance para que se busque classificar as notas percebidas auditivamente, de acordo com o contexto musical. Esta conexão entre as informações previamente internalizadas e as informações recebidas durante a performance é o que caracteriza uma percepção musical desenvolvida.

É de ressaltar-se, entretanto, que apenas o bom desenvolvimento da percepção musical não é unicamente suficiente para se tocar afinado. Embora possuir a capacidade de identificar pequenas diferenças entre os sons musicais e dispor de um sólido conhecimento teórico sejam inquestionavelmente de importância para o desenvolvimento da afinação, para se alcançar esta última de modo ótimo dependemos ainda de um bom domínio técnico do instrumento. Este aspecto está relacionado ao conhecimento das tendências de afinação do instrumento tanto quanto à utilização hábil dos recursos colocados à nossa disposição para os devidos ajustes visando a afinação das notas produzidas em si. Desta forma entendemos que uma performance afinada depende da interação destas duas principais áreas: a percepção musical de um lado, o domínio técnico do instrumento de outro.

Levando em conta a importância da correlação destes elementos foi o que nos levou a analisar as estratégias para o desenvolvimento da afinação. Procuramos apresentar cada estratégia relacionando-as como partes de um processo mais amplo visto a constituição deste em várias etapas. Desse modo, cada estratégia apresentando seu nível de complexidade, quanto mais complexa, maior deverá ser o conhecimento técnico e musical acumulado pelo instrumentista.

A vocalização, uma das principais estratégias da literatura, se mostrou uma importante ferramenta para o desenvolvimento da afinação em qualquer instrumento não temperado. Observamos que a proximidade entre esta prática e a execução de um instrumento da família dos metais constitui-se em ponto importantíssimo, com certeza para todos os efeitos, mas sobretudo no que tange o desenvolvimento da afinação. Esta prática é de fato fundamental para estes instrumentos pois quando exercida de modo correto, reforça a ligação do som estabelecido e compreendido na mente do músico com o som reproduzido por sua voz. Assim, acreditamos que a vocalização possa ser um ponto de partida para a transferência de aspectos cognitivos para aspectos de ordem fisiológica, neste caso a vibração das cordas vocais. Considerando que cantar uma nota é um processo natural, bem mais do que tocar um instrumento da família dos metais, esta prática poderia ser adotada desde o início da aprendizagem musical.

O solfejo tendo como um dos seus componentes a vocalização, também se mostra uma ferramenta potencial para o desenvolvimento da afinação, principalmente pelo fato de que nesta prática em particular existe a presença de mais um componente importante: a leitura da partitura. A inclusão deste elemento permite a associação da notação musical com o som concebido mentalmente seguido de sua emissão pela voz. Por essa razão o solfejo é frequentemente recomendado por professores de instrumentos de afinação não fixa ao instruir alunos estudando alguma obra do repertório. Com os professores incentivando seus alunos a desenvolverem uma maior compreensão sobre o que estão estudando, por meio da associação entre a partitura e o que está sendo formado na mente dos jovens intérpretes, concernente notadamente as diversas alturas, através uma vocalização afinada, pode-se prever um resultado mais do que exitoso.

Somente após desenvolvida a conexão entre o som compreendido mentalmente e a reprodução deste por meio das cordas vocais, o *buzzing* com o bocal pode vir a ser utilizado como uma outra estratégia igualmente benéfica para o desenvolvimento da afinação. Isto porque, através das observações colhidas ao longo de nosso trabalho, pudemos notar que esta prática depende, principalmente e novamente, de dois pilares para ser desenvolvida com êxito, os mesmos a que nos referimos anteriormente quais sejam: a compreensão musical e o domínio

técnico. Acerca deste último elemento, embora a exigência técnica do *buzzing* com bocal não seja a mesma que a solicitada para tocar-se um instrumento, esta prática exige um grande controle da embocadura para que o músico consiga converter o som compreendido internamente numa vibração labial. Por este motivo, esta estratégia para o desenvolvimento da afinação nos instrumentos da família dos metais não é recomendada para músicos que tenham pouco domínio técnico e pouco desenvolvimento musical, pensamos nos iniciantes por exemplo, tornando-se por outro lado uma importante ferramenta quando estes dois elementos estão aperfeiçoados.

Tendo em vista que o desajuste de frequência entre dois sons gera o que se denomina por batimentos, a utilização de um acompanhamento durante o estudo individual proporciona um suporte maior ao músico para desenvolver a afinação, esteja ele cantando, fazendo o *buzzing* com o bocal ou tocando seu instrumento. No entanto, o sucesso neste caso também está relacionado ao timbre do instrumento usado como acompanhamento.

A afinação com outro timbre, que não seja familiar ao músico, torna-se uma tarefa mais difícil, motivo pelo qual é inicialmente recomendado desenvolver o estudo a partir de timbres familiares e variar gradativamente, até alcançar o hábito de afinar com outros timbres. É importante salientar também que quando o acompanhamento for harmônico, o músico necessita ter a compreensão musical de como deve soar cada intervalo em comparação com a referência, considerando o sistema de afinação no qual se baseia sua execução.

Após alcançado o domínio técnico do instrumento e a compreensão de como usar este conhecimento para fazer ajustes na frequência das notas de acordo com o contexto musical, a prática coletiva também pode ser adotada, por se mostrar um excelente laboratório para o desenvolvimento da afinação. Este ambiente proporciona a interação de vários integrantes, sendo, portanto, necessário e esperado por parte do músico dispor de mais atenção, observando o seu próprio som e o som do grupo como um todo. A identificação de diferenças através da percepção musical dá suporte ao músico para realizar ajustes na intensidade, na qualidade do som e evidentemente, na afinação, tendo como referência os outros instrumentos e o contexto musical em que se encontra. No entanto quando o músico não tem este entendimento, mesmo o auxílio de um afinador eletrônico ou de informações verbais ou gestuais não poderão contribuir para o desenvolvimento da afinação, estas ações por certo ligadas ao fazer, mas não obrigatoriamente ao compreender.

Considerando que o desenvolvimento da afinação nos instrumentos da família dos metais é um processo, notamos na análise das pesquisas que um dos elementos mais importantes para ser levado em consideração é o tempo, seja este relativo à duração das atividades realizadas

pelo instrumentista, seja aquele relativo ao processo como um todo. Sendo assim, quanto maior for o tempo de desenvolvimento musical e instrumental, maior será a chance de o músico desenvolver a habilidade de afinação.

Desta maneira, assim como um bom desenvolvimento da afinação também está ligado a um bom desenvolvimento musical, é importante que desde o início da aprendizagem, o instrumentista seja estimulado a utilizar a percepção musical e a desenvolvê-la a partir do treinamento auditivo, cantando em corais, ou ainda a partir da aprendizagem de um instrumento musical mais acessível, como por exemplo a flauta doce. Nesse contexto o músico já estaria trabalhando a conexão entre a leitura, a percepção musical e a coordenação motora, semelhantemente ao tocar um instrumento da família dos metais, mas com a vantagem de não serem abordados os aspectos mais complexos de execução inerentes a este grupo.

Tendo em vista que grande parte dos músicos que tocam algum instrumento da família dos metais iniciam sua formação a partir de projetos sociais de bandas ou fanfarras, as quais são muito tradicionais em nosso país, uma discussão sobre estratégias para o desenvolvimento da afinação nestes instrumentos torna-se um material de grande importância para os professores e regentes destas instituições. Assim como é importante para o professor saber como instruir seus alunos a usarem a técnica do instrumento guiando-se pelas necessidades percebidas através da percepção musical, é igualmente importante o regente ter conhecimento quais os aspectos a serem trabalhados para uma melhor afinação do conjunto como um todo. A aplicação dos conceitos desenvolvidos nesta pesquisa na formação musical dos integrantes de uma banda ou de uma fanfarra pode contribuir significativamente para um bom desenvolvimento musical.

Esperamos que as análises e reflexões aqui levantadas possam servir como referência para a realização de outras pesquisas nas áreas de percepção musical, afinação e execução musical em instrumentos da família dos metais. Levando em conta que esta pesquisa se limitou à análise da produção bibliográfica, outras pesquisas, por exemplo, de caráter experimental, podem igualmente ser realizadas, buscando uma aplicação das questões discutidas ou replicando os estudos analisados, sempre com este foco ao qual nos dedicamos com especial interesse, o desenvolvimento da afinação nos instrumentos da família dos metais.

## REFERÊNCIAS

ALEXANDER, Michael. 20 Ways to Get Your String Orchestra to Play in Tune. *Southwestern Musician*, Texas, v. 8, p. 28–30, Setembro/2012.

ALPERT, Michael K. *A trompa natural para o trompista moderno*. 2010. Tese (Doutorado em Música). Escola de Comunicações e Artes, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

ASSIS, A. C. *et al.* Música e história: desafios da prática interdisciplinar. In: BUDASZ, Rogério (Org.). *Pesquisa em música no Brasil: métodos, domínios, perspectivas*. Goiânia: ANPPOM - Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Música, 2009, p. 5-39.

BARBOUR, James, M. *Tuning and Temperament: a historical survey*. Dover ed. Nova Iorque: Michigan State College Press, 2004.

BEGHTOL, Jason, W. *The Effect of a Researcher Composed Mouthpiece Buzzing Routine on the Intonation and Tone Quality of Beginning Band Brass Students*. 2017. Tese (PhD) University of Mississippi, 2017.

BENSON, Wilma L. *The effect of tuning stimulus vibrato, timbre, and frequency on tuning accuracy of university, high school, and junior high school instrumentalists*. 1995. Louisiana State University and Agricultural & Mechanical College, Louisiana, 1995.

BISCHOFF, Juliana S. Discutindo a afinação em canto: uma pesquisa com professores do ensino superior em música A voz como instrumento musical. In: ENCONTRO REGIONAL SUDESTE DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO MUSICAL, 11, 2018, São Carlos. *Educação Musical em tempos de crise: percepções, impactos e enfrentamentos*. São Carlos: Associação Brasileira de Educação Musical, 2018. Disponível em: <<http://abemeducacaomusical.com.br/conferencias/index.php/sd2018/regsd/paper/viewFile/3236/1755>> Acesso em 13 set, 2019.

BYO, J. L.; SCHLEGEL, A. L.; CLARK, N. A. Effects of Stimulus Octave and Timbre on the Tuning Accuracy of Secondary School Instrumentalists. *Journal of Research in Music Education*. V. 58, n. 4, p. 316–328, jan/2011. Disponível em <<https://www.jstor.org/stable/40961657>> Acesso em 07 jan 2021.

CAZDEN, Norman. Musical Consonance and Dissonance: A Cultural Criterion. *The Journal of Aesthetics and Art Criticism*. Oxford. v. 4, n. 1, p. 3–11, 1945. Disponível em <<https://www.jstor.org/stable/426253>> Acesso em 8 jan 2020.

CROW, Andrew. A Prioritized Approach to Improving Choral Intonation. *The Choral Journal*. V. 57, n. 5, p. 53–61, 30 mar. 2016. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/24883824>> Acesso em 07 jan 2021

DAVIS, Joshua M. *Expert Middle School Band Directors' Pedagogical Approaches to Intonation Instruction*. 2019. Tese (PhD). Universidade da Florida, Gainesville, 2019.

DISSENHA, Fernando. *Embocadura*. Disponível em: <[http://www.dissenha.com/bocal\\_duvida05.htm#embocadura](http://www.dissenha.com/bocal_duvida05.htm#embocadura)> Acesso em 21 jun 2021

DODGE, Charles; JERSE, Tomas A. *Computer Music: Synthesis, Composition and Performance*. 2. ed. Massachusetts: Schirmer Books, 1997.

ELLIOTT, Charles A. Effect of Vocalization on the Sense of Pitch of Beginning Band Class Students. *Journal of Research in Music Education*. V. 22, n. 2, p. 120–128, 28 jan. 1974. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/3345312>> Acesso em 28 jan 2021

ELY, Mark C. Effects of Timbre on College Woodwind Players' Intonational Performance and Perception. *Journal of Research in Music Education*. V. 40, n. 2, p. 158–167, 1 jul. 1992. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/3345565>>. Acesso em 23 abr 2021

FONSECA, D. A. L. *O trombone e as suas atualizações. Sua história, técnica e programas universitários*. 2008. Dissertação (Mestrado em Musicologia). Escola de Comunicação e Artes, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

FREIRE, Ricardo D. Caracterização do processo de Ação Simultânea (AS) na performance e percepção em tempo real. In: Anais do SIMPÓSIO DE COGNIÇÃO E ARTES MUSICAIS, 4, 2008, São Paulo. *Cognição Musical: aspectos multidisciplinares*. São Paulo: Editora Paulistana, 2008, p. 54-60. Disponível em: <[https://www.academia.edu/14966905/Caracterização\\_do\\_processo\\_de\\_Ação\\_Simultânea\\_AS\\_na\\_performance\\_e\\_percepção\\_em\\_tempo\\_real](https://www.academia.edu/14966905/Caracterização_do_processo_de_Ação_Simultânea_AS_na_performance_e_percepção_em_tempo_real)> Acesso em 02 set 2019

\_\_\_\_\_. Articulações entre imitação e memória nos processos de percepção musical. In: CORRÊA, Antenor F (Org.). *A mente Musical em uma perspectiva interdisciplinar*. Brasília: Editora UnB, 2015. Disponível em: <[https://www.academia.edu/33975181/Articula%C3%A7%C3%B5es\\_entre\\_imita%C3%A7%C3%A3o\\_e\\_mem%C3%B3ria\\_nos\\_processos\\_de\\_percep%C3%A7%C3%A3o\\_musical](https://www.academia.edu/33975181/Articula%C3%A7%C3%B5es_entre_imita%C3%A7%C3%A3o_e_mem%C3%B3ria_nos_processos_de_percep%C3%A7%C3%A3o_musical)> Acesso em 10 dez 2020

\_\_\_\_\_. Como será que eu afino? A relação entre sistemas de afinação e parâmetros de afinação na performance musical. *Revista Música Hodie*. Goiânia, v. 16, n. 2, p. 133–144, 2016a.

\_\_\_\_\_. Utilização da série harmônica e da série sub-harmônica como recurso pedagógico em aulas de percepção musical e solfejo. In: Anais do SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COGNIÇÃO E ARTES MUSICAIS, 12, 2016. *Cognição musical e sua inserção na pesquisa em Música na atualidade* Porto Alegre. 2016b, p. 311-319

GERINGER, John M. Intonational Performance and Perception of Ascending Scales. *Journal of Research in Music Education*. V. 26, n. 1, p. 32–40, 1978. Disponível em: < <https://www.jstor.org/stable/3344787>> Acesso em 16 mar 2021

GERINGER, J. M.; MADSEN, C. K.; DUNNIGAN, P. Trumpet Tone Quality versus Intonation Revisited: Two Extensions. *Bulletin of the Council for Research in Music Education*, N. 148, p. 65–76, 26 abr. 2001. Disponível em: < <https://www.jstor.org/stable/40319079>> Acesso em 22 dez 2020

GERINGER, J. M.; WORTHY, M. D. Effects of Tone-Quality Changes on Intonation and Tone-Quality Ratings of High School and College Instrumentalists. *Journal of Research in Music Education*. V. 47, n. 2, p. 135–149, 26 abr. 1999. Disponível em: < <https://www.jstor.org/stable/3345719>> Acesso em 23 abr 2021

GOLDEMBERG, Ricardo. A prática da entoação nos instrumentos de afinação não-fixa. *Opus*. Goiânia, v. 13, n. 1, p. 65–74, jun. 2007.

GORDON, Edwin E. Audiation, Music Learning Theory, Music Aptitude, and Creativity. *Suncoast Music Education Forum on Creativity*. Gainesville, p. 75–81, 1989.

\_\_\_\_\_. *Learning Sequences in Music: A Contemporary Music Learning Theory*. Chicago: GIA Publications, 2012.

HARNONCOURT, Nikolaus. *O Discurso dos Sons - Caminhos para uma nova compreensão musical*. Tradução de: FAGERLANDE, Marcelo. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1988.

HELMHOLTZ, Herman Von. *On the sensations of tone as a physiological basis for the theory of music*. 3 ed. Londres: Longmans, Green and Co., 1895.

HENRIQUE, Luís L. *Acústica Musical*. 3 ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2002.

HOPKINS, M. Strategies for improving the intonation of your orchestra. *American String Teacher*. Fairfax, v. 62, p. 24–28, 1 nov. 2012. Disponível em: < <https://www.researchgate.net/publication/282849732>> Acesso em 18 mar 2021

KARRICK, Brant. *An Examination of the Intonation Tendencies of Advanced Wind Instrumentalists Based on Their Performance of Selected Musical Intervals*. 1994. Tese (PhD) LSU Historical Dissertations and Theses, Louisiana, 1994

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. *Journal of Research in Music Education*. V. 46, n. 1, p. 112–127, 20 maio 1998. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/3345764>> Acesso em 18 mar 2021

KHATTAR, Albert S. *Tuba: sua história, o panorama histórico no Brasil, o repertório solo brasileiro, incluindo catálogo e sugestões interpretativas de três obras*. 2014. Dissertação (Mestrado em Música). Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Artes, Campinas, 2014.

KING, E. G. Performance em conjunto. In: CHUEKE, Zelia (Org.). *Leitura, Escuta e Interpretação*. Curitiba: Editora UFPR, 2019, p. 183-212.

LAUX, Charles C. *The Effect of a Tonic Drone Accompaniment on the Pitch Accuracy of Scales Played by Beginner Violin and Viola Students*. 2015. Tese (PhD). Ohio State University, Columbus, 2015.

MARTINEZ, Elizabeth C. *O Projeto Guri e a Percepção Harmônica em Crianças de 6 a 9 Anos: Um Estudo Sobre a Aquisição do Conhecimento da Tonalidade e da Harmonia No Contexto do Ensino Coletivo de Instrumentos em São Paulo*. 2014. Tese (Doutorado em Música). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014.

MCBETH, F. W. *Effective Performance of Band Music*. San Antonio: Southern Music Company, 1972.

MORRISON, Steven J. Effect of Melodic Context, Tuning Behaviors, and Experience on the Intonation Accuracy of Wind Players. *Journal of Research in Music Education*. V. 48, n. 1, p. 39–51, 2000. Disponível em: < <https://www.jstor.org/stable/3345455>> Acesso em 17 set 2019

MORRISON, S. J.; FYK, J. Intonation. In: PARNCUTT, R; MCPHERSON, G. E. (Org.). *The Science and psychology of music performance: creative strategies for teaching and learning*. Nova Iorque: Oxford University Press, 2002, p. 183–197.

MYERS, Arnold. How brass instruments work. In: WALLACE, J.; HERBERT, T. (Org.) . *The Cambridge Companion to Brass Instruments*. Cambridge: Cambridge University Press, 1997, p. 19–23.

OTUTUMI, C. H. V. *Percepção Musical: situação atual da disciplina nos cursos superiores de música*. 2008. Dissertação (Mestrado em Música). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

PLATT, J. R.; RACINE, R. J. Effect of frequency, timbre, experience, and feedback on musical tuning skills. *Perception & Psychophysics*. V. 38, n. 6, p. 543–553, 1985. Disponível em: <<https://doi.org/10.3758/BF03207064>> Acesso em 23 abr 2021

POWELL, S. R. Wind instrument intonation: A research synthesis. *Bulletin of the Council for Research in Music Education*. N. 184, p. 79–96, 2010. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/27861484>> Acesso em 22 dez 2020

ROSSING, T. D.; MOORE, R. F.; WHEELER, P. A. *The Science of Sound*. 3. ed. Harlow: Pearson Education Limited, 2014.

SACHS, C. *The history of musical instruments*. Nova Iorque: WW Norton e Company, 1940.

SCHEFFER, Jorge A. *Desenvolvimento da percepção auditiva na aprendizagem do trompete: avaliação de estudos coletivos adotados pelo projeto GURI*. 2012. Dissertação (Mestrado em Educação Musical/Cognição). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

SCHLACKS, William F. *The Effect Of Vocalization Through An Interval Training Program Upon The Pitch Accuracy Of High School Band Students*. Tese (PhD). Universidade de Miami, Miami, 1981.

SCHLEGEL, A. L.; SPRINGER, D. G. Effects of accurate and inaccurate visual feedback on the tuning accuracy of high school and college trombonists. *International Journal of Music Education*. V. 36, n. 3, p. 394–406, 2018. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/324705343\\_Effects\\_of\\_accurate\\_and\\_inaccurate\\_visual\\_feedback\\_on\\_the\\_tuning\\_accuracy\\_of\\_high\\_school\\_and\\_college\\_trombonists](https://www.researchgate.net/publication/324705343_Effects_of_accurate_and_inaccurate_visual_feedback_on_the_tuning_accuracy_of_high_school_and_college_trombonists)> Acesso em 16 ago 2019

SILVA, R.; GOLDEMBERG, R. A Audição em músicos profissionais: um estudo de caso. *Revista da ABEM*. Londrina, v. 21, p. 119–130, 2013.

SILVA, Vagner R. *Trompa grave e trompa aguda: um estudo da tessitura da trompa com base nos principais modelos que foram referência para as composições orquestrais*. 2012. Dissertação (Mestrado em Música). Departamento de Música da Escola de Comunicação e Artes, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

SILVEY, Brian. Missouri High School Band Directors' Reports of Tuning Procedures, Warm-Up Materials, and Rehearsal Time Allocation. *Missouri Journal of Research in Music Education*. V. 50, p. 20–32, 2013. Disponível em: < <https://mmea.net/mjrme-archive-full-issues/>> Acesso em 06 abr 2021

SILVEY, B. A.; NÁPOLES, J.; SPRINGER, D. G. Effects of Pre-Tuning Vocalization Behaviors on the Tuning Accuracy of College Instrumentalists. *Journal of Research in Music Education*. V. 66, n. 4, p. 392–407, 2019. Disponível em: < <https://doi.org/10.1177/0022429418806304>> Acesso em 16 set 2019

SNOW, Donald B. *A conductor's guide to wind instrument deficiencies: A practical addendum to the undergraduate conducting text*. 2006. Tese (PhD) University of Southern Mississippi, Mississippi, 2006.

SOBREIRA, Sílvia. Afinação E Desafinação. *Augustus*. Rio de Janeiro, v. 07, n. 14, p. 58–72, 2002.

SOUTH, James. *Band and Orchestra Intonation- Teaching an Ensemble Skill*. 2006. Disponível em: <[https://www.midwestclinic.org/user\\_files\\_1/pdfs/clinicianmaterials/2006/james\\_south.pdf](https://www.midwestclinic.org/user_files_1/pdfs/clinicianmaterials/2006/james_south.pdf)>. Acesso em 10 set 2019.

STEENSTRUP, Kristian. *Blow Your Mind*. Edição do Kindle. Aarhus: Royal Academy of Music, 2017.

SULPICIO, Carlos A. *Transformação e formação da técnica do trompete: de Monteverdi a Stockhausen*. 2012. Tese (Doutorado em Música). Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2012.

THOMPSON, James. *The Buzzing Book*. 2. ed. Vuarmarens: Éditions Bim, 2001.

WILLEMS, Edgar. *El oído musical: la preparación auditiva del niño*. 5. ed. Barcelona: Paidós, 2001.

WORTHY, Michael D. Effects of Tone-Quality Conditions on Perception and Performance of Pitch among Selected Wind Instrumentalists. *Journal of Research in Music Education*. V. 48, n. 3, p. 222–236, 26 abr. 2000. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/3345395>> Acesso em 23 set 2019

YARBROUGH, C.; KARRICK, B.; MORRISON, S. J. Effect of Knowledge of Directional Mistunings on the Tuning Accuracy of Beginning and Intermediate Wind Players. *Journal of Research in Music Education*. V. 43, n. 3, p. 232–241, 27 abr. 1995. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/3345638>> Acesso em 27 abr 2021

YARBROUGH, C.; MORRISON, S. J.; KARRICK, B. The Effect of Experience, Private Instruction, and Knowledge of Directional Mistunings on the Tuning Performance and Perception of High School Wind Players. *Bulletin of the Council for Research in Music Education*. N. 134, p. 31–42, 27 abr. 1997. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/40318878>> Acesso em 27 abr 2021

ZABANAL, J. R. A. *Effects of Different Instrumental Accompaniment on the Intonation of High School and Collegiate Violinists, Violists, and Cellists*. 2019. Tese (PhD) Florida State University Florida, Tallahassee, 2019a.

\_\_\_\_\_. Effects of Short-Term Practice With a Tonic Drone Accompaniment on Middle and High School Violin and Viola Intonation. *String Research Journal*. V. 9, n. 1, p. 51–61, 2019b.

ZUMPANO, N. G.; GOLDEMBERG, R. Princípios de técnica e história do temperamento musical. *Sonora*, Campinas, v. 2, n. 4, p. 1–10, 2007.