



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE LETRAS E ARTES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MÚSICA
DOUTORADO EM MÚSICA
UNIRIO

O USO DO TONOSCÓPIO COMO ESTÍMULO SINESTÉSICO AUDIOVISUAL NA
ESTRATÉGIA DE DESENVOLVIMENTO DA PERCEPÇÃO MUSICAL:
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA PARA SUA IMPLEMENTAÇÃO.

ROSANE NASCIMENTO DE ALMEIDA

RIO DE JANEIRO, 2017

O USO DO TONOSCÓPIO COMO ESTÍMULO SINESTÉSICO AUDIOVISUAL NA
ESTRATÉGIA DE DESENVOLVIMENTO DA PERCEPÇÃO MUSICAL:
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA PARA SUA IMPLEMENTAÇÃO.

por

ROSANE NASCIMENTO DE ALMEIDA

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação
em Música do Centro de Letras e Artes da
UNIRIO, como requisito parcial para a
obtenção do grau de Doutor, sob a orientação
da Professora Dr. ^a Silvia Maria Pires Cabrera
Berg (USP-RP)

Rio de Janeiro, 2017

A444 Almeida, Rosane Nascimento de
O uso do tonoscópio como estímulo sinestésico audiovisual na estratégia de desenvolvimento da percepção musical: fundamentação teórica para sua implementação. / Rosane Nascimento de Almeida. -- Rio de Janeiro, 2017.

269 p

Orientadora: Silvia Maria Pires Cabrera Berg.
Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Música, 2017.

1. Percepção Musical . 2. Tonoscópio . 3. Neurociência Cognitiva Musical. 4. Sinestesia . 5. Acústica Musical. I. Berg, Silvia Maria Pires Cabrera, orient. II. Título.

Autorizo a cópia de minha tese: O Uso Do Tonoscópio Como Estímulo Sinestésico Audiovisual Na Estratégia De Desenvolvimento Da Percepção Musical: Fundamentação Teórica Para Sua Implementação, para fins didáticos.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO - UNIRIO

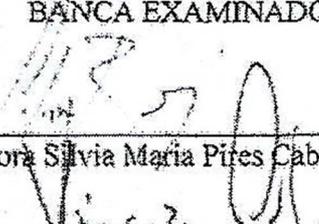
Centro de Letras e Artes - CLA
Programa de Pós-Graduação em Música - PPGM
Mestrado e Doutorado

USO DO TONOSCÓPIO COMO ESTÍMULO SINESTÉSICO ÁUDIO VISUAL NA
ESTRATÉGIA DE DESENVOLVIMENTO DA PERCEPÇÃO MUSICAL:
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA PARA SUA IMPLEMENTAÇÃO

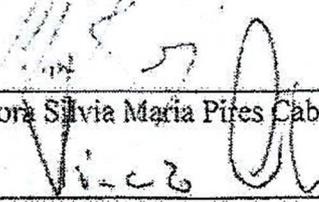
por

ROSANE NASCIMENTO DE ALMEIDA

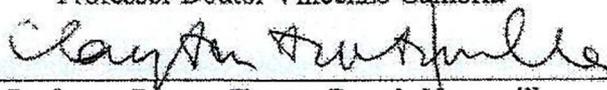
BANCA EXAMINADORA



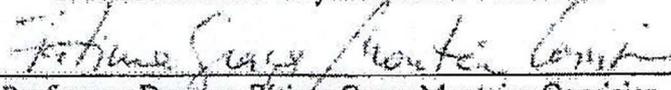
Professora Doutora Silvia Maria Pires Cabrera Berg (orientadora)



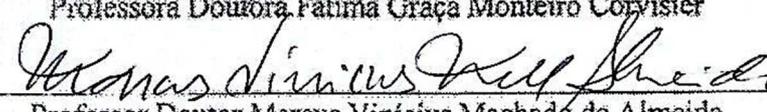
Professor Doutor Vincenzo Cambria



Professor Doutor Clayton Daunis Vetromilla



Professora Doutora Fátima Graça Monteiro Corvisier



Professor Doutor Marcus Vinicius Machado de Almeida

Conceito: Aprovado

MAIO DE 2017

Agradecimentos

A Deus acima de tudo.

Aos Orixás e seus mensageiros e demais Energias Positivas do Bem por me darem forças para chegar até aqui iluminando todo o meu caminho.

A esta Universidade, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram esta pesquisa.

A minha orientadora Silvia Berg pelo carinho, dedicação constante, correções, incentivos, suporte e maestria na condução teórica deste trabalho.

Ao Prof. Pedro Aragão por ter assumido a orientação prontamente 12 dias antes da defesa evitando o meu desligamento do programa.

Aos voluntários que gentilmente participaram do experimento empírico com o tonoscópio.

Aos chefes e colegas de trabalho da Companhia Folclórica do Rio de Janeiro-UFRJ, por me apoiarem em todo percurso e remediarem minhas necessárias ausências para a conclusão deste projeto.

Aos amigos pelas palavras de conforto, apoio e sugestões preciosas.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte de minha formação.

Ao Tao da Música.

ALMEIDA, Rosane N. *O Uso Do Tonoscópio Como Estímulo Sinestésico Áudio Visual Na Estratégia De Desenvolvimento Da Percepção Musical: Fundamentação Teórica Para Sua Implementação*. 2017 Tese (Doutorado em Música) _ Programa de Pós-Graduação em Música. Centro de Letras e Artes, Universidade federal do Estado do Rio de Janeiro.

RESUMO

Esta pesquisa destina-se a elencar, discutir e contextualizar questões referentes à percepção musical, visando encontrar fundamentos teóricos em múltiplos campos de saber, que justifiquem a inserção de uma nova estratégia de desenvolvimento e construção do ouvido musical. A partir de uma reflexão teórica, pretende-se estudar a validade do Tonoscópio, uma ferramenta acústica de ressonância que promove a percepção musical pelos sentidos da visão e da audição simultaneamente, como auxiliador no desenvolvimento da percepção das alturas.

Palavras-chave: Percepção Musical – Tonoscópio – Neurociência Cognitiva Musical– Sinestesia - Acústica Musical

ALMEIDA, Rosane N. *The use of the tonoscope as an audiovisual stimulus in the strategy of musical perception development: Theoretical foundation for its implementation*. 2017 Thesis (PhD in Music) _ Programa de Pós-Graduação em Música. Centro de Letras e Artes, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro.

ABSTRACT

This research is aimed at listing, discussing and contextualizing related questions to musical perception, aiming to find theoretical foundations in multiple fields of knowledge, which justify the insertion of a new strategy of development and construction of the musical hearing. From a theoretical reflection, we intend to study the validity of the Tonoscope, an acoustic resonance tool that promotes musical perception by the senses of vision and hearing simultaneously, as a helper in the development of the perception of pitches.

Key words: Musical Perception - Tonoscope - Cognitive Musical Neuroscience – Synesthesia - Musical Acoustic.

Lista de figuras e quadros.

Figura 1. Representação da experiência de Chladni em tonoscópio -----	37
Figura 2. Figuras sonoras de Chladni em placa circular-----	38
Figura 3. Figuras sonoras de Chladni em placa quadrangular -----	39
Figura 4. Figuras sonoras: areia sobre placa metálica -----	39
Figura 5 Figuras sonoras. Imagens cimáticas sobre placa metálica -----	40
Figura 6. Desenho em tonoscópio formado por onda sonora instrumental -----	40
Figura 7. Desenho em tonoscópio formado por onda sonora vocal -----	41
Figura 8. Experimentos de Hans Jenny -----	43
Figura 9. Licopódio fluído em migração ao centro -----	44
Figura 10. Vibrações com pó de licopódio-----	45
Figura 11. Dinâmica de massa em movimento – licopódio-----	46
Figura 12. Dinâmica da massa em movimento de partículas de licopódio-----	48
Figura 13. Dinâmica da massa em movimento de partículas de licopódio-----	48
Figura 14. Licopódio com múltiplos fenômenos-----	49
Figura 15. Cimática em meio aquoso-----	50
Figura 16. Ballet cimático-----	50
Figura 17. Cimática em meio sólido-----	51
Figura 18. Cimática em meio gasoso-----	52
Figura 19. Cimática em caulim - sólido-----	53
Figura 20. Caulim em 3D-----	53
Figura 21. Dispersão de fluidos pelo efeito cimático-----	54
Figura 22. Figura sonora em líquido viscoso-----	55
Figura 23. O acorde de Mozart sobre meio aquoso-----	56
Figura 24. Acorde da Tocata e Fuga em Ré menor de Bach-----	57
Figura 25. Pó de licopódio sobre placa de aço vibrando a 10,101Hz-----	59
Figura 26. Cimática em ambiente microscópico-----	60
Figura 27. Figura sonora de forma oscilante e periódica -----	61
Figura 28. Dispersão e contração-----	62
Figura 29. Figura sonora semelhante à Ágata-----	62
Figura 30. Recorte em pedra bruta de Ágata-----	63
Figura 31. Cimática em meio aquoso- vórtices-----	63
Figura 32. Cimática apresentando deiscência-folha-----	64
Figura 33. Cimática apresentando deiscência-couro-----	65
Figura 34. Cimática apresentando deiscência-abacaxi-----	65
Figura 35. Cimática em gota d'água -----	69
Figura 36. Cimática em gota d'água -----	69
Figura 37. Cimática em meio aquoso com corante-----	70
Figura 38. Cimática em meio aquoso com corante-----	70
Figura 39. Cimática em meio aquoso com soluto-----	71
Figura 40. Cimática em meio aquoso com corante-----	71
Figura 41. Voz humana em tonoscópio-----	72
Figura 42. Voz humana em tonoscópio-----	73
Figura 43. Voz humana em tonoscópio-----	73
Figura 44. Pandeirão usado na festa da Morte do Boi de Mestre Apolônio -----	80
Figura 45. Tonoscópio modelo Cachimbo-----	81
Figura 46. Tonoscópio modelo Pandeirão -----	81
Figura 47. Figura 47. Desalocamento de um objeto-----	84
Figura 48. Representação de massa/força/ peso-----	86

Figura 49. Percurso de um ciclo em três momentos periódicos-----	90
Figura 50. Gráfico do comprimento versus tempo de uma vibração dada-----	90
Figura 51. Quadro de frequências da escala tonal do Dó 1 ao Si 5 -----	91
Figura 52. Movimento harmônico simples- MHS -----	93
Figura 53. Sistema massa/mola -----	96
Figura 54. Representação gráfica de um som complexo-----	100
Figura 55. Som complexo aperiódico-----	100
Figura 56. Série dos vinte primeiros harmônicos da nota Dó-----	102
Figura 57. Palavra, música e campo auditivo-----	106
Figura 58. Hans Jenny -----	108
Figura 59. Efeito cimático em meio gasoso-----	109
Figura 60. Relação peso/mola/elasticidade -----	112
Figura 61. Linhas nodais. Modos de vibração próprios de uma membrana-----	114
Figura 62. Os doze primeiros modos vibratórios de uma membrana ideal -----	115
Figura 63. Quadro do processo de escuta de Schaeffer -----	146
Figura 64. Dimensões microtemporais da escuta -----	149
Figura 65. Dimensões macrotemporais da escuta -----	151
Figura 66. As cinco dimensões básicas da escuta -----	151
Figura 67. Configuração do ouvido-----	156
Figura 68. Ouvido médio. -----	158
Figura 69. Ouvido interno -----	160
Figura 70. Encéfalo -----	174
Figura 71. Lobos, cerebelo e medula-----	175
Figura 72. Exemplo de célula neuronal-----	178
Figura 73. Exemplo de célula glial (micróglia) -----	178
Figura 74. Exemplo de sinapse sendo realizada-----	180
Figura 75. Desenvolvimento sináptico -----	183
Figura 76. Hipocampo-----	185
Figura 77. Estruturas do tronco cerebral -----	192
Figura 78. Áreas de Broca e Wernicke -----	194
Figura 79. Ressonância magnética de músico e não músico-----	195
Figura 80. Produtor e receptor do som -----	198
Figura 81. Áreas do cérebro ativadas por música -----	198
Figura 82. Espessura cortical-----	202
Figura 83. Atividade cerebral durante o teste de Schulze -----	204
Figura 84. Funcionamento do cérebro em imagens antecipadas da música-----	221
Figura 85. Ilusão de Kaniza -----	223
Figura 86. Materiais utilizados no tonoscópio -----	247
Figura 87. Tonoscópio -----	248
Figura 88. Sol 392 Hz -----	249
Figura 89. Lá 440 Hz -----	249
Figura 90. Prof. ^a Dr. ^a Eleonora Gabriel -----	252
Figura 91. Flavio Bassan Alexandre -----	253
Figura 92. Prof. Dr. Frank Wilson Roberto-----	254
Figura 93. Giovanna Aguirre Lo Bianco -----	255
Figura 94. Guilherme Lima de Souza -----	256
Figura 95. Maestro Leonardo Bruno Ferreira -----	257
Figura 96. Leonardo de Sá Monteiro Barros -----	258
Figura 97. Luciano Câmara -----	259
Figura 98. Prof. Renato Mendonça Barreto da Silva -----	260

SUMÁRIO

Lista de figuras e quadros-----	8
INTRODUÇÃO-----	13
CAPÍTULO 1. O TONOSCÓPIO: GENEALOGIA E CIMÁTICA-----	29
1.1 Pesquisas correlacionadas-----	30
1.1.1 De Pitágoras à Hooke-----	30
1.1.2. Do tonoscópio à cimática-----	34
CAPITULO 2. ACÚSTICA -----	76
2.1 Grandezas fundamentais da física na música-----	83
2.1.1 Comprimento-----	83
2.1.2 Tempo-----	84
2.1.3 Massa-----	85
2.1.4 Pressão-----	87
2.1.5 Trabalho e energia-----	87
2.2 Sistemas vibratórios-----	87
2.2.1 Sistemas vibratórios simples-----	89
2.2.2 Movimento Harmônico Simples -----	92
2.2.3 Sistema massa/mola -----	95
2.3 Considerações sobre os sons musicais-----	98
2.4 Ondas sonoras -----	105
2.5 Sistemas oscilatórios ou vibratórios- classificação -----	107
2.6 Tonoscópio – “A mola de ar” -----	109
2.7 Membranas-----	112
CAPÍTULO 3. FUNDAMENTOS DA PESQUISA-----	117
3.1 Da <i>phýsis</i> e do <i>lógos</i> -----	120
3.2 Paideia -----	127
3.3 Multidisciplinaridade, Pluridisciplinaridade, Interdisciplinaridade e Transdisciplinaridade -----	131
3.4 Intermezzo do sujeito filosófico-científico -----	135
3.5 Fenomenologia da percepção musical-----	140
3.6 Anatomia e fisiologia do aparelho auditivo -----	155
3.7 Sobre interseções, prática musical e sociedade-----	161
CAPÍTULO 4. A MENTE MUSICAL- Mens sana in corpore sano-----	168
4.1 O corpo-----	173
4.1.1 O cérebro-----	173
4.1.2 O som e o sentido-----	190
4.1.3 O cérebro dos músicos-----	193
4.1.4 O ouvido absoluto-----	199
4.2 A mente-----	205
4.2.1 Sobre sinestesia-----	227
CONSIDERAÇÕES FINAIS -----	233

REFERÊNCIAS -----	235
ANEXO 1 -----	247
A.1 Modelo de tonoscópio -----	247
A.2. Protocolo experimental-----	250
A.3 Transcrição de depoimento-----	252
A.4 Autorizações para o uso de imagem -----	261
ANEXO 2 -----	Depoimento em vídeo dos voluntários.

INTRODUÇÃO

Discussão preliminar

Esta pesquisa destina-se a elencar, discutir e contextualizar questões referentes à percepção musical, visando encontrar fundamentos teóricos em múltiplos campos de saber, que justifiquem a inserção de uma nova estratégia de desenvolvimento e construção do ouvido musical¹ (interno e externo). A partir de uma reflexão teórica, pretende-se estudar a validade do Tonoscópio, uma ferramenta acústica de ressonância que promove a percepção musical pelos sentidos da visão e da audição simultaneamente, como auxiliador no desenvolvimento da percepção das alturas. Tem como principal finalidade contribuir para a formação do músico profissional, podendo no entanto, ser utilizado com sucesso na iniciação musical e seus posteriores desdobramentos e formações intermediárias, dada a utilização de estímulos sinestésicos audio-visuais.

O enfoque apresentado se organiza a partir de um diálogo epistemológico entre as diferentes áreas constantes de diversos campos de conhecimento. Consideramos saberes provenientes das áreas médicas, musicais e matemáticas; também estão inseridas gnosés provenientes de saberes estético-filosóficos com o objetivo de entender como o homem percebe e estrutura seu conhecimento sobre o mundo que o cerca.

Adotamos neste trabalho a definição de Mauro Muszkat.

Consideramos como música, independentemente de toda conotação estético-cultural que esta envolve, todo o processo relacionado à organização e à estruturação de unidades sonoras, seja em seus aspectos temporais (ritmo), seja na sucessão de alturas (melodia) ou na organização vertical harmônica e tímbrica dos sons. Entendemos por funções musicais o conjunto de atividades motoras e cognitivas envolvidas no processamento da música. A música não resulta apenas da disposição de vibrações sonoras, mas sim da estruturação dessas vibrações em padrões temporais organizados de signos, cuja forma,

¹ Para fins dessa pesquisa, esclarecemos que o ouvido externo é o ouvido musical desenvolvido capaz de identificar as alturas com exatidão com ou sem fonte sonora de referência, enquanto o ouvido interno é o ouvido musical que além de possuir a mesma habilidade do ouvido externo, logra reproduzir mentalmente as alturas sonoras com ou sem fonte sonora externa que lhe sirva de guia. O ouvido absoluto independe da referência sonora, enquanto o classificado como relativo, a necessita. No entanto, tanto o ouvido externo relativo quanto o ouvido externo absoluto devem ser desenvolvidos para atingirem a capacidade de ouvido interno, em estágio satisfatório, de acordo com as necessidades exigidas pela carreira de músico. Para isso, o aluno inicia seus estudos pelo letramento musical que possibilitará a leitura das alturas, sua fixação, e desenvolverá a capacidade de sua reprodução mental. (GERMANO et al., 2013)

sintaxe e métrica constitui-se em um verdadeiro “sistema” independente e complexo, no qual significante e significado irão remeter-se à estrutura da própria música, isto é, à forma e ao estilo musical. (MUSZKAT et al, 2000 p. 71)

Para o conceito de Percepção consideramos a definição de Roberto Lent.

Percepção é a capacidade de associar as informações sensoriais a memória e a cognição, de modo a formar conceitos sobre o mundo e sobre nós mesmos e orientar o nosso comportamento. Tudo que é percebido pela mente é sentido pelo corpo de algum modo, mas nem tudo que é sentido pelo corpo atinge a percepção. O conceito de percepção é diferente do de sensação. Os primeiros estágios da percepção consistem no processamento analítico realizado pelos sistemas sensoriais, destinados a extrair de cada objeto suas características, que na verdade consistem nas submodalidades sensoriais: cor, movimento, localização espacial, timbre, temperatura etc. Combinações dessas características passam então por vias paralelas cooperativas no SNC², que gradativamente reconstruem o objeto como um todo, para que ele possa ser memorizado ou reconhecido, e para que possamos orientar nosso comportamento em relação a ele. (LENT, 2010 p. 612)

O significado de percepção musical neste trabalho se origina da junção das definições já identificadas de Lent e Muszkat.

No campo específico da disciplina percepção musical, através da experiência própria, observamos as dificuldades comumente apresentadas pelo corpo discente das instituições universitárias, e a importância que a disciplina confere à formação acadêmica integral do músico de acordo com o modelo tradicional de ensino universitário no Brasil. Nossa linha de investigação baseia-se na observação exercida em sala de aula durante muitos anos de prática no ensino da disciplina.

Por esse viés, consideramos a percepção musical fundamental para o entendimento sincrético da música.

Auxiliados por um conjunto de múltiplos saberes construímos uma estratégia interdisciplinar baseada na aplicação de uma ferramenta acústica ainda não utilizada ou estruturada dentro de uma pedagogia de ensino acadêmico. Isso confere ao presente trabalho o ineditismo necessário e motivador para a realização desta investigação.

A percepção musical está inserida como matéria obrigatória nos cursos de graduação em música, sendo amplamente praticada por todos que buscam uma formação acadêmica. Essa

² Sistema Nervoso Central.

prática que ocorre tanto no curso da disciplina quanto no âmbito das matérias estudadas nos centros universitários de formação acadêmica engloba aspectos fenomenológicos³ e teórico-musicais.

De acordo com o parâmetro fenomenológico a percepção musical é individual, e portanto, diverge de pessoa para pessoa. Essa premissa tornou a presente pesquisa desafiadora. Como harmonizar a fenomenologia da percepção no contexto de uma observação de bases científicas mensuráveis foi uma das questões fundamentais deste trabalho que procura oferecer soluções aos problemas encontrados no desenvolvimento da percepção musical através da proposta do uso do tonoscópio como estímulo sinestésico utilizando para tal, base em conhecimentos e saberes interdisciplinares.

A percepção fenomenológica é originária dos sentidos e não do intelecto; é um processo de captação sensorial que é possível através do sentido da audição e que promove uma permanente consubstanciação com o objeto percebido.

A percepção não é uma ciência do mundo, não é nem mesmo um ato, uma tomada de posição deliberada; ela é o fundo sobre o qual todos os atos se destacam e ela é pressuposta por eles. (MERLEAU-PONTY, 1999 p. 6)

A percepção musical para profissionais da área é o somatório dos aspectos fenomenológico e teórico apreendido, reflexo da condensação de instintos de reação primitivos com o raciocínio da intelectualidade adquirida. Dessa adição obtém-se um resultado que se transmuta em processo edificador de uma representatividade do fenômeno sonoro que reverbera na performance, na análise, na criação musical, na educação musical e em todas as interseções dessas áreas.

Portanto, a percepção musical é um processo que abrange também uma memória sensitiva e um conhecimento teórico-musical dentro de uma estética etnomusicológica, formada pelo meio sócio-cultural do indivíduo.

Através da percepção musical, com o auxílio do tonoscópio, traçamos o perfil de uma gnosilogia de desenvolvimento do ouvido que acreditamos ser extremamente útil na formação profissional do músico. Julgamos ser a percepção musical o ponto de ignição de todo

³ Para maiores informações ler em 3.5: Fenomenologia da percepção musical.

conhecimento em música, e portanto entendemos ser profícua a averiguação criteriosa do tema proposto.

A música é parte integrante e fundamental de todas as culturas. Dentro das representações artísticas que emolduram os retratos sociais e culturais, a música ocupa papel de destaque na construção das identidades de um povo ou grupo social.

Estabelecer os conceitos e estratégias que signifiquem uma base lógica e singular de pensamento para o desenvolvimento do ouvido em uma cultura tão diversa quanto a nossa não é tarefa fácil.

A inexprimível profundidade da música, tão fácil de entender, e, no entanto, tão inexplicável, deve-se ao fato de que ela reproduz todas as emoções do mais íntimo do nosso ser, mas sem a realidade e distante da dor. (...). A música expressa apenas a quintessência da vida e dos eventos, nunca a vida e os eventos em si. ” (SCHOPENHAUER, 1969, apud SACKS, 2007 p. 11)

Pensadores, filósofos, músicos e mais recentemente profissionais ligados à neurociência da cognição, têm realizado constantes esforços na área de pesquisa em música visando um maior entendimento de todas as suas dimensões.

A partir desses ligames o ensino da Música é pedagogicamente organizado e didaticamente edificado para que o processo educacional seja possível. Durante os anos que lecionamos a disciplina utilizamos diversas estratégias de ensino da percepção musical.

Uma forte tendência de inserção de novos processos pedagógicos de ensino da música e formação do músico profissional atinge todo o conjunto de disciplinas que compõe o processo didático, e se reflete na concepção geral do sentido da arte em uma visão ampla fundamentada nas teorias do sujeito cognoscente.

Nas últimas décadas, musicólogos e teóricos têm se reposicionado diante do desafio de transcender os limites da análise interna de obras musicais em favor de um entendimento mais amplo da música. A questão norteadora tem sido a relação entre música e contexto. Diversas abordagens têm buscado sentido na música não apenas como obra ou estrutura autônoma, mas, sobretudo como linguagem ou enunciado situado num contexto sócio-histórico-cultural. (VOLPE, 2004, p. 113)

A presente pesquisa, objetiva criar um caminho de união de saberes de diversas áreas traçando uma via de acesso através da contextualização dos parâmetros e conceitos gerais

desses saberes em relação à posição da música e do ensino aquilatados sob um olhar ontológico⁴.

As recentes pesquisas, na área de neurocognição e aprendizado tem revelado um caminho possível de intercâmbio entre a pedagogia, a psicologia e as neurociências, formando assim fonte de inspiração e viabilidade do presente estudo.

As descobertas sobre o funcionamento do cérebro humano e das particularidades desse funcionamento que nos une enquanto espécie, permitem analisar e estudar a música sob um aspecto mensurável, utilizando assim ferramentas que melhor expressem seu significado, ensino e aprendizado.

Métodos científicos e matemáticos de análise e compreensão da música tiveram sua origem na Grécia Antiga.

O filósofo e teórico da música Aristóxeno de Tarento (354-300 a.C.) se preocupava em definir os aspectos musicais pertinentes para uma compreensão musical plena, acreditando inclusive ser a música uma ciência e desvinculando-a da filosofia praticada na época. Aristóxeno creditava à percepção e ao ouvido um papel fundamental, e defendia que os intervalos deveriam ser executados através da estética do ouvido⁵, e não apenas de contas matemáticas como argumentavam os Pitagóricos, problematizando assim razão e percepção na formação de conceitos musicais. O filósofo pode ser considerado o primeiro musicólogo da história, pois sua sistematização de classificação dos modos gregos e sua preocupação com a sonoridade definem uma dimensão analítica voltada aos aspectos históricos, antropológicos e estético-poéticos da música. Ainda que de maneira não totalmente clara e definida, o fator lógico da notação dos modos e o fator fenomenológico da percepção já apresentavam a ideia

⁴ Ontológico no sentido de uma relação direta criatura -criador- criação (mundo). “O ontologismo de Rosmini limita essa revelação a noção geral do "ser possível", entendido como forma fundamental e originária da mente humana, e como condição de qualquer conhecimento, que seria síntese entre a ideia do ser e um dado sensível (*Nuuru saggio sull'origine delle idee*, 1830, §§ 492, 537). O ato do conhecimento assim entendido é a *percepção intelectual* (...); na filosofia contemporânea pode ser considerada a filosofia de P. Carabellese, que procurou conciliar Rosmini com Kant. Carabellese considera a *consciência*, que é o ponto de partida e o único fundamento da filosofia, como a consciência que o sujeito tem do ser, mas, ao contrário de Rosmini, considera o ser como absolutamente imanente à própria consciência”. (ABBAGNANO, 2007 p. 728)

⁵ Existia uma diferença entre as frequências da afinação matemática de Pitágoras e as da afinação espontânea produzida pelo ouvido humano. A esta, Aristóxeno denominou de afinação da estética do ouvido. (GUSMÃO, 2010)

de que o conjunto dos saberes aumenta a eficácia de apreensão, compreensão e concepção da música. (PEREIRA, 1995)

Nesta busca incessante por um caminho pedagógico que trilhasse uma multiplicidade de saberes em favor da música, mais especificamente do desenvolvimento do ouvido na percepção das alturas musicais, inspiramo-nos no conceito de união dos saberes que norteou a formação educacional segundo pensadores e filósofos gregos da Antiguidade.

Visando a formação de um cidadão completo, capaz de desempenhar um papel positivo na sociedade, adotou-se na Grécia Antiga como forma de desenvolvimento da cultura, o aprendizado de diversas disciplinas interligadas, e sob alguns aspectos amalgamadas: A *paideia*.

O desenvolvimento desta pesquisa, com suporte multidisciplinar, encontra valia nas diretrizes pedagógicas da Grécia Antiga que estabeleceram a ideia de *paideia* como cerne da educação do indivíduo. Cada cidadão deveria receber uma formação completa e integral para o corpo e para o espírito. Isso se dava através do ensino de múltiplas disciplinas aplicadas concomitantemente, a fim de construir uma gnose única das diversas vertentes dos conhecimentos daquele período. Em diferentes épocas de sua história com maior ou menor importância, e dependendo de fatores políticos e sociais da época, o Império Greco-Romano reuniu dentre as disciplinas a serem estudadas em conjunto, a filosofia, a música e a matemática. (JAEGER, 1994).

A complexidade e a formação educacional do conceito de *paideia* foi uma fonte de inspiração que, em união ao desejo subjacente de elaborar esta investigação advinda da nossa experiência na área, impulsionou o presente trabalho.

Na nossa atividade em educação lecionamos e pesquisamos os conteúdos das matérias teórico-musicais por vários anos. A preocupação com a capacidade perceptiva musical foi sempre tema de nossos questionamentos.

Durante os muitos anos que lecionamos percepção musical no universo dos sistemas tonal/modal, procuramos adotar uma abordagem pedagógica que facilitasse o desenvolvimento do ouvido musical de acordo com as possibilidades apresentadas pelas diversas correntes pedagógicas e metodologias disponíveis.

Além de procurar conhecer a fundo os problemas relacionados à disciplina, nosso desejo era conceber alguma técnica, ferramenta ou ideia pedagógica que permitisse diminuir as dificuldades apresentadas pelos discentes.

Nossa pesquisa iniciou-se empiricamente desde o começo de nosso magistério em música. O fato de alguns possuírem o denominado ouvido absoluto, enquanto outros não demonstravam a mesma facilidade de identificação dos sons, era um mistério a ser desvendado. Que bases formatavam essa habilidade e de que maneira? Porque haviam tantas gradações e níveis diferentes de capacidade em um fator que deveria ser de domínio pleno para todos os músicos? Seria uma habilidade inata ou herdada? Essas, dentre outras que foram surgindo no caminho, eram indagações permanentes.

Com o tempo, percebemos que a questão: *ouvido relativo* ou *ouvido absoluto*, era redutiva e fechada, tornando impossível uma mudança de posição de quem quer que estivesse de um dos lados dessa classificação, uma vez que o desenvolvimento do ouvido musical se concretizava em algo impossível de ser realizado, visto que o *ouvido absoluto* não podia nem precisava ser aprimorado, e o *ouvido relativo* não tinha aporte fisiológico ou recurso pedagógico que o tornasse *absoluto*.

Nossa experiência no magistério da disciplina possibilitou a observação e avaliação das dificuldades perceptivas de reconhecimento e emissão das alturas mais recorrentes entre os alunos. Os obstáculos observados provinham basicamente de dois tipos de deficiência:

- A) Deficiências na formação musical com falhas graves no entendimento e apreensão da Teoria da Música.
- B) Obstáculos de cunho dogmático alicerçados nas filosofias de ensino idealizadas na crença *a priori* da capacidade inata ou não do ouvido musical.

As diversas metodologias estudadas apresentavam claramente uma condição que lhes era idêntica. De modo geral, procuravam desenvolver o ouvido musical sem discutir, abordar ou contestar o caráter inato ou adquirido da aptidão perceptiva. Via de regra, o talento para o aprendizado musical se apresentava de uma forma subentendida representado pela noção de ouvido absoluto.

Dessa maneira, ficava estabelecido um postulado tacitamente aceito *a priori* que emoldurava um pseudo silogismo lógico, o que tornava a questão decepcionante em relação ao exercício da disciplina.

Sem que se pretenda aqui desconsiderar a importância e relevância de cada trabalho dedicado à matéria, esta pesquisa visa abordar de forma profunda e direta o problema do ouvido musical no que tange a percepção das notas em altura real, oferecendo uma solução para o desenvolvimento dessa habilidade. Por isso, o questionamento das metodologias se faz necessário para isolar os problemas ainda não solucionados e questionar as bases que sustentam seus postulados *a priori*.

São diversos os métodos e pedagogias que poderiam ser citados, no entanto tal abordagem fugiria do escopo principal da pesquisa. O que sobressai desses trabalhos é que, em conjunto, estes edificam e moldam repetidamente as concepções formadoras da educação musical.

Segundo Mateiro e Ilari (2011, p.10), "conhecer o legado pedagógico implica entender as formas de pensar o ensino da música, muitas das quais em voga nos tempos atuais". As autoras afirmam ainda serem defensoras da ideia de que essas pedagogias, e muitas outras, constituem parte da história e dos fundamentos da educação geral, e em particular da educação musical.

Assim sendo, a importância da metodologia de ensino aplicada ao método engloba um grupo de características fundamentais na questão de como ensinar música.

Esse *como/modo* de ensinar, que dá forma a determinado conteúdo (o que se ensina), diz respeito à didática, ao encaminhamento pedagógico, ao método, às abordagens metodológicas, à metodologia". (PENNA, apud MATEIRO; ILARI, 2011 p. 14).

Penna, no mesmo texto, afirma também que método é mais do que simplesmente material didático com exercícios sequenciados. É preciso ter consciência tanto por parte do autor quanto do professor que o método, o livro em si, é uma ferramenta geradora de toda uma estratégia de trabalho, de toda uma metodologia de ensino sem a qual nenhum método, por mais bem elaborado que seja, se mostrará eficaz.

Nessa dimensão interpretativa do ensino, deve-se então avaliar periodicamente os processos educacionais utilizados a fim de depurar e desenvolver uma abordagem eficiente que aproveite ao máximo as ferramentas pedagógicas disponíveis.

Alguns métodos são mais prescritivos, outros mais flexíveis. No entanto, o sucesso de cada um deles deverá alicerçar-se na metodologia de ensino aplicada dentro de um contexto cultural, social e histórico do indivíduo a ser educado.

De forma geral, as concepções pedagógicas se fundamentam nos fatores sociais, psicológicos e até filosóficos como em Willens (1963), ou se baseiam em experiências pedagógicas ou apresentam um roteiro de atividades que se mostraram eficazes no labor do ensino como em Payntner e Schafer. (MATEIRO; ILARI, 2011 p. 17).

O professor de música além do que um agenciador do conhecimento musical é também (ou deveria ser), crítico reflexivo das pedagogias que lhe são disponíveis para o ensino da música. Caminhando além das propostas pedagógicas já desenvolvidas e utilizadas, o professor pode e deve inserir em sua prática pedagógica, um “quê” de seu, resultante de sua experiência e percepção das necessidades variadas apresentadas pelas distintas gerações de alunos.

Hoje em dia impõe-se cada vez com maior evidência: que os professores não são apenas consumidores, mas são também produtores de materiais de ensino; que os professores não são apenas executores, mas são também criadores e inventores de instrumentos pedagógicos; que os professores não são apenas técnicos, mas são também profissionais críticos e reflexivos. De fato, não há ensino sem uma renovação permanente de meios pedagógicos, sem uma concepção cotidiana de novos materiais: quer se trate dos conteúdos ou das situações didáticas, quer se trate das tarefas a propor aos alunos ou da organização escolar, quer se trate da planificação ou do sistema de avaliação, os professores se encontram perante uma atividade constante de produção e de invenção. (NÓVOA, 2002, apud MATEIRO; ILARI, 2011 p. 22)

O treinamento auditivo através de solfejos e ditados didaticamente organizados está contido na grade da disciplina Percepção Musical ministrada nos cursos de Iniciação Musical à Graduação, fazendo parte da maioria dos métodos que apresentam a matéria.

A importância da percepção musical sobressai no preparo do profissional músico, e considerando a disciplina como fio condutor dessa formação, um aprofundamento no entendimento da música como um todo compreendendo seus diversos significados e significantes é fundamental.

Iniciamos um questionamento sobre a validade de metodologias que objetivam o desenvolvimento do ouvido musical dentro de uma abordagem interdisciplinar capaz de apontar uma solução aos problemas levantados nesta pesquisa.

Revisamos as definições que classificam os tipos de ouvido musical, a fim de verificar que caminhos pedagógicos poderiam ser propostos para otimizar os resultados do ensino dentro da disciplina Percepção Musical, com base no conteúdo programático da grade curricular dos cursos de graduação em música da cidade do Rio de Janeiro.

A concepção de *paideia*, se relaciona de forma positiva com a experiência pedagógica, que permitiu observar o modo como as relações externas extramusicais, que formavam as imagens musicais, eram de grande auxílio na percepção de ditados e no desenvolvimento perceptivo em geral para a maioria dos alunos. Um recorte de ordem metafórica quase sempre facilitava a identificação dos sons em altura real, dentro de um ambiente tonal/modal, para uma alta porcentagem de alunos. Conferir significação a uma imagem musical de maneira objetiva tornou-se o primeiro passo a se resolvido.

A partir dessas ideias que nos conduziram a acreditar que uma educação musical completa se origina de um conhecimento amplo das matérias pertinentes ao objeto de estudo, e percebendo os constantes avanços das ciências da mente e das teorias de cognição, compreendemos que as questões confluíam no sentido de apontar para um direcionamento que aglutinava não apenas uma interdisciplinaridade, mas também uma inovação proporcionada por múltiplos estímulos sensoriais.

Nosso propósito tomou corpo ao nos depararmos com a ferramenta acústica de ressonância denominada tonoscópio⁶.

Cosideramos a ideia de utilizar, no desenvolvimento da percepção musical, além dos diversos elementos teóricos necessários, o estímulo visual para facilitar a identificação das alturas musicais. Diferentemente da simplicidade simbólica do manossolfa, o tonoscópio permite identificar efetivamente a frequência sonora a partir de um desenho geométrico formado pela ressonância do som, tornando a experiência sonora múltipla: união da audição e da visão dentro de um conceito basicamente sinestésico.

⁶O tonoscópio está descrito no capítulo 1.

O processo de aprendizado e desenvolvimento da percepção musical progride de acordo com a experiência individual técnica e empírica sensorial⁷ adquirida com a prática musical onde a própria percepção exerce o papel de força motriz, causa e efeito do percurso deste processo.

O fator fenomenológico da percepção, apresenta a ideia de que o conjunto de diversos saberes e experiências absorvidas pelos sentidos refletem na qualidade de apreensão e concepção da música consumida e produzida.

Dessa forma, a apreciação auditiva da obra de arte, a escuta em si, constitui um conjunto de etapas que se consolidam na formação estética, na elaboração de uma hermenêutica própria e de uma interlocução contínua com o *ethos*⁸ sonoro em um somatório de vivências que vão sendo adquiridas a cada som que é captado. (SHAEFFER, 1993).

Quando pensamos na formação do músico e na importância óbvia do som nesta formação, entendemos que os processos de percepção, reprodução e criação sonora fluem de uma complexa resultante de fatores: sociais, políticos, fisiológicos, científicos, fenomenológicos e psicológicos que vão definir o gosto e estilo pessoal de apreciação, composição e performance.

Em geral, constatamos que a percepção musical de melodia e harmonia tem estado atrelada ao preceito da capacidade inata ou não de se perceber os sons e as estruturas tímbricas e estilísticas. Como dissemos anteriormente, a questão quase sempre apresentada como definitiva, reza que o ouvido relativo se adquire e o ouvido absoluto é inato. Isto coloca o ensino da percepção musical em um patamar além das alternativas possíveis e viáveis de oferecer um desenvolvimento acadêmico satisfatório, uma vez que o ouvido absoluto não precisa nem pode ser desenvolvido, e o ouvido relativo jamais chegará ao nível inato do absoluto.

Os paradigmas de estudo do fenômeno musical utilizados até a primeira metade do séc. XX, entram em franca decadência com a crise do formalismo, do organicismo e do estruturalismo. Os antigos postulados, não sendo mais pertinentes para a análise e compreensão

⁷ Empirismo filosófico diferente do empirismo científico correlacionado a aplicação do método científico.

⁸ Ethos, em Sociologia, é a síntese dos costumes de um povo. É o "conjunto de hábitos e ações que visam o bem comum de determinada comunidade". Ainda mais especificamente, a palavra ethos significava para os gregos antigos a morada do homem, isto é, a natureza. Uma vez processada mediante a atividade humana sob a forma de cultura, faz com que a regularidade própria dos fenômenos naturais seja transposta para a dimensão dos costumes de uma determinada sociedade. O termo indica quais os traços característicos de um grupo humano qualquer que o diferenciam de outros grupos sob os pontos de vista social e cultural. Portanto, trata-se da identidade social de um grupo. Disponível em: <http://www.portaleducacao.com.br/pedagogia/artigos/50285/significado-de-ethos>

da música cedem espaço a novos caminhos e possibilidades originárias da interseção benéfica e positiva de conceitos que vinculam os conhecimentos multidisciplinares.

Identificamos as disciplinas extramusicais que podem ser inseridas no conjunto composto pelas matérias relacionadas ao estudo da percepção musical e no conjunto de conteúdos do presente trabalho: um estudo sobre os conceitos e descobertas da neurociência cognitiva, bases de pensamento filosófico do conceito de *paideia* em educação e preceitos matemáticos da acústica, realizando uma fusão de saberes de modo a otimizar os resultados da pesquisa.

A *Percepção Musical Sinestésica*⁹ (auditivo-visual) está inserida no contexto de uma pedagogia musical que produza o conhecimento a partir da multiplicidade de respostas aos estímulos sensoriais, formando um tecido cognitivo uno direcionado a uma nova abordagem dos fatores que compõem a *escuta musical*, que independe da antiga classificação de qualidade do ouvido musical, visto que une a percepção sonora ao estímulo visual.

A percepção musical no sentido de assimilação do conteúdo musical como um todo, vem a se concretizar como resultante da sucessão de experiências musicais vividas e da herança étnica e cultural experienciada. Esses fatores compõe e interferem diretamente na forma como percebemos a música. O conjunto dessas vertentes que totaliza a formação de uma estética¹⁰ musical, deriva da junção de saberes aglutinados que entram em harmonia com os resultados que abrangem tanto o raciocínio lógico quanto a expressão emocional estética. Percebe-se o diálogo entre razão e emoção para formatar uma concepção final da música. Enquanto a razão nos leva aos conceitos da neurociência e da neurocognição, as emoções caminham ao lado dos sentidos.

Comumente nos utilizamos de expressões que remetem aos sentidos para explicar as sensações causadas por estímulos sonoros. Classificamos um som como áspero, uma melodia

⁹ Percepção do mesmo estímulo sonoro através da visão e da audição simultaneamente.

¹⁰ Também a *phýsis*, o surgir e elevar-se por si mesmo, é uma pré-produção, é *poíesis*. A *phýsis* é até a máxima *poíesis*. Pois, o vigente da *phýsis* tem em si mesmo o eclodir da produção. Enquanto o que é produzido pelo artesanato e pela arte, por exemplo, o cálice de prata, não possui o eclodir da produção em si mesmo, mas em um outro, no artesão e no artista" (1). Mas o artista só tem em si a *poíesis* na medida em que ele é o que ele é no vigorar do ser. A obra de arte opera na medida em que ela contém em si a *poíesis*, o vigorar da *phýsis* enquanto mediação, medida, linguagem. (HEIDEGGER, 2002, p.16)

como triste, hipnotizante, alegre, etc. Mesclamos as diversas sensações percebidas pelo corpo e pela mente para traduzir uma imagem sonora.

Interligar de forma pedagógica todos esses pontos, juntamente com as abordagens fenomenológicas da estética do som, para realizar o trabalho de formação dos conceitos que levam à classificação dos sons e à identificação não apenas de sua frequência exata, como também da qualidade e conteúdo de seu discurso semântico, é de certa forma, percorrer em sentido inverso o caminho de significações do discurso estético de Foucault¹¹. Analogamente, neste trabalho, a imagem resultante da frequência sonora e seu aporte semântico se encontra inserido nos conceitos musicais demonstrados no resultado imagético que a lógica matemática das leis de reverberação e ressonância estabelecem.

Finalmente, para intensificar as percepções sintáticas e semânticas auxiliando a percepção musical auditiva como um todo, o presente trabalho propõe o seguinte:

A realização de treinamento auditivo onde, além de ouvir as notas solfejadas, a visão das frequências produzidas pelas mesmas notas seja possível. Neste caso, o aluno é o emissor do som, e as notas devem estar contidas dentro de seu espectro vocal. Com o tonoscópio, pretende-se então objetivar a validade de uma projeção física sonoro/visual no auxílio do desenvolvimento da percepção das alturas musicais. Ver e ouvir as notas conjuntamente proporciona ao aluno uma correlação de planos sensoriais diferentes provenientes de um mesmo estímulo, possível apenas para os sinestetas.

Tema da pesquisa:

A percepção musical é o cerne do presente trabalho. Esta pesquisa focaliza as dificuldades demonstradas pelo alunado no estudo e desenvolvimento da percepção musical das alturas melódicas, e pretende apresentar uma nova estratégia para auxiliar na solução dos problemas normalmente encontrados no ensino da disciplina. A atual pesquisa procura traçar as interseções que os diferentes ramos de conhecimento oferecem sobre o assunto, fazendo o recorte necessário que ratifique o benefício da utilização do tonoscópio no desenvolvimento do ouvido musical. Visando uma melhora na percepção do estudante de música o estudo teórico

¹¹ A teoria do Discurso Estético de Foucault parte do princípio de que, a imagem contém em si texto presumíveis não apenas semânticos, mas também estéticos e sintáticos perceptíveis esteticamente por conterem um grau semiológico previsto em seu enunciado. Mais informações em: FOUCAULT, M., A. A arqueologia do Saber. Trad. Luiz Felipe B. neves. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2007.

do possível desenvolvimento do ouvido musical através de uma estratégia de indução sinestésica que une audição e visão será apresentado. O presente estudo se alicerça em saberes de diversas áreas e utiliza como dispositivo auxiliador para a indução sinestésica o tonoscópio.

Estratégia de desenvolvimento da pesquisa:

O tonoscópio é a ferramenta de ressonância acústica que possibilita a realização argumentativa do presente trabalho. O tonoscópio é o centro da pesquisa sobre o qual a abordagem dos diversos saberes se direciona a fim de ratificar sua validade e viabilidade de implementação.

Delimitação da pesquisa:

A proposta da pesquisa visa teorizar a validade de utilização do tonoscópio como meio para formar e desenvolver o ouvido musical melhorando a percepção das alturas musicais através do estímulo sonoro e visual experimentado simultaneamente.

Pretendemos também evidenciar os conceitos e definições cabíveis aos problemas da *escuta musical* através da neurociência com enfoque em cognição, tendo como base epistemológica os fundamentos pertinentes a disciplina. Desse modo, será possível unir as diversas áreas de conhecimento em uma narrativa interdisciplinar, que emoldure os pontos de interseção e as divergências das múltiplas linhas de pensamento cognitivo como ferramenta de desenvolvimento da compreensão do fenômeno sonoro, independente do ritmo que o acomoda. Para tanto, inspirados nos diversos saberes que atualmente permeiam a pesquisa em música¹², pretendemos inserir no aprendizado da disciplina percepção musical, o estímulo multissensorial (sinestésico-induzido,) como ferramenta para o desenvolvimento da percepção das alturas.

Objetivo:

A presente pesquisa pretende edificar a validade teórica da utilização do tonoscópio, ferramenta que possibilita a simulação sinestésica, como beneficiadora do desenvolvimento das habilidades perceptivas no treinamento auditivo; estudar as capacidades do cérebro de processar os estímulos sensoriais; embasar em diversos campos de estudo a proposta de aumentar o

¹² Neurociência cognitiva, fenomenologia, ciência da educação, filosofia, psicologia.

estímulo apenas sonoro das alturas, para visual e sonoro, avaliando sob a égide de várias vertentes de conhecimento, a introdução do tonoscópio no desenvolvimento do ouvido musical.

Hipótese:

Encontrar respaldo suficiente, na interseção do pensamento e das descobertas pertencentes aos múltiplos campos de saber envolvidos na presente pesquisa, a fim de estabelecer coerência que indique ser relevante a introdução e teste em campo da ferramenta tonoscópio como estratégia de desenvolvimento da percepção das alturas visando, através do estímulo auditivo e visual simultâneos, obter desenvolvimento significativo do ouvido musical interno e externo.

Referencial teórico:

A fim de embasar o tema escolhido elegemos um recorte fenomenológico como embasamento pedagógico aliado aos conhecimentos das áreas de cognição, educação musical e neurociência. Assim sendo, um paralelo interdisciplinar é traçado conjuntamente a uma nova estratégia educacional induzida pela estimulação sinestésica do tonoscópio. Para averiguar a situação em que se encontra o objeto da pesquisa, conforme indicado em Marconi e Lakatos (2003), consideramos a união desses saberes extremamente válida para verificar os aspectos teóricos que outros estudos e pesquisas já realizaram sobre o tema. “O referencial teórico deve conter um apanhado do que existe de mais atual na abordagem do tema escolhido” (MARION et al, 2012).

Metodologia da pesquisa:

O conjunto de processos metodológicos que constituem a atual pesquisa consiste na abordagem dos conceitos multidisciplinares e na correlação dos mesmos em uma teia de convergência ao ponto principal do discurso. O resultado das interseções e das afirmações derivadas deverão compor o conjunto de argumentos que edifiquem a validade da introdução do tonoscópio no universo educativo musical.

Delimitação do campo pesquisado:

O campo de pesquisa abrange indagações teóricas sobre a validade de introdução e utilização do tonoscópio na pedagogia e metodologia musicais. Nos utilizamos de alicerces

multidisciplinares de conhecimento, oriundos dos vários campos de saber, como fios condutores e construtores da validade de implementação do tonoscópio, em uma configuração interdisciplinar e transdisciplinar de abordagem.

Importância da pesquisa:

A importância da pesquisa reside no recorte apresentado em sua concepção a partir da união de saberes, na escassez de trabalhos publicados sobre o tema e na apresentação e discussão das possibilidades de introdução do tonoscópio como estratégia de desenvolvimento da percepção das alturas musicais, o que não apresenta correspondência ou similaridade com outros trabalhos de pesquisa no campo da percepção musical.

Estruturação da pesquisa.

Frente ao exposto, estruturamos a pesquisa da seguinte maneira:

- A) Introdução
- B) Conceituação e estudo da ferramenta tonoscópio.
- C) Questões acústicas de ressonância.
- D) Fundamentos da pesquisa.
- E) Abordagem a partir dos conceitos básicos da neurociência e da neurocognição das capacidades e reações do cérebro.
- F) Problematização das questões pertinentes ao Ensino da Percepção Musical a partir das diretrizes filosóficas que dirigem os caminhos pedagógicos das Instituições de Ensino.
- G) Exposição do perfil fenomenológico da disciplina. Discussão das realidades encontradas em sala de aula e dos dogmas que estigmatizam a aptidão musical alicerçados no conceito de que ouvido absoluto significa talento ou aptidão natural para a música. Avaliação das implicações contidas neste conceito.
- H) A mente musical: da neurociência à cognição. Discussão das interseções entre os saberes.
- I) Conclusão.

CAPÍTULO 1.

O TONOSCÓPIO: GENEALOGIA E CIMÁTICA.

O tonoscópio é uma ferramenta que permite a produção de imagens geométricas através das vibrações do som.

As *imagens sonoras* são produzidas por diferentes agentes: sólidos, líquidos e gasosos¹³. Entre os sólidos são utilizados diferentes tipos de pós, principalmente a areia fina. Entre os líquidos a água é o mais usado, mas também encontramos experiências com substâncias pastosas e com diversas misturas híbridas.

O material a ser acionado é então disposto sobre membranas ou placas de vibração apresentando o efeito gráfico quando o mecanismo do conjunto é estimulado, seja por fricção manual, voz humana ou outra origem de som vocal ou eletrônico.

Cada frequência produz uma imagem correspondente em combinação com as características dos componentes do tonoscópio. O resultado imagético se configura de acordo com o tipo de soluto ou solvente utilizado, do agente estimulador da ressonância e do formato da placa de ressonância ou da membrana. Essas variantes são encontradas no tonoscópio nos muitos experimentos realizados desde sua gênese e tem seu embasamento em conhecimentos matemáticos, acústicos, musicais e provenientes de experiências empíricas. O conjunto desses diversos saberes e experimentos em áreas distintas foi o que possibilitou a concepção e experimentação do tonoscópio e posteriormente da teoria cimática¹⁴.

As pesquisas realizadas no campo da cimática se apresentam em uma variedade de áreas e tendências de exploração de suas alternativas. São encontradas pesquisas direcionadas à matemática, à física, aos estudos arquitetônicos das formas produzidas, aos axiomas matemáticos, físicos ou mesmo acústicos das propriedades deste efeito visual/sonoro e aos aspectos puramente musicais.

¹³ As experiências com o elemento gasoso não serão abordadas, pois estão fora do escopo principal deste trabalho devido à complexidade necessária para sua produção e total falta de relação com o estudo da sinestesia induzida e a percepção musical. Nossa linha de ação, que se concentrará na produção das imagens sonoras pela voz humana em tonoscópio de modelo mais simples e tradicional com a utilização de areia fina.

¹⁴ Estudo das ondas sonoras associadas aos padrões físicos resultantes.

Assim sendo, o estudo do som e suas propriedades visuais pelo campo da cimática cria uma interface de contínuo diálogo com diversas disciplinas mantendo-se em constante expansão e inserção em campos correlatos. Essa tendência a multidisciplinaridade promove uma conexão com a música, com as possibilidades de criação artística¹⁵ e com indagações e propostas de cunho pedagógico.

As possibilidades pedagógicas do uso da cimática alicerçam o ponto basilar do presente trabalho que objetiva, com a inserção de novas abordagens neste campo, problematizar o formato de estudo e ensino da percepção musical sob uma nova égide.

Em consonância com uma abordagem interdisciplinar a atual pesquisa parte de experiências realizadas no campo da cimática para criar uma interface com a percepção e emissão das alturas musicais ensinada comumente nos cursos de graduação em música da cidade do Rio de Janeiro.

Neste capítulo discutiremos os pontos primordiais da pesquisa destacando descobertas científicas pontuais, que alicerçaram a estruturação e desenvolvimento da parte técnica do trabalho. Essa parte do trabalho abrange desde as disciplinas que permitiram e influenciaram as pesquisas com o tonoscópio, até as possibilidades pedagógicas que a utilização da cimática pode prover.

1.1 Pesquisas correlacionadas

1.1.1 De Pitágoras à Hooke.

Segundo o conceito de *paideia*, as descobertas atribuídas a Pitágoras (570-495 A.C.) possuem um caráter indissociável entre ciência, filosofia e arte. Utilizando-se de um monocórdio em suas pesquisas a respeito dos sons e suas propriedades (GUSMÃO 2010), Pitágoras consolida a fusão dessas diferentes áreas de pesquisa. Seu estudo estabeleceu matematicamente a relação do comprimento de uma corda com o som por esta produzido.

¹⁵ Alguns compositores estão realizando estudos de cimática para compor suas obras. Destacamos como exemplo Steven Halpern. Para maiores informações ou ouvir suas composições acesse: <http://www.stevenhalpern.com/prod/meditation-music/initiation.html>

Assim sendo, a divisão da corda do monocórdio oferecia uma razão matemática mensurável para determinar seu tamanho, e os intervalos da escala gerados; este conhecimento de domínio geral pode ser verificado no GROVES (1980, p. 354).

O monocórdio apresentava a seguinte razão matemática de divisão da corda,¹⁶ exposta no quadro abaixo:

Intervalo	Razão do comprimento da corda
Oitava	2:1
Quinta	3:2
Quarta	4:3
Sexta	27:16
Terça	81:64
Segunda	9:8
Sétima	243:128

Este foi o marco inicial utilizado na idade Média, que possibilitou todo o desenvolvimento das pesquisas acústicas que levaram à sistematização do sistema temperado de afinação, do desenvolvimento estilístico musical e da fabricação de instrumentos que se evidenciou em épocas posteriores. (PORRES; MANZOLLI, 2005)

Embasadas em princípios matemáticos as teorias musicais foram se aprimorando e evoluindo com o passar dos séculos em concepções mais restritas ao campo musical, como o estabelecimento dos modos e das escalas ocidentais, ou em linhas científicas, como a acústica de construção dos instrumentos.

A teoria atribuída a Pitágoras se manteve atualizada durante o desenvolvimento da música e das ciências nos séculos que se seguiram, sendo aperfeiçoada por Leonardo da Vinci (1452-1519), cerca de mil anos depois de seu estabelecimento.

¹⁶ Esta razão foi posteriormente aprimorada por Gioseffo Zarlino (1517-1590) que, dentre outras inovações, configurou o intervalo de 3ª e de 6ª nas proporções de 5:4 e 6:5 respectivamente (DAHLHAUS, 1985).

Da Vinci determinou um marco significativo para o desenvolvimento das questões matemáticas e acústicas, que levaram à concepção do tonoscópio e da cimática. Pintor e cientista italiano, ele ajudou a desenvolver a teoria de que o som se propaga em ondas. Sua pesquisa era basicamente empírica e se constituía de uma observação sistemática da natureza. Para compreender qualquer fenômeno, Da Vinci procurava relacioná-lo a padrões já observados em outros fenômenos. Após a experimentação em campo, Da Vinci procurava estabelecer a prova científica que ratificaria sua experiência prévia.

Devo primeiramente fazer alguns experimentos antes de prosseguir, pois é minha intenção mencionar a experiência primeiro, e então demonstrar pelo raciocínio por que tal experiência é obrigada a operar de tal maneira. E essa é a regra verdadeira que aqueles que especulam sobre os efeitos da natureza devem seguir. (DA VINCI, c. 1513, apud CAPRA, 2008, p. 2)

Foram os padrões de turbulência na água que levaram Da Vinci a correlacionar as oscilações do espelho d'água com possíveis padrões similares das correntes de ar. Assim sendo, chegou à conclusão de que o som se propagava também em ondas pelo ar. Com base nisso, ele passou a investigar a natureza do som, a teoria da música e a acústica de construção dos instrumentos musicais. Paralelamente a isto, seus estudos sobre a água o levaram a ver as possibilidades industriais que dela poderiam resultar.

Quando se dedicou ao estudo da água, ele a viu não apenas como um meio da vida e uma força motriz da natureza, mas também como uma força para os sistemas industriais, semelhante ao papel que o vapor — outra forma da água — desempenharia na Revolução Industrial três séculos depois. Suas extensas investigações das correntes de ar e do vento e do voo dos pássaros o levaram a inventar várias máquinas voadoras, muitas delas baseadas em princípios aerodinâmicos comprovados. De fato, as realizações de Leonardo como projetista e engenheiro estão no mesmo nível de seus talentos como artista e cientista. (CAPRA, 2008, p. 17)

Da Vinci utilizava a matemática como cientista e valorizava sua importância crucial nos campos da ciência. Ele afirmou em um de seus cadernos de notas que “não existe certeza alguma daquelas ciências nas quais não se possa aplicar qualquer uma das ciências matemáticas, ou mesmo àquelas que não estão relacionadas às ciências matemáticas em muitos casos”. (CAPRA, 2008, p.156).

Pioneiro em suas ideias e com extraordinária habilidade de interligar saberes de diferentes disciplinas, Da Vinci ampliou seus universos investigativos com o pensamento precípuo, agregador e multiplicador do conhecimento. Sua dedicação a geometria, base da perspectiva na pintura e núcleo de sua relação visual com a ciência, influenciou outro cientista

que colaborou na formação dos saberes necessários, que culminaram com a cimática: Galileu Galilei.

Galileu Galilei (1564-1642) foi astrônomo, físico e filósofo. Sua contribuição musical foi resultado de suas pesquisas acústicas. De forma empírica, Galileu estabeleceu leis acústicas relativas à ressonância da corda vibrante. Ele foi capaz de mensurar o número de vibrações da corda percutida, e em relação à ressonância de duas cordas idênticas traçou considerações matemáticas pontuais no livro intitulado: *Duas Novas Ciências*. (GIMENEZ, 2004)

A experiência musical mais importante foi realizada da seguinte maneira: Galileu girou um disco cheio de furos sobre um jato de ar. Quanto mais rápido ele girava, mais agudo o som ficava. Ele concluiu que as vibrações agudas são vibrações com agitação rápida, e as vibrações graves são vibrações com agitação lenta. Galileu Galilei foi um dos que mais contribuiu para nossa compreensão do som, pois com seu experimento descobriu que as frequências das ondas sonoras determinam sua altura. Ele constatou que as frequências mais lentas produziam sons mais graves e que as frequências mais rápidas produziam sons mais agudos. (GIMENEZ, 2004)

Matemático devotado, deixou algumas máximas sobre seu interesse maior, a matemática. “A Matemática é o alfabeto com que Deus escreveu o Universo. (...). Meça o que é mensurável e torne mensurável o que não é.”¹⁷

Galileu pretendia matematizar todo o conhecimento, e para isso necessitava de ordem e lógica nas pesquisas. Ele tornou-se o pai da física moderna quando enunciou as leis fundamentais do universo e foi um dos maiores astrônomos de seu tempo. Contribuiu em muito para a organização do método científico de pesquisa que consistia na observação dos fenômenos a serem estudados tais como eles ocorrem. Seu método consistia em observar o objeto ou situação de estudo totalmente livre de influências externas, preceitos ou preconceitos extra científicos de natureza religiosa ou filosófica. Dessa forma, Galilei utilizava a ciência matemática como guia para decifrar e entender o universo.

A filosofia encontra-se escrita neste grande livro que continuamente se abre perante nossos olhos (isto é, o universo), que não se pode compreender, antes de entender a língua e conhecer os caracteres com os quais está escrito. Ele está escrito em língua matemática, os caracteres são triângulos, circunferências e outras figuras geométricas, sem cujos meios é impossível

¹⁷ Disponível em <http://www.suapesquisa.com/biografias/galileu/>

entender humanamente as palavras; sem eles nós vagamos perdidos dentro de um obscuro labirinto. (PEREIRA, 1993 p. 36)

As contribuições científicas de Galilei se somavam ao leque de conhecimentos que se multiplicavam em uma época de luz após um período de trevas. A renascença incentivava novas descobertas e colocava o conhecimento em posição de destaque. Pesquisadores se multiplicavam, e um grande número de descobertas científicas pode ser atribuída a este período.

O cientista inglês Robert Hooke (1635-1703), foi pesquisador da elasticidade dos fluídos, estudioso da gravitação universal, pedagogo e curador de experiências da Royal Society em 1662 precedendo Isaac Newton neste que é ainda hoje um dos centros mais respeitados de pesquisa. (PURRINGTON, 2009).

No campo da acústica, Hooke foi o primeiro a pesquisar as vibrações sônicas. Em 8 de julho de 1680, Robert Hooke identificou padrões nodais associados aos modos de vibração de um disco de vidro coberto com farinha. Hooke utilizou-se de um arco para friccionar a borda do prato. Ele não chegou a descrever as relações matemáticas de amplitude da onda com o ângulo do arco, o tom projetado ou a porção fracionada da placa a ser percutida, mas seus experimentos abriram caminho para as pesquisas de Chladni. (COOPER, 2006).

1.1.2. Do tonoscópio à cimática

O tonoscópio mecânico e impulsionado por uma coluna de ar é uma ferramenta acústica capaz de delinear o contorno de uma frequência, ou da resultante de múltiplas frequências sonoras, em uma superfície plana e lisa coberta por sal, areia ou similar. Dessa maneira, é formado um desenho bidimensional sobre sua placa. De outros modelos elétricos ou eletroeletrônicos pode-se obter um resultado tridimensional utilizando-se um meio aquoso ou variando os tipos de soluto, incorporando a estes solventes e/ou combinando com estímulos elétricos ou eletromagnéticos. Em quaisquer dos casos, o efeito visual é produzido quando seu conjunto de componentes constitutivos é estimulado pelo som, formando assim desenhos geométricos simétricos.

As formas das imagens sonoras são sempre simétricas. Essa simetria pode ser estável ou circulante de acordo com a invariabilidade e o tempo de exposição da frequência aplicada. Sendo um sistema que responde a vibração, a própria vibração geradora é também modificadora da imagem sonora, pois se forma a partir do movimento dos materiais que no conjunto se auto

influenciam, iniciando uma nova produção imagética de acordo com a elasticidade dos materiais utilizados¹⁸.

Em geral, consegue-se um padrão imagético relativamente fixo e facilmente identificável quando são aplicadas unidades de frequências com um baixo nível de vibrato, ou seja, vibratos com amplitude menor que 1 st (um semitom). O desenho tende a mover-se mais se o estímulo sonoro provém da voz humana, que dispõe de um vibrato natural de amplitude assimétrica, ou de um conjunto de frequências sonoras com muitos harmônicos, o que difere do estímulo de ondas sonoras de uma determinada frequência produzidas por um aparelho de emissão exata e invariável. Assim sendo, dentro de uma simetria e similaridade, a constância das imagens sonoras se apresenta segundo uma série de fatores e se mantém estável no caso do estímulo sonoro se originar de uma frequência de altura relativamente fixa.

Os solutos tendem a produzir imagens sonoras mais estáveis, que se apresentam sob a forma de uma imagem fixa no caso da emissão vocal ou instrumental por exemplo, ou em um conjunto imagético de formas que se repetem em um ciclo contínuo de movimento e similaridade dentro de uma simetria formada por uma única imagem ou um conjunto de imagens menores que formam um todo.¹⁹

A simetria geométrica tanto na imagem fixa quanto na circulante é sempre estável quando esta é gerada em meio sólido. Quando a projeção sonora é realizada em meio aquoso, a resultante imagética é bastante variável devido ao fato de os meios aquosos não apresentarem a mesma elasticidade das membranas. Um líquido movido por uma frequência sonora tende a voltar a sua posição de repouso inicial, contudo no experimento com tonoscópio, a adição de solutos a este meio aquoso gerará imagens que não conseguirão por conta própria retornarem ao estágio anterior à produção sonora, e com a continuidade do estímulo sonoro, as imagens tendem, dentro de um padrão de similaridade, a se modificarem.

Em resumo, as formas imagéticas são geradas a partir dos tipos de solutos e solventes aplicados bem como na estrutura dos componentes do tonoscópio e da natureza da emissão sonora à qual o tonoscópio é submetido.

¹⁸ Maiores informações sobre elasticidade são encontradas no capítulo de acústica deste trabalho.

¹⁹ Isto pode ser observado nas imagens a seguir expostas neste capítulo.

Os diferentes modelos de tonoscópio são baseados no mesmo princípio científico, e desenvolvidos com diferentes objetivos de pesquisas para constatação de dados físicos e acústicos.

Construídos com materiais diversos e diferentes designs, o tonoscópio é o resultado de princípios básicos da química, da física e da acústica unidos. Como dissemos anteriormente, o fio condutor de todo esse processo de evolução científica, se encontra na matemática, que contém em seus estudos primordiais as bases dessas ciências e da própria estrutura musical.

A ideia de que o fenômeno vibratório-sonoro é uma força motriz com capacidades extramusicais acompanha a humanidade desde antes da era Cristã. Os mecanismos de ação envolvidos eram estudados a fim de determinar a veracidade de uma relação de ressonância de causa e efeito entre processos vibratórios acústicos e determinados acontecimentos. As diretrizes das observações não tinham por princípio relacionar os aspectos observados, com características puramente musicais. (DANIÈLOU, 1995)

A ideia de que o fenômeno vibratório-sonoro tem uma força capaz de criar e destruir formas, gerar processos e agir como elemento regulador na natureza e no ser humano, nos acompanha há milênios. Diversas passagens da Bíblia, dos Vedas indianos, da literatura Persa e das mitologias Grega e Chinesa, nos relatam, de modo surpreendente, como a partir de um som, algo foi criado, destruído ou curado. (PETRAGLIA, 2008 p. 11)

O primeiro a estudar os efeitos das figuras sonoras em um contexto musicalmente direcionado foi Ernst Florens Friedrich Chladni. Filósofo e jurista alemão, ele era também um apaixonado pela arte dos sons. Em 1790 Chladni divulga o resultado de seus primeiros estudos sobre teoria musical onde expõe sua "Teoria Físico-Matemática da Música"²⁰. Os experimentos de Chladni se concentravam no campo da acústica, em especial naqueles relacionados às superfícies vibratórias.

Entre os diversos instrumentos de investigação, Chladni, após muita procura, passou a servir-se do arco do violino, seguindo uma descrição de Johann N. Forkel (1749-1818), de como este poderia ser usado para tocar a "Harmônica de Vidro"²¹. A ideia de tornar visíveis os fenômenos vibratórios, veio do conhecimento dos experimentos de Georg C. Lichtenberg (1742-1799), onde uma descarga elétrica se torna visível em uma superfície coberta com óxido vermelho de chumbo e pó de enxofre. Nas palavras do próprio Chladni: "também deve ser possível: que diferentes modos de vibração de um corpo se

²⁰ Theoriam Musices physico-mathematicam exponet, eamque experimentis, partim ab ipso inuentis partim iam antea notis, illustrabit. (ULLMANN, 1996).

²¹ Harmônica de vidro, muito comum na época é o conjunto de taças de vidro presas a uma base fixa de onde se pode produzir som tocando suas bordas com os dedos úmidos.

mostrem em diferentes formas uma vez que se espalhe algo sobre eles. (PETRAGLIA, 2005 p. 4).

Depois de testar vários materiais, Chladni definiu quais seriam os mais adequados para sua pesquisa. Ele chegou à conclusão de que obteria melhores resultados utilizando-se de uma placa de metal coberta com areia fina e percutida por um arco de violino. Esses experimentos resultaram em uma publicação sua denominada de: “Descobertas Sobre a Teoria dos Sons”²² no ano de 1787 em Leipzig. O próprio Chladni confere a nomenclatura de “figuras sonoras” ao compêndio que apresenta 166 figuras estudadas.

As figuras eram obtidas variando-se o ângulo de um arco de violino friccionado sobre diferentes frações de uma placa de metal polvilhada com areia fina.

O chamado efeito tonoscópio ou tonoscópio, terminologia que define o conjunto produtor de imagens sonoras, consiste exatamente no resultado oferecido pelo experimento de Chladni no estudo das vibrações em placas. O significado de tonoscópio pode ser definido como um conjunto de itens organizados que é capaz de produzir uma imagem geométrica, a partir da reverberação de uma frequência sonora.

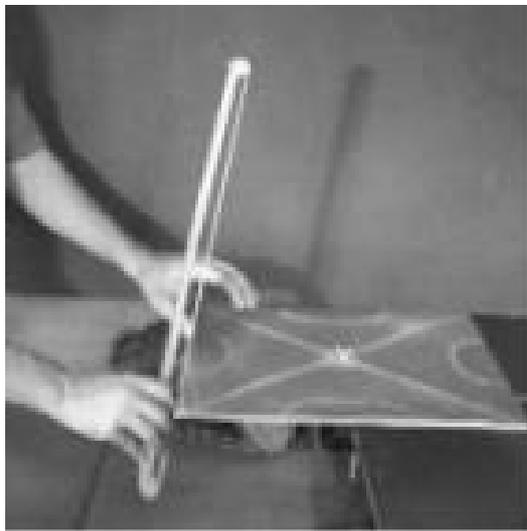


Figura 1. Representação da experiência de Chladni em tonoscópio.²³

Este é o segundo modelo de tonoscópio de que se tem notícia, já que o primeiro foi feito por Robert Hooke em 1662. Contudo, as pesquisas de Chladni são mais abrangentes e

²² “Entdeckungen über die Theorie des Klanges”. Leipzig, 1787.

²³ Disponível em: http://www.ouvirativo.com.br/mp7/pdf/figuras_chladni.pdf

específicas classificando uma série de figuras sonoras, bem como as diversas proporções matemáticas de posicionamento do arco sobre a placa metálica.

Chladni se utilizou de placas circulares e retangulares em sua pesquisa incluindo, além disso, observações sobre as variantes produzidas pela diferença de intensidade e velocidade com que o arco de violino era percutido, agregado a porção fracionada da placa. Suas experiências produziram imagens variadas que o autor classificou e documentou a fim de determinar a ocorrência das similaridades ou disparidades dos padrões imagéticos apresentados.

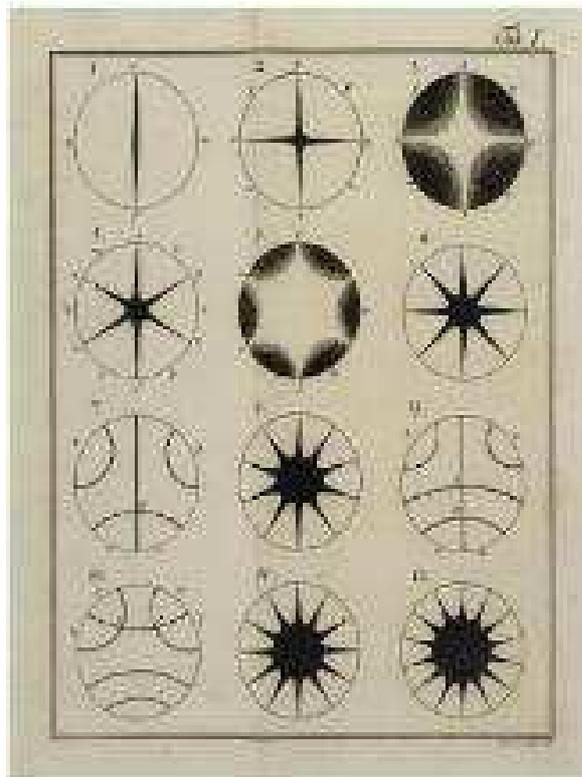


Figura 2. Figuras sonoras de Chladni em placa circular. (ULLMANN, 1983)

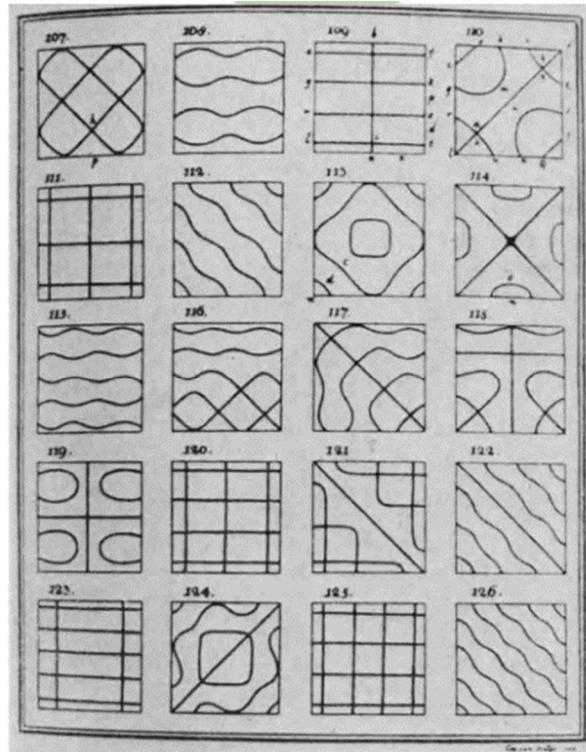


Figura 3. Figuras sonoras de Chladni em placa quadrangular. (ULLMANN, 1983)



Figura 4. Figuras sonoras: areia sobre placa metálica. (PETRAGLIA, 2008).

Com seu experimento, Chladni confere a esta pesquisa uma importante e fundamental fonte primária de estudo estabelecendo as bases da cimática que será posteriormente desenvolvida por Hans Jenny.

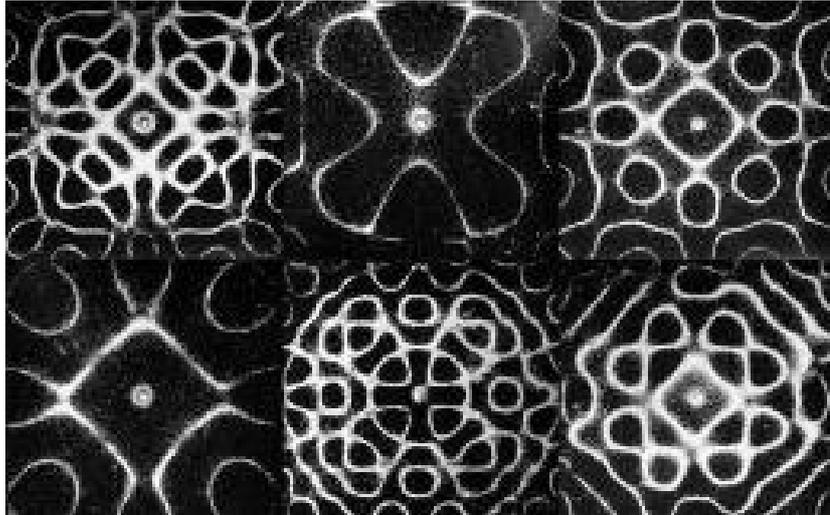


Figura 5 Figuras sonoras. Imagens cimáticas sobre placa metálica (Hans Jenny, 2001).

O resultado final dos diversos modelos mantém um certo padrão oferecendo ao sentido da visão desenhos perfeitamente equilibrados e semelhantes principalmente quando incitados com a mesma frequência sonora. Esta estimulação sonora pode provir de um som digital como um CD, de um instrumento musical, ou um conjunto de instrumentos, ou da própria voz humana. Quando o mecanismo do tonoscópio é estimulado a visualização do desenho ocorre. A cada nota ou som modificado no decorrer de uma música por exemplo, um novo desenho surgirá de acordo com a resultante da estimulação sonora captada por seu mecanismo.



Figura 6. Desenho em tonoscópio formado por onda sonora instrumental. ²⁴

²⁴ Disponível em: <http://1080.plus/54zPer6MLZY.video>. Cymatica de La Ocarina Mallorquina by Mexicogtel-Baleares Grupo Trabajo Energia Libre

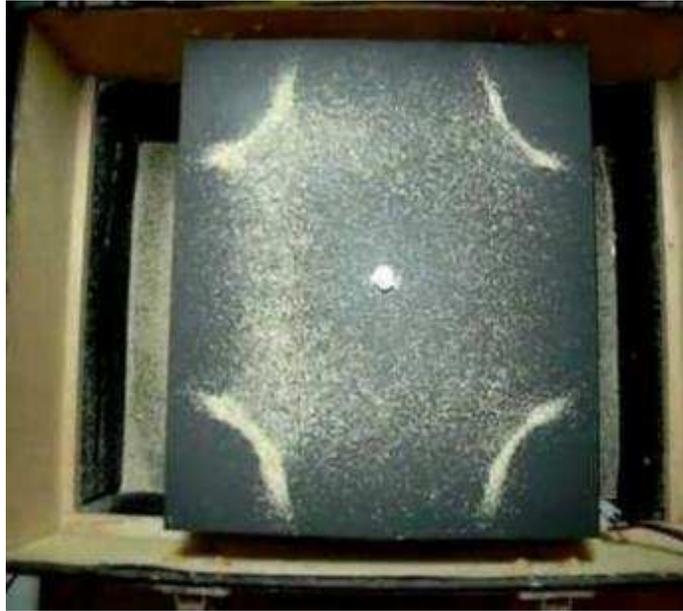


Figura 7. Desenho em tonscópio formado por onda sonora vocal.²⁵

Depois de Chladni, o que incitou as pesquisas que apresentavam desenvolvimento ou inovação nesse campo foram os experimentos de Hans Jenny. Seus ensaios e descobertas foram alavancados pelo desenvolvimento de tecnologias eletroeletrônicas que surgiram no séc. XX. Os amplificadores e sintetizadores recém projetados levaram a pesquisa sonora a outro nível de possibilidades. Hans Jenny deu continuidade aos estudos de Chladni, fazendo uso de geradores de frequência controlada e amplificadores elétricos²⁶ criando, segundo sua própria denominação, a teoria da cimática.

A cimática é o estudo dos fenômenos de ondas e vibrações sonoras produzidas por indução eletroeletrônica e suas ressonâncias e reverberações nos meios: aquosos, aéreos e sólidos. A cimática explora as possibilidades de manipulação sonora e seus efeitos utilizando uma variedade de solutos e solventes em suas experiências. Sem as tecnologias de som e imagem surgidas no decorrer do sec. XX, a cimática não seria possível.

²⁵ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=fdYYCkkZ73o> . Cymatics. Estudo em vídeo de Masaru Emoto & Jaime Canaves em Mexicogtel- Baleares Grupo Trabajo Energia Libre.

²⁶ Amplificador é um equipamento que utiliza uma pequena quantidade de energia para controlar uma quantidade maior. Em sua utilização mais coloquial, o termo se refere a amplificadores eletrônicos, principalmente aqueles usados para aplicações de áudio e para transmissão de rádio. A relação entre a entrada e a saída de um amplificador — geralmente expressa em função da frequência de entrada — é denominada função de transferência do amplificador, e a magnitude da função de transferência é denominada de ganho.(VERHOEVEN, 2003)

Aparelhos como sintetizadores²⁷, amplificadores e geradores de frequência ampliaram o diálogo tecnológico-musical fazendo brotar novas pesquisas e singulares perspectivas nos dois campos. Entre os anos de 1960 e 1974 Jenny aplicou em suas pesquisas um tonoscópio eletromecânico que permitia a visualização do efeito das vibrações sonoras sobre diversas substâncias.

Nesse tonoscópio era possível controlar a frequência e a intensidade vibratória da placa estimulada eletricamente com precisão, e observar suas resultantes vibratórias - figuras sonoras, com máxima acuidade. Jenny experimentou múltiplas substâncias viscosas, líquidas e sólidas elaborando, a partir desses experimentos, “um corpo de reflexões acerca da natureza vibratória das formas e processos na natureza, nos remetendo a ancestral e extremamente moderna concepção vibracional do mundo”. (PETRAGLIA, 2008).

Tal concepção abriu campo para um leque de pesquisadores que evidenciaram determinados aspectos pontuais nos diversos temas que a cimática pode prover²⁸. Sendo um campo de pesquisa relativamente novo, as possibilidades ainda não estão esgotadas, e diariamente novos enfoques são apresentados sejam estes para relacionar a cimática com a música, a física, a fotografia, ou padrões imagéticos encontrados na natureza. Todas as pesquisas nesse campo partem do conceito de cimática estabelecido por Hans Jenny e dos resultados de suas pesquisas, fonte de inspiração também para o presente trabalho.

²⁷Um sintetizador é um instrumento musical eletrônico projetado para produzir sons gerados através da manipulação direta de correntes elétricas (sintetizadores analógicos), leitura de dados contidos numa memória (sintetizadores digitais), ou manipulação matemática de valores discretos com o uso de tecnologia digital incluindo computadores (modulação física) ou uma combinação de diversos métodos. Seu inventor é Robert Moog, engenheiro norte americano que em 1957 concebeu o protótipo junto com o compositor Herbert Deutsch, (GROVE'S, 2001)

²⁸ Dentre eles destacamos John Stuart Reid criador da cimascopia cujo portal está disponível em: https://www.cymascope.com/cyma_research/cyma_app.html



Figura 8. Experimentos de Hans Jenny- figuras 7 a 11 (2001, p. 23)

Nas figuras 7 e 11. Um tom único (800 cps na Fig. 7; 865 cps na Figura 11) produziu sua própria figura sonora em uma placa de aço hexagonal. A Figura 9 mostra o resultado quando ambos os tons são reproduzidos ao mesmo tempo e mesma intensidade. A Figura 6 e 10 mostram os estágios intermediários²⁹(JENNY, 2001 p.23, tradução nossa)

Como dissemos anteriormente, Hans Jenny utilizou vários tipos de solutos e solventes para realizar suas experiências. Ele não se privou de nenhuma possibilidade de inovação e experimentação realizando um contínuo trabalho empírico e dialético de precisão matemática sobre os efeitos das vibrações imagéticas de sua cimática. Em suas pesquisas, a condução elétrica das frequências e também a sua manipulação, produziam movimentos contínuos nas placas metálicas formando desenhos que se transmutavam sob a regência dos tons.

Em suas experiências ele se utilizou diversas vezes do pó de licopódio³⁰ e analisou propriedades inesperadas desse soluto em cimática. Alguns exemplos são demonstrados nas imagens que se seguem. Observa-se que as figuras a seguir apresentam um registro fotográfico de um momento do evento que se mantém em constante movimento durante a experiência.

²⁹ 7-11 In figures 7 and 11 a single tone (800 cps in Fig. 7; 865 cps in figure 11) has produced its own sonorous figure on a hexagonal steel plate. Figure 9 shows the result when both tones are sounded at the same time at equal strength. Figure 6 and 10 show the intermediate stages. (JENNY, 2001)

³⁰ Licopódios. São um gênero de musgo da família das samambaias também conhecidos como pinheiros da terra ou cedro rastejante. Existem cerca de 950 espécies diferentes. Acredita-se os esporos de espécies *Lycopodium* e *diphasiastrum* possuem capacidade curativa e por isso são utilizados sobejamente pela homeopatia como cura para diversos males. Seus esporos são colhidos e são vendidos na forma de pó *lycopodium*. Para mais informações acesse: <http://guiahomeopatico.com/lycopodium-clavatum/>

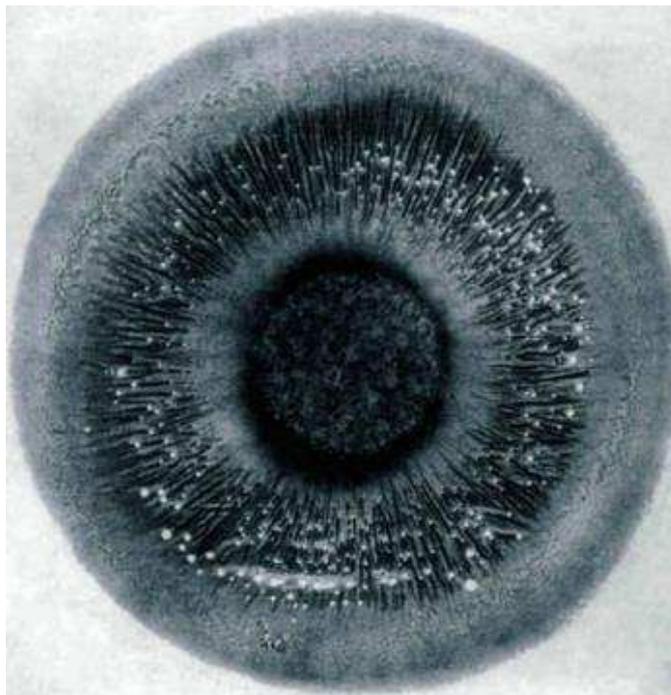


Figura 9. Licopódio fluído em migração ao centro (JENNY, 2001, p. 76)

MIGRAÇÃO PARA O CENTRO Quando o pó de esporos da categoria de musgos (licopódio) é espalhado uniformemente sobre um diafragma vibrando, ela forma uma galáxia de pilhas pequenas (foto abaixo). Cada pilha gira sobre seu próprio eixo e também gira como um único corpo, como os elementos do nosso sistema solar. Quando as vibrações são aumentadas as pilhas tendem a migrar em direção ao centro (foto da esquerda) em que os caminhos de migração podem ser vistos como linhas entremeadas. Enquanto formando grande pilha central, eles continuam a girar sobre o diafragma.³¹ (JENNY, 2001, p.76, tradução nossa)

³¹ **MIGRATION TO THE CENTRE** When the spore powder of the club moss (lycopodium) is spread evenly on a vibrating diaphragm, it forms a galaxy of tiny piles (photo below). Each pile rotates on its own axis and also rotates as a single body like the elements of our solar system. When the vibrations are increased, the piles migrate towards the center in which the paths of migration can be seen as streaky lines. While forming large central pile, they continue to rotate on the diaphragm.

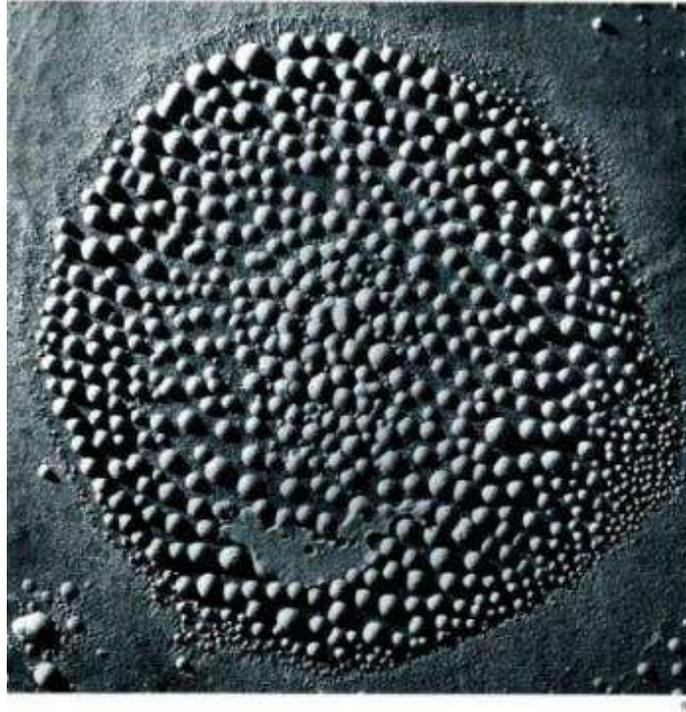


Figura 10. Vibrações com pó de licopódio³². (JENNY, 2001, p. 75).

A irradiação acústica transforma a camada uniforme de licopódio em pó em um número de formas arredondadas. Cada uma delas gira sobre o seu próprio eixo ao mesmo tempo que circula em uma forma constante ao redor de toda a figura (...); em um crescendo, os montes redondos migra para o centro seguindo a topografia imposta pela vibração. Os numerosos percursos radiais podem ser vistos.³³ (JENNY, 2001, p.75, tradução nossa)

³² Licopódios. São um gênero de musgo da família das samambaias também conhecidos como pinheiros da terra ou cedro rastejante. Existem cerca de 950 espécies diferentes. Acredita-se os esporos de espécies *Lycopodium* e *diphasiastrum* possuem capacidade curativa e por isso são utilizados sobejamente pela homeopatia como cura para diversos males. Seus esporos são colhidos e são vendidos na forma de pó *lycopodium*. Para mais informações acesse: <http://guiahomeopatico.com/lycopodium-clavatum/>

³³“Acoustic irradiation transforms the uniform layer of lycopodium powder into a number of round shapes. Each of these rotates on its own axis and at the same time circulates in a constant manner around the whole figure (...). On a crescendo, the round heaps migrate to the center following the topography imposed by the vibration. The numerous radial pathways can be seen”. (JENNY, 2001)



Figura 11. Dinâmica de massa em movimento - licopódio. (JENNY, p. 80)

As figuras de Jenny podem demonstrar um certo desequilíbrio e disparidade das formas geométricas exatas e simples apresentando uma diversidade de formatos onde a base geométrica se vê sobreposta, distendida com outras formas, mescladas ou dissolvida. Isto ocorre porque, com a cimática, podemos captar através das múltiplas experiências, as imagens mais fidedignas do verdadeiro resultado visual das vibrações. Tais resultados nem sempre serão geométricos, mas guardarão uma coerência formal conforme salienta Jenny (2001, p. 74) quando afirma que: “não se trata de um caos desregulado, mas sim de um padrão dinâmico pretendido”³⁴. Se transportarmos o resultado visual para a soma de estímulos sonoros produtores da imagem, poderemos perceber melhor o que se passa.

O que conhecemos como som, notas, timbre, são resultados de uma soma de diversas ondas distintas com frequências próprias estimulando nosso tímpano. Nós captamos isso, pois a onda mecânica se propaga entre meios comprimíveis, resultando em uma vibração dos corpos por onde está passando. (SENA, 2014, p.17)

Todo este movimento mecânico produzido pela emissão do som não pode ser captado a olho nu, mas pode ser detalhadamente observado nas experiências cimáticas. É importante salientar que neste tipo de pesquisa o resultado é obtido de acordo com uma série de fatores que

³⁴ This is not an unregulated chaos, it is a dynamic but ordered pattern.

se interligam e inferem alterações uns sobre os outros, mesmo quando um parâmetro mínimo é modificado. Mudanças de temperatura, qualidade e quantidade do soluto, tamanho ou formato das placas ou membranas, diferenças mínimas de frequência aplicada, agente incitador (eletrônico ou mecânico, e em música, de acordo com questões tímbricas, de volume, altura do som e material de construção de cada tipo de instrumento) são alguns dos fatores que transformam o resultado imagético final.

Não podemos esquecer também que essas fotografias capturam recortes de uma experiência que está em contínuo movimento e, portanto, sujeita às transformações impostas pelas variantes dos elementos componentes, onde uma imagem sonora é ponte para outra figura e retrato do momento único no qual se apresenta como resultante dos fatores aplicados.

Jenny cria uma taxonomia cimática (cimataxia³⁵) própria entre frequências, materiais e meios que ordenam seus experimentos. A montagem e execução dos experimentos responde a um sistema único de atitudes que ditam o resultado final e possibilitam uma ordem lógica de resultados obtidos registrados por Jenny com maestria em seus mínimos detalhes, conforme observamos em suas experiências com licopódio.

As figuras demonstram que conforme a amplitude é variada, o padrão passa através de um certo número de alterações. A dinâmica da massa em movimento de partículas licopódio se altera, dependendo se o tom é forte ou fraco. (JENNY, 2001, p. 81, tradução nossa)³⁶

³⁵ Simples junção do prefixo grego Kyma que significa onda e do sufixo grego taksis que significa ordem ou arranjo ou estrutura. Dicionário Priberam online. <http://www.priberam.pt/dlpo/>

³⁶ 89, 90, 91. As the amplitude is varied, the pattern goes through a number of changes. The dynamics of the moving mass of lycopodium particles alter, depending on whether the tone is loud or soft. (JENNY, 2001, p. 81)

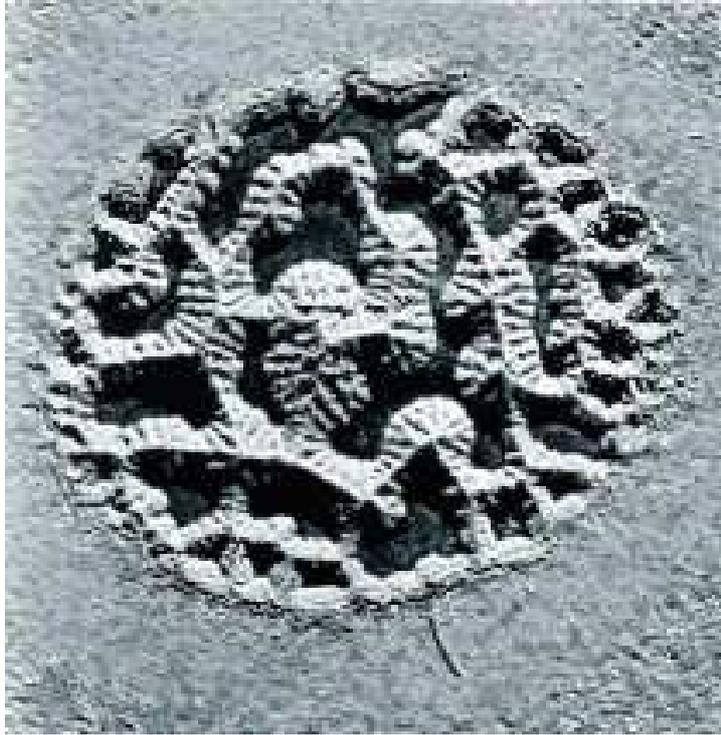


Figura 12. Dinâmica da massa em movimento de partículas de licopódio. (JENNY, 2001 p. 81)



Figura 13. Dinâmica da massa em movimento de partículas de licopódio. (JENNY, 2001, p. 81)



Figura 14. Licopódio com múltiplos fenômenos. (JENNY, 2001, p. 83)

Esta paisagem de licopódio em pó sob a influência da vibração é uma vista sinóptica na qual os diferentes fenômenos podem ser reconhecidos em toda a sua diversidade. Tudo deve ser imaginado como circulando, movendo, pulsando etc. e tudo isto é causado por vibrações de um tom que pode ser ouvido o tempo todo que o experimento está em progresso³⁷.(JENNY, 2001 p. 83, tradução nossa)

Os efeitos tridimensionais são obtidos nos elementos sólidos, líquidos e gasosos, confirmando uma miríade de possibilidades de cores e formatos. Jenny obtém seus resultados variando as frequências e os materiais utilizados a fim de determinar similaridades e discrepâncias nos materiais, bem como traçar possíveis correspondências com formas similares encontradas na natureza.

A cimática também empresta inspiração às artes visuais, pois constrói com suas formas uma arquitetura sonora.

Segundo Jenny (2001), assim como as turbulências do mar ou a lava derretida sob o impacto de forças vulcânicas, as fotos seguintes exemplificam uma tempestade criada em laboratório através da cimática. Ao se modificarem as vibrações produzidas pelo diafragma oscilante por conta da frequência nele implementada, grandes ondas se formam. Quanto mais líquido é utilizado, e maiores são as frequências aplicadas, maiores são as placas, pilares e picos que se formam.

³⁷ This landscape of lycopodium powder under the influence of vibration is a synoptic view in which the various phenomena can be recognized in all their diversity. Everything must be imagined as circulating, moving, pulsating etc. and all this is caused by the vibrations of a tone which can be heard the whole time the experiment is in progress.



Figura 15. Cimática em meio aquoso. (UNESCO, 1969 p. 13).

A figura seguinte é uma foto de H. P. Widmer que apresenta um contorno de formas quase humano, lembrando também o arquétipo de uma dança repleta de formas e expressões. Observa -se a silhueta de uma pequena estatueta a esquerda da foto. Também são percebidas outras formas pulando e girando como dançarinos em um balé frenético. Essas são algumas das "esculturas" dinâmicas criadas durante uma série de experimentos cimáticos, que demonstram os múltiplos efeitos produzidos pela vibração sob certas condições. O fator determinante da projeção desses formatos humanoides é a mudança de viscosidade do meio aquoso, e o aumento da amplitude que o impulsiona para cima. (JENNY, 2001, p. 120)



Figura16. Ballet cimático (JENNY, 2001, p. 120)

A próxima figura lustra os efeitos tridimensionais da cimática que podem ser constatados por experiências com sólidos em forma de pós.

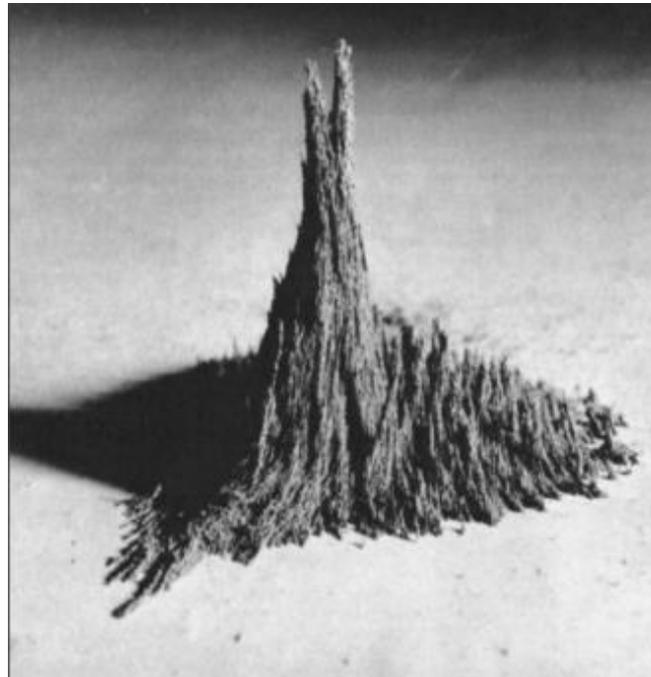


Figura 17. Cimática em meio sólido.

Limalha de ferro e fumaça sob efeito de alta frequência. Limalha de ferro sob efeito vibratório em um campo magnético, produz a forma de pico de craggy³⁸, visto acima. A oscilação reduz a adesão entre as partículas, proporcionando uma liberdade maior de movimentos. A limalha, apesar de espalhada em um campo magnético, submete-se às formas móveis de vibração, as quais aparentemente, dançam no campo vibracional. Aqui, a câmera congelou temporariamente a dança das limalhas de ferro. Abaixo, uma corrente descendente de fumaça assume uma aparência de tecido semelhante, quando irradiado pelo som de alta frequência. Tornando-se turbulento, o gás está sensibilizado ao som; estruturas aparecem, a sua forma dependendo das ondas sonoras. (JENNY, 2001, p. 92, tradução nossa)³⁹

³⁸ Pico de craggy ou picos escarpados.

³⁹ IRON FILINGS AND SMOKE IN HIGH PITCH Iron filings when vibrated in a magnetic field produce the craggy peak effect seen above. Oscillation reduces the adhesion between the particles, providing them with extra freedom of movement. Filings thus strewn in a magnetic field subjected to vibration form mobile shapes which seemingly dance in the vibrational field. Here, camera has temporarily frozen the dance of the Iron filings. Below, a downward stream of smoke takes on a fabric-like appearance when irradiated by high frequency sound. Becoming turbulent, the gas is sensitized to sound; structures appear, their form depending on the sound waves. (JENNY, 2001, p. 92).

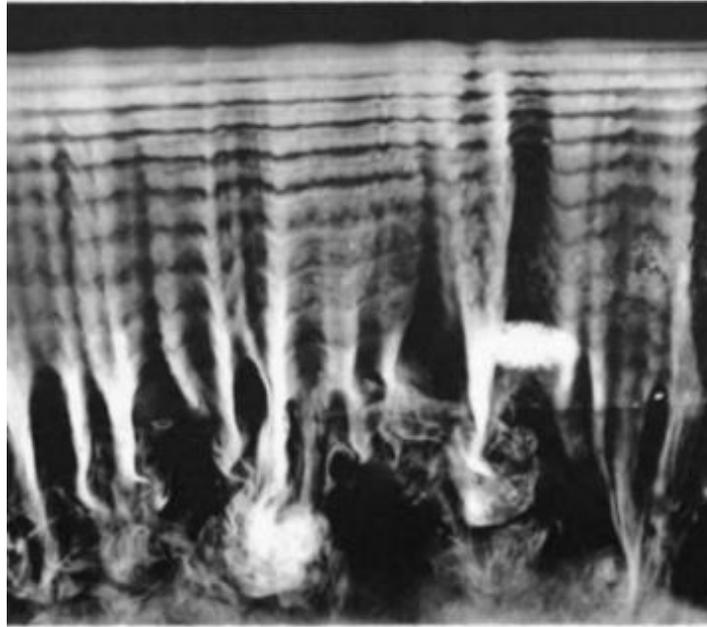


Figura 18. Cimática em meio gasoso. (JENNY, 2001 p 96).

Outras experiências de Jenny utilizam diferentes sólidos e solventes com propriedades específicas que alteram a configuração das formas obtidas na cimática. Este é o caso do caulim⁴⁰, que após ser aquecido por corrente elétrica e iniciar seu processo de resfriamento, muda do estado líquido para o sólido assumindo uma massa plástica como consistência, e produz formas inusitadas enquanto é vibrado durante todo o processo. A figura exhibe uma forma arredondada que em permanente estado de rotação apresenta padrões imagéticos distintos. Porém, com o mesmo vigor que aparecem esses padrões se desfazem sob a mínima mudança de frequência, temperatura dos materiais, ou quaisquer outras variantes contidas no experimento.

⁴⁰ Caulim ou caulino é um minério composto de silicatos hidratados de alumínio, como a caulinita e a haloisita, e apresenta características especiais que permitem sua utilização na fabricação de papel, cerâmica, tintas, etc.



Figura 19. Cimática em caulim - sólido (JENNY, 2001 p. 106)

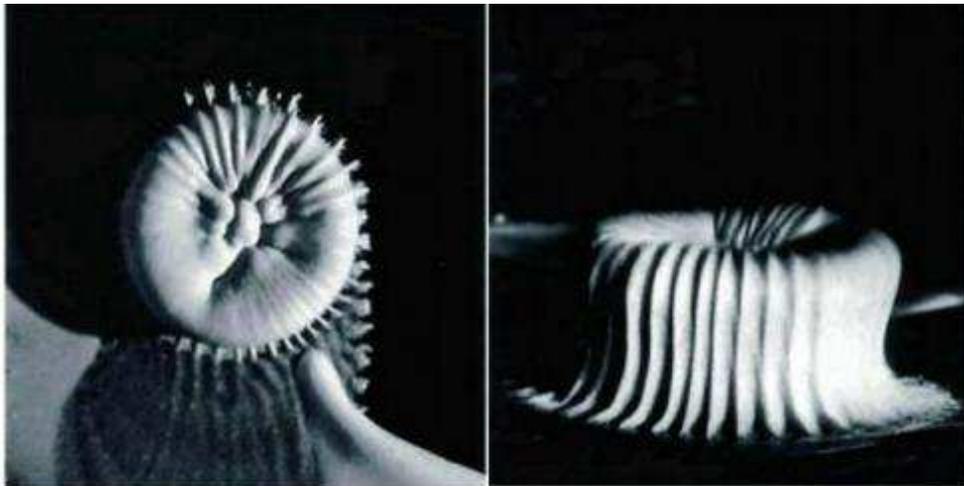


Figura 20. Caulim em 3D. (JENNY, 2001 p.106)

Neste outro experimento ilustrado abaixo, Jenny introduz uma emulsão vermelha em um líquido tingido de preto para observar a dispersão da emulsão vermelha segundo o

gradiente⁴¹ de concentração. A figura mostra os processos de hidrodinâmica periódica através de uma dispersão que ocorre em um padrão sinuoso oscilante. “Deve-se imaginar que *tudo* não só está fluindo, mas realmente flui em padrões e ritmos.”⁴² (JENNY, p. 103)

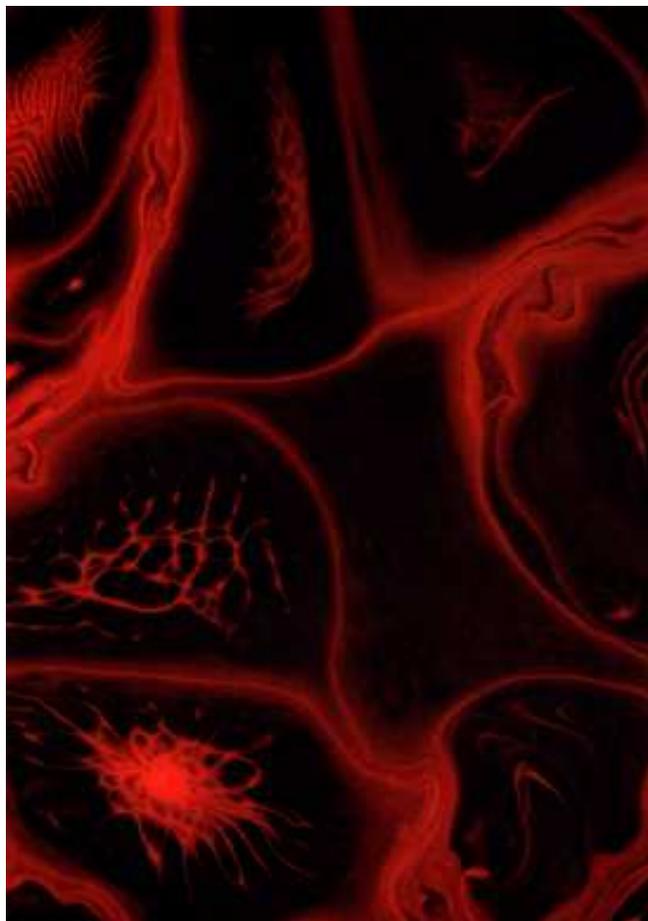


Figura 21. Dispersão de fluidos pelo efeito cimático.

As formas arredondadas, aparecem com mais frequência nos experimentos. A figura abaixo mostra uma forma circular que se apresenta em constante movimento. Dentro da forma, tudo está em um estado de circulação em torno de seu próprio eixo. Os materiais fluem da periferia para o centro, e do centro para a periferia. Essa configuração é apenas possível graças a vibração aplicada ao material que produz e mantém o efeito. Sem a vibração teríamos apenas uma pasta uniforme.

⁴¹ ⁴¹ Grau de variação de certas características de um meio (tais como a pressão atmosférica, a temperatura, frequência sonora.

⁴² “It must be imagined that "everything" is not only flowing, but actually flowing in patterns and rhythms”



Figura 22. Figura sonora em líquido viscoso (JENNY, 2001 p. 146)

As questões da cimática extrapolam a observação pura e simples no campo experimental e trazem à luz da discussão a formulação de conceitos que edificam a percepção das realidades como a concebemos, a fim de traçar novos paradigmas para a percepção do mundo e da música.

Da união da imagem e da vibração, ou seja, do som com a imagem, podemos derivar também um espectro de forma em uma extremidade e movimento na outra, ou seja: som de um lado e sentido do outro em uma única percepção musical que só a cimática pode oferecer. Esta nossa observação intuitiva do fenômeno musical cimático possibilita e elabora uma hipótese no campo da sinestesia induzida. Ouvir e ver o som musical, ou ainda, emitir, ouvir e ver o som musical é a base investigatória que sustenta o presente trabalho. No decorrer deste estudo, nos remeteremos as viabilidades possíveis a serem descobertas e aplicadas no escopo de uma sinestesia audiovisual induzida sustentada pelo pilar da vibração sonora e das imagens por ela formadas na cimática.

Compreender a cimática como forma de sinestesia induzida fica claro quando transportamos as resultantes cimáticas da música diretamente para o estudo da percepção utilizando as imagens produzidas como ferramenta de auxílio para a identificação, compreensão, imitação, visualização e conseqüente melhoria mnemônica da altura dos sons.

Constantemente experiências de todos os tipos com músicas de todos os estilos e épocas, sejam vocais, instrumentais ou eletrônicas, são testadas em experimentos cimáticos, a fim de se estudar as configurações imagéticas que se formam.

A investigação de figuras sonoras, resultantes da música como estímulo cimático, teve início com as observações de Hans Jenny. Ele verificou que acordes pontuais de determinadas obras ou de massas orquestrais produziam efeitos visuais dinâmicos e complexos que podemos constatar na pesquisa realizada sobre um compasso da ópera Don Giovanni de Mozart, e de um acorde de John Sebastian Bach.

MOZART'S 'DON GIOVANNI. Esta é a figura sonora do compasso 27 da abertura da ópera de Mozart, Don Giovanni". A figura adquiriu este formato pela impressão dos padrões de vibração sonora sobre uma película aquosa. Não só o ritmo e volume se tornam visíveis, mas também os números que correspondem ao espectro de frequências que as incita. Os padrões são extraordinariamente complexos quando o som é orquestral⁴³. (UNESCO, 1969, p. 11, tradução nossa)

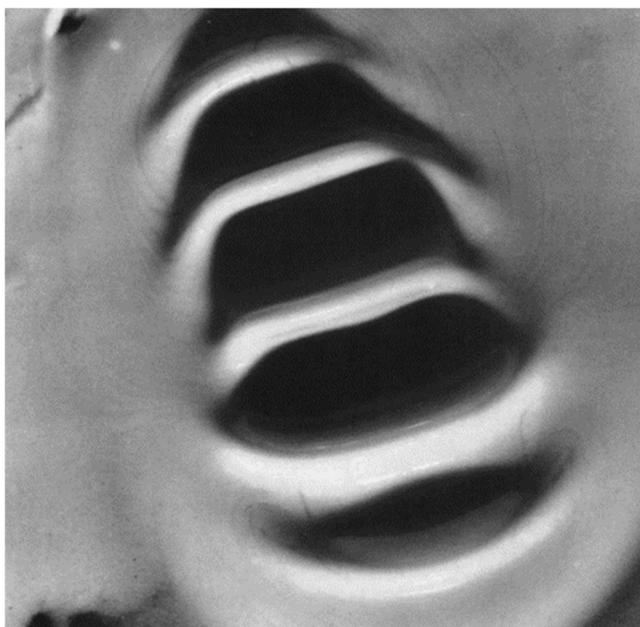


Figura 23. O acorde de Mozart sobre meio aquoso.

Tocata em Re menor de Bach. As notas musicais mostradas na foto abaixo são do compasso 28 da famosa Tocata e Fuga em D menor (1º Movimento) para o órgão por Johann Sebastian Bach. Foto da esquerda mostra a mesma nota musical como revelado por cimática. Figuras vibracionais reproduzem toda a música precisamente, mas se olharmos para estas passagens em um filme

⁴³ MOZART'S 'DON GIOVANNI'. This is a musical sound from the 27th bar of the overture of Mozart's opera "Don Giovanni". The sound has been made visible by impressing the sound vibration patterns on a film of liquid. Not only the rhythm and volume become visible but also the figures which correspond to the frequency.

mudo, não podemos a princípio fazer nada com elas se a visão está desacostumada em ver música sem a orientação auditiva. Quando a música é ouvida simultaneamente a impressão aural rapidamente se converte em visual.⁴⁴ (UNESCO, 1969, p.11, tradução nossa)

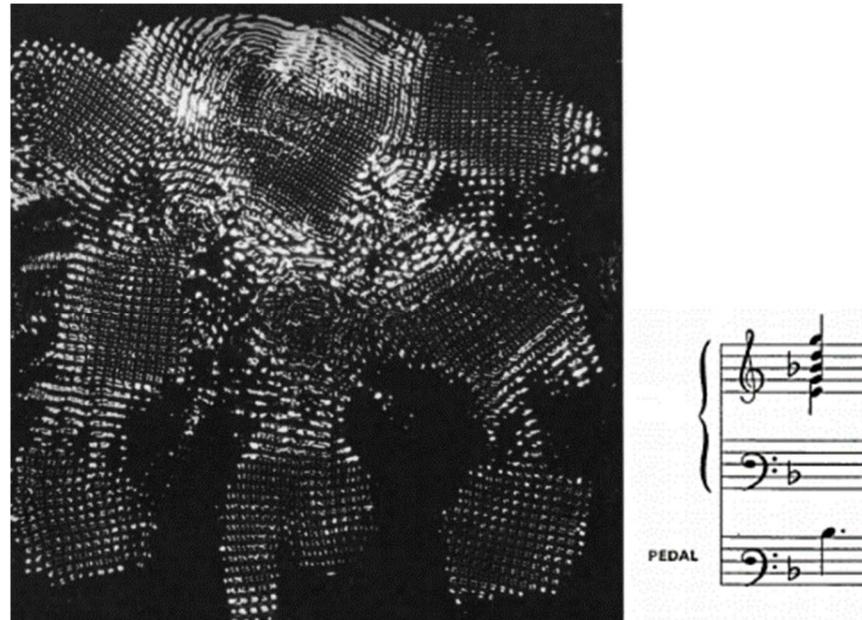


Figura 24. Acorde da Tocata e Fuga em Ré menor de Bach. (Representação cimática em meio aquoso viscoso: glicerina sobre diafragma).

As experiências de Jenny colocaram a pesquisa cimática em evidência. Suas experiências e descobertas abriram caminho para outros pesquisadores que não se detiveram apenas na pesquisa acústica, mas que desenvolveram experiências cimáticas em outros campos.

As bases da cimática de Jenny serviram e ainda servem de paradigma para investigações matemáticas dos mais variados campos que considerem como objeto de investigação a vibração de um corpo sólido, líquido ou gasoso. A partir de Jenny inclusive, os experimentos se desenvolvem com base na utilização de materiais diversos que permitem o enlace de formas e cores. Assim, dependendo do material, é possível fotografar as figuras sonoras de determinados

⁴⁴ BACH'S TOCCATA IN D MINOR The musical notes shown in tiny photo below are a sound from the 28th bar of the famous Toccata and Fugue in D minor (1st movement) for the organ by Johann Sebastian Bach. Photo left shows the same musical note as revealed by cymatics. Vibrational figures reproduce all music precisely, but if we look at these passages on a silent film, we can at first make nothing of them, the eye being unaccustomed to “seeing” music without the guidance of the ear. When the music is heard simultaneously, the aural impression quickly becomes a visual one. (UNESCO, 1969, p. 11)

acordes musicais, ao mesmo tempo que se pode procurar equivalentes dessas formas obtidas indutivamente na própria natureza.

Essa constatação de que, na verdade, todos os sólidos que percebemos a nossa volta são campos oscilantes de pulsação, e que se tornam realidades sólidas a partir de nossa percepção, provoca uma reflexão análoga sobre a cimática na natureza de todas as coisas.

Comparativamente, partindo do princípio de que a cimática nos revela figuras de ressonância, podemos questionar até que ponto existem influências recíprocas entre os materiais utilizados na produção de imagens sonoras e as próprias imagens resultantes.

Volk (2009) afirma que, uma rápida observação dos experimentos de Jenny com frequências sonoras audíveis para animar pós, pastas e líquidos, oferece um imediato lampejo da dinâmica oculta da natureza. Nela podemos encontrar os mesmos padrões imagéticos formados pela cimática em flores, plantas e animais. Assim sendo, as formas cimáticas demonstrariam indubitavelmente a universalidade subjacente da criação manifestada.

Segundo o autor, quando testemunhamos os processos que igualam as formas cimáticas ao status de parte integrante do mundo real que nos cerca, com representatividade em um ser vivo, animal ou vegetal, ou mesmo de uma estrutura mineral encontrada na natureza, podemos entender como as vibrações que são a base de nosso universo interagem para criar o mundo que percebemos.

A partir desta perspectiva, pode-se começar a perceber o mundo como uma vasta rede entrelaçada de discretos campos de oscilação, que se tornam "coisas" assim que interagem com as pulsações de nossos sentidos de percepção, que são também campos vibratórios sutis.⁴⁵ (VOLK, 2009 p. 3, tradução nossa)

Para retificar que de fato existe uma congruência entre as ressonâncias de nosso universo visual/tátil que percebemos como sólidas e das formas imagéticas da cimática, Volk toma como exemplo uma fotografia cimática de Alexander Lauterwasser, retirada da série *Water Sound*

⁴⁵ From this perspective, one can begin to perceive the world as a vast interlacing network of discreet fields of oscillation, which become "things" as they interact with the pulsations of our perceptual senses, which are also subtle vibrational fields. (VOLK, 2009 p.3)

Images e afirma que: _ “O padrão formado em licopódio sobre placa de aço (vibrando a 10,101Hz) tem a notável semelhança com as marcas de um leopardo”⁴⁶.

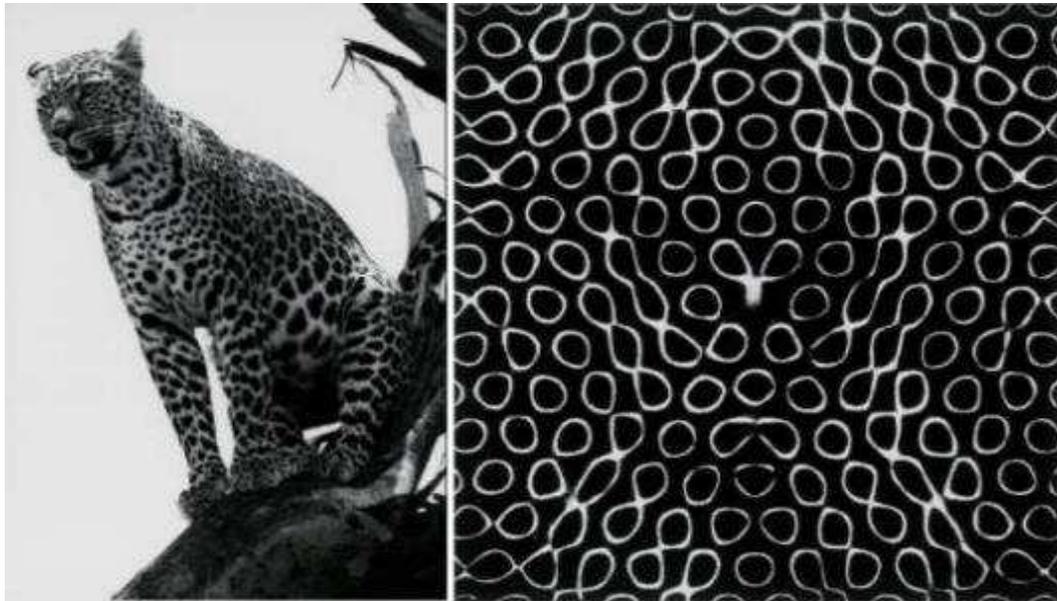


Figura 25. Pó de licopódio sobre placa de aço vibrando a 10,101Hz⁴⁷.

São encontradas correspondências cimáticas também em escala microscópica. Jenny pesquisou as ressonâncias correspondentes obtendo imagens tridimensionais no microuniverso líquido de uma fina película aquosa, provando assim que o efeito cimático de ressonância ocorre em todas as dimensões.

Se uma película de líquido é irradiada por som, padrões podem ser revelados pelo método Schlieren⁴⁸. A estrutura complicada aparece compreendendo quadrados, diagonais e perpendiculares. Resultam padrões irradiados de curvas e círculos. Mas aqui novamente, número, proporção e simetria prevalecem. Nas experiências apresentadas aqui, óleo de terebintina⁴⁹ foi a

⁴⁶ The pattern formed in lycopodium on steel plate (vibrating at 10,101Hz) bears a striking resemblance to the marking of a leopard.

⁴⁷ Imagem de Alexander Lauterwasser retirada de *Water Sound Images*, MACROmedia Publishing, 2005, apud Volk, 2009, p. 3.

⁴⁸ Fotografia Schlieren é um processo visual que é usado para fotografar o fluxo de fluidos de densidade variável. Inventado pelo físico alemão August Toepler em 1864 para estudar o movimento supersônico, é amplamente usado em engenharia aeronáutica para fotografar o fluxo de ar em torno de objetos. Com este método é possível visualizar o fluxo de gases invisíveis e ver o comportamento do ar. Isto ocorre quando a diferença de densidade entre o ar quente e frio modifica a velocidade da luz que se curva e cria distorções visuais. Ao medir essas pequenas mudanças no índice de refração no ar, é possível ver como ele se movimenta sem usar corantes ou algo do tipo. Goulding, J.S., [A Study of Large-Scale Focusing Schlieren Systems], Master's Thesis, University of Witwatersrand (2006). Mais informações em: <http://gizmodo.uol.com.br/video-truque-schlieren/>

⁴⁹ O óleo de terebintina é utilizado como medicamento fitoterápico encontrada em várias plantas da família Pináceas, (Ex.: *Pinus nigra*, *Pinus pinaster*, *Pinus palustris*). Também é manufaturado para ser utilizado como solvente de tinta a óleo. Mais informações podem ser obtidas em: LOVELL., C., R., *Plants and the Skin*, Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1993.

substância utilizada. Tais padrões harmônicos podem ser produzidos em películas contendo diversos líquidos diferentes por meio de vibração. A regularidade prevalece até ao mais ínfimo espaço. (...). Efeitos cimáticos deste tipo também são produzidos em nível microscópico e podem ser claramente reconhecidos, mesmo após o original ter sido ampliado várias centenas de vezes. Estamos cientes de que estes números e processos aparecerem em todas as dimensões. (JENNY, 2001, p. 166, tradução nossa)⁵⁰

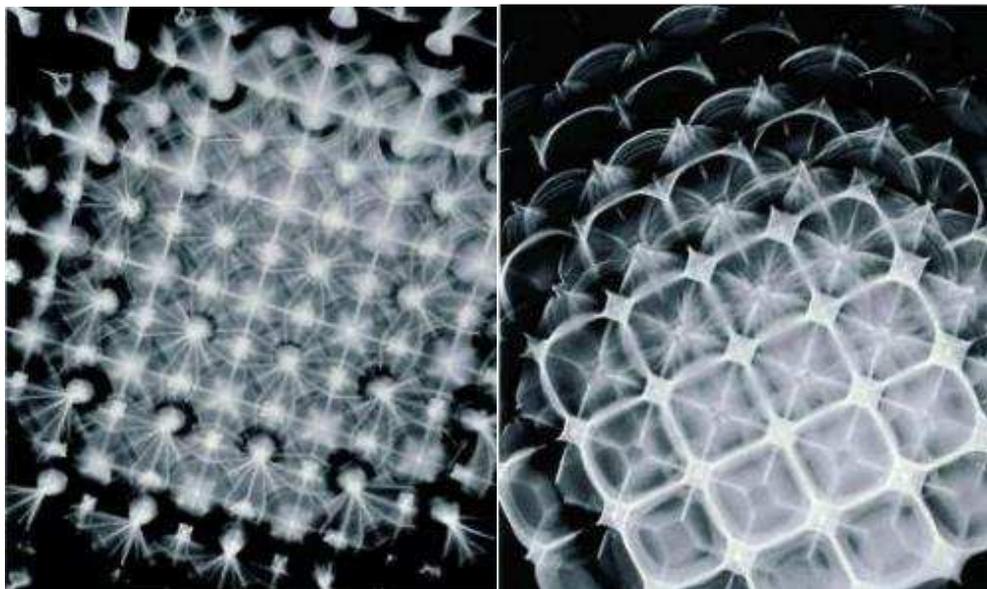


Figura 26. Cimática em ambiente microscópico. (JENNY, P. 166)

A concepção de que os efeitos cimáticos podem ser encontrados na natureza faz parte dos estudos desenvolvidos por Jenny; suas descobertas sobre este aspecto particular da cimática tiveram ressonância em trabalhos posteriores de outros pesquisadores das diversas áreas.

A sequência de imagens retiradas das páginas do livro de Jenny (2001), apresentam alguns padrões que podem ser facilmente identificados como desenhos encontrados na natureza.

O desenho seguinte lembra um floco de algodão ou uma pena de ave.

⁵⁰ If a film of liquid is irradiated by sound, patterns can be revealed by the schlieren method. A complicated lattice appears comprising squares, diagonals and perpendiculars. Curves, circles and radiating patterns result. But here again, number, proportion and symmetry prevail. In the experiments shown here, oil of turpentine was the substance used. Such harmonic patterns can be produced in films of many different liquids by means of vibration. The orderliness prevails down to the smallest corner. (...). Cymatic effects of this kind are also produced at the microscopic level and can be clearly recognized even after the original has been magnified several hundred times. We realize that these figures and processes appear in every dimension. (JENNY, 2001, p. 166)

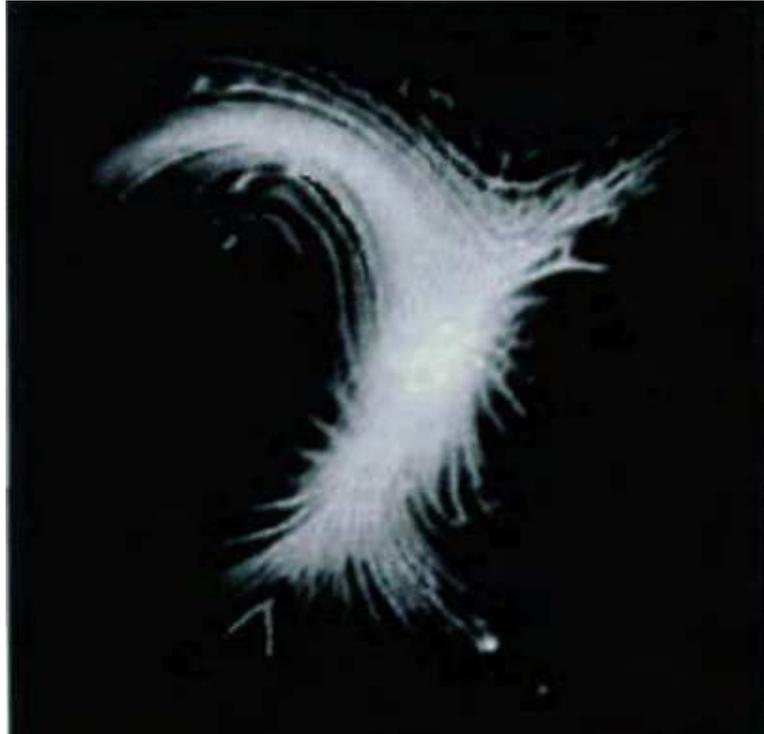


Figura 27. Figura sonora de forma oscilante e periódica. (JENNY, 2001 p.88- imagem nº 96).

Jenny assim o descreveu sua experiência:

A dispersão do valor de uma concentração se apresenta similarmente de forma oscilante e periódica. Toda fenomenologia hidrodinâmica aparece. Na figura 96 a emulsão concentrada se dispersa por consumir-se por todos os lados em filetes delicados.⁵¹ (JENNY, 2001 p. 88, tradução nossa)

A próxima imagem já se assemelha a uma teia de aranha e a experiência foi assim retratada por Jenny: “Na figura 97, por outro lado, temos uma imagem em que os delicados filetes, se comunicam formando uma rede” (tradução nossa).⁵²

⁵¹Dispersion at a concentration gradient similarly takes place in an oscillating, periodic manner. A whole hydrodynamic phenomenology makes its appearance. In figure 96 the concentrated emulsion disperses by, as it were, trailing off on every side into delicate rivulets. (JENNY, 2007 p. 88,

⁵² In figure 97, on the other hand, we have a picture in which the delicate, flowing rivulets anatomize and form a network.

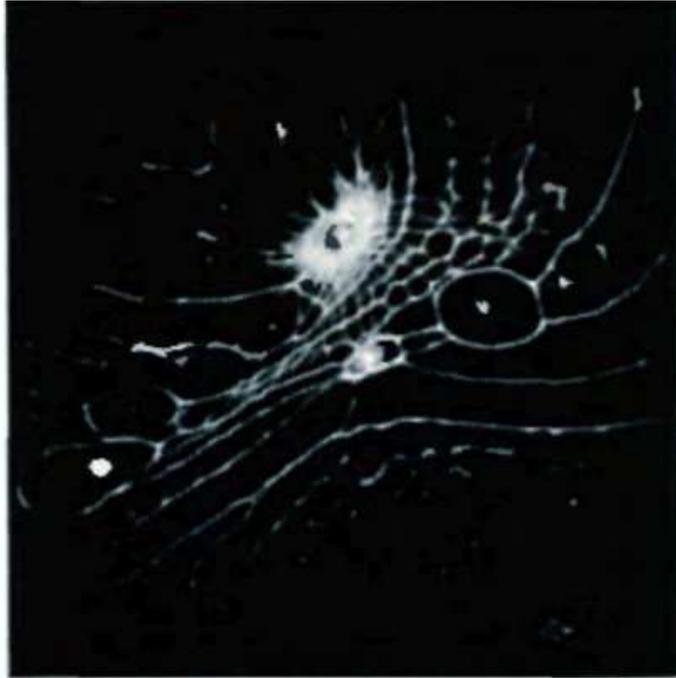


Figura 28. Dispersão e contração. (JENNY,2001 p.88- imagem nº 97).

A figura abaixo nos reporta a um recorte feito em rocha ou em determinados tipos de pedras semipreciosas. Observe o recorte de ágata com a imagem cimática.

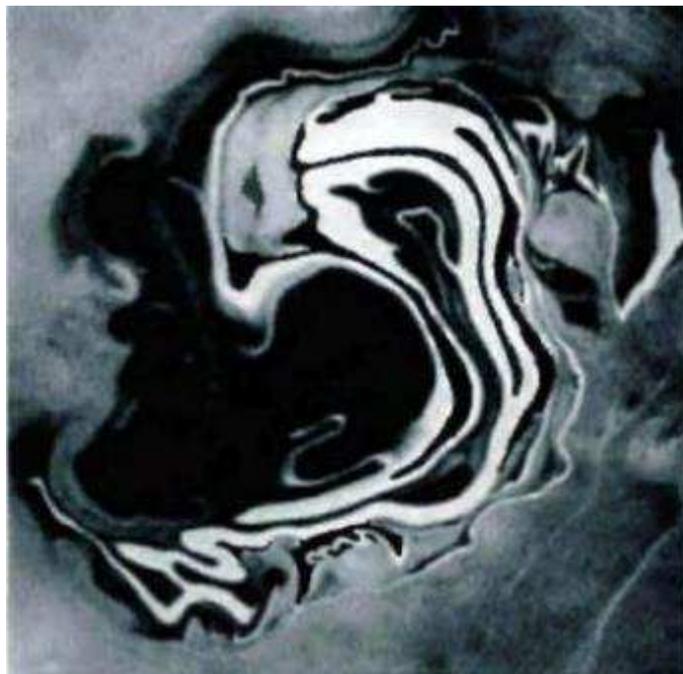


Figura 29. Figura sonora semelhante à ágata. (JENNY,2001 p. 88- nº 98).



Figura 30. Recorte em pedra bruta de Ágata.⁵³

Jenny assim descreveu seu experimento:

Aqui temos uma imagem totalmente diferente. O todo foi projetado para oscilar e vórtices apareceram de uma só vez. Logo que o tom é interrompido, a dispersão acontece do mesmo modo que ocorrido nas figuras 96, 97 e 103, e isso continua até que o gradiente deixe de existir⁵⁴. (JENNY, 2001 p. 88, tradução nossa)

Observa-se que qualquer mudança, mesmo que pequena na frequência aplicada, pode modificar um padrão reconhecido como: facilmente encontrado na natureza, para outro que parece ter sido concebido pelas mãos do artista. Na figura abaixo vários pares de vórtices se formam onde cada um é estritamente bilateral em sua simetria em um campo vibracional de 28 cm.



⁵³ Imagem disponível em http://www.mineralicristalli.it/2_chiacchiere.htm

⁵⁴ Here we have an entirely different picture. The whole has been made to oscillate and vortices have appeared at once. As soon as the tone is discontinued, dispersion is resumed in the manner seen in figures 96, 97 and 103, and this continues until the gradient has ceased to exist". (JENNY, 2001 p.88)

Figura 31. Cimática em meio aquoso- vórtices. (JENNY, 2001 p.56)

Nestas fotos vemos fenômenos hidrodinâmicos causados por vibração. Se os líquidos são excitados em condições adequadas, vórtices são formados que permanecem muito simétricos em seu comportamento. Vórtices são invariavelmente formados em pares e rodam em direções opostas.⁵⁵ (JENNY, 2001 p. 56, tradução nossa)

As figuras a seguir apresentam um padrão facilmente identificável. A primeira se assemelha a padrões encontrados nas plantas, seja nas folhas ou nos ramos e galhos das árvores. A Segunda pode ser comparada as marcas em cascos e patas de animais com suas peles rugosas, ou ainda com a casca de determinadas árvores. A experiência efetuada por Jenny assim descreve as imagens obtidas:

Se uma massa pastosa é colocada a parte, as superfícies não revelam um padrão aleatório, mas sim um padrão de caracteres organizados. Este fenômeno de deiscência⁵⁶ produz árvores e ramos como padrões, delicadas filigranas, e belas redes. As ramificações apresentadas na figura 99 é por vezes espessa, mas na figura 100 os padrões dendríticos (que apresentam ramificações) é mais delicado. Em 101, esta célula-como padrão é novamente o resultado de deiscência.⁵⁷ (JENNY, 2001 p.88, tradução nossa)

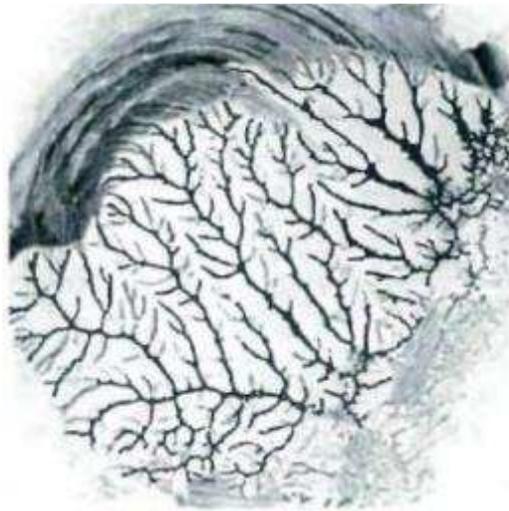


Figura 32. Cimática apresentando deiscência-folha. (JENNY, 2001 p.88-imagem nº 99).

⁵⁵ In these photos, we see hydrodynamic phenomena caused by vibration. If liquids are excited under suitable experimental conditions, vortices are formed which remain remarkably symmetrical in their behavior. Vortices are invariably formed in pairs and rotate in opposite directions. (JENNY, 2001, p. 56)

⁵⁶ Fenômeno em que um órgão vegetal (fruto, esporângio, antera etc.) abre-se naturalmente ao alcançar a maturação.

⁵⁷ If a doughy mass is pulled apart, the surfaces do not reveal a random but rather a characteristically organized pattern. This phenomenon of dehiscence produces tree and branch-like patterns, delicate filigrees and fine networks. The branch work in figure 99 is sometimes thick, but in figure 100 (the dendritic pattern is more delicate. 101 This cell-like pattern is again the result of dehiscence. (JENNY, 2001 p.88)

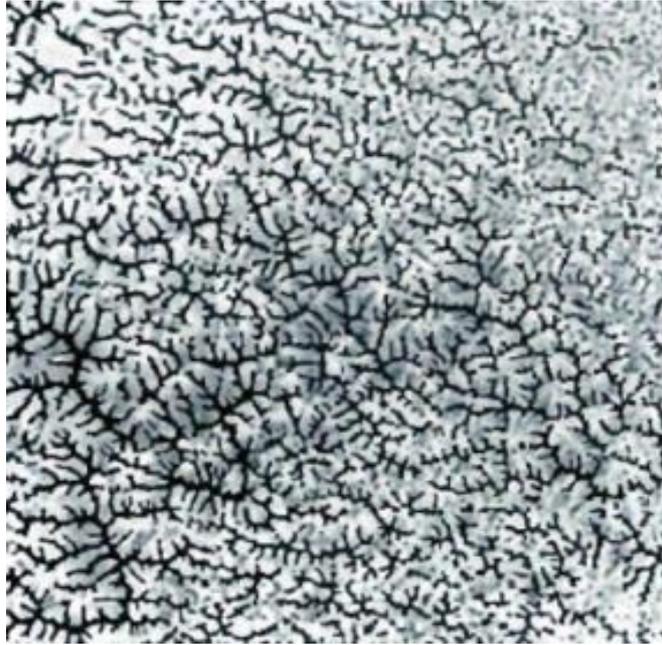


Figura 33. Cimática apresentando deiscência-couro. (JENNY, 2001 p.88-imagem nº 100).

Uma analogia possível a próxima imagem cimática, é a semelhança que possui com a casca do abacaxi.

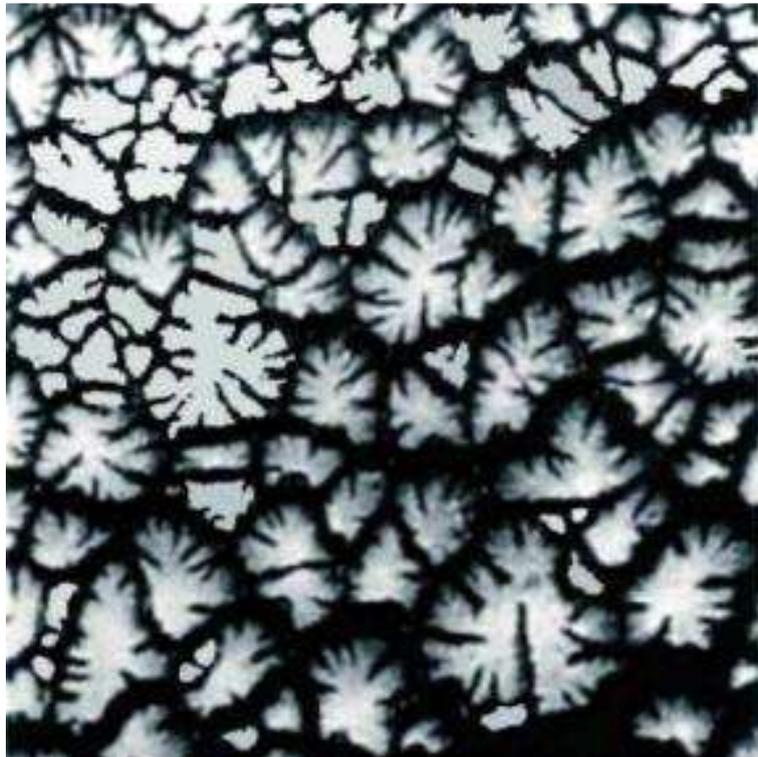


Figura 34. Cimática apresentando deiscência-abacaxi. (JENNY, 2001 p.88-imagem nº 101).

O sentido da visão é fundamental para a absorção da semelhança das formas. Segundo Carvalho (2014) existe uma forte ligação entre o conhecimento e o sentido da visão. Carvalho (2014 p. 19), afirma que “tradicionalmente, o conhecimento está associado à visão e à ocularidade”.

Com base nesse postulado, a cimática se ramificou em diversas áreas de pesquisa inclusive na área musical. Em música com cimática podemos associar o sentido da audição ao sentido da visão. Em conjunto, ambos podem ser direcionados ao desenvolvimento da percepção musical: som e imagem a serviço de um mesmo fim pedagógico.

Segundo Levitin (2007), nosso cérebro está plenamente preparado para absorver e converter as informações conjuntas de dois sentidos e transformá-las em conhecimento. A conexão dos sentidos que é classificada como sinestesia, é uma condição com a qual nascemos e logo após o nascimento, a perdemos. Contudo, normalmente realizamos relações mistas agregando um sentido ao outro, em um diálogo entre prazer e desprazer, que se ajuíza pela sensação oferecida e se norteia pelo exercício da percepção⁵⁸.

No caso da música essa relação se compõe de inúmeros fatores estéticos completamente individuais e que, embora guardem uma certa universalidade de constatação do referencial “qualidade”, não garantem unanimidade em nenhum estilo ou época.

Dentro desta diversidade de gostos e estéticas produzidos pela percepção que os sentidos humanos propiciam, a cimática oferece uma unanimidade de formas visuais aos mesmos sons e materiais apresentados. Isso adiciona à percepção individual da sensação sonora, um elo comum com outros ouvintes, já que a percepção visual da forma imagética sonora é igual para todos.⁵⁹

A identificação visual e a correlação de proximidade que fazemos das formas apresentadas pela cimática nos remetem a um juízo estético de beleza. Esse juízo estético pode ser apreendido e armazenado na memória, que seleciona a imagem (estética) e a armazena junto

⁵⁸ Podemos citar vários exemplos deste tipo de associação: som de uma casa de espetáculos com todos os seus parâmetros e as luzes apresentadas no evento onde poderemos avaliar que a sensação causada pela comunhão de ambos os estímulos é motivo para repetir ou não o programa; a preferência desta ou daquela sala de cinema devido à qualidade de som e imagem oferecidos tornando a experiência mais ou menos agradável, isto também somado ao gosto pessoal do estilo de filme escolhido também baseado no somatório de experiências anterior; etc. etc., etc.

⁵⁹ Todos neste caso que não possuem nenhuma deficiência fisiológica dos sentidos.

com todos os referenciais que nela estão contidos, unindo novas informações com os dados pré-existentes.

Este juízo estético é possível porque correlacionamos as formas apresentadas pela cimática com outras antes percebidas, e a partir dos registros de nossa memória de tais formas, as relacionamos entre si. As imagens guardadas pela memória se agregam em nosso cérebro como fotos recortadas da realidade que percebemos a nossa volta, realidade transmutável em nossa memória configurada em “armazém e labirinto, no qual o esquecimento e a lembrança se tornam comensais”. (MOLDER 1999, apud CARVALHO 2014, p. 18).

Para distinguir se algo é belo ou não, referimos a representação, não pelo entendimento ao objeto em vista do conhecimento, mas pela faculdade da imaginação (talvez ligada ao entendimento) ao sujeito e ao seu sentimento de prazer ou desprazer. O juízo do gosto não é, pois, nenhum juízo de conhecimento, por conseguinte não é lógico e sim estético, pelo qual se entende aquilo cujo fundamento de determinação não pode ser senão subjetivo. Toda referência das representações, mesmo a das sensações, pode, porém, ser objetiva (e ela significa então o real de uma representação empírica); somente não pode sê-lo a referência ao sentimento de prazer e desprazer, pelo qual não é designado absolutamente nada no objeto, mas no qual o sujeito sente-se a si próprio do modo como ele é afetado pela sensação. (KANT, 1995, p. 47).

Em cimática, esses arquivos (musicais) guardados na memória nos dão a ideia de arte finita capturada, transformada em instantâneos fotográficos de uma arte que, para atingir sua totalidade significativa, necessita do tempo e não pode ser impedida em seu curso de atuação e existência. Mas, longe de criar um paradoxo de tempo e imagem (som e figura sonora), a cimática abre um novo campo de sensibilidade, de sensações e de pesquisa. Mesmo que a fotografia do momento musical possa ser representação impossível da música, a experiência dos sentidos é ampliada.

Segundo Bernardo Pinto de Almeida (...); o mundo é justamente aquilo que não se pode colecionar (...). O mundo, enquanto totalidade, é inimaginável, impossível de reduzir a uma única imagem...a fotografia institui sempre uma parcelarização do ver, um princípio de fragmentação...”, salientando, por um lado, a natureza repetitiva da fotografia e o seu infundável fazer, por outro lado, como resultado, a frustração de se trabalhar com uma matéria fluida e voraz, para a qual o arquivo parece ser a única panaceia, enquanto lugar potencialmente totalizador, ou melhor, ilusoriamente finito” (ALMEIDA, 1995, p. 16 e 29, apud CARVALHO, 2014, p. 33)

Nenhuma informação fica apreendida como finita dentro de um invólucro de possibilidades acabadas. Nosso cérebro está em constante atualização de informações. Em seu

permanente exercício, o cérebro soma a informação já conhecida à nova que se apresenta aos sentidos em um *modus operandi ad eternam* de upgrades incessantes que a percepção de tudo que nos cerca suscita, produzindo constantemente novos conhecimentos. (LEVETIN, 2006).

Conhecimentos a serem unidos e somados no cérebro necessitam ser recordados e a memória imagética do som pode auxiliar neste sentido. Qualquer pessoa consegue cantarolar uma canção que tem guardada na memória e uma imagem pode fomentar essa memória.

Assim, poderemos acrescentar, com António Damásio (2014), que a memória (...) pode ser recuperada de uma forma imagética, porque quando falamos de memória em relação à criatividade, em relação à arte, tem muito a ver com a capacidade de representar memórias (...). Essa capacidade de recuperar imagens e a possibilidade de manipular imagens, são a fonte principal da execução criativa, (...) (porque) as imagens podem ser cortadas aos pedaços e, portanto, é disso que se fala quando se fala em montagem. (CARVALHO, 2014, p. 34)

É nesse processo mnemônico de reconhecimento visual da forma capturada no momento musical cuja ressonância foi gerada em imagens que encontramos repercussão da cimática nas artes visuais.

As incitações cimáticas forjadas nos meios aquosos resultantes da ressonância, apresentam uma miríade de formas e de cores variadas. A melhor observação só pode ser conseguida com a continuidade da imagem proporcionada pela filmagem do evento. Contudo, alguns recortes fotográficos são extremamente interessantes e inspiraram artistas plásticos a experimentarem as possibilidades cimáticas em suas criações artísticas.

O fotógrafo Alexander Lauterwasser realizou uma pesquisa de registro das experiências de Hans Jenny em sua célebre coletânea de fotografias cimáticas intitulada: *Water Sound Images*, de 2007, onde ele registrou os resultados imagéticos da ressonância cimática em água.

As figuras abaixo que ilustram a diversidade dos resultados fotográficos obtidos por Lauterwasser foram retiradas de *Water Sound Images*. Esses momentos fotográficos são os recortes fotográficos do efeito cimático que se apresenta em constante movimentação cíclica.

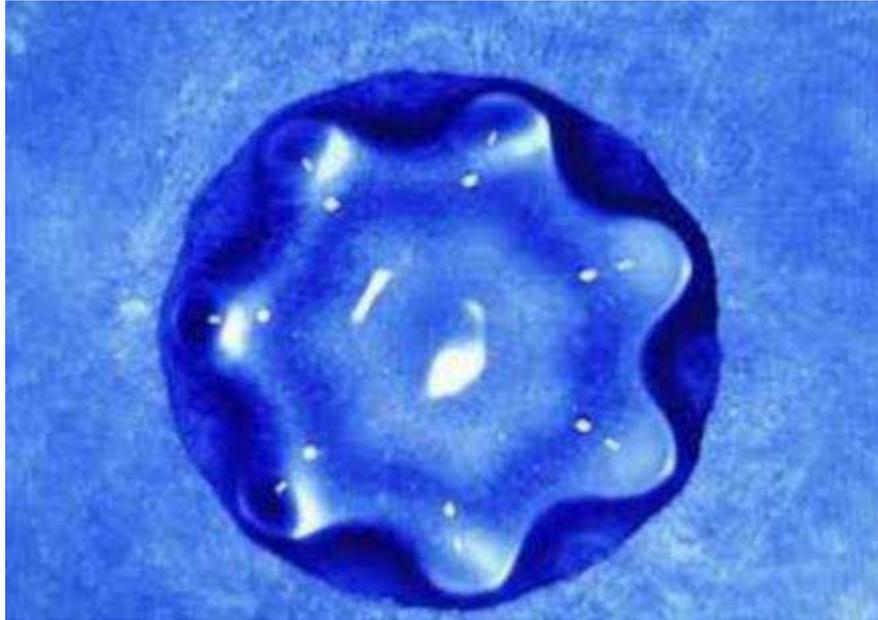


Figura 35. Cimática em gota d'água .(LAUTERWASSER, 2007)

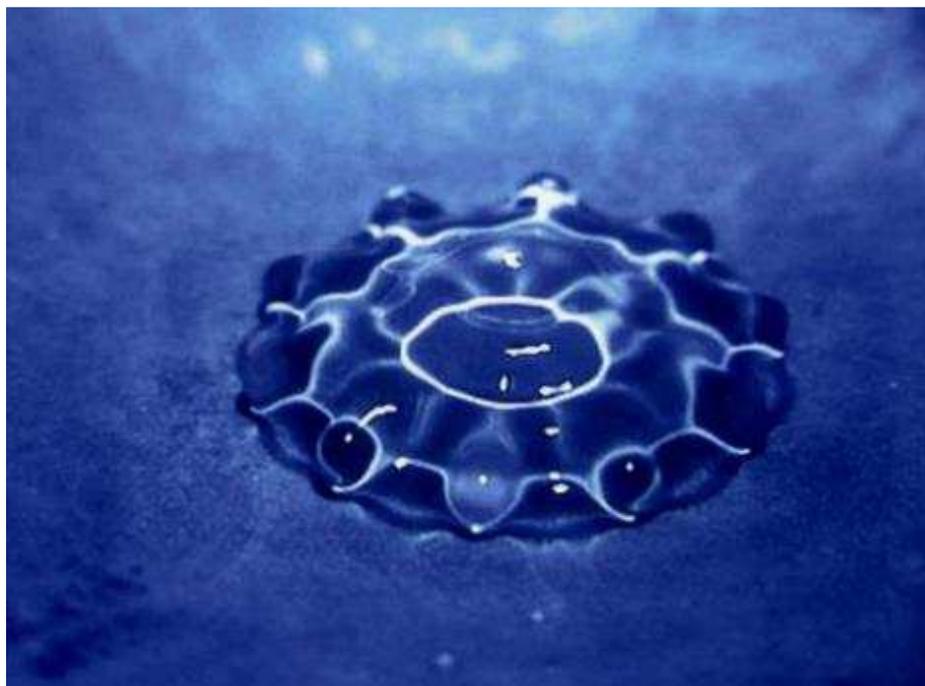


Figura 36. Cimática em gota d'água. (LAUTERWASSER, 2007)

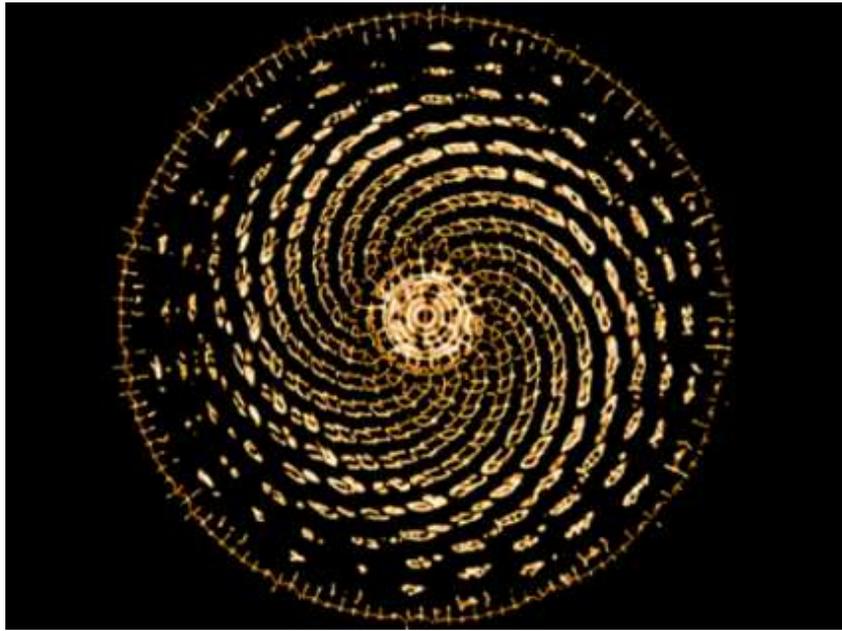


Figura 37. Cimática em meio aquoso com corante.(LAUTERWASSER, 2007)



Figura 38. Cimática em meio aquoso com corante.(LAUTERWASSER, 2007)

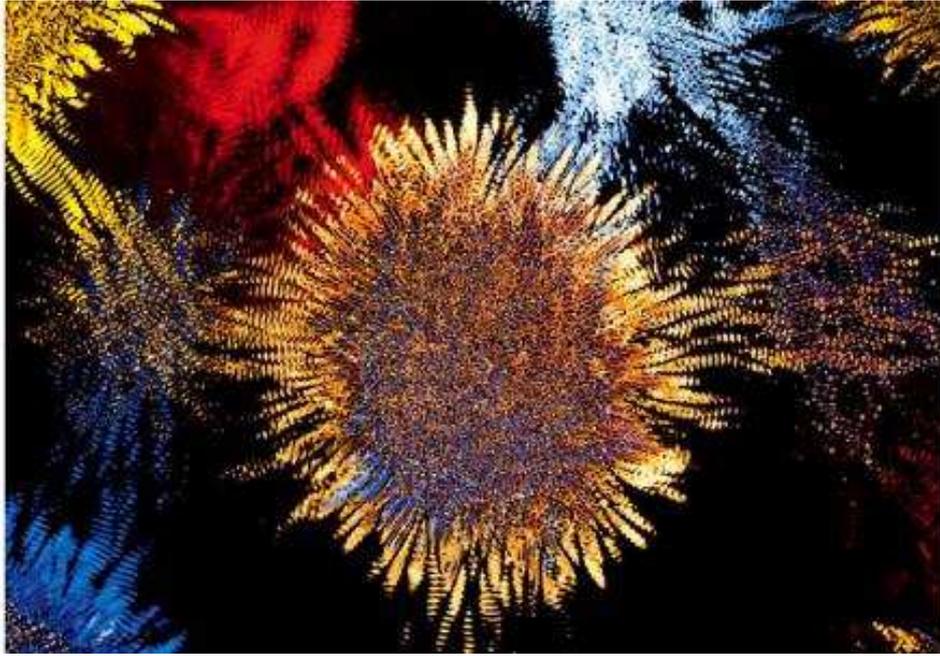


Figura 39. Cimática em meio aquoso com soluto⁶⁰ (LAUTERWASSER, 2007)



Figura 40. Cimática em meio aquoso com corante⁶¹ (LAUTERWASSER, 2007)

⁶⁰ Figura incitada por instrumento metálico de percussão: congo ou prato

⁶¹ Figura incitada por instrumento metálico de percussão: congo ou prato.

Hans Jenny realizou também uma série de estudos exclusivos sobre os efeitos da voz na produção cimática. Nas figuras a seguir as imagens sonoras foram obtidas pela voz projetada diretamente na membrana do mecanismo.

Estas três formas foram produzidas pela fala diretamente no tonoscópio. Este é um aparelho simples com o qual um som falado se torna visível sobre um diafragma. As Figuras 67-69 mostram os padrões vibracionais produzidos por vogais, refletindo o espectro sonoro e altura de cada som particular. O material do qual é feito o diafragma e os indicadores utilizados (em pó, areia, líquido, etc.) são também fatores importantes: o padrão também muda de acordo com a qualidade individual da voz. Mas a forma (da figura sonora-grifo nosso), continua a ser a mesma, desde que não haja alteração nas condições da experiência”.⁶² (JENNY, 2001 p. 65, tradução nossa)

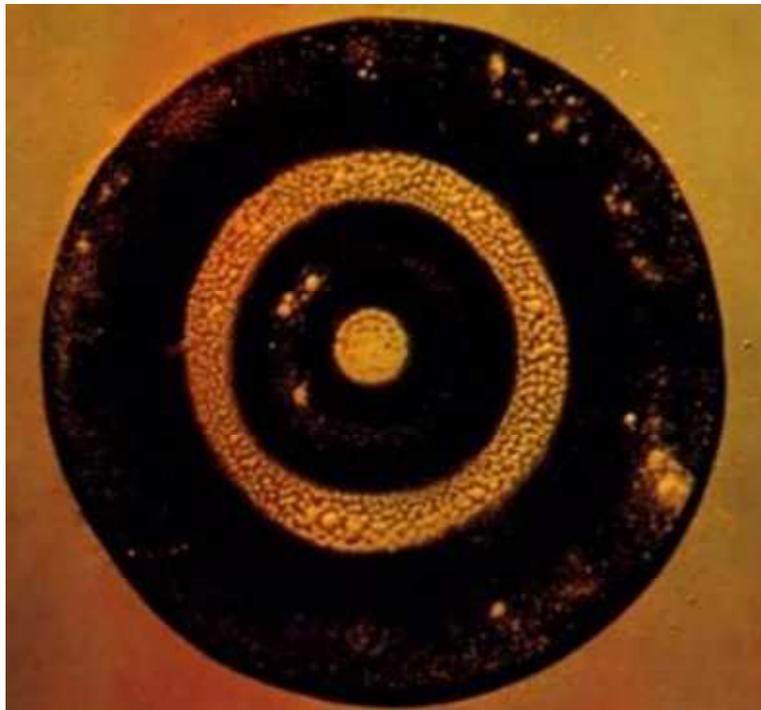


Figura 41. Voz humana em tonoscópio. (JENNY, 2001 p. 65)

⁶² 67,68, 69. These three forms have been produced by speaking directly into the tonoscope. This is a simple apparatus with which a spoken sound can be rendered visible on a diaphragm. Figures 67-69 show the vibrational patterns produced by vowels, reflecting the sound spectra and pitch of each particular sound. The material of which the diaphragm is made and the indicators used (powder, sand, liquid, etc.) are also important factors: the pattern also changes according to the quality of the individual voice. But the form remains the same as long as there is no change in the conditions of the experiment. (JENNY, 2001 p. 65)

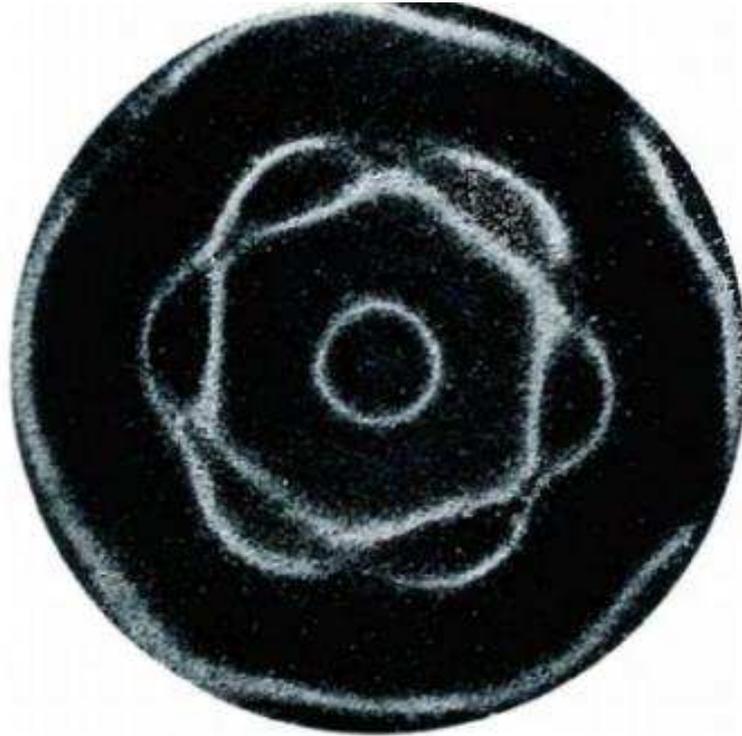


Figura 42. Voz humana em tonoscópio. (JENNY, 2001 p. 65)



Figura 43. Voz humana em tonoscópio. (JENNY, 2001 p. 65)

Certamente Hans Jenny apreciaria a analogia da cimática à uma espécie de sinestesia induzida já que teve como preocupação fundamental em suas pesquisas, o registro fotográfico minucioso das ondas sonoras. Dessa maneira, as imagens cimáticas foram catalogadas com todos os seus detalhes perfeitamente visíveis e compreensíveis como nunca havia se feito anteriormente. O pesquisador também teve o cuidado de registrar acuradamente em vídeo cada experiência realizada e cada técnica utilizada a fim de prover material para futuras investigações no campo.

Jenny é reconhecido como cimatólogo. São muitas as experiências com diferentes combinações de materiais e frequências por ele realizadas. A precisão de Jenny em suas experiências é o diferencial entre ele e Chladni.

Chladni fez um trabalho admirável registrando em gravuras as formas que a areia construía nas placas, contudo não foi capaz de vinculá-las as respectivas frequências com precisão porque não havia a possibilidade de medi-las em seu modelo de tonoscópio. Com as tecnologias disponíveis cada registro realizado por Jenny conferiu as pesquisas cimáticas um detalhamento inédito neste campo de estudos. (LEWIS, 2010)

Os efeitos visuais produzidos pela cimática são exuberantes e a possibilidade de registro visual da frequência sonora em uma fotografia mental conduz a percepção a um estado de comunhão.

Este princípio de comunhão para a aquisição de conhecimento que se inicia na absorção visual/auditiva, se completa no sentido de educação com base no conceito de *paideia* proposto pelos gregos.

A multiplicidade de conhecimentos busca aqui dialogar com uma nova possibilidade de ensino que se desenvolva a partir de novos paradigmas: a união de dois sentidos fisiológicos para o desenvolvimento da percepção musical das alturas simulando sinestesia (auditiva-visual) como ferramenta pedagógica.

Este novo caminho que introduz a sinestesia como ferramenta de ensino, possui em sua concepção geral um ineditismo no estudo da percepção musical que conseqüentemente traz consigo a necessidade de investigação nos campos correlatos.

Serão observados, no decorrer do estudo, considerações relacionadas a fisiologia do indivíduo que se encontram no saber da neurociência e da neuropsicologia, além de considerações externas que são encontradas no campo da acústica e da mecânica utilizada na estrutura do tonoscópio, bem como questões de ordem pedagógica, filosófica e funcional, relacionadas à disciplina percepção musical.

Alicerçados nos diversos campos de conhecimentos das disciplinas integrantes, pretendemos problematizar a questão da implementação pedagógica do tonoscópio, objetivando nas investigações percorrer um caminho compreensível que vislumbre os horizontes teóricos que alicerçam esta inserção.

Conforme dissemos anteriormente, encontra-se no Anexo 1 da presente pesquisa um roteiro de construção e experimentação empírica de um tonoscópio de ativação vocal, a título de exemplificação de sua funcionalidade, em uma experimentação empírica. O presente trabalho será realizado no escopo da argumentação teórica como orientadora da problematização da viabilidade de implementação da ferramenta tonoscópio.

Não serão desenvolvidos experimentos cimáticos com incitação de imagens sonoras através de estímulo de instrumentos musicais ou frequências produzidas eletronicamente. O foco principal desta pesquisa permeia a sinestesia induzida que o tonoscópio ativado por voz produz. Para uma melhor acuidade do estudo, apresentaremos no próximo capítulo as condições acústicas causais e os procedimentos mecânicos que envolvem as questões de ressonância que alicerçam a constituição do tonoscópio.

Em síntese, a amálgama resultante dos sentidos da visão e da audição advindos da cimática, sustentam e inspiram a tese principal proposta nesta pesquisa.

CAPÍTULO 2.

ACÚSTICA

O fenômeno do som possui uma história paralela à história da civilização. Comumente nos livros de história, as descobertas científicas figuram como parte integrante e influente dos acontecimentos. Isso não se aplica integralmente à história da música, disponibilizada nos cursos de graduação e formação profissional de músicos, pois as considerações estéticas se sobrepõem aos aportes científicos, tanto na composição quanto na performance. A ciência exata da música aparece em segundo plano, ficando anexada apenas a pequena parte que se destina a localizar os avanços da construção e afinação dos instrumentos. Essas considerações são pontuadas de maneira breve na história da música, especificamente para demarcar algum momento estilístico da execução ou da composição musical. (BACKUS, 1977 p. xi)

Assim sendo, a ciência e a tecnologia apresentam, em diferentes momentos, um maior ou menor impacto na música, seja na construção dos instrumentos acústicos e eletrônicos, seja nas ferramentas de estudo e de pesquisa, ou na própria disciplina comumente ministrada nos cursos de graduação em música.

Não obstante, a ciência sempre presente ladeou as experiências da harmônica de boca, das imagens sonoras de Chladni, da cimática de Hans Jenny e da cimascopia de John Stuart Reid⁶³.

O estudo de Pitágoras sobre a vibração dos sons, onde as frequências matemáticas de divisão da corda são estabelecidas, é a primeira investigação no campo da acústica. Desde então a acústica atraiu pesquisadores de diversas áreas. (BACKUS, 1977 p. xi)

Woodhouse realça que o estudo da acústica musical é extremamente complexo quando comparado ao de outras áreas que investigam o som e as vibrações. Segundo ele, a acústica musical se utiliza das mesmas ferramentas de engenharia de vibrações e ruídos, cujo o principal objetivo é prevenir ou reduzir os ruídos e as vibrações. No campo da acústica musical, o objetivo é controlar a existência das vibrações para que as mesmas atinjam o propósito estético pretendido. Isto é bem mais complexo do que apenas suprimi-las e exige um maior

⁶³ A cimascopia foi desenvolvida por John Stuart Reid, criador do primeiro cimascópio em 2002. O cimascópio é um instrumento de engenharia de alta precisão que representa em todos os níveis a evolução científica do tonoscópio cimático de Hans Jenny. A cimascopia pode ser considerada a evolução da cimática.

conhecimento de todos os detalhes do comportamento vibratório dos instrumentos musicais. “A dificuldade reside essencialmente na grande complexidade vibratória das estruturas que os constituem”. (WOODHOUSE, 1995, apud HENRIQUE, 2002 p. 9)

A área de pesquisa da acústica musical, devido ao fato da mesma englobar um campo de conhecimento muito vasto, é de caráter predominantemente interdisciplinar. Essa múltipla esfera de saberes que auxiliam o desenvolvimento da acústica musical é proveniente da área musical, da acústica, da física, da engenharia, da psicologia, da fisiologia, da anatomia, da biologia e da estética. Também são incorporados saberes de outros campos de conhecimento. Dentre eles podemos listar conhecimentos provenientes da arquitetura, da etnomusicologia e da lutheria. Essa pluralidade de disciplinas que se interligam e se influenciam mutuamente formam os preceitos da acústica musical. As bases dessa conceituação residem na física e na matemática.

Assim sendo, utilizar noções da física e da matemática como ferramenta não constitui novidade no campo da pesquisa artística. Os conceitos de simetria, proporção e equilíbrio presentes em diversas obras de arte está intrinsecamente associado a beleza. Percebemos facilmente a plástica estrutural nas proporções do corpo humano, na pintura e escultura, na seção áurea utilizada na fabricação de instrumentos, nas estruturas musicais intervalares e escalares, no equilíbrio aritmético da arquitetura, etc.

A aplicação do método científico ao estudo dos fenômenos físicos da acústica permite uma abordagem do material de estudo e viabiliza a aplicação dos conhecimentos adquiridos em novas situações.

Contudo, existe uma diferença fundamental entre o científico e o musical que é a “reprodutibilidade das experiências e dos resultados”, cuja experiência única e irrepetível extrapola a ação canônica do experimento puramente científico. A criação científica constrói uma teoria que é o resultado de um novo invento, por conseguinte, pode ser refutada por outra nova descoberta. A criação artística (não científica) não é uma teoria nem produz uma nova descoberta em sua essência estética, portanto não pode ser contestada por uma nova descoberta. (HENRIQUE, 2002, p. 2)

Segundo o filósofo Karl Popper, “ a diferença essencial entre criações científicas e criações artísticas é que as primeiras resultam em teorias que são o resultado de novas

formulações e que podem ser refutadas, enquanto as criações não científicas não são teorias, logo não podem ser refutadas.”⁶⁴

Atualmente é senso comum identificar as descobertas científicas como hipóteses verdadeiras, até prova em contrário. A volatilidade dos axiomas postulados por novas invenções e teorias científicas com desdobramento em todos os campos correlatos, acentua a natureza efêmera de suas premissas.

Passou-se a acentuar o caráter temporário e relativo das explicações científicas, admitindo-se a possível falência dos conhecimentos, face ao dinamismo que se verifica atualmente na investigação em todos os campos. (HENRIQUE, 2002 p. 4)

No universo da música estamos habituados com as diversas frequências sonoras sem nos darmos conta da matemática ou física que resulta na existência dos sons. Quando afinamos um instrumento, solfejamos em determinado tom ou necessitamos grafar um trecho musical, as frequências bem como a relação entre elas são nossa base de apoio para a compreensão do sistema no qual pretendemos realizar tais ações. Para nós, os músicos, as frequências são as notas de um sistema composto por leis e regras estético-estilísticas que são o universo da expressão artística. As questões acústicas não são consideradas no ato de tocar, ouvir, analisar ou compor uma peça musical, apesar de todos esses parâmetros dependerem de sua estrutura científica⁶⁵. Especificamente os domínios da acústica musical abrangem os campos da produção do som, da propagação do som e da recepção do som que são estudados de maneira científica para fins essencialmente musicais.

Quando traçamos considerações sobre a construção do tonoscópio de acordo com os fatores físico-acústicos necessários, encontramos múltiplas congruências auxiliadoras no entendimento de seus componentes mecânicos constitutivos, seu acionamento, funcionamento e produção imagética.

O tonoscópio não é um instrumento musical, mas possui características de instrumentos musicais tornando possível o aproveitamento dessas interseções para uma investigação acurada do comportamento de seu mecanismo. O tonoscópio pode ser qualificado como uma ferramenta de produção de imagem a partir de um determinado som executado em seu mecanismo. A

⁶⁴ ZIOLKOWISKY, 1982, apud HENRIQUE, 2002 p. 3.

⁶⁵ Salvo em composições acusmáticas ou eletrônicas onde o autor leva em consideração aspectos acústicos para a concepção e construção sonoras.

junção audiovisual que este apresenta difere da essência musical da execução dos instrumentos e suas respectivas produções sonoras.

No que tange à produção do som, a acústica musical permite uma compreensão física do funcionamento dos instrumentos, incidindo sobre a fabricação de instrumentos novos e no aperfeiçoamento dos antigos, agindo nos seguintes parâmetros:

- Afinação (localização e diâmetro dos orifícios dos sopros; "afinação" dos modos vibratórios e acústicos nas barras, placas e cavidades).
- Correção de defeitos e pontos críticos (descontinuidades tímbricas; mudança de registro; nota do lobo; problemas de radiação sonora)
- Ergonomia ⁶⁶na execução.
- Aplicação de novos materiais (compósitos; ligas metálicas; plásticos; tratamentos térmicos e mecânicos aos materiais)
- Criação de novos instrumentos (virtuais ou não) (modelação física; técnicas de síntese) (HENRIQUE, 2002 p. 6)

Para construção do tonoscópio, os pontos fundamentais dos parâmetros acústicos citados acima são, a ergonomia na execução e a utilização de novos materiais em sua construção. Os materiais a serem utilizados não são inéditos na construção de tonoscópios e serão apresentados oportunamente no Anexo 1. Esses materiais, a serem selecionados na concepção de nosso tonoscópio são conhecidamente utilizados nas pesquisas cimáticas. A escolha de construção desse tonoscópio em particular será feita de forma a permitir um bom desempenho e viabilidade do mesmo na obtenção dos resultados esperados em nossa argumentação. A dificuldade de sua construção consiste em utilizar em seu mecanismo, materiais conhecidos em um modelo funcional e viável para os propósitos da presente indagação, apresentando sobretudo uma ergonomia prática e útil.

O parâmetro afinação e correção de defeitos críticos não se enquadram no desenvolvimento de nosso projeto, visto que o excitador do tonoscópio mecânico⁶⁷ que

⁶⁶ De acordo com a ABERGO (Associação Brasileira de Ergonomia, disponível em: http://www.abergo.org.br/internas.php?pg=o_que_e_ergonomia), a definição de ergonomia foi estabelecida em agosto de 2000 pela IEA (Associação Internacional de Ergonomia) onde se lê: "Ergonomia física está relacionada com às características da anatomia humana, antropometria, fisiologia e biomecânica em sua relação a atividade física. Os tópicos relevantes incluem o estudo da postura no trabalho, manuseio de materiais, movimentos repetitivos, distúrbios músculo-esqueléticos relacionados ao trabalho, projeto de posto de trabalho, segurança e saúde; Ergonomia cognitiva refere-se aos processos mentais, tais como percepção, memória, raciocínio e resposta motora conforme afetem as interações entre seres humanos e outros elementos de um sistema. Os tópicos relevantes incluem o estudo da carga mental de trabalho, tomada de decisão, desempenho especializado, interação homem computador, stress e treinamento conforme esses se relacionem a projetos envolvendo seres humanos e sistemas". A ergonomia física está relacionada aos fatores de concepção do tonoscópio (materiais empregados e construção) e a ergonomia cognitiva ao resultado que se pretende com ele.

⁶⁷O tonoscópio mecânico acionado por voz humana difere do elétrico ou eletrônico onde a frequência captada é produzida por um oscilador.

pretendemos construir é a voz humana, portanto a afinação e a emissão ficam por conta do executante.

A acústica musical trata das seguintes questões em relação à propagação do som, seu meio transmissor e ao espaço em que percebemos este som:

- Estudos dos parâmetros objetivos e subjetivos que caracterizam as salas de concerto.
- Elaboração de projetos acústicos e correção de salas.
- Simulação de ambientes sonoros e sonorização de espetáculos.
- Otimização das condições de gravação. (HENRIQUE, 2002 p. 5)

Em nossa pesquisa o principal meio de propagação do som é a coluna de ar proveniente de uma emissão vocal que excitará a formação de imagens em uma membrana de acordo com a vibração das ondas sonoras. Pretende-se permitir ao executante a visão da figura sonora formada por sua emissão. Neste caso, o meio de propagação são os dutos do mecanismo do tonoscópio para o modelo *cachimbo*, ou a pequena distância entre o emissor e o tonoscópio para o modelo *pandeirão*⁶⁸.

⁶⁸ Nomenclatura por nós proposta devido à semelhança. Apesar de não terem sido encontradas pesquisas cimáticas com este instrumento folclórico tipicamente brasileiro, as pesquisas percebidas com instrumentos semelhantes eram provenientes da cultura popular e de suas manifestações folclóricas como é o caso do link citado na próxima nota de rodapé. O pandeirão nacional é bastante utilizado nas festas de *Bumba Meu Boi* originárias do Maranhão e consiste em um pandeiro de maiores proporções dos que os habitualmente encontrados (1m de diâmetro em média), sem platinelas e feito com couro de cabra. Vale ressaltar que para utilização do pandeirão em pesquisas cimáticas, o couro necessitaria ser substituído por uma membrana mais flexível para facilitar a formação das imagens de ressonância.



Figura 44. Festa da Morte do Boi de Mestre Apolônio/Bumba-Meu-Boi da Floresta, no bairro da Liberdade_ São Luiz/MA, setembro de 2013. Disponível em <https://blogmanamani.wordpress.com/2015/07/29/bumba-meu-boi-do-maranhao-amazonia-atlantica/>

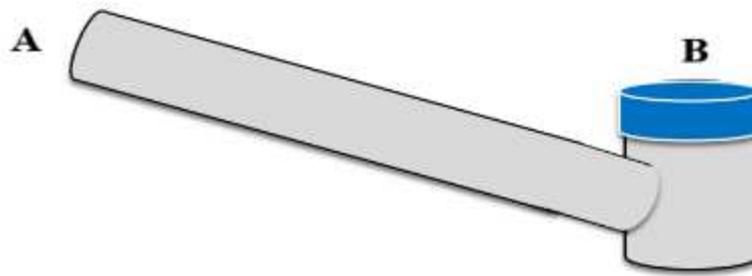


Figura 45. Tonoscópio modelo Cachimbo.

O modelo de tonoscópio em formato de Cachimbo apresenta uma entrada de ar (A) e possui uma membrana de ressonância na saída do duto de ar em forma de bojo (B). Esta membrana deverá ser coberta com sal refinado bem seco, ou areia muito fina para formar a imagem sonora enquanto o executante realiza a frequência de sua escolha e a executa na entrada de ar (A).⁶⁹

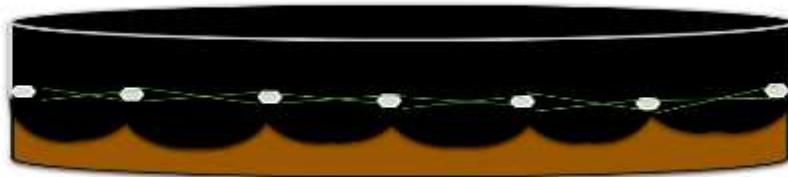


Figura 46. Tonoscópio modelo Pandeirão

O modelo do tonoscópio em formato de Pandeirão foi o mais simples encontrado até o presente momento da pesquisa. A formação da figura sonora se dá pela emissão do som produzido por voz humana a poucos centímetros de sua membrana próxima à borda. O executante deverá se posicionar de forma perpendicular ao Pandeirão, e para formação da imagem sonora a membrana deverá ser coberta com areia muito fina ou sal bem seco e ser extremamente flexível. Este modelo, no entanto, não apresenta uma acuidade da imagem sonora muito precisa, pois parte da areia ou sal que cobre a membrana é deslocada durante a execução da nota desfigurando parte do desenho e dificultando a visualização da figura por parte do executante⁷⁰.

⁶⁹Essas concepções de tonoscópio mecânicos vocais foram inspirados em modelos encontrados em experiências cimáticas com voz disponíveis em <https://www.youtube.com/watch?v=Jr6Xsatup4Y> (modelo idealizado por Jodina Meehan), e <https://www.youtube.com/watch?v=Bs3uPbhIZxc> respectivamente.

⁷⁰ As figuras expostas acima são meramente ilustrativas e, portanto, não apresentam exatidão acústico-matemática.

No que diz respeito ao ouvinte (receptor), a psico-acústica musical se concentra no estudo do aparelho auditivo e da psicologia da música, a saber:

- Conhecimento dos mecanismos psicofisiológicos e neuronais da percepção auditiva⁷¹.
- Correlação entre os aspectos físicos e a percepção dos sons⁷².
- Espacialização virtual⁷³. (HENRIQUE, 2002 p. 7)

No item “espacialização virtual”, o autor se refere à posição do ouvinte em relação ao som produzido e afetado pelos meios de propagação. Diferentemente, nossa pesquisa considera a reação do ouvinte em relação à sua produção sonoro-imagética que será feita sempre a distância curta, não havendo necessidade de estudo quanto a localização do receptor. Os estudos se concentrarão na emissão vocal e propagação (pelo tubo) do som gerador e da membrana, personagem principal da ressonância, que forma a figura. A posição do receptor neste caso é a mesma do produtor do som e de sua respectiva imagem. Por conseguinte, não abordaremos este tópico porque apesar estar localizado dentro do estudo da acústica musical, desviaria nossa abordagem de seu foco sem nada acrescentar à discussão principal da pesquisa.

A partir dessas primeiras considerações poderemos estabelecer o caminho para o estudo da viabilidade do tonoscópio como ferramenta auxiliadora da percepção musical. O direcionamento principal desta parte de nosso estudo é estabelecer as interseções da acústica com o efeito imagético do tonoscópio bem como explicar sua constituição mecânica de ressonância. Resumidamente, as principais premissas acústicas que compõe a experiência em tonoscópio a serem observadas nesta pesquisa são:

- A) A afinação vocal individual segundo uma frequência em **Hz** determinada de um som tonal e a respectiva constatação de sua imagem sonora na membrana de ressonância.
- B) A ergonomia resultante da aplicação dos materiais em sua construção, que otimize a propagação do som de maneira objetiva, prática e confortável para o executante.
- C) As questões fisiológicas que envolvem a experiência perceptiva musical.

⁷¹ Este tópico será abordado posteriormente nesta pesquisa no capítulo: A mente musical.

⁷² Este tópico também será abordado posteriormente nesta pesquisa no capítulo: A mente musical.

⁷³ Este item foge do escopo da presente pesquisa, pois se refere às condições acústicas das salas em relação à posição do ouvinte. Uma adaptação de enfoque será feita conforme discutimos a seguir.

O estudo do mecanismo do tonoscópio pelo vasto campo da acústica musical, se edifica na precisão matemática e na flexibilidade estética dos elementos constituintes da percepção, promovendo neste universo a comunhão da ciência com a arte.

2.1 Grandezas fundamentais da física na música.

Para compreendermos o papel da física na música, é necessário traçar algumas considerações que caracterizam seu campo, a começar pela terminologia utilizada. As grandezas fundamentais da física em música são as medidas utilizadas para constatar as causas e efeitos acústico-musicais.

Grandeza em termos matemáticos significa um todo representado numericamente por uma equação de valor correspondente à sua representação. Essa quantificação física é expressa em números, e a matemática é útil e indispensável na absorção dos conceitos físicos.

De acordo com Backus (2007, p.4), são medidas físicas aplicadas em música: **comprimento, tempo e massa**.⁷⁴ O autor apresenta as características e usos dessas grandezas de acordo com o texto que se segue.

2.1.1 Comprimento.

Podemos entender o comprimento como sinônimo do conceito de distância: a separação espacial entre dois pontos. O conceito de comprimento em física está relacionado ao que se denomina de deslocamento; resultado da movimentação de um objeto de um ponto ao outro. Além de considerarmos o deslocamento, devemos também inserir nesta equação a direção que este deslocamento evidencia. Denomina-se de grandeza vetorial ao conjunto deslocamento/direção. (BACKUS, 2007 p.13)

Para medirmos esta distância devemos selecionar uma unidade de medida, e verificar quantas unidades dessa medida estão contidas entre os dois pontos. Em física este processo é chamado de medição. A unidade padrão escolhida para tal foi o metro; que compõe a base de todo sistema métrico com as seguintes siglas: metro: **m**; centímetro: **cm**; milímetro: **mm**. Essas serão as medidas de distância utilizadas na construção do tonoscópio para quantificarmos a

⁷⁴ We start by defining three fundamental physics quantities: length, time and mass. (BACKUS 1977, p. 4).

medida de suas partes componentes, e por conseguinte da distância do deslocamento percorrido pelo ar em seu mecanismo. Um deslocamento possui magnitude e direção (Backus, 1977 p. 7)



Figura 47. Deslocamento de um objeto.

2.1.2 Tempo

O fator tempo, como o nome indica, determina o tempo em que foi realizada esta ação. Uma medida é necessária para precisar o número de unidades que estão contidas no ato do deslocamento em um determinado espaço de tempo. As medidas para tempo (T) são: hora: **h**; minuto: **min**; segundo: **s**.

Tempo de deslocamento e magnitude (tamanho e massa) constituem outra grandeza vetorial.

O tempo é medido anteriormente à ação e durante a ação. Se imaginarmos a mão de uma pessoa indo de encontro a uma bola para arremessá-la, o tempo de deslocamento da mão seria o tempo anterior à ação da bola se deslocando em uma determinada direção. Toda ação que envolve movimento pressupõe uma pré-ação que a possibilita.

Analogamente, no campo da música podemos exemplificar esta ação com o *levare* que antecede o ataque da orquestra ou de um instrumento em particular; premissa obrigatória que se afina com a respiração humana que precede a fala ou os impulsos musculares que permitem o levantar-se ou caminhar.

Inseridos no fator tempo estão a velocidade e a aceleração; conceitos familiares, cuja competência é quantificar o tempo/deslocamento do objeto, denominado de aceleração. Essa quantidade de tempo/deslocamento se modifica durante o percurso. A taxa de variação dessa aceleração é a velocidade com a qual o objeto se desloca. Assim como o deslocamento envolve a direção e a magnitude, também a velocidade se relaciona com a direção e a magnitude.

A fórmula da velocidade é: $\text{Velocidade} = \frac{\text{Distância}}{\text{Tempo}}$ $V = \frac{D}{T} \rightarrow D = V \times T$

Em acústica, a ressonância produzida é parte integrante das quantificações, possibilitando o entendimento desses fatores no resultado sonoro final da performance. A ressonância de uma performance pode ser exemplificada pelo produto sonoro gerado por um violinista considerando-se: os parâmetros de força de seu ataque, comprimento do arco e da corda do instrumento, do tempo e da velocidade com que a corda é percutida, da intensidade do ataque e das medidas da caixa de ressonância do violino; parâmetros estes que respondem à influência do instrumentista. A resposta do instrumento corresponde aos parâmetros físicos de ataque do arco que define: o comprimento da onda produzida (altura), o tempo (duração), o timbre e a intensidade da dinâmica, ou seja, a nota de acordo com os conhecidos parâmetros do som musical. Tudo isso matematicamente quantificado pela acústica.

2.1.3 Massa

A massa (**m**) de um objeto é o volume constituinte do objeto sobre o qual se aplica uma força (**F**). A força aplicada se manifesta de duas maneiras:

- A) A força provoca uma alteração na forma do objeto, que pode ser permanente ou passageira dependendo da resiliência do material.
- B) A força, quando aplicada a massa, pode produzir aceleração colocando o objeto em movimento se ele está parado ou aumentando ou reduzindo sua velocidade se o mesmo já se encontra em movimento.

Assim como acontece com o fator aceleração, a força leva em conta a direção em que está sendo exercida.

A força da gravidade é a força que está presente em todas as ações. Estamos sempre sujeitos a força da gravidade. A essa força exercida pela gravidade sobre todos os objetos damos o nome de peso (**p**). Peso é igual a massa vezes a aceleração da gravidade que é constante e igual a $9,8 \text{ m/s}^2$.

Quando medimos o nosso peso estamos medindo a nossa massa sob o efeito da gravidade. Se a força da gravidade muda, como na Lua por exemplo, nosso peso também se

modifica. Na Lua somos mais leves. A massa (ou peso) é quantificada em gramas (**g**) e em quilogramas (**Kg**).

A fórmula do peso é : $\text{Peso} = \text{Massa} \times \text{Gravidade} \rightarrow \mathbf{P} = \mathbf{M} \times \mathbf{9,8 \text{ m/s}^2}$

Pode parecer que todo objeto deveria estar caindo o tempo todo em função da força da gravidade. No entanto, se sustentamos um objeto pendurado em uma corda com força igual à da gravidade, o objeto estará em equilíbrio e não se moverá. O mesmo acontece com um livro sobre uma mesa ou a mesa sobre o piso. Uma força reversa age contra a força da gravidade colocando o objeto em equilíbrio. A gravidade empurra o livro pra baixo e a mesa empurra o livro para cima. A gravidade empurra a mesa para baixo e o piso empurra a mesa para cima. Portanto, diz-se que a massa está em equilíbrio, já que sempre existirão duas forças em direção contrária agindo ao mesmo tempo.

A força é representada por uma flecha cuja direção é a da força e cujo comprimento é proporcional à magnitude da força. (A) O peso de uma massa é a força da gravidade atuando sobre a massa. (B) A massa em equilíbrio⁷⁵. (BACKUS, 2007 p. 12, tradução nossa)

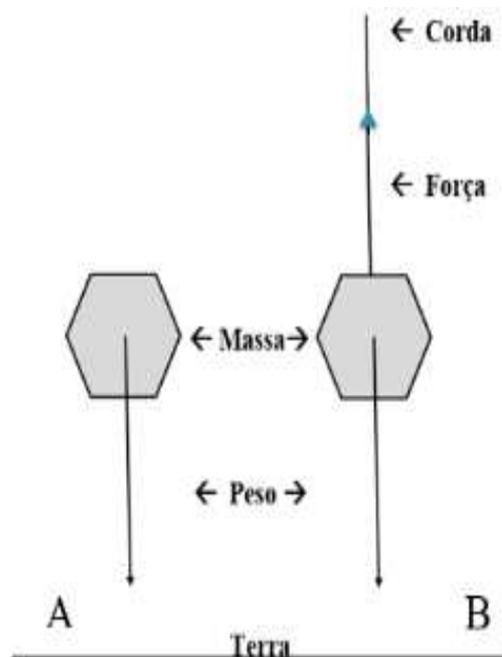


Figura 48. Representação de massa/força/ peso (BACKUS, 2007 p. 12)

⁷⁵ The force is represented by an arrow whose direction is that of the force and whose length is proportional to the magnitude of the force. (A) The weight of a mass is the force of gravity acting on the mass. (B) A mass in equilibrium. (Backus, 2007, p. 12)

2.1.4 Pressão

A pressão (**P**) acontece quando uma força não está agindo em um ponto definido e sim em uma área. A pressão expressa a quantidade de força aplicada em cada unidade de área. Fluidos exercem força nos seus contêineres e na superfície de tudo que for imerso neles. Na execução dos instrumentos de sopro uma pressão do ar é exercida no interior do tubo gerando o som.

2.1.5 Trabalho e energia.

Em física, se uma força atua sobre um objeto e este objeto se move diz-se que um trabalho físico foi feito por essa força. A taxa na qual o trabalho é feito denomina-se de energia. Os termos trabalho e energia tem o mesmo significado. A energia conferida a um objeto é o mesmo que o trabalho empregado sobre este objeto. Se a pressão movimenta a coluna de ar de um instrumento de sopro, um trabalho foi realizado e este trabalho despendeu energia movendo a coluna de ar pelo tubo do instrumento e produzindo som. O trabalho realizado sobre um objeto é quantificado em joules (**J**).

$$\text{Trabalho} = \text{Força} \times \text{Velocidade} \rightarrow \mathbf{Tr} = \mathbf{F} \times \mathbf{V}$$

2.2 Sistemas vibratórios.

Denominamos som a percepção subjetiva de um fenômeno vibratório que estimula o órgão sensorial da audição. As vibrações sonoras dependem de múltiplos fatores que incidem desde sua produção até a sua recepção. Depois de sua produção e condução o som atinge seu receptor, o ouvinte. O processo de produção, condução e recepção é essencialmente mecânico.

A emissão do som (em um instrumento musical) comporta os parâmetros físicos (comprimento, tempo e massa), e seus componentes resultantes explanados anteriormente. Dessa forma, são definidos os parâmetros acústicos de emissão e translação do som. Ao atingir o ouvido humano as vibrações transmitem a energia do meio gasoso (o ar) para o ouvido externo. Esta energia é transferida para os componentes sólidos do ouvido médio: membrana timpânica, martelo, bigorna, estribo e janela oval. Em seguida, as vibrações atingem a cóclea situada em meio líquido no ouvido interno onde estimulam as células ciliadas que transformam o impulso recebido em pulsos elétricos. Esses impulsos são transmitidos e interpretados pelo cérebro via nervo auditivo. Somente a partir da transformação do movimento mecânico em

impulso nervoso é que temos consciência do produto som que como tal é percebido. Destarte, um som só existe como som dentro de um ser vivo quando sua fisiologia é plenamente capaz de executar por completo o processo de recepção das vibrações sonoras até a transformação destas em impulsos elétricos, excluídos deste processo de percepção os deficientes auditivos.⁷⁶ (LEITE, 2014)

A gênese sonora está contida nas vibrações. São as vibrações iniciais que concebem o resultado final percebido. Não apenas em termos musicais observamos a existência das vibrações. Na verdade, tudo no universo vibra, se move. Seja qual for a escala de observação, do macro ao microuniverso tudo apresenta algum nível de movimento.

O movimento periódico é um dos mais comuns em nosso dia a dia. Esse movimento é realizado por um corpo material que percorre a mesma trajetória, repetindo em intervalos de tempo iguais as mesmas características cinemáticas, ou seja, a mesma direção, velocidade e aceleração. Como exemplo podemos citar o movimento do pêndulo de um relógio, ou o movimento de rotação e translação da terra em relação ao sol.

O movimento que assume maior importância para a acústica musical é o movimento vibratório ou oscilatório. O movimento vibratório é aquele que vai e vem em torno de uma posição de equilíbrio. Este movimento vibratório é considerado alterado pelo fato de mudar a direção do sentido e é perfeitamente compreendido quando observamos, por exemplo, a vibração de uma corda solta de violão percutida. Muitos outros exemplos podem ser facilmente encontrados: o bater de asas de uma libélula, o balanço infantil, as moléculas de sólidos em torno de uma posição de equilíbrio, etc. O movimento vibratório é uma oscilação mecânica que para existir necessita de um ponto de equilíbrio estável. (HENRIQUE 2002 p. 45)

A corda do violão se mantém em equilíbrio estando presa ao instrumento e vibra, quando posta em movimento pela execução do instrumentista, exercendo um deslocamento para cima e para baixo em torno de seu eixo estável.

⁷⁶ Não estamos discutindo aqui ouvido interno musical, memória musical ou representação vibracional em deficientes auditivos. Estamos apenas ilustrando o procedimento de emissão e captação do som nos modelos acústicos onde o cérebro faz a interpretação correta das vibrações recebidas em um sistema fisiológico capaz de realizar tal ação.

Os sons produzidos pelos instrumentos musicais e sua propagação no espaço, envolvem vibrações complexas. A base das vibrações complexas são as vibrações simples, que caracterizam os sistemas vibratórios simples.

2.2.1 Sistemas vibratórios simples.

Movimento e oscilação.

As vibrações possuem uma natureza cíclica existente em seus movimentos periódicos e repetitivos. A grandeza que quantifica no tempo essa repetição oscilatória define-se por frequência. A frequência é o número de repetições do ciclo efetuados na unidade de tempo. Cada som apresenta um número de ciclos por segundo que é representado por Hertz (**Hz**) e constitui uma frequência definida. Usa-se o segundo (**s**) como unidade de tempo para a maioria dos movimentos oscilatórios. Desse modo, a frequência é o número de ciclos por segundo. A grandeza frequência é representada por f e a unidade de ciclos por **Hz** (Hertz)⁷⁷.

A frequência da vibração de um objeto que atua como fonte sonora corresponderá ao número de oscilações das moléculas de ar que são estimuladas por ele. É o ar que transmite esta frequência para o ouvido que se encarregará de traduzi-la em sensação tonal; ou para o diafragma do microfone que se encarregará de traduzir a vibração sonora em variações de amplitude elétrica. (RODRIGUEZ, 2006 p.118)

O diapasão emite a nota Lá que possui a frequência de 440 **Hz**, isto significa que o diapasão oscila (vibra) 440 vezes por segundo para emitir essa nota. A medida de um segundo é o período de tempo no qual é concluído o montante de ciclos vibratórios. Matematicamente o período é representado por **T**. A frequência (f) é o número de ciclos por segundo que depende do período que é o espaço de tempo de realização dos ciclos. Quanto maior a frequência, menor será o período de tempo necessário para que um ciclo seja completado. Quanto menor a frequência, quanto mais grave ela for, maior será o tempo necessário para que se complete um ciclo oscilatório. A seguinte equação define o postulado proposto: $f = 1/T \rightarrow T = 1/f$

Quando a corda de violão é percutida, a força usada no tocar a corda fornece uma certa quantidade de energia que resulta em um período de ciclos.

Tanto nos movimentos oscilatórios como no caso mais geral dos movimentos periódicos, denomina-se ciclo o percurso efetuado, ao fim do qual o

⁷⁷ Heinrich Hertz, importante físico alemão que teve seu nome dado à unidade de frequência. Mais informações em Henrique, 2002 p. 34.

movimento repete as mesmas características (os movimentos periódicos também se designam movimentos cíclicos) (HENRIQUE 2002 p. 45)

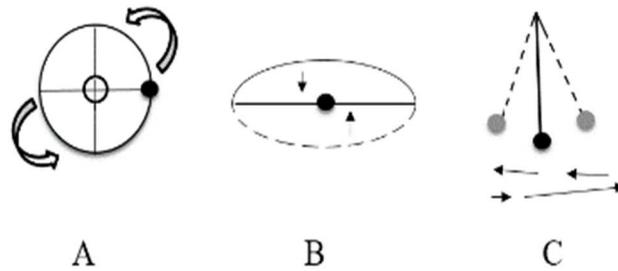


Figura 49. Percurso de um ciclo em três momentos periódicos. A- Movimento circular; B- Vibração de uma corda; C- Movimento pendular. (HENRIQUE 2002 p. 45)

Conforme o vetor tempo vai aumentando, a amplitude da vibração vai diminuindo a cada ciclo realizado até se aproximar de zero, pois a energia vai se perdendo neste processo.

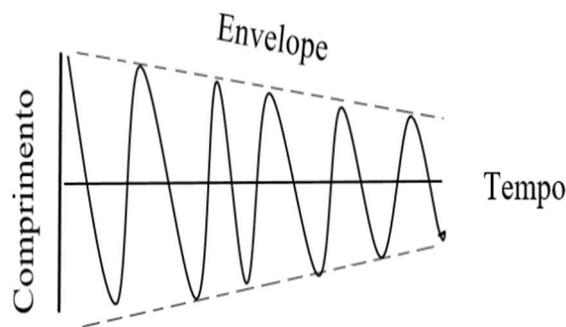


Figura 50. Gráfico do comprimento versus tempo de uma vibração dada. (BACKUS, 1977 p. 29)

O quadro abaixo apresenta uma das possibilidades de estruturação escalar das frequências em hertz (Hz) para a divisão temperada da escala. Outras divisões da corda podem ser encontradas de acordo com o período de época e o desenvolvimento da construção dos instrumentos além das diferenças de afinação existentes entre instrumentos temperados e não temperados. Assim sendo, as frequências de afinação que determinaram as estruturas escalares de formação da música ocidental apresentaram vários conjuntos no decorrer da história.

	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	Oitavas
DÓ	65.40638	130.812775	261.625519	523.251099	1046.502075	Frequência em Hz
DÓ#	69.295647	138.591324	277.182648	554.365234	1108.730591	
RÉ	73.416199	146.832367	293.664734	587.329529	1174.659058	
RÉ#	77.781746	155.563492	311.126984	622.253906	1244.507935	
MI	82.406876	164.813782	329.627533	659.255127	1318.510254	
FÁ	87.307053	174.614105	349.228241	698.456482	1396.912964	
FÁ#	92.498604	184.997208	369.994385	739.988831	1479.977539	
SOL	97.998848	195.997711	391.995392	783.990845	1567.981812	
SOL#	103.82618	207.652344	415.304688	830.609375	1661.21875	
LÁ	110.	220.	440.	880.	1760.	
LÁ#	116.540947	233.081848	466.163788	932.327576	1864.654785	
SI	123.470818	246.941635	493.883301	987.766602	1975.533325	

Figura 51. Quadro de frequências da escala tonal do Dó 1 ao Si 5.⁷⁸

Segundo Rodriguez (2006, p. 120), “o sistema tonal do ocidente organizou suas unidades escalares em tons e semitons, inseridos em uma oitava justa, de modo mais adequado à sensibilidade do ouvido, do que à física acústica”.

As frequências acústicas de medição aplicam-se apenas aos sons simples, ou seja, aos sons de **MHS** (movimento harmônico simples), onde são consideradas apenas as fundamentais sem os harmônicos. Estes estão contidos nos sons musicais que são formados por “movimentos harmônicos complexos” ou compostos, **MHC**. Rodriguez ainda ressalta que ao escutarmos a escala, temos a impressão perceptiva de que seus sons são equidistantes, contudo conforme demonstra o quadro acima, as distâncias nas medições físicas entre eles são irregulares.

Ao executarmos uma subtração entre frequências contiguas a fim de obter o número de **Hz** que caracteriza a distâncias entre as frequências da 1ª oitava por exemplo, obtemos:

- (Ré) 73,4Hz - 65,4 Hz (Dó) = **8**
- (Mi) 82,4Hz - 73,4 Hz (Ré) = **9**
- (Fá) 87,3Hz - 82,4 Hz (Mi) = **4,9**
- (Sol) 98,0Hz - 87,3 Hz (Fá) = **10,7**
- (Lá) 110,0Hz - 98,0 Hz (Sol) = **12**
- (Si) 123,5Hz - 110,0 Hz (Lá) = **13,5**.

⁷⁸ Elaborado por Fernando Iazzetta. Disponível em: <http://www2.eca.usp.br/prof/iazzetta/tutor/acustica/introducao/tabela1.html>

As distâncias diferem entre si matematicamente. Contudo, auditivamente temos a sensação sonora de equidistância entre os sons da escala natural.

Rodriguez salienta também que o fato das frequências entre as notas apresentarem a proporção dobro/metade, a sensação perceptiva não indica que a distância tonal entre as oitavas sucessivas é “cada vez maior à medida que subimos a escala”. Não percebemos que a distância entre o Dó 3 e o Dó 4 é maior do que a distância entre o Dó 2 e o Dó 3. Nossa percepção capta uma exata proporção entre um Dó e outro. (RODRIGUEZ, 2006 p. 119-120)

2.2.2 Movimento Harmônico Simples.

Toda frequência gera uma onda sonora e esta onda executa um movimento harmônico simples (**MHS**). Esse é o movimento oscilatório básico e é representado por uma sinusóide que apresenta movimentos sinusoidais ou co-sinusoidais.

Em um violão, por exemplo, dedilhar com mais ou menos força, isto é, fazendo a corda vibrar com maior ou menor amplitude, não altera a frequência sonora. A diferença neste caso é percebida na dinâmica e não de forma significativa na altura do som que só pode ser modificado pelo comprimento da corda (maior ou menor) produzindo assim uma nota diferente, uma frequência distinta que pode ser medida em **Hz** com exatidão.

Em qualquer dos casos, o **MHS** estará presente e representado graficamente por uma sinusóide. A analogia vem das funções trigonométricas de seno e cosseno. O **MHS** é um movimento sinusoidal ou co-sinusoidal que se apresenta tanto no sistema massa/mola, como na corda do monocórdio, considerando-se a frequência primordial sem harmônicos. A vibração sonora é representada por duas senóides idênticas em fase. (HENRIQUE 2002 p. 52)

Esses são sons simples e medições de **MHS** em Hertz. Os sons compostos são o somatório dos **MHS** do som fundamental e de seus harmônicos. Quando nos referimos ao valor de frequência das notas estamos nos referindo ao valor da frequência fundamental. O somatório de frequências de **MHS** influem no modo da sensação auditiva do timbre, e na prática musical não podem nunca ser desconsideradas. (RODRIGUEZ, 2006 p. 120)

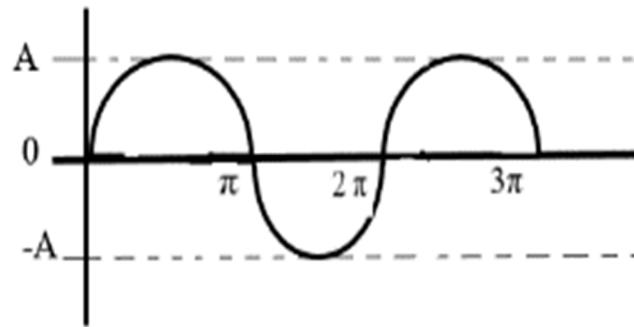


Figura 52. Movimento harmônico simples- **MHS**. (HENRIQUE 2002 p. 52)

Propriedades da **MHS**:

- Repetição do movimento ao fim de um determinado intervalo de tempo.
- Simetria de movimento em relação à posição de equilíbrio.
- A sinusóide (ou co-sinusóide) é a representação gráfica do deslocamento de um objeto em função do tempo.
- Durante a oscilação, velocidade e aceleração variam, de forma harmônica. (Henrique, 2002 p. 57)

O **MHS** é a base para análise dos movimentos harmônicos complexos que consideram mais de uma frequência concomitantemente. É o caso do som musical e de seus harmônicos onde cada harmônico produz uma **MHS** e o resultado final sonoro é a soma da série harmônica produzida.

A importância do **MHS** é que ele aparece em muitos sistemas mecânicos, inclusive no tonoscópio, onde é a base para análise das imagens sonoras formadas pela soma das combinações das ondas sinusoidais dos diversos **MHS** que compõe, neste caso, o som vocal incitador do mecanismo do tonoscópio.

Cada harmônico possui uma frequência diferente, ou seja, uma **MHS** distinta, mas a amplitude das ondas formadas pelos harmônicos do som principal é menor proporcionalmente à localização do harmônico na série. A amplitude diminui conforme o harmônico se distancia do som principal. Por isso, apesar de ouvirmos várias notas quando escutamos um único tom do piano, nossa percepção não é alterada em relação a localizarmos seu lugar na escala geral.

Esse fenômeno auditivo-perceptivo é sistematizado pela seguinte lei de Weber e Fechner: “A percepção é proporcional ao logaritmo⁷⁹ da excitação, ou em outras palavras: a sensação aumenta somente em progressão aritmética enquanto a excitação que a provoca aumenta em progressão geométrica”. (RODRIGUEZ, 2006 p. 121)

Rodriguez exemplifica este postulado a partir da percepção de peso que podemos verificar na seguinte situação: se segurarmos um objeto de 100 **gr** em uma mão e 150 **gr** em outra, perceberemos facilmente em que mão se encontra o objeto mais pesado. Contudo, se segurarmos um objeto de 10 **kg** em uma mão e outro de 10,05 **kg** em outra, não perceberemos a diferença de peso entre os dois objetos. Para que pudéssemos perceber a diferença seria necessário um objeto de 10**kg** e outro de aproximadamente 15 **kg**. Matematicamente temos:

$\text{Log}^{80} 100 = 2$; $\text{log}150 = 2,17 \rightarrow$ a sensação de diferença percebida é de $2,17 - 2 = 0,17$.

Quando comparamos os 10 **kg** com 10,05 **kg** temos: $\text{Log } 10.000 (\text{gr}) = 4$; $\text{Log } 10.050 (\text{gr}) = 4,002$. \rightarrow A diferença percebida é de $4,002 - 4 = 0,002$.

Para que a diferença percebida se mantivesse proporcional ao primeiro caso (0,17), os pesos a serem diferenciados deveriam manter o mesmo log de 0,17 obtido através do inverso do logaritmo de $(4+0,17) \rightarrow 10^{4,17} = 14.791 \text{ gr}$, fazendo par com 10.000 **gr**. (RODRIGUEZ, 2006 p. 122)

Sendo assim, por aproximação podemos entender porque a percepção sonora é proporcional ao logaritmo da excitação quando ouvimos um som e seus harmônicos. A medida de volume sonoro de cada **MHS** pode ser medida em decibéis. Aumentando a quantidade de decibéis dos harmônicos é possível percebê-los com mais facilidade. É de conhecimento geral que as grandes marcas de fabricantes de piano como a Steinway & Sons e a Petroff, bem como os grandes luthiers conhecidos da história da música (Stradivarius, Anatti, etc.), conseguem intensificar os decibéis dos harmônicos fazendo-os mais audíveis à percepção humana e aumentando consideravelmente a sensação estético-sonora reconhecida no timbre. Essa série harmônica produzida com alta qualidade em cada tom do instrumento aumenta em muito a sensação estética da beleza percebida. A execução sonora é assim melhor apreciada pelo

⁷⁹ Em matemática, o logaritmo de um número é o expoente a que outro valor fixo, a base, deve ser elevado para produzir este número. Por exemplo, o logaritmo de 1000 na base 10 é 3 porque 10 ao cubo é 1000 ($1000 = 10 \times 10 \times 10 = 10^3$). De maneira geral, para quaisquer dois números reais b e x , onde b é positivo e $b \neq 1$. (BARROSO, 2014 p. 798)

⁸⁰ Logaritmo.

ouvinte que em seu deleite estético não concebe em sua percepção os fenômenos físicos causais. Todo este aparato de produção musical que tem como inciso básico a vibração do corpo sonoro pode ser observada de forma matemática no sistema massa /mola.

2.2.3 Sistema massa/mola.

Para um sistema vibrar deve existir massa e elasticidade. Um sistema vibratório possui classificação em relação ao seu grau de liberdade. O sistema vibratório simples é aquele que possui um grau de liberdade, ou seja, apenas uma única maneira de vibrar. Esse sistema vibratório é constituído por uma massa em inércia concentrada em um ponto, associada a uma mola em perfeito equilíbrio estático. O dito sistema existe apenas em teoria, já que a massa e a mola vibram constantemente em escala microscópica, portanto não existe inércia absoluta. Para fins de estudo, o sistema massa/mola representa esta situação puramente teórica e também outras situações reais de movimentação oscilatória devido ao fato de demonstrar duas características essenciais ao movimento vibratório: “a massa, componente inercial com a capacidade para transportar energia cinética; e a elasticidade, componente elástica com capacidade para armazenar energia potencial elástica”. (HENRIQUE, 2002 p. 49)

O sistema massa/mola é um oscilador mecânico que necessita de força exterior para oscilar. Os instrumentos musicais e o tonoscópio também são osciladores mecânicos que dependem de acionamento proveniente de uma força externa.

Após a aplicação da força exterior na mola o sistema tenderá a voltar ao seu estado original pela força de restituição. A força de restituição também denominada de retorno, é uma força que se opõe ao movimento. A massa se movimenta segundo a variação temporal da velocidade (aceleração ou desaceleração) associada à força de inércia.

As oscilações do sistema resultam da oposição entre a força de inércia associada à massa, que tende a prolongar o movimento, e a força de restituição associada a mola, que se opõe ao movimento. (HENRIQUE, 2002 p. 51)

As oscilações podem ser mecânicas, onde a força de restituição é a gravidade, ou eletromagnéticas, onde a força de restituição é o magnetismo. “Nas oscilações acústicas a força de restituição depende da elasticidade do fluido onde se propaga o som”. (HENRIQUE, 2002 p. 52)

A figura abaixo ilustra as fases de um ciclo de vibrações de um sistema massa/mola. Uma força é aplicada para distender a mola, e consoante com a intensidade dessa força, a massa se desloca de sua posição de equilíbrio. A amplitude de oscilação é o deslocamento máximo obtido pela massa em relação ao seu ponto de equilíbrio estático.

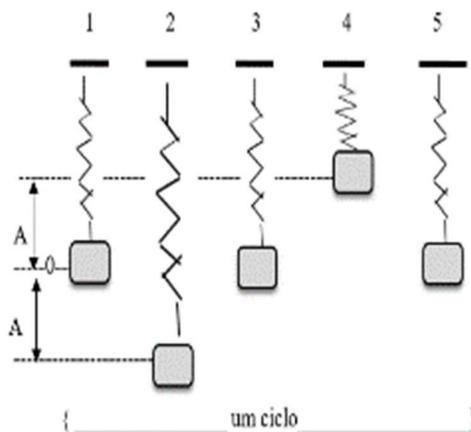


Figura 53. Sistema massa/mola. (HENRIQUE, 2002 p. 49)

Este ciclo apresenta as seguintes grandezas:

f° - Frequência de oscilação do sistema medida em **Hz**.

k - Constante de rigidez da mola, ou seja, o quanto de peso é necessário para que a mola volte ou não à posição de inércia.

m – massa do objeto medida em **Kg**.

O mesmo acontece quando exercemos uma força sobre a corda do violão soltando-a em seguida. A corda produzirá um movimento vibratório com ciclos que podem ser comparados aos mesmos do sistema massa/mola.

Em ambos os casos, o sistema tende a voltar a posição inicial. Essa força de restituição se opõe à força aplicada para gerar o movimento de deslocamento da corda, ou do sistema massa/mola. As oscilações desses dois sistemas “estão caracterizadas por uma variação temporal de velocidade (aceleração ou desaceleração), à qual está associada uma força de inércia”. (Henrique, 2002 p. 51)

As vibrações obtidas são o resultado da oposição exercida entre a força de inércia associada a massa que tende a prolongar o movimento, e a força de restituição da mola que tende a restaurar a posição de equilíbrio.

No **MHS** o aumento do comprimento da mola depende da força (***Fr***) aplicada. A mola possui uma constante de rigidez denominada pela letra **k**. Matematicamente temos: $Fr(x) = kx$. O resultado dessa equação é a energia vibratória livre onde a energia mecânica total (***Em***) do sistema permanece constante. Existe uma constante transformação de energia cinética (***Ec***) em energia potencial (***Ep***) e vice-versa, mas a energia total se mantém constante. “A energia cinética está associada ao movimento da massa, e a energia potencial à distensão e a compressão da mola”. (HENRIQUE, 2002, p. 61)

Conforme exposto anteriormente, o sistema massa/mola é teórico, e portanto conservativo, mas dentro dos parâmetros da realidade é um sistema dissipativo onde as forças atuantes tendem a diminuir a amplitude da frequência oscilatória até que a mesma se dissipe voltando ao ponto de retorno.

Se assim não fosse, cada objeto movido de sua estase não pararia nunca mais de se movimentar, e a quantidade de sons acumulados no planeta extinguiria toda a vida, devido à soma infinita e constante de vibrações que atingiriam em algum ponto a ruptura estrutural da matéria; do mesmo modo como as vibrações de um terremoto incidem sobre as construções.

Cada sistema posto para oscilar possui uma frequência própria que se apresenta em um modo próprio vibratório, ou simplesmente, modo vibratório que é inerente a todos os objetos que do mesmo modo possuem uma certa distribuição de massa e uma determinada elasticidade.

Quando sofrem deformação, entram em vibração com uma ou mais frequências específicas que são características desse objeto. (...). O conceito dos modos vibratórios é fundamental para a compreensão dos fenômenos vibratórios que estão na base de funcionamento dos instrumentos musicais e da acústica das salas. (HENRIQUE, 2002 p. 62)

Em nossa pesquisa, entender os conceitos dos modos vibratórios e conseqüentemente das imagens sonoras que tais modos são capazes de produzir, permitirá estudar as possibilidades que o tonoscópio pode oferecer a partir da correlação entre a vibração e a imagem dentro dos parâmetros matemáticos da acústica, bem como estudar os resultados de outras pesquisas na área, em especial as de Chladni e de Hans Jenny.

Analogamente em relação aos instrumentos musicais, mantendo-se certos limites, a frequência de um som será a mesma se o som é tocado um pouco mais ou menos forte. Também no tonoscópio, a figura se manterá a mesma dentro de certos limites de projeção da frequência em seu mecanismo. Os limites de intensidade da frequência são medidos em decibéis (**d**). O decibel quantifica matematicamente as variações de intensidade sonora, contudo a intensidade da frequência não é percebida apenas matematicamente: “o conceito de intensidade, que é a amplitude das vibrações sonoras, está relacionado a sensação psicológica de energia do som. (RODRIGUEZ, 2006 p.120).

A unidade clássica de intensidade sonora é o Decibel (**d**)⁸¹. Essa grandeza relaciona a quantificação física da pressão exercida pelas vibrações sonoras do ar com a percepção humana. Essa unidade é formulada a partir do sistema **CGS** (centímetro, grama e segundo) e usa como referência uma frequência pura de 1.000 **cps** (ciclos por segundo) ou 1.000 **Hz**. A escolha dessa frequência específica se deve ao fato da percepção da intensidade variar de acordo com a amplitude da vibração e também com sua frequência. A frequência de 1.000 **Hz** é a mais estável, obtendo do ouvido humano uma resposta mais sensível e regular, pois está no centro do escopo do audível. As moléculas de ar oriundas de uma fonte sonora exercem pressão ao vibrarem sobre o tímpano. Esse fenômeno físico é a base da quantificação dos decibéis percebidos. (RODRIGUEZ, 2006 p. 122).

2.3 Considerações sobre os sons musicais

O som musical é um som composto por um somatório de frequências denominadas sons puros, a saber:

A) Sons Simples ou puros: O som puro ou simples⁸² é representado por uma onda de seno ou cosseno constituído por uma única frequência. O som puro é apenas teórico já que a duração de uma sinusóide é infinita. Contudo, considera-se som real o somatório de sons puros modificados pelo fator tempo cuja amplitude em função da frequência nomeia-se de espectro. (HENRIQUE 2002 p. 177)

⁸¹ 1 Bel = 10 decibéis

⁸² Na literatura físico-acústica foram encontradas as designações de som puro e de som simples. As definições revelavam ser sinônimos. O mesmo ocorre com as expressões som composto e som complexo. Na literatura específica de acústica musical foram encontrados os termos som puro, som complexo e som composto. A relação de simples para composto é mais próxima da área musical, pois é possível traçar uma correlação entre o intervalo simples e o composto que é acrescido de pelo menos mais uma oitava, assim como o som simples de apenas uma frequência se diferencia do som composto que é o somatório por mais de uma frequência.

B) Sons Compostos ou complexos: Os sons compostos ou complexos são constituídos por mais de uma frequência. Eles são o resultado do somatório de sons simples e são percebidos como um único “ente perceptual”.

A música é formada por sons compostos, cada um dos quais é constituído por uma sobreposição de sons puros, os quais, devido às suas relações de frequência, aparecem muitas vezes como um único ente perceptual. Assim surge um terceiro atributo tonal fundamental: a qualidade do som: o timbre, relacionado com o tipo de mistura de sons simples, ou componentes⁸³ harmônicos que formam o som composto. (ROEDERER, 1997 p.120)

O primeiro som é denominado de som fundamental ou, de acordo com a literatura musical, fundamental. Cada uma das frequências que constituem o som composto da fundamental é denominada de componente ou parcial. Se uma parcial tiver um número inteiro múltiplo da frequência fundamental, denomina-se parcial harmônica, caso não seja um número inteiro, nomeia-se parcial não-harmônica⁸⁴.

A figura abaixo apresenta a *Resultante*, que é a soma da onda fundamental do som principal (sinusoidal teórica), com o 1º, 2º e 3º harmônicos; o movimento é periódico, pois a resultante se repete no tempo. Segundo Henrique (2002, p. 179), “o som complexo representado na parte inferior é constituído por três componentes sinusoidais: primeiro, segundo e terceiro harmônicos”. Se atribuirmos à figura abaixo os valores de 200Hz, 400 Hz, 600Hz e 800Hz para as frequências da fundamental e de cada parcial respectivamente, as parciais serão harmônicas.

⁸³ La musica está formada por tonos compuestos, cada uno de los cuales consiste de una superposición de tonos puros, los cuales, debido a sus relaciones de frecuencia, aparecen como um único ente perceptual. Así surge un tercer atributo tonal fundamental: la cualidad del tono, el timbre, relacionado con el tipo de mezcla de sonidos puros, o componentes armónicos, que forman el tono compuesto. (ROEDERER, 1997 p.120)

⁸⁴ Ambas as designações: harmônico e harmônica estão corretas. Harmônico se refere ao som parcial, e harmônica à frequência. Em música o termo mais utilizado é harmônico, pois faz referência ao som e não a frequência. (HENRIQUE,2002 p.178)

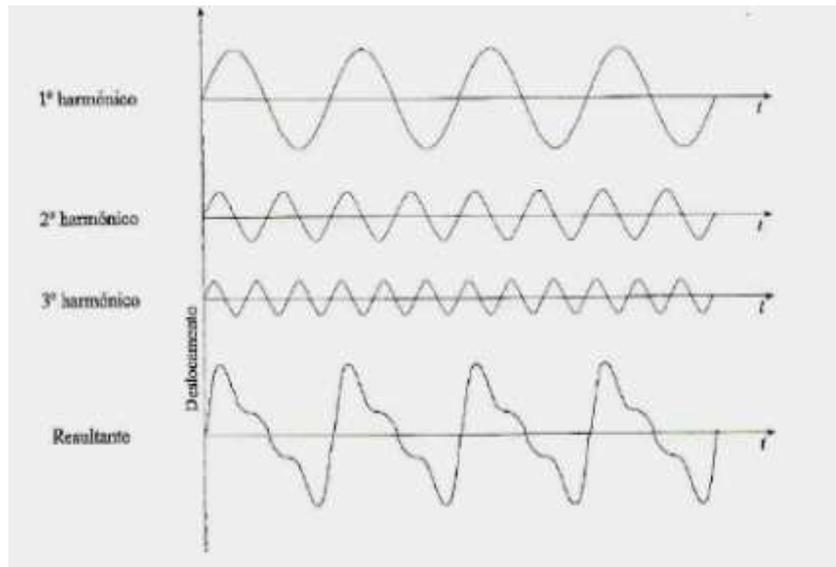


Figura 54. Representação gráfica de um som complexo (HENRIQUE, 2002 p. 179)

Quando as frequências das parciais não são múltiplas inteiras da frequência da fundamental, o movimento da onda não é periódico.

Henrique apresenta o seguinte exemplo: 100 **Hz**, som fundamental (1º parcial); 147 **Hz**, 2º parcial (não harmônico); 200 **Hz**, 3º parcial (2º harmônico); 308 **Hz**, 4º parcial (não harmônico); 800 **Hz**, 5º parcial (harmônico).

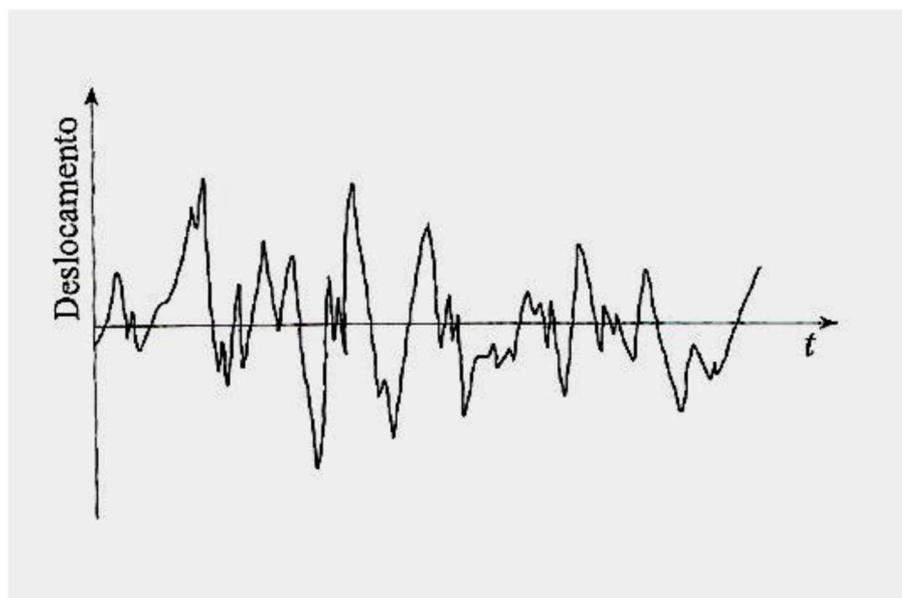


Figura 55. Som complexo aperiódico (HENRIQUE, 2002 p. 179)

Henrique (2002, p.180) afirma que a designação de som fundamental é essencialmente um conceito musical e não físico. O autor sustenta que em uma análise física da questão surgem ambiguidades quando se tenta definir a componente fundamental de um som complexo. Segundo ele, quando os seguintes critérios abaixo relacionados coincidem, é possível identificar o som fundamental. São eles:

- Frequência parcial onde está concentrada a maior parte de energia.
- Frequência do primeiro modo vibratório ou acústico do sistema.
- Frequência do primeiro pico da representação espectral.
- Frequência do som cuja altura é percebida. (HENRIQUE, 2002 p. 180)

O próprio autor considera esses critérios ruins para definir o som fundamental, visto que cada um deles conduz a uma resposta diferente. O cerne do problema está no fato da constituição e preceitos da onda simples sinusoidal ser apenas teórica. O fato do som simples não existir na realidade deste universo⁸⁵, já que todo som do universo é composto, inviabiliza a sua identificação isolada dentro do conjunto “som complexo” contido no parâmetro da realidade do universo.

A questão do som fundamental suprimido ser percebido, é relatada por Everest e Pohlmann que oferecem uma explicação para o fenômeno.

A fundamental oculta. Se tons como 1.000; 1,200; E 1.400 Hz são reproduzidos juntos, uma frequência de 200 Hz é ouvida. Isso pode ser interpretado como a fundamental com 1.000 Hz como o quinto harmônico; 1.200 Hz como sexto harmônico; e assim por diante. O sistema auditivo reconhece que os tons superiores são harmônicos do tom de 200 Hz e perceptualmente provê a fundamental que os teria gerado.⁸⁶ (EVEREST; POHLMANN, 2009 p. 56, tradução nossa)

Felizmente para os músicos este paradoxo não constitui um problema. A série harmônica musical exemplifica perfeitamente esta distribuição ressoante do som principal, ou fundamental, e de seus harmônicos. Para a classe musical a nota Dó significa um som fundamental com maior amplitude agregado a outros de menor amplitude e maior frequência, conforme a distância relativa à fundamental aumenta. O tom musical e seus harmônicos são

⁸⁵ “A duração de uma sinusóide é infinita, logo, em rigor um som puro não existe. Teria que começar com o *Big Bang* e continuar para sempre”. (HENRIQUE, 2002 p. 177)

⁸⁶ The Missing Fundamental. If tones such as 1,000; 1,200; and 1,400 Hz are reproduced together, a pitch of 200 Hz is heard. This can be interpreted as the fundamental with 1,000 Hz as the fifth harmonic; 1,200 Hz as the sixth harmonic; and so on. The auditory system recognizes that the upper tones are harmonics of the 200-Hz tone and perceptually supplies the missing fundamental that would have generated them. (EVEREST; POHLMANN, 2009 p. 56)

identificados em porções intervalares classificadas dentro de parâmetros teórico-perceptivos.

Através da matemática observamos que a classificação das distâncias intervalares da série harmônica não é totalmente fidedigna as porções matemáticas de divisão da corda.

Nesta representação abaixo, a ligadura indica que a frequência se encontra entre os dois sons grafados.

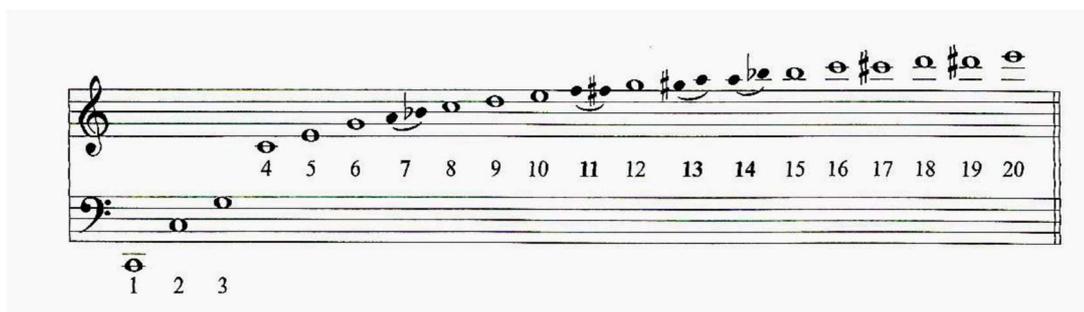


Figura 56. Série dos vinte primeiros harmônicos da nota Dó. (HERNRIQUE, 2002 p. 185)

Alguns harmônicos da série são parciais não-harmônicas (7º, 11º, 13º, e 14º harmônicos). Somado à deterioração natural do som causada pelo fator tempo essas parciais não harmônicas conduzem o som complexo de uma configuração periódica (obtida pelo som fundamental e os cinco primeiros harmônicos), para uma configuração não periódica deste som composto.

Aqueles que possuem o ouvido musical desenvolvido conseguem identificar a tendência do som complexo para o ruído branco conforme ocorre a rarefação do som fundamental. A emissão sonora de um instrumento de qualidade, como por exemplo um piano afinado e com boa ressonância, auxilia esta percepção. Para os músicos em geral, bem como para esta pesquisa, o fato de acusticamente a identificação do som fundamental não ser inquestionavelmente exata e definitiva não faz diferença, visto que o problema se estabelece como questão explícita no campo da acústica.

O que normalmente não se leva em consideração e é importante ressaltar, são as características das ondas que formam os sons complexos e suas respectivas séries harmônicas. Cada tipo de som complexo possui caracteres específicos em sua composição que, como resultado, produzem uma determinada qualidade sonora a qual denominamos de timbre.

O timbre é o resultado da soma das características das frequências simples. A qualidade das ondas sonoras produzidas pelos sons puros (ou simples), somadas e aglutinadas no resultado final do som composto, é o que estabelecerá a qualidade do timbre. Cada instrumento musical ou voz humana produz um tipo de onda característica que define o seu timbre.

A percepção aural do timbre é fundamental para a edificação da percepção das alturas formando a base que sustenta sua identificação. O percepção das alturas pode ser definida e compreendida como um aspecto do timbre. (CHRISTENSEN, 1996 p. 17)

O timbre faz parte da classificação sonora que inclui altura, intensidade e duração. Existe uma afirmação nesse contexto que mescla características psicológicas individuais de percepção do timbre e da altura, com as características físicas de intensidade e duração que podem ser expressas por um valor numérico aferido por aparelhos de precisão.

Assim sendo, a duração também é psicológica, pois o “tempo psicológico é a sensação que o tempo físico provoca em nós”. O tempo psicológico varia de pessoa para pessoa, sendo de quantificação abstrata. Os estudos dos parâmetros psicológicos de quantificação do fenômeno sonoro são estudados pela psicoacústica. Resumidamente podemos assim destacar as características físico-acústicas e as psicológicas: (HENRIQUE, 2002 p. 169-170)

Características Físicas	Características Psicológicas
Frequência	Altura
Intensidade	Sensação de Intensidade
	Timbre

De acordo com as características psicológicas, observamos que altura e timbre se relacionam na percepção do som. Isto ocorre devido ao fato de formarem em conjunto a estrutura do som a ser percebido estabelecendo especificamente sobre ele características que o tornam distinto dos demais.

A altura é uma qualidade emergente do timbre resultante de uma percepção focada em uma área de frequência relativamente bem definida. Quando claramente definida, a altura emerge por foco perceptivo em um espectro tímbrico. (CHRISTENSEN, 1996 p.17, tradução nossa)⁸⁷

⁸⁷ Pitch height is an emergent quality of timbre arising from a perceptual focusing at a comparatively well-defined frequency area. When clearly defined pitches emerge by perceptual focusing in a timbral spectrum, pitch heights can be compared and estimated as higher or lower. (CHRISTENSEN, 1996 p.17).

As características físicas e psicológicas do som relacionadas com o fator tempo psicológico afetam tanto o ouvinte na percepção da semântica musical quanto o intérprete, ator principal na produção sonora dos significados musicais representados na performance.

A música, em seus aspectos estruturais e na sua organização estritamente temporal, traduz e reflete a consciência que o homem tem do próprio tempo, seja este relacional (que lida com correlação linear entre os eventos, antecedente/consequente), ou psíquico (que traduz os processos perceptivos, cognitivos e afetivos em uma ordem que reflete ritmos circadianos internos, estados neurovegetativos e emocionais de expectativa, tensão ou repouso. (MUSZKAT, et al 2000 p. 71)

A música contemporânea do início do séc. XX não se estrutura absolutamente nas referências fixas da tonalidade. Existe uma pluralidade de tendências e estilos que vão desde estruturas tradicionais melódico-harmônicas até as expressões da música acusmática.

Neste enfoque, o tempo vivencial (não medido pelo relógio), o silêncio expressivo, a estrutura temporal assimétrica, integram um fluxo multidirecional de sons em representações gráficas que evidenciam o tratamento dos signos sonoros enquanto eventos não lineares. (MUSZKAT et al, 2000 p. 72)

Para que haja a produção de um som musical faz-se necessário esse mecanismo primário estimulador, que é o instrumentista presumido como tecnicamente apto a executar a ação. Tal ação se dá do contato com o instrumento através da fricção do arco sobre uma corda, dos dedos sobre cordas ou teclas, do ar impulsionado às palhetas simples e duplas, do ar impulsionado nos sopros de embocadura livre, através da coluna de ar impulsionada nos metais, pela emissão do canto, de toda produção sonora dos instrumentos de percussão, dos instrumentos elétricos, dos eletrônicos e das produções acusmáticas resultantes da modificação da onda sonora por quaisquer meios⁸⁸. Em todos os casos, a propagação do som pode ser explicada através dos efeitos de massa e rigidez, pois o som se propaga por meio de partículas do meio transmissor

⁸⁸ Obviamente as gravações de todos os tipos, que não são elementos da composição musical, e sim o resultado da obra completa, definida e registrada, também são fontes produtoras sonoras que através do meio de propagação chegarão à apreciação do ouvinte, mas que não cabe classificar aqui na mesma categoria do instrumentista, visto que teríamos de incorporar a esta classificação, o material envolvido na reprodução sonora: CD, DVD, vídeo, fita cassete ou magnética, etc.; o aparelho reproduzidor: DVD, vídeo cassete, toca disco CD player etc.; a qualidade tecnológica destes reproduzidores e das mídias utilizadas; as condições acústicas entre os elementos reproduzidores, o meio de propagação e o ouvinte final. Esta abordagem foge do foco principal que é a produção e propagação do som e suas características acústicas, e não sua reprodução mecânica. (ROEDERER, 1997)

cujas características de densidade e elasticidade são determinantes. A propagação do som se dá por meio de ondas.

2.4 Ondas sonoras

Podemos dizer que uma onda é uma perturbação que se propaga num meio elástico designando-se por movimento ondulatório, o movimento que lhe é associado. Uma série de impulsos origina uma série de ondas do mesmo modo que cada impulso origina uma onda. (HENRIQUE, 2002 p 194)

Os movimentos de oscilação dos sistemas produtores quando geram vibrações periódicas, transmitem ondas regulares, ou seja, periódicas; em caso contrário produzem ondas não periódicas irregulares.

O caminho da onda se assemelha as “holas” (ondas) realizadas pelo público dos estádios de futebol durante os jogos. Várias ondas são semelhantes a uma sequência de “holas”.

Guardando-se as devidas proporções, este movimento ondulatório mantém uma mesma característica com a onda sonora que é o transporte de energia e quantidade de movimento sem que haja transporte da matéria.

Leonardo Da Vinci escreveu a respeito das ondas na água afirmando que acontecia com frequência o fato de uma onda fugir do local onde foi criada, enquanto que a água permanecia no mesmo local⁸⁹.

A propagação do som através das ondas sonoras é o que possibilita a percepção do mundo sonoro ao nosso redor.

A gama de frequências fisiologicamente audíveis varia entre 16 **Hz** e 20.000 **Hz**. As frequências abaixo disso são denominadas de infrassons e as acima de ultrassons. Em um total de 10,3 oitavas, a capacidade auditiva depende de fatores fisiológicos e tende a diminuir com o passar da idade.

A música está geralmente localizada entre 50 **Hz** e 10.000 **Hz** se situando na porção média da gama auditiva.

⁸⁹ Idem Ibidem

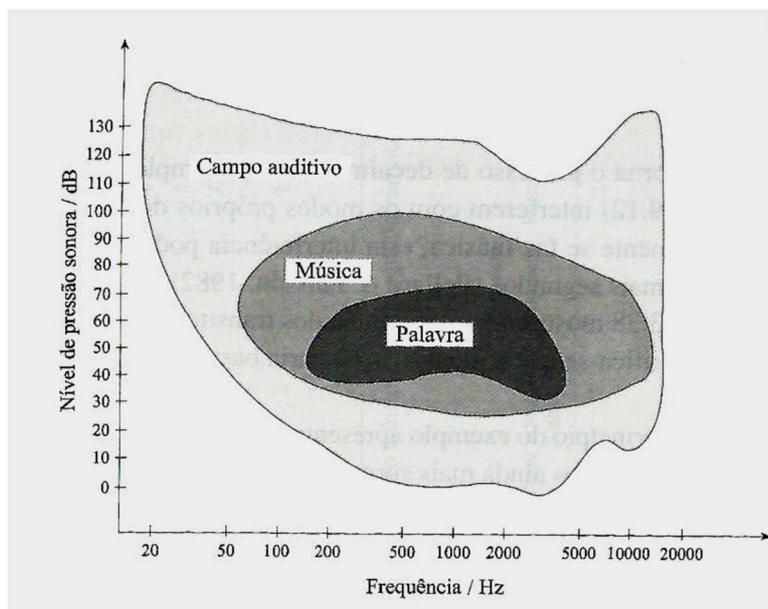


Figura 57. Palavra, música e campo auditivo. (HENRIQUE, 2002 p. 174)

O sentido do tato também funciona como agente auxiliador da percepção sonora, pois é possível sentir frequências abaixo e acima do escopo audível quando emitidas com grande intensidade. É factível sentir as vibrações sonoras que se propagam pelo solo nas frequências infrassônicas que podem ser produzidas pelos terremotos, quedas d'água, vento, ondas do mar e erupções vulcânicas (GABRIELSON 1997, apud HENRIQUE, 2002 p. 168). Através da percepção das ondas infrassônicas, os deficientes auditivos captam as vibrações sonoras e a noção de ritmo produzido.

Podemos observar que a percepção do mundo como um todo depende da comunhão dos sentidos fisiológicos que, atuando em conjunto proporcionam uma melhor percepção dos fatos da vida de um modo geral, e um melhor entendimento das coisas que nos cercam; já que o contexto do planeta no qual vivemos é permanentemente sonoro e visual. São essas capacidades perceptivas somadas as experiências comandadas pelo raciocínio que nos levam a atingir a uma amplificação do conhecimento, e são o fio condutor da evolução da raça humana. Som e imagem se completam nas diversas etapas desse desenvolvimento.

De acordo com a estrutura física do universo no qual vivemos, ambos os sentidos são detectados por intermédio da propagação de ondas: as ondas sonoras são acústicas, e as ondas visuais são eletromagnéticas.

Ondas de vários tipos estão presentes no cotidiano e fazem parte da percepção da realidade física, embora muitas vezes não nos apercebamos disso. A informação e conhecimento do mundo exterior são captados pelos nossos órgãos e sentidos. Nesse processo de recepção da informação, a visão e a audição tornam-se fundamentais. Luz e som são os fenômenos envolvidos, e é através do mecanismo ondulatório que as informações são transmitidas a maior ou menor distância. Vemos e ouvimos por meio de ondas. (HENRIQUE, 2002 p. 194)

Esta citação de Henrique define como pode ser proveitosa a união das percepções auditiva e visual em uma comunhão dos sentidos. É pertinente ratificar, como dissemos anteriormente, que a proposta principal de nossa pesquisa é problematizar a união desses dois sentidos como estratégia para implementação pedagógica de uma ferramenta para o desenvolvimento do ouvido através do mecanismo denominado tonoscópio, que tem a capacidade de formatar as informações sonoras em visuais possibilitando ao sentido da visão a percepção do som emitido.

2.5 Sistemas oscilatórios ou vibratórios- classificação.

Os sistemas oscilatórios possuem dois tipos de vibração a saber:

- Vibração acústica _ quando o primordial do fenômeno é a vibração de um fluido.
- Vibração mecânica _ quando o primordial do fenômeno é a vibração de um sólido.

A diferença de comportamento entre sólidos e líquidos está no fato de que os sólidos sustentam ondas de propagação torcionais, enquanto que os líquidos apenas suportam ondas de compressão. Para sistemas genéricos em particular no campo dos instrumentos musicais, existe sempre um acoplamento entre vibrações mecânicas e acústicas - trata-se de sistemas acústico-mecânicos. (Henrique 2002 p. 46).

Henrique cita como exemplo o violino como oscilador acústico-mecânico onde a energia se transfere da estrutura para o ar circulante e vice-versa. Os aspectos acústicos estão no comportamento do ar e os aspectos mecânicos na execução do instrumento. O autor também cita o caso específico dos autofalantes que apresentam o aspecto acústico (comportamento do ar), o aspecto mecânico traduzido na oscilação do cone e o aspecto elétrico proveniente da

corrente elétrica indutora. Isso classifica os auto-falantes na categoria de osciladores acústico-mecânico-elétricos.⁹⁰

Ressaltamos que, apesar de existir uma associação natural dos termos *acústica* e *som*, nem todo oscilador acústico emite um som audível.

As experiências cimáticas apresentadas no capítulo anterior ilustram a variedade de imagens produzidas de acordo com os parâmetros oscilatórios de suas fontes. As imagens sonoras de Chladni são produzidas pela oscilação acústico-mecânica. O som, fonte da imagem, viaja pelo ar (vibração acústica) enquanto a imagem é produzida pela vibração da placa (vibração mecânica). As placas de Chladni produzem som imagéticos provenientes de um sistema acústico-mecânico. Já os experimentos de Hans Jenny utilizam um sistema acústico-mecânico-elétrico quando manipulam sólidos, líquidos e gasosos. Esses três casos apresentam propagação de ondas sonoras pelo ar resultantes das frequências do osciloscópio, audíveis ou não.



Figura 58. Hans Jenny (2001, p. 6)

De forma objetiva, a classificação quanto ao tipo de vibração é feita de acordo com o essencial do fenômeno. Se temos solutos ou líquidos, a vibração é mecânica. Se temos essencialmente o ar ou outros meios gasosos, a vibração é acústica. Essa classificação se

⁹⁰ Os fenômenos mecânicos são regidos pelas leis de Newton, os fenômenos acústicos pelas equações de Navier-Stokes, e os fenômenos elétricos pelas equações de Maxwell. Todas as equações podem ter soluções correspondentes a regimes oscilatórios". (Henrique 2002 p.47)

mantém mesmo estando presentes indícios de um tipo de vibração em outro tipo de vibração dentro do mesmo processo, já que conforme o conhecimento científico geral, a vedação e a impermeabilidade absolutas são impossíveis.

Hans Jenny realizou experimentos com vibrações acústico-elétricas com meios gasosos. As figuras abaixo apresentam o *antes* e o *depois* do efeito cimático em meio gasoso.

À esquerda, uma corrente descendente de gás sem radiação acústica onde turbulência e vórtices são aparentes no fluxo. À direita, um fluxo descendente de gás submetido a radiação acústica. O véu que flui do gás assume um padrão laminar sob a influência do som.(JENNY, 2001 p. 96)⁹¹

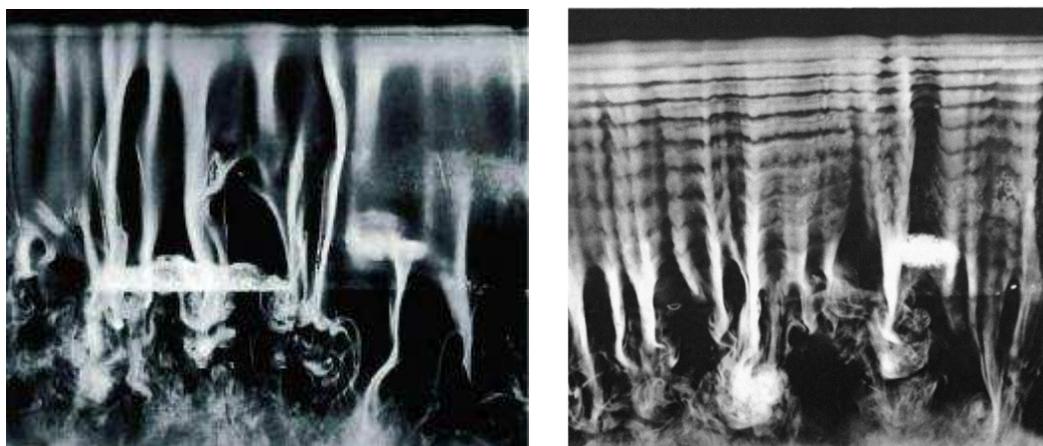


Figura 59. Efeito cimático em meio gasoso.

2.6 Tonoscópio – A mola de ar.

A propagação do som pode ser explicada através dos efeitos de massa e rigidez, pois o som se propaga através de partículas do meio transmissor cujas características de densidade e elasticidade são determinantes. Por equivalência, podemos comparar uma coluna de ar com uma mola. O ar também possui propriedades elásticas, portanto, está sujeito às forças de expansão e retração. Quando nos referimos ao ar, nos referimos aos compostos gasosos principais presentes no ar: oxigênio, hidrogênio e gás carbônico. Todos os compostos gasosos possuem separadamente essa mesma propriedade elástica de expansão e retração. A matemática oferece fórmulas para a medição da força de restituição do ar.

⁹¹ A downward stream of gas with no acoustic irradiation. Turbulences and vortices are apparent in the flow. (...). A downward stream of gas subjected to acoustic irradiation. The flowing veil of gas assumes a laminar pattern under the influence of sound. (JENNY, 2001 P. 96).

Se enchermos uma bola de aniversário de volume V , e segurarmos na ponta com uma força F (pressão dos dedos resultando em peso), a força de restituição resulta da diferença Δp ⁹² entre a pressão interna variável e a pressão atmosférica constante, de acordo com a quantidade de mais ou menos ar contido na bola. $F = \Delta p a$. Podemos criar som ao afastarmos levemente os dedos, pois a força de restituição tende a expulsar o ar que causou o distendimento da bola forçando um retorno ao estado inicial. A pressão interna é diminuída com o escapamento de ar que faz com que a abertura da bola vibre produzindo o som (fenômeno da ressonância).⁹³ (HENRIQUE 2002 p. 66).

A ressonância consiste na geração de vibrações de grande amplitude em um sistema pela aplicação de uma força periódica cuja frequência é igual ou próxima à da frequência própria do sistema.

O fenômeno da ressonância é da maior importância em música: sua aplicação direta resulta na existência de caixas de ressonância e tubos ressoadores. (HENRIQUE, 2002 p. 67).

Coerentemente à essa importância na concepção e desenvolvimento dos instrumentos musicais, quando emitimos uma frequência sonora no mecanismo do tonoscópio (tipo cachimbo), esta frequência emite uma excitação periódica que impõe movimento ao ar contido em seu interior. Este deslocamento do ar em ondas promove a vibração da membrana do tonoscópio e a formação de uma imagem correspondente à frequência aplicada.

Outros objetos podem vibrar quando presentes no mesmo ambiente de sistemas vibratórios atuantes. Em uma sala de cinema por exemplo, as vibrações produzidas pelas ondas sonoras emitidas pelas potentes caixas acústicas podem provocar a oscilação de um objeto não relacionado com a ação principal, como as poltronas ou o piso. Este tipo de vibração é denominado de vibração por simpatia.

As vibrações por simpatia são aquelas onde existe a transferência de energia do emissor para o receptor através de um determinado meio. No caso da sala de cinema, o ar é a estrutura de ligação entre os dois agentes. Não existe contato físico do primeiro com o segundo. No entanto, para que a ressonância neste caso seja possível, deve existir uma proximidade entre as frequências próprias dos dois agentes, o que acarretará em uma resposta vibratória mais

⁹² A letra grega Delta (Δ) representa o resultado da diferença entre duas variáveis.

⁹³De forma análoga, o ressonador de Helmholtz pode fornecer mais informações matemáticas que estão amplamente explicadas na página 62 de Henrique (2002)

significativa. Esta vibração das poltronas do cinema com intuito de aumentar a emoção e a proximidade do receptor com a ação reproduzida na tela, é desejada e calculada segundo as leis acústicas especificamente para cada ambiente. Do mesmo modo, a arquitetura deverá estar em acordo com as medições acústicas necessárias para um perfeito tratamento acústico das salas de exibição.

No tonoscópio, a proximidade do desenho é equivalente ao tubo sonoro acoplado a uma membrana elástica. Esta é excitada por um som específico (em frequência predefinida) produzido por voz humana. Os três elementos compõem um sistema oscilatório muito mais fácil de produzir vibração do que o sistema autofalante/ poltronas, portanto o sucesso a ser alcançado na produção de figuras sonoras é relativamente mais simples, mais musical e menos matemático: basta estabelecer uma proporção entre o tamanho do tubo, o raio da membrana elástica, a densidade do soluto utilizado e a amplitude vocal a ser aplicada.

A variedade de experiências cimáticas disponíveis em sites e vídeos é bastante extensa, e as proporções acústicas que resultam em um bom funcionamento de um tonoscópio se aproximam das experiências empíricas de produção sonora em superfícies elásticas, tubos de ar ou garrafas facilmente disponíveis. De toda forma, caso o sistema esteja em desequilíbrio, a formação das imagens será afetada.

Analogamente observamos que as medidas dos tonoscópios em questão e seus materiais constitutivos serão mais ou menos simpáticos às frequências propostas pelo agente emissor.

Também é importante ressaltar que em situações de maior atrito existirá uma maior dissipação das vibrações, diminuindo o efeito imagético que se pretende alcançar. Nos instrumentos musicais de sopro o atrito pode provir da viscosidade do ar, da fricção com as partes internas do tubo, ou pela dissipação térmica através das paredes do tubo. Nosso tonoscópio será mais simples não utilizando ligas metálicas como tubo de indução. O melhor material encontrado para a construção do tonoscópio por apresentar baixo atrito interior, é o cano de PVC. A respeito da membrana a ser utilizada devemos considerar seu grau de elasticidade.

A elasticidade é a capacidade que um corpo tem, de voltar ao estado inicial quando cessa a ação de forças exteriores (neste caso, da ressonância - grifo nosso) (...); Tendo estas propriedades (inércia e elasticidade - grifo nosso) , todos os objetos tem mais ou menos capacidade de vibrar, e portanto de produzir som (e consequentemente imagens sonoras - grifo nosso). (...)

Podemos concluir que quanto maior for a rigidez de um sistema, ou o que é equivalente, quanto menor a sua elasticidade, maior é a frequência de vibração; por outro lado, quanto maior a massa, ou seja, a inércia, menor a frequência de vibração. Se num sistema massa/mola substituirmos uma massa por outra maior mantendo a mesma mola, a frequência de oscilação será menor; se mantivermos a mesma massa e substituirmos a mola por outra mais forte, com maior rigidez, a frequência de oscilação aumentará. (HENRIQUE, 2002 p. 64)

Coerentemente, se mantivermos a mesma massa (**m**-peso) modificando apenas a tensão da mola, obteremos o resultado de maior frequência de vibração (**X**) ou menor frequência de vibração (**Y**) de acordo com a elasticidade da mola.

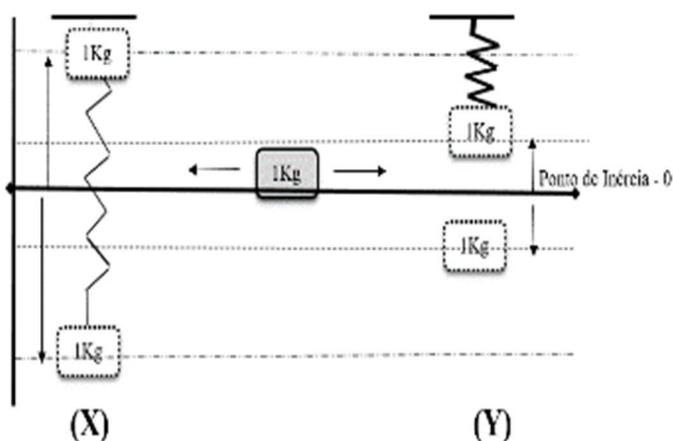


Figura 60. Relação peso/mola/elasticidade.⁹⁴

A maioria dos objetos apresenta inércia e elasticidade. A elasticidade da membrana é parte fundamental nos experimentos com solutos sobre membrana de tonoscópio, portanto a membrana deverá ser o mais maleável possível para facilitar a formação das imagens sonoras. Para constituição desse sistema acústico-mecânico-imagético será utilizada como membrana uma bola plástica de aniversário e outros componentes em PVC. Sobre esta membrana de ressonância serão dispostas partículas de um soluto não inflamável como areia fina ou sal conforme exposto no Anexo 1 desta pesquisa.

2.7 Membranas

As membranas e placas são as responsáveis pela formação das figuras sonoras quando acopladas a um sistema oscilador. A vibração por ressonância é característica da membrana no

⁹⁴ Representação nossa

sistema do tonoscópio. Quando a frequência emitida é igual a uma frequência própria da membrana, o soluto espalhado sobre ela se acumula em determinadas linhas nodais e a figura geométrica é formada. Quando a excitação sonora cessa, a membrana tende a voltar à posição inicial pela sua força de restituição situada na periferia da membrana.

Igualmente aos instrumentos musicais, o sistema excitador está acoplado ao sistema ressonador: um tubo de ar acoplado a uma membrana e a membrana acoplada a uma cavidade de ar fechada. O sistema constrói a imagem segundo a frequência emitida pelo excitador do mecanismo que é o responsável pela emissão vocal. As diversas imagens sonoras nos diversos modelos de tonoscópio são simétricas quando submetidas a uma frequência constante. A simetria é gerada pela oposição de fase na ressonância da membrana conforme veremos a seguir.

Henrique (2002, p.166) afirma que “as ondas estacionárias⁹⁵ que se formam nas membranas, são caracterizadas por linhas nodais e não pontos. As linhas nodais dividem zonas que estão em oposição de fase”. Em outras palavras, o movimento vibratório das membranas é composto de movimentos em fase, produzidos acima e abaixo da linha que determina o ponto de estase da membrana. As linhas nodais bem como os pontos nodais anulam a vibração do sistema. Essa disposição em fases em conjunto com a frequência excitadora é que formará as figuras sonoras.

⁹⁵ Duas ondas senoidais com idêntica amplitude, comprimento e frequência propagando-se em direções opostas resultam em uma terceira onda (em preto) que não propaga energia e é conhecida como onda estacionária. Os pontos vermelhos são denominados de nodais.



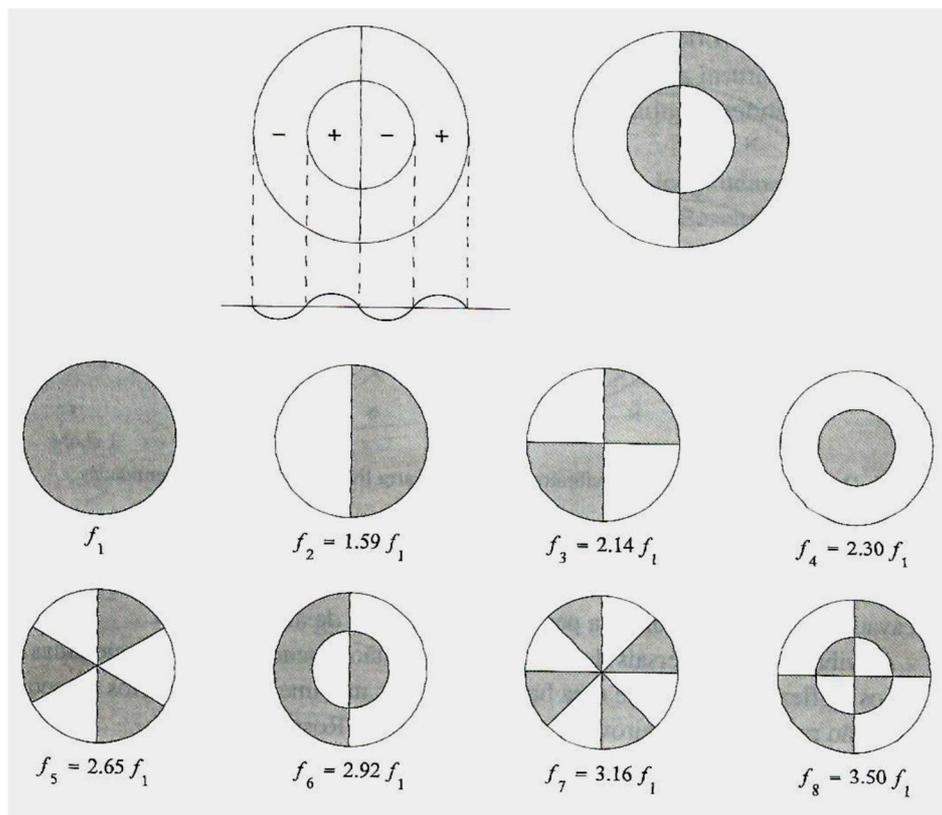


Figura 61. Linhas nodais. Modos de vibração próprios de uma membrana. As zonas cinzas e brancas estão em oposição de fase. (f = frequência) (HENRIQUE, 2002 p. 166)

A membrana ideal apresenta em seus modos vibratórios dois tipos de linhas nodais: círculos e diâmetros. O aro onde está fixada a membrana é também um círculo nodal para ambos os modos.

Uma membrana ideal, idealização teórica, é uma lâmina perfeitamente flexível, infinitamente fina, feita de um material sólido com espessura uniforme, esticada em todas as direções por uma tensão suficientemente grande que se mantenha praticamente inalterada durante os deslocamentos e vibrações a que a membrana for sujeita. (RAYLEIGH, 1894, apud HENRIQUE, 2002 p. 473)

Os modos próprios de uma membrana ideal podem ser representados conforme a figura abaixo. A semelhança entre as duas últimas figuras é devido ao fato de ambas representarem o mesmo fenômeno. No exemplo anterior as fases estão hachuradas e no abaixo, os sinais de (+) e (-) identificam as linhas nodais. O autor optou por utilizar duas grafias diferentes para representar o mesmo fenômeno. (HENRIQUE, 2002 p. 474).

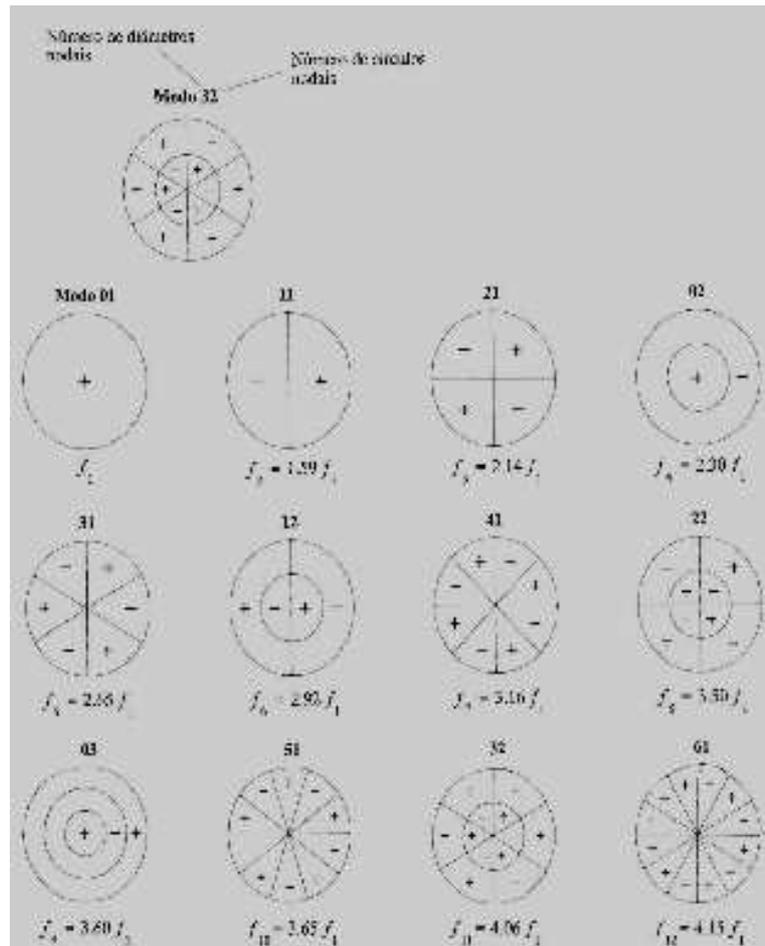


Figura 62. Os doze primeiros modos vibratórios de uma membrana ideal não acoplada a um volume de ar.

A membrana real difere em muito da ideal por causa de três fatores: resistência à flexão, resistência à torção e influência do ar acoplado. O ar faz com que a massa da membrana aumente fazendo baixar as suas frequências próprias dependendo do formato exato de sua caixa hemisférica. A escolha rigorosa de tamanho pode baixar as frequências para valores mais convenientes, isto é, próximos de uma melhor relação harmônica. Em contrapartida, a resistência à torção e à flexão fazem subir as frequências nodais da membrana. Uma membrana que vibra delimitando um determinado volume de ar é um sistema complexo do tipo acústico-mecânico. (HENRIQUE, 2002 p. 476)

A membrana usada na fabricação dos instrumentos musicais provém de pele de animais (essencialmente de cabra, veado e carneiro), ou é de origem sintética. Como dito anteriormente, utilizaremos uma bola de látex como membrana para a construção de um tonoscópio experimental de acordo com as considerações acústicas apresentadas. Esperamos conseguir

uma maior elasticidade utilizando uma bola de látex e, por conseguinte, uma maior ressonância que facilite a formação das figuras sonoras.

CAPÍTULO 3.

FUNDAMENTOS DA PESQUISA.

A partir do enfoque de transmissão do conhecimento e formação educacional contidos no modelo grego de *paideia*, consideramos profícua para o desenvolvimento do presente trabalho, uma investigação nas áreas das diversas ciências de domínio do conhecimento humano que apresentam saberes correlatos com o nosso objetivo. Assim sendo, pretendemos estabelecer aproximações com esses saberes para construir uma base que fundamente nossa pesquisa, ratificando nosso recorte no tratamento da percepção musical.

Objetivamos nesse momento do estudo, discutir as ideias que sustentam a concepção de unir os sentidos da audição e da visão para o desenvolvimento do ouvido. Salientamos que não desejamos estabelecer uma nova pedagogia, metodologia ou método, e sim propor, de acordo com as grades curriculares nacionais da disciplina percepção musical lecionada nos cursos de formação acadêmica de nível superior, uma estratégia de desenvolvimento da percepção das alturas através da utilização do tonoscópio. Assim sendo, o presente trabalho, a partir de um levantamento teórico das matérias correlatas que englobam o tema, considera os diversos aspectos do ser humano que interage e dialoga constantemente com o universo dinâmico no qual está inserido.

Contemplar o ser humano como ente universal ativo, nos remete aos primeiros conceitos filosóficos de entendimento do mundo que ainda possuem ressonância no pensamento filosófico contemporâneo das diretrizes da educação.

O conhecimento filosófico é *valorativo*, pois seu ponto de partida consiste em hipóteses, que não poderão ser submetidas à observação. (...). É *racional*, em virtude de consistir num conjunto de enunciados logicamente correlacionados. Tem a característica de *sistemático*, pois suas hipóteses e enunciados visam a uma representação coerente da realidade estudada, numa tentativa de apreendê-la em sua totalidade. Por último, é *infalível e exato*, já que, quer na busca da realidade capaz de abranger todas as outras, quer na definição do instrumento capaz de apreender a realidade, seus postulados, assim como suas hipóteses, não são submetidos ao decisivo teste da observação (experimentação). Portanto, o conhecimento filosófico é caracterizado pelo esforço da razão pura para questionar os problemas humanos e poder discernir entre o certo e o errado, unicamente recorrendo às luzes da própria razão humana. (LAKATOS; MARCONI, 2003 p. 78)

Atuando em conjunto a este pensamento filosófico, temos as descobertas científicas sobre a mente humana; uma mente que é analisada e testada incessantemente nas múltiplas pesquisas que compõe o conjunto dos campos sobre a matéria.

O conhecimento científico é *real (factual)* porque lida com ocorrências ou fatos, isto é, com toda "forma de existência que se manifesta de algum modo". (FRUJILLO, 1974:14). Constitui um conhecimento *contingente*, pois suas proposições ou hipóteses têm sua veracidade ou falsidade conhecida através da experiência e não apenas pela razão, como ocorre no conhecimento filosófico. É *sistemático*, já que se trata de um saber ordenado logicamente, formando um sistema de ideias (teoria) e não conhecimentos dispersos e desconexos. Possui a característica da *verificabilidade*, a tal ponto que as afirmações (hipóteses) que não podem ser comprovadas não pertencem ao âmbito da ciência. Constitui-se em conhecimento *falível*, em virtude de não ser definitivo, absoluto ou final e, por este motivo, é *aproximadamente exato*: novas proposições e o desenvolvimento de técnicas podem reformular o acervo de teoria existente. (LAKATOS; MARCONI, 2003 p. 80)

Tais experimentos decifram e analisam capacidades cerebrais. Paulatinamente a ciência vai continuamente descortinando o funcionamento de nosso cérebro, e explicando melhor determinadas atitudes e ações que indicam como funciona a comumente identificada: mente musical⁹⁶.

A filosofia e a neurologia em conjunto com as subjetividades humanas teorizadas pelos ramos da psicologia, nos definem enquanto seres, enquanto humanos. Igualmente, as práticas pedagógicas provenientes de toda uma gama de conhecimentos, conduzem o proceder especificamente ligado à educação.

As teses matemáticas do campo da acústica musical possibilitam uma acuidade científica sobre a ressonância e as capacidades físico-mecânicas do tonoscópio que são necessárias para explicar e exemplificar sua construção e utilização.

A união de saberes enquanto metodologia de pesquisa é proveitosa para a abordagem do tema e encontra suporte nas diretrizes metodológicas existentes.

Apesar da separação "metodológica" entre os tipos de conhecimento popular, filosófico, religioso e científico, no processo de apreensão da realidade do objeto, o sujeito cognoscente pode penetrar nas diversas áreas: ao estudar o homem, por exemplo, pode-se tirar uma série de conclusões sobre sua atuação na sociedade, baseada no senso comum ou na experiência cotidiana; pode-se

⁹⁶ O tema "mente musical" é discutido no capítulo 4 da presente pesquisa.

analisá-lo como um ser biológico, verificando, através de investigação experimental, as relações existentes entre determinados órgãos e suas funções; pode-se questioná-lo quanto à sua origem e destino, assim como quanto à sua liberdade; finalmente, pode-se observá-lo como ser criado pela divindade, à sua imagem e semelhança, e meditar sobre o que dele dizem os textos sagrados. Por sua vez, estas formas de conhecimento podem coexistir na mesma pessoa: um cientista, voltado, por exemplo, ao estudo da física, pode ser crente praticante de determinada religião, estar filiado a um sistema filosófico e, em muitos aspectos de sua vida cotidiana, agir segundo conhecimentos provenientes do senso comum.

A praxe pedagógica atua como roteiro e fonte de apoio para a estruturação do raciocínio que norteia esta pesquisa. Assim sendo, verificamos que a convergência de saberes que envolve o tema é ampla, e necessita de estudo individual por campo para que se possa traçar as convergências necessárias após uma abordagem individual prévia.

Partindo da premissa de união dos diversos ramos de conhecimento, observaremos as características do procedimento educacional concebido para a educação dos indivíduos na Grécia Antiga denominado de *paideia*.

Este conceito foi formatado pela própria história grega, e forjado a partir de sua filosofia, na sua tradução do mundo, do homem e de todos os aspectos que envolvem a sua existência. Os conceitos de *paideia* e filosofia são extremamente amplos. A fim de clarear o fundamento ontológico que estes e outros saberes dispõe à sustentação de indução sinestésica proposta nesse trabalho, traçaremos os caminhos entre os pontos principais de apoio que tais conhecimentos oferecem para fundamentar nossa pesquisa, a saber:

- A) O entendimento filosófico do mundo tomando por base a filosofia de Heráclito sobre a *phýsis* e o *lógos*;
- B) O conceito de *paideia*, ferramenta auxiliadora de nossa proposta e que também a fundamenta;
- C) Interdisciplinaridade e transdisciplinaridade.
- D) Intermezzo do sujeito.
- E) Fenomenologia da percepção.
- F) Os aspectos fisiológicos dos sentidos envolvidos.
- G) As questões sobre o cérebro e a ciência de uma mente musical.

Com isso pretendemos explicar e discutir as bases estruturais originárias dos múltiplos saberes que alicerçam nosso pensamento.

3.1 Da *phýsis* e do *lógos*.

A estratégia de indução sinestésica proposta pela introdução de práticas no tonoscópio, nos remete as questões relacionadas diretamente à escuta musical especificamente, e de forma ampla à maneira como percebemos o mundo de um modo geral. Nós ouvimos e vemos o mundo principalmente, e em última análise, o tocamos, o cheiramos e o degustamos. Usamos os sentidos para significar nossa existência e tudo aquilo que nos cerca. São as percepções que constroem nosso pensamento, que moldam nosso caráter e desenvolvem nosso conhecimento apreendido através dessas experiências empírico-educacionais que a percepção produz. Dessa forma podemos conceber o mundo.

A filosofia de Heráclito já havia proclamado o verbo ouvir como preponderante no ato de decodificar o mundo concebendo-o como linguagem. O mundo (*kósmos*) de Heráclito é a sua natureza (*phýsis*) concebida como linguagem em uma palavra: o *lógos* (lógica); que neste caso se remete diretamente ao discurso, à fala primordialmente e não ao aparecimento e desdobramentos que o termo lógica assumiu durante os séculos que se seguiram a Heráclito.

A concepção de Heráclito sobre a vida, a realidade e a natureza: o *lógos*, constitui o discurso. Nesse universo percebido através de sua linguagem é lógico colocar o verbo ouvir como condutor principal das ações que interpretam esse mundo que “fala”.

Se a vida, o mundo, a realidade e a natureza são concebidos por Heráclito como instauradores de uma fala, como realizadores de um discurso, não deveria causar qualquer surpresa observar que o verbo ouvir erga-se à tamanha importância, uma vez que se todo e qualquer fenômeno, sem exceção, constitui linguagem, a audição apresenta-se como o principal sentido do homem e o modo pelo que se lhe torna possível participar deles. (COSTA, 2013 p. 80)

O termo *lógos* que surge inicialmente nos fragmentos de Heráclito representa para o filósofo a palavra das palavras, assim como o verbo *ouvir* é por ele designado o verbo dos verbos. A união indissolúvel da *phýsis* e do *kósmos*, ou seja, da natureza das coisas com a conformação do mundo que se auto traduz em *lógos* (linguagem), extrapola a significação de expressões de uma comunicação verbal. A linguagem nesse caso adquire um contexto mais amplo que vai além do atual entendimento que a restringe a função de ponte entre o pensamento e a ação ou mesmo entre a realidade ideal e realidade sensível.

A linguagem em Heráclito trata de um desvelamento do conteúdo: da essência do mundo real. Essa linguagem atua constantemente de forma dinâmica. É a *phýsis* que dá vida ao *kósmos*. Ela é a centelha da criação em eterno e ininterrupto movimento a revelar-se para quem a ouve. Costa (2013, p.80), afirma que “a *phýsis* revela-se como linguagem, transmitindo o seu conteúdo, expondo o seu comportamento”.

Dentro dos parâmetros universais dessa filosofia encontra-se uma linguagem que “coincide com o ser, coincide, por extensão, com o devir, que é, em Heráclito, a forma que se compõe com o ser. Assim, tudo o que é, devém, e tudo o que devém e é, diz”. (Costa, 2013 p.81).

Gilles Deleuze considera a essência como rito de passagem entre a percepção e a aceção individuais do belo, que na verdade guardam em si a percepção universal do *lógos* a partir de associações individuais e subjetivas.

As associações subjetivas, individuais, só existem para serem ultrapassadas no caminho para a essência(...). Mas a essência, por sua vez, não é mais a essência estável, a idealidade vista, que reúne o mundo em um todo e nele introduz a justa medida. (...). Nesse sentido a obra de arte constitui e reconstitui sempre o começo do mundo, mas forma também um mundo específico absolutamente diferente dos outros, e envolve uma paisagem ou lugares imateriais inteiramente distintos do lugar em que o apreendemos. (...). Mas o importante é que o ponto de vista ultrapassa o indivíduo, tanto quanto a essência ultrapassa o estado d'alma: o ponto de vista permanece superior àquele que nele se coloca ou garante a identidade de todos os que o atingem. Não é individual, mas, ao contrário, princípio de individuação. (DELEUZE, 2003 p. 104)

Se o *lógos* pode ser considerado o discurso do universo como um todo, diante dessa linguagem coloca-se a percepção desse mundo: a escuta. Ouvir esta linguagem do universo que se mostra apenas “sendo” faz com que este ouvir seja inegável, pois não tem como esta linguagem deixar de ser ouvida, ultrapassando assim as fronteiras da simples audição sonora. É um ouvir com os sentidos do corpo que possibilitam o contato sensível com a vida e o mundo. Este corpo que ouve o faz a partir de sua estrutura estética. Sem esta estrutura não seria possível existir e é por isso que a *aisthésis*, a sensibilidade que constrói nossa estrutura estética, é o que possibilita e promove a participação do homem na natureza e, “por extensão, a sua interação nesse arranjo orquestrado que é o *kósmos*”. (Costa, 2013 p.81).

A sensibilidade estaria então a favor do conhecimento inteligível, possível apenas através das vias de sua percepção sensível. Por tais vias o conhecimento seria inevitavelmente

percebido. Uma assimilação irrecusável do estado de ser da natureza cuja recusa é ato inexequível do homem.

É o corpo que colhe, primeira e inevitavelmente pelos sentidos, o que a *phýsis* e o seu *lógos* lhe oferecem. O aprendizado é uma função dessa apreensão sensível, forma primeira de conhecimento, que só mediamente se converte em conhecimento inteligível a partir que assimile e interprete o que foi colhido pelos sentidos. Aprender para aprender, eis a relação determinada pela própria *phýsis*. O corpo colhe, a interpretação escolhe. Há aqui, portanto dois momentos que devem ser observados: (A) o “ouvir” é inevitável, universal e involuntário, dando-se esteticamente; (B) o modo *como* se ouve, porém, é particular, porque consiste numa construção interpretativa do homem, compondo-se inteligivelmente. (COSTA, 2013 p.82)

A colheita desse *lógos* é feita de maneira involuntária. Heráclito considera que é impossível não ouvir do mesmo modo que é impossível não pensar e transformar este *lógos* em conhecimento. Contudo, a interpretação dada é completamente individual e cria uma dialética entre o *lógos* da *phýsis* e a lógica do próprio homem. Existe então uma mensagem capaz de ser universalmente captada, porém esta é individualmente percebida, decodificada e estruturada em conhecimento. Para conferir esta universalidade, a linguagem de Heráclito não é incoerente ou irracional. O filósofo reconhece seu ritmo intrínseco, sua gramática e sua lógica que são os conteúdos que possibilitam sua transmutação em conhecimento. Cabe afirmar que esta é uma linguagem articulada que forma um discurso concatenado e reconhecível. Sobre o *lógos* universal e dialético Deleuze faz a seguinte observação:

Não será o *lógos* universal, o gosto pela totalização, que se encontra, de diferentes modos, na conversa dos amigos, na verdade racional e analítica dos filósofos, na *démarche* dos sábios, na obra de arte premeditada dos literatos, no simbolismo convencional das palavras que todos empregam?! No *lógos* há um aspecto, por mais oculto que esteja, pelo qual a Inteligência vem sempre *antes*, pelo qual o todo já se encontra presente e a lei já conhecida antes daquilo a que se vai aplicá-la: passe de mágica dialético, em que nada mais se faz do que reencontrar o que já estava dado de antemão e de onde se tiram as coisas que aí tinham sido colocadas. (DELEUZE, 2003 p. 99)

Conforme observamos no capítulo sobre acústica, leis matemáticas regem o comportamento do universo fazendo com que sua mensagem seja sempre coerente e inteligível. Não se trata de nenhum tipo de idiosincrasia. As equações da ressonância se mantêm inalteradas porque o comportamento dos corpos realiza um mesmo movimento vibratório, segundo determinadas leis reconhecidas pela matemática, sem que haja alterações em seu comportamento. A propagação das ondas sonoras e também visuais é realizada de acordo com os preceitos já estabelecidos pela acústica. Dessa maneira, a percepção das alturas está contida

dentro de um universo perceptual de regras acústicas permanentes que apresentam a frequência sonora sob leis de formação e propagação constantes.

Da mesma forma, a filosofia de Heráclito traz à tona o *lógos* universal como coerente e uno, visto que o universo responde igualmente oferecendo o mesmo resultado a uma mesma experiência que envolva os preceitos físico-matemáticos já estabelecidos pela ciência. Podemos citar como exemplo o fato do fogo sempre queimar, da gravidade sempre existir, dos corpos celestes realizarem movimento de rotação e translação, ou dos elétrons girarem em torno de um núcleo. Em macro ou microescala o universo se comporta sempre da mesma maneira exibindo um *lógos* que é captado pelos sentidos, apreendido pela sensibilidade, traduzido pelo intelecto e regido por leis que as ciências exatas podem testar, comprovar e mensurar. O *lógos* é então razão, capacidade de racionalização individual e princípio cósmico da ordem e da beleza.

A esse *lógos* linguístico que possui andamento, ritmo próprio e constância, Heráclito denominou de “*Harmonia*”. Em sua essência, a *harmonia* de Heráclito significa combinação de contrários⁹⁷. Não se trata de um paradoxo, mas sim de uma dicotomia presente no universo que possibilita uma classificação inteligível de todas as coisas: sabemos que é dia porque existe a noite, sabemos do bem por causa do mal. Essa raiz simples que abriga os contrários funciona como tese e antítese do pensamento, produzindo uma síntese que se mostra tese de outro pensamento, que anexa outra antítese para produzir uma nova síntese, e assim por diante infinitamente; assim como o *lógos* do universo e a compreensão desse *lógos* pelo homem. Enquanto o ser vive, existe um permanente diálogo do mundo para com ele que o percebe e o apreende inexoravelmente. Essa dicotomia configura polos antitéticos que não formam uma junção paradoxal, mas sim composições indissolúveis, mutuamente inclusivas, apesar de à primeira vista parecerem paradoxais. Em verdade são opostos compostos.

Os polos antitéticos não possuem, no fundo, existência autônoma, na medida em que não teriam como se qualificar como tais se não fosse o seu opositor. E vice-versa. Sendo assim, é a justiça e a justeza do pensamento que reconhecem um e outro polo e a sua dualidade, mas o que se dá é tão-somente a própria tensão, a luta. Por isso afirma Heráclito que a justiça separa e a guerra une: “é necessário saber que a guerra é comum e a justiça, discórdia, e que todas as coisas vêm a ser segundo discórdia e necessidade”. A guerra é da ordem do

⁹⁷ O termo *harmonia* proposto por Heráclito ultrapassa o conceito musical composto por um conjunto de regras de condução harmônico-melódicas representativas de um determinado estilo de época. Analogamente, em termos musicais, a dicotomia harmônica do filósofo estaria contida em um nível celular de construção musical a partir da série harmônica em contraponto com a filosofia do pensamento composicional, bem como na condução dialógica das antíteses do sistema tonal. Heráclito apresenta uma percepção das coisas do universo como sendo uma composição de contrários interdependentes. (Grifo nosso)

comum, ou seja, da mesma ordem da linguagem, sendo universal e onipresente como o *lógos*. Com efeito, harmonia não é a única palavra com que Heráclito batiza a lógica do *lógos*: a guerra é a outra, sendo sua sinônima. Todos os fenômenos da realidade encontram-se em perpétuo estado de guerra, em permanente estado de harmonia. Quer-se dizer com isso que o sentido das oposições antitéticas em Heráclito não é a *oposição* mesma, mas a *composição*.⁹⁸

O cerne da questão filosófica está em perceber como a composição de contrários gera harmonia e é imprescindível para a existência do universo: “o contrário é convergente e dos divergentes, a mais bela harmonia”.⁹⁹

A harmonia (comunhão), no entanto, é paradoxal, pois imprime duplos opostos que traduzem a complexa realidade dos entes. A tese, antítese e síntese se dão em um movimento vertical que perpassa as compreensões do mundo nos diversos níveis através de seus divergentes. São aspectos físicos, fisiológicos, matemáticos, religiosos, psicológicos, acadêmicos, científicos, culturais e de toda ordem, que atravessam as assimilações sensíveis do ser e que compõe, nesse universo de contrários, os elementos que impulsionam o conhecimento. As dicotomias geram tensão e dinâmica e “sendo” ao mesmo tempo, são forças idênticas antagônicas e diametralmente opostas que estabelecem o equilíbrio dinâmico do *kósmos*.

Tudo isso não se traduz de um mero jogo de palavras, mas sim de uma compreensão do que seja a *phýsis* e do comportamento que ela denuncia por seu *lógos*. Essa linguagem não se apresenta de forma aleatória, mas de forma regrada; o que possibilita um conhecimento e entendimento de suas regras, de seu *nómos* e de seu *métron*: de sua “harmonia”.

Um jogo de forças contínuo que confere ao *kósmos* o seu equilíbrio. (...); eis então exposta a gramática que rege a linguagem de tudo. (...). Para Heráclito ela se resume na harmonia que define, desde dentro, o caráter de todas as coisas.¹⁰⁰

O filósofo de Éfeso (Heráclito), coloca como compulsória e inevitável a conexão com a linguagem do universo, bem como com a harmonia intrínseca que nela reside, existe e da qual se constitui. Ele instrumenta sua tese com analogias entre os termos gramaticais que regem o mundo e os termos musicais. Isso se evidencia em vários de seus fragmentos onde a palavra harmonia é aludida como composição de contrários junto a outros termos musicais que são encontrados em sua explanação da *phýsis* da natureza que ordena o *kósmos*. Em seu fragmento

⁹⁸ COSTA, 2013 p. 85

⁹⁹ Fragmento 8 de HERÁCLITO, apud COSTA, 2013. p. 86

¹⁰⁰ COSTA, 2013 p. 86 - 87

de número dez lê-se: “conjunções: completas e não-completas, convergente e divergente, consonante e dissonante, e de todas as coisas um e de um todas as coisas”.¹⁰¹ Outra metáfora pode ser encontrada na oposição entre o arco representando a guerra e a lira representando a música com uma analogia entre as cordas pertencentes a ambos como símbolos de conflito imanente da existência humana. Heráclito afirma: “o nome do arco, vida: sua obra, morte”.

Ao opor o arco e a lira como símbolos da oposição, na vida humana, entre alegria e dor: o instrumento musical pontua aqui como alusivo à graça, ao prazer e ao aspecto lúdico da existência, enquanto o arco, artefato de guerra, remete à porção brutal, violenta e dolorosa dessa mesma existência.¹⁰²

Os termos lira, corda, consonante, dissonante e harmonia fazem parte do vocabulário teórico-musical, todavia não se pode afirmar que esta concepção de harmonia tenha sido causa da migração do termo para o âmbito da teoria musical. Ainda assim, podemos aplicar o conceito de harmonia à unidade sonora perceptível: o som musical. Quando ouvimos um som musical o identificamos como um único ente sonoro, contudo sabemos que o som é um somatório de diversas ondas sonoras representativas de múltiplos sons diferentes e matematicamente mensuráveis que denominamos de harmônicos. São sons diferentes compondo um só. Em teoria musical aprendemos que cada som corresponde a uma frequência determinada e que a série harmônica é a roupagem da nota que a embeleza vestindo-a de ressonâncias que quantificam sua qualidade musical. Porém, quando analisamos o som e sua série harmônica sob a égide matemática da acústica musical nos confrontamos com as dificuldades apresentadas pela disciplina no trato analítico de cada som composto. Conforme vimos anteriormente, a acústica encontra dificuldades em definir o chamado som fundamental que é percebido pelo sentido da audição. Isso acontece porque o somatório dos harmônicos produz o som fundamental e vice-versa. Existe uma dicotomia na própria produção sonora, uma força de contrários que se equilibram. Embora a acústica tenha dificuldade em definir a fundamental, é a fundamental que percebemos como entidade musical. (HENRIQUE, 2002 p. 180)

Seguindo a mesma linha de raciocínio dentro do conceito heraclítico de harmonia, a mesma analogia pode ser traçada entre o som e a imagem: ambos são ondas de diferentes naturezas, que constituem a configuração fundamental da percepção sensível na formação da estética do ser humano. A composição antitética da audição e da visão está representada no som e na imagem da natureza. A música e as artes plásticas resultantes da percepção desses

¹⁰¹ HERÁCLITO, apud COSTA, 2013 p. 87

¹⁰² COSTA, 2013 p. 88

estímulos são as expressões sensíveis do homem: “a totalidade estética do *kósmos* propriamente dito, e do *kósmos* artístico ou artificial realizado pelo homem” (HENRIQUE, 2002 p. 180).

Ao refletirmos sobre o comportamento da *phýsis* e sua linguagem traduzidos em harmonia, podemos observar as semelhanças entre os conceitos filosóficos e musicais, já que a junção dos elementos musicais reproduz esse mesmo caráter “*kósmico*”.

Essa foi a base das teorias gregas subsequentes em relação ao macrocosmo universal e ao microcosmo musical¹⁰³. A comparação desses dois universos que antiteticamente estão contidos e se contém, estabelece a música como produção mais completa e significativa da raça humana na contextualização do conhecimento que remete à plenitude da sabedoria.

Heráclito compreende a vida e o mundo como o eterno movimento, o devir que não pode deixar de ser ouvido e que assim como a música está condicionado ao tempo em que transcorre apresentando seu ritmo, compasso e andamento explícitos, dos significados de sua linguagem *kósmica*. O homem, sendo um ser capaz de compreender a realidade a qual está submetido e sua própria existência nesse contexto, também se torna o único habilitado a transviar a harmonia constitutiva do *lógos* em sua expressão de linguagem. A capacidade de raciocínio o obriga a escutar essa linguagem e interpretá-la, decifrando continuamente o que se passa consigo mesmo e ao seu redor. Esta ação é justamente o que permite a este “intérprete irrecusável da natureza” perverter a mensagem da linguagem oferecida pela *phýsis*. O que se colhe do *lógos* e o que se escolhe podem ter significados contraditórios ou não, levando o homem ao acerto ou ao erro, à consonância com a música do mundo ou à dissonância, ao arco ou à lira: “ignorantes: ouvindo, parecem surdos; o dito lhes atesta: presentes, estão ausentes”.¹⁰⁴ Constantemente o homem trava um diálogo com o *lógos* fazendo e refazendo a hermenêutica dessa escuta inexorável em permanente mediação dialética de seus vários significados. É nesse diálogo que o homem se fundamenta como ente ativo pertencente ao meio em que vive: “o ser que pode ser compreendido é linguagem. (...) A linguagem é um meio (*Mitte*) em que se reúnem o eu e o mundo, ou melhor, em que ambos aparecem em sua unidade originária”. (GADAMER, 1997 p. 612)

¹⁰³ Esse paralelismo entre um macrocosmo universal e um microcosmo musical veio a ser um dos traços mais característicos do pensamento grego em termos de teorias sobre a música, o que vemos, por exemplo, na equivalência que observamos entre as teorias cosmográficas e musicais de Ptolomeu ou mesmo Aristóxeno, o que pode apontar para a decisiva e seminal influência de Heráclito nesse campo” (COSTA, 2013 p. 89).

¹⁰⁴ HERÁCLITO, apud COSTA, 2013 p. 90.

Assim sendo, o homem acumula em si mesmo antíteses inegáveis e irrefutáveis, composição de sua verdadeira essência em concordância com o universo ao qual pertence. Quando consegue ouvir a exata linguagem da *phýsis*, o homem é então capaz de conhecer a totalidade da mensagem do *lógos* em harmonia completa entre o seu *lógos* e o *lógos* universal que é o discurso da *phýsis*.

Essa atitude de escuta é denominada por Heráclito de homologia, “que significa, literalmente dizer o mesmo que o *lógos* diz” (COSTA, 2013 p. 90). Esse proceder possibilita a “*Harmonia*”, também denominada de sabedoria pelo filósofo.

Percebe-se assim a amplitude que o conceito da *phýsis* (natureza) e do *lógos* (sua linguagem) promovido por Heráclito alcança no discernimento das matérias que tratam do mundo, e do humano que nele habita. São analogias que surgem em todos os campos de conhecimento que concebem o mundo como uma harmonia de contrários. Com tantas transparências entre as terminologias filosóficas e musicais, é pertinente observar o papel da música na constituição do pensamento grego que formulou também as teorias de ensino e aprendizagem. Platão coloca a música como pináculo da sabedoria, e se correlacionarmos isso com a filosofia de Heráclito sobre a *phýsis* da natureza e seu *lógos*, podemos entender os caminhos que levaram a educação da Grécia Antiga para a concepção ideal de ensino: a *paideia*.

3.2 Paideia

O conceito de *paideia* é global e abrange uma extensa amplitude de diretrizes que visam fundamentar, ampliar e difundir o conhecimento, através da instrução dos seres humanos, pelos princípios nela contidos. A definição do termo não encontra correspondência na literatura pedagógica atual, pois *paideia*, ainda que traduzida aproximadamente, necessitaria de um vocábulo que significasse a imbricação dos termos: civilização, cultura, tradição e educação ao mesmo tempo. Adicionados a polissemia de cada um desses itens dentro do parâmetro de seus significados sintáticos, temos ainda a correspondência das proporções gregas de equilíbrio das formas, e no que concerne aos parâmetros semânticos provenientes de sua filosofia hermenêutica, a compreensão da *phýsis* e do *lógos* de um mundo metafísico. Mesmo assim, o conjunto de termos não faria jus à totalidade do conteúdo que a *paideia* engloba. Assim sendo, o conceito de *paideia* é de difícil definição por ser um conceito de grande amplitude.

A *paideia* reflete o pensamento grego sobre o ideal de vários aspectos da vida humana, e seria necessário ser um grego da Grécia Antiga para absorver todo o seu significado. Essa

percepção de conteúdos dialoga com o pensamento de Heráclito no tocante à apreensão e representação da cultura na qual o homem está inserido. (JAEGER, 1986)

O pensamento do filósofo ilumina uma raiz comum percebida pelos sentidos. Essa raiz se ramifica quando a interpretação individual conclui o processo perceptivo. Existe uma concordância geral de que o fogo queima ao entrar em contato com a pele humana. Nesse sentido mecânico da percepção de temperaturas, haverá sempre uma unanimidade. No entanto, existe uma grande variedade de significados apreendidos ao se ouvir uma determinada peça musical. São inúmeros os fatores que causam tal divergência de gostos e afinidades, e que vão determinar um conjunto de prioridades a serem importantes na interpretação dos estímulos. De forma geral, podemos afirmar que pessoas da mesma época, cultura, local e experiências semelhantes, podem demonstrar um gosto pelo “belo comum” de sua sociedade, e vivendo nesta sociedade, reagir de forma natural ao *habitus* preeminente¹⁰⁵. Não seria errado afirmar que existe uma linguagem que suscita uma apreensão comum apesar de conter divergências nas interpretações “escolhidas”.

Os ensinamentos que promoviam o conhecimento para os gregos, também passaram por momentos históricos diferentes onde as correntes filosóficas acrescentavam ou suprimiam importância aos diversos conteúdos a serem abordados, e às suas maneiras de execução da propagação do conhecimento. As linhas pedagógicas dessa dinâmica que se estabeleceu por séculos, se confundem com a origem histórica e o desenvolvimento da pedagogia. É atribuído aos sofistas¹⁰⁶ a fundação da ciência da educação que intitularam de *techne* (técnica),

¹⁰⁵ O conceito de *habitus* é antigo no estudo das ciências humanas, Aristóteles já o havia utilizado. O termo tornou-se conhecido a partir da pesquisa de Pierre Bourdier para exprimir o contexto de sua reflexão crítica sobre o papel da educação na sociedade. De maneira mais ampla, o termo se refere à estruturação incorporada pelos sujeitos sociais durante o seu processo contínuo de socialização. Essas estruturas são provenientes das práticas do indivíduo em seu meio social, da sua história e da história de sua coletividade. As disposições sociais objetivas e subjetivas que se apresentam são incorporadas e reproduzidas pelos indivíduos por influência social ou familiar (SETTON, 2002). O princípio do *habitus* é flexível e percorre a trajetória de mediação entre o passado, o presente e a cultura onde o indivíduo está inserido em um movimento contínuo social e individual que reage a cada tese/antítese geradora de uma nova síntese a ser experienciada pelo grupo em moto perpétuo e dinâmico coerente com o desenvolvimento social por nós percebido. Assim sendo, o *habitus* é uma entidade social em construção permanente. Mais informações em BOURDIER, P. *A Economia das Trocas Simbólicas*. São Paulo, 2007.

¹⁰⁶ “Na Grécia Antiga, haviam professores itinerantes que percorriam as cidades ensinando, mediante pagamento, a arte da retórica às pessoas interessadas. A principal finalidade de seus ensinamentos era introduzir o cidadão na vida política. Eles eram chamados de sofistas, termo que originalmente significaria “sábios”, mas que adquiriu o sentido de desonestidade intelectual, principalmente por conta das definições de Aristóteles e Platão. Os sofistas eram considerados mestres da retórica e da oratória, acreditavam que a verdade é múltipla, relativa e mutável. Tudo o que temos desses professores são fragmentos e citações e, por isso, não podemos saber profundamente sobre o que eles pensavam. Aquilo que temos de mais importante a respeito deles foi aquilo que disseram seus principais adversários teóricos, Platão e Aristóteles”. Disponível em: <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/filosofia/sofistas.htm> .

concebendo-a como teoria e arte da educação e considerando-a como coroamento de todas as artes. “É a origem da educação no sentido estrito da palavra: a *paideia*”. (JAEGER, 1986 p. 335). É com os sofistas a partir de Protágoras e Górgias, que durante o séc. IV a *paideia* como concepção de educação tem sua importância e seu significado ampliados.

O ideal educativo proposto pela *paideia* passa a englobar além dos aspectos políticos também aspectos éticos e morais que em conformidade com o *habitus* do Estado moldariam o ser humano. Este indivíduo deveria assim atingir o apogeu da sabedoria e da integração com o mundo através da formação da mente, do corpo e do espírito.

A *paideia* no decorrer de sua utilização como sistema de educação global do ser humano, suas diversas questões referentes à abrangência de sua amplitude e aos limites que deveriam ser estabelecidos, obtiveram eco nas filosofias de Sócrates e Platão dentre outras correntes posteriores. Contudo, o sentido de *paideia* não adquiriu em nenhum momento uma simplificação em relação as questões físicas e metafísicas do homem que qualificavam seu entendimento e comportamento social em relação à todas as coisas da vida.

Aspectos objetivos dessa construção do indivíduo através do conhecimento incluíam discussões sobre as questões do talento e da virtude como inatas ou passíveis de serem adquiridas através do conhecimento. O conceito de sabedoria, pedagogia e didática se definiam como um problema de método com o objetivo de se atingir o *aretê*, fundamento que contém a adaptação social perfeita, a virtude, a excelência e a sabedoria que traduz, na *paideia*, a fisionomia edificadora dos caminhos da educação. (JAEGER, 1986)

A *paideia* aplicar-se-ia ao desenvolvimento do corpo e da alma; a mente e o espírito, deveriam ser igualmente desenvolvidos. Platão afirmava que a educação deveria começar pelo espírito, ou seja pela música, melhor dizendo, pela palavra falada traduzida da linguagem do *lógos*.

Platão exige que se comece pela formação da alma, isto é, pela música. No sentido lato da palavra grega *μουσική*, esta não abrange apenas o que se refere ao tom e ao ritmo, mas também – e até em primeiro lugar, segundo o acento platônico – a palavra falada, o *lógos*. (JAEGER, 1986 p. 768)

Platão sinaliza a *paideia* como solução para a dupla formação (corpo e alma) do homem com o binômio : música e ginástica, estabelecendo assim as linhas fundamentais da educação.

Estes termos possuem um lato senso e comportam outras disciplinas inseridas em seus contextos.

Lia Tomás (2002) afirma que a história do pensamento musical grego se aproxima das áreas de diversas disciplinas como a ciência e a filosofia. Segundo a autora, a música possuía uma íntima relação com vários aspectos da praxe cotidiana grega, o que tornava difícil defini-la segundo uma única área de conhecimento.

O pensamento musical grego concebe o fenômeno musical de um modo complexo e multiforme, visto que entre os gregos, a música mantinha vínculos muito íntimos com a medicina, a astronomia, a religião, a filosofia, a poesia, a métrica, a dança e a pedagogia. Portanto, é necessário um esforço muito grande para penetrar nesse universo musical, assim como abandonar qualquer juízo que tenhamos sobre a música dentro de nossa civilização. (TOMÁS, 2002 p.28)

Podemos observar que o universo antitético proposto por Heráclito, permeia o mesmo contexto da *paideia* de Platão no sentido de multiplicidade de saberes para que se obtenha uma sapiência plena e ideal com raízes fincadas nas disciplinas construtoras do conhecimento do corpo e da alma, do físico e do metafísico.

A *paideia* se concretiza no desenvolvimento de todos os aspectos do “humano” no mundo ao qual pertence, incluindo seus preceitos éticos e morais, as gnoses científicas e filosóficas, a conscientização do individual, do global e do social; o mais bem sucedido e completo alicerce de construção do conhecimento.

Essa multiplicidade de saberes somados ao tempo, espaço e história gregos se condicionaram em um ato de educação que visava a formação de um cidadão perfeito e completo capaz de desempenhar um papel positivo na sociedade. A *paideia* adotada na Grécia Antiga como forma de desenvolvimento cultural, ofereceu à música um lugar de destaque e centralização enquanto ciência. Isso influenciou também as diretrizes do desenvolvimento musical dos séculos subsequentes.

A pedagogia musical e do ensino em geral manteve coerência com os fundamentos conceituados na *paideia*, que no sentido mais abrangente se identifica como cultura e se baseia na seguinte perspectiva: “nada é parte isolada do resto, mas pertencente a um todo ordenado em conexão viva, na qual, tudo ganha posição e sentido” (JAGGER, 1986, p.8).

Na atual pedagogia, a ideia de *paideia* se transmutou em uma necessidade de transdisciplinaridade, interdisciplinaridade e multidisciplinaridade que junto com a pluridisciplinaridade “são as quatro flechas de um único e mesmo arco: o do Conhecimento. (NICOLESCU, 1999 p. 23).

Analogamente, fica claro que a própria filosofia é interdisciplinar já que seu ininterrupto questionamento crítico se funde com múltiplos campos do conhecimento através da autorreflexão, da prática, da constante da autocorreção e consequente reformulação, da lógica e da racionalidade aplicadas nesses processos. As indagações filosóficas permanentes de todas as coisas e de seus próprios preceitos ampliam e desenvolvem as bases do conhecimento humano, e esse movimento tem ressonância nas diretrizes e práticas do ensino e da construção da cultura.

3.3 Multidisciplinaridade, pluridisciplinaridade, interdisciplinaridade, transdisciplinaridade.

Para Basarab Nicolescu (2000), as quatro flechas do conhecimento podem ser assim contextualizadas:

- A) A multidisciplinaridade expõe partes do conhecimento apresentando-as de maneira hierárquica;
- B) A pluridisciplinaridade estuda o mesmo objeto sob a égide de várias disciplinas ao mesmo tempo, obtendo um resultado isolado que provém de cada campo de conhecimento;
- C) A interdisciplinaridade transporta o método de uma disciplina para estudo de outra, interligando-as;
- D) A transdisciplinaridade abrange o conhecimento que está para além da disciplina, absorvendo saberes de outros campos de pesquisa para significar um resultado mais complexo e coerente do objeto de estudo, promovendo uma franca amplitude do escopo de entendimento estabelecido anteriormente. A transdisciplinaridade pressupõe um certo grau de ineditismo.

Com os avanços nas diversas áreas do conhecimento humano, uma forte tendência na musicologia se alicerça na interdisciplinaridade e transdisciplinaridade de matérias que venham a promover um maior aprofundamento no entendimento da música.

A musicologia como termo geral e abrangente, estabelecida como disciplina a partir do sec. XIX, significa literalmente o estudo científico da música. Muitas questões se formam quando tentamos indicar que ferramentas devem ser utilizadas para realizar tal complexa tarefa. O próprio termo em si é constantemente reconfigurado e delimitado em seus parâmetros de atuação gerando subáreas específicas tanto em relação à técnica utilizada quanto em relação ao conjunto que compõe a metodologia e enfoque sobre o recorte dado ao campo e objetos de seu estudo. Assim sendo temos a etnomusicologia, a musicologia histórica, a musicologia sistemática e a nova musicologia.

A definição de cada subárea da musicologia implica numa relação próxima com outras disciplinas que visam complementar e auxiliar o estudo e que modificam a abordagem musicológica de acordo com seu próprio desenvolvimento dentro de um espaço/tempo cultural que funciona em moto perpétuo de autotransformação, interdependência e influência.

Podemos observar dois grupos que auxiliam a musicologia. O grupo filosofia, sociologia e antropologia como ciências sociais externas a música em si, e o grupo da teoria da música, psicologia da música, morfologia e estética da música que pertencem internamente a este conteúdo.

Não se trata de estabelecer um *organismo* estrutural que funcione em conjunto onde cada parte é necessária para o bom funcionamento, mas perceber que as diversas matérias exercem contato umas com as outras absorvendo conteúdos, regras e teorias promovendo um autodesenvolvimento epistemológico natural e coerente.

O formato de utilização da interdisciplinaridade, que atua como ferramenta para a musicologia, é definido segundo a interpretação aplicada resultante da percepção que inferimos aos textos científicos que tomamos como base de estudo. Isto significa que a leitura crítica de qualquer texto que venha a ser encampado no estudo da musicologia é condição básica para seu melhor entendimento e aproveitamento.

O presente trabalho se estrutura nas definições de interdisciplinaridade e transdisciplinaridade estabelecidas pelo Ministério da Educação previstas no texto da lei que constitui as “Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica”. O texto define e organiza os conceitos dessas novas formas de estruturação do conhecimento. Sobre os tipos de abordagem de ensino e pesquisa a serem definidos como pilares da educação, lê-se:

A transdisciplinaridade busca a unidade do conhecimento na relação entre a parte e o todo, entre o todo e a parte. Adota atitude de abertura sobre as culturas do presente e do passado, uma assimilação da cultura e da arte. O desenvolvimento da capacidade de articular diferentes referências de dimensões da pessoa humana, de seus direitos, e do mundo é fundamento básico da transdisciplinaridade. O desenvolvimento da capacidade de articular diferentes referências de dimensões da pessoa humana, de seus direitos, e do mundo é fundamento básico da transdisciplinaridade. (...). A interdisciplinaridade pressupõe a transferência de métodos de uma disciplina para outra. Ultrapassa-as, mas sua finalidade inscreve-se no estudo disciplinar. Pela abordagem interdisciplinar ocorre a transversalidade do conhecimento constitutivo de diferentes disciplinas, por meio da ação didático-pedagógica mediada pela pedagogia dos projetos temáticos. Estes facilitam a organização coletiva e cooperativa do trabalho pedagógico, embora sejam ainda recursos que vêm sendo utilizados de modo restrito e, às vezes, equivocados. A interdisciplinaridade é, portanto, entendida aqui como abordagem teórico-metodológica em que a ênfase incide sobre o trabalho de integração das diferentes áreas do conhecimento, um real trabalho de cooperação e troca, aberto ao diálogo e ao planejamento (Nogueira, 2001, p. 27). (...). Destacam em especial a interdisciplinaridade, assumindo o princípio de que “todo conhecimento mantém um diálogo permanente com outros conhecimentos”, e que “o ensino deve ir além da descrição e constituir nos estudantes a capacidade de analisar, explicar, prever e intervir, objetivos que são mais facilmente alcançáveis se as disciplinas, integradas em áreas de conhecimento, puderem contribuir, cada uma com sua especificidade, para o estudo comum de problemas concretos, ou para o desenvolvimento de projetos de investigação e/ou de ação”. (...). A transversalidade é entendida como uma forma de organizar o trabalho didático-pedagógico em que temas, eixos temáticos são integrados às disciplinas, às áreas ditas convencionais de forma a estarem presentes em todas elas. A transversalidade difere-se da interdisciplinaridade e complementam-se; ambas rejeitam a concepção de conhecimento que toma a realidade como algo estável, pronto e acabado. A primeira se refere à dimensão didático-pedagógica e a segunda, à abordagem epistemológica dos objetos de conhecimento. A transversalidade orienta para a necessidade de se instituir, na prática educativa, uma analogia entre aprender conhecimentos teoricamente sistematizados (aprender sobre a realidade) e as questões da vida real (aprender na realidade e da realidade). Dentro de uma compreensão interdisciplinar do conhecimento, a transversalidade tem significado, sendo uma proposta didática que possibilita o tratamento dos conhecimentos escolares de forma integrada. Assim, nessa abordagem, a gestão do conhecimento parte do pressuposto de que os sujeitos são agentes da arte de problematizar e interrogar, e buscam procedimentos interdisciplinares capazes de acender a chama do diálogo entre diferentes sujeitos, ciências, saberes e temas. A prática interdisciplinar é, portanto, uma abordagem que facilita o exercício da transversalidade, constituindo-se em caminhos facilitadores da integração do processo formativo dos estudantes, pois ainda permite a sua participação na escolha dos temas prioritários. (MINISTÉRIO DA CULTURA, 2013 p. 28)

Dentre as práticas pedagógicas apresentadas, a que melhor exprime o direcionamento desta pesquisa é a de enfoque interdisciplinar.

Na prática pedagógica musical atual, o estudo da música distribui sua complexidade nas diversas disciplinas que compõe a grade curricular. São matérias teóricas e práticas divididas em disciplinas que edificam a formação do futuro intérprete, compositor, educador ou musicólogo.

Em relação à disciplina percepção musical, nossa pesquisa necessita recorrer aos diversos campos de conhecimento para incrementar uma interdisciplinaridade e uma transdisciplinaridade que acreditamos ser proveitosa.

Esses campos de estudos interdisciplinares se localizam nas áreas das ciências humanas e exatas. São conceitos e teorias provenientes da sociologia¹⁰⁷, filosofia¹⁰⁸, psicologia¹⁰⁹, do campo da neurociência e da cognição projetados por fatores fisiológicos de comportamento e desempenho do cérebro.

Assim sendo, fundamentamos como alicerce a junção dos saberes em módulo interdisciplinar, pois acreditamos que isso se faz necessário para a realização do presente estudo. As bases filosóficas de construção da *paideia* são então aqui representadas na fusão dos diversos campos de conhecimento que englobam os fatores ligados à percepção musical com indução sinestésica. A sinestesia pressupõe pluralidade de estímulo sensorial, e isto não está distante do reconhecimento pedagógico como ato válido de ensino.

Podemos dizer que nos reconhecemos diante de um empreendimento interdisciplinar todas às vezes em que ele conseguir incorporar os resultados de várias especialidades, que tomar de empréstimo à outras disciplinas certos instrumentos e técnicas metodológicas, fazendo uso dos esquemas conceituais e das análises que se encontram nos diversos ramos do saber, a fim de fazê-los integrarem e convergirem, depois de terem sido comparados e julgados.” (JAPIASSU, 1976, p.75).

¹⁰⁷ A sociologia é a parte das ciências humanas que estuda o comportamento humano em função do meio e os processos que interligam os indivíduos em associações, grupos e instituições. Disponível em: <http://www.fn-de.gov.br/financiamento/fundeb/fundeb-funcionamento/item/4094-sociologia>. Mais informações em *Os inconvenientes* de Maria Helena Guedes, 2015.

¹⁰⁸ Filosofia, literalmente amor pelo saber, é o estudo de problemas fundamentais relacionados à existência, ao conhecimento, à verdade, aos valores morais e estéticos, à mente e à linguagem. Bacon usou esse termo para indicar a "ciência universal", que seria uma árvore da qual partem, como tantos ramos, as ciências específicas, que tem por objeto os princípios comuns às ciências. (ABBAGANO, 2007)

¹⁰⁹“PSICOLOGIA. Disciplina que tem por objeto a alma, a consciência ou os eventos característicos da vida animal e humana, nas várias formas de caracterização de tais eventos com o fim de determinar sua natureza específica. Às vezes, tais eventos são considerados como puramente "mentais", ou seja, como "fatos de consciência; outras vezes, como eventos objetivos ou objetivamente observáveis, ou seja, como movimentos, comportamentos, etc., mas em todo caso a exigência a que essas definições correspondem são a de delimitar o domínio da indagação psicológica ao campo restrito aos fenômenos característicos dos organismos animais, em especial do homem”. (ABBAGANO, 2007)

Desse modo, a transdisciplinaridade demonstra a possibilidade de compatibilidade de intercâmbio de diversas disciplinas a fim de formar um todo orgânico gerador de um novo saber. Trata-se de inserir o objeto da pesquisa sob a égide de diferentes perspectivas, objetivando observar suas questões sob um novo olhar. O ensino da música não está desvinculado das teorias gerais sobre o conhecimento, e sofre influência direta das organizações sociais que definem os caminhos pedagógicos do ensino em geral, apesar de guardar alguma individualidade.

3.4 Intermezzo do sujeito filosófico-científico

Ainda que a ciência natural tenha progredido sobre as bases do empirismo, e na melhor das hipóteses nas bases da filosofia crítica kantiana, o campo das artes desenvolveu-se com certa autonomia; muito embora não tenha ficado à parte das profundas transformações do real do mundo humano operadas pela ciência. O pensamento avançou também no âmbito das ideias e já em Hegel temos a aurora de uma nova perspectiva para o sujeito, definido antes como *sujeito do conhecimento*. Com efeito, é essa a essência de toda a teoria clássica do sujeito: aquele que serve para conhecer. O sujeito do conhecimento passa a sujeito *histórico*, e o conhecimento até então propriedade do sujeito, passa a ser a matéria e mesmo o tecido do *espírito*, ou seja, da realidade histórico-social do mundo propriamente humano.

O sujeito clássico cognoscente, empirista ou realista desconhece a história. Portanto, qualquer metodologia de aprendizagem de arte que se atenha a esta teoria do sujeito, terá sérias dificuldades em integrar a si as determinações históricas. Todos os desenvolvimentos da dialética tentarão, no âmbito da filosofia, dar conta dessa mudança de paradigma teórico. A experiência para Hegel não é somente um apoio para o conhecimento científico e sua história, mas também um apoio para o conhecimento do próprio sujeito, uma vez que a efetivação do sujeito está dada na realidade. O sujeito conhece o que é real, o que está posto, o próprio conceito do objeto que é efetivado no objeto existente na experiência.

A verdade da consciência é a autoconsciência, e esta é o fundamento daquele, pelo que, na existência, toda a consciência de um outro objeto é autoconsciência; eu sei o objeto como meu (é representação minha), por isso, nele sei de mim mesmo. (HEGEL, 1992, p.55, §424).

A autoconsciência, ou seja, a certeza de que as suas determinações são tanto objectais, determinações da essência das coisas, quanto seus pensamentos próprios, é a razão; enquanto tal identidade, a razão é não só a substância absoluta, mas a verdade como saber. Com efeito, a verdade tem aqui por determinidade peculiar, por forma imanente, o conceito puro que existe para

si, o eu, a certeza de si mesmo como universalidade infinita. Esta verdade ciente é o espírito (HEGEL, 1992, p. 61, § 439).

Em Kant a validade objetiva do conceito, está em sua representação na intuição sensível: por um lado empírica, através da sensibilidade pura no conhecimento da multiplicidade da experiência, e por outro pura, para o conhecimento dos objetos da matemática.

No séc. XX, com o advento da psicanálise, Freud vai definir este sujeito que “escuta” como atuante em dois níveis opostos: o consciente, e o inconsciente. Níveis que atuam em regiões ainda não totalmente exploradas da mente humana, mas que sabemos compõe a substância da essência de quem somos: “o *sujeito* para Freud nunca é plenamente presente em si mesmo, na medida em que sofre a influência de um inconsciente, que o leva a agir mesmo contra a sua vontade”. (SEKEFF, 2013 p. 122).

Independente de possíveis dualismos entre a filosofia e a psicanálise, é de conhecimento geral que o homem é capaz de sentir amor e ódio, alegria e tristeza, tranquilidade e nervosismo, e uma série de sentimentos opostos, os quais seriam inimputáveis ao nosso estado de espírito se já não fizessem parte de nós em algum nível estrutural; e ambas as teorias aceitam como real essa particularidade do homem. Para a filosofia, o sujeito que escuta está notado no consciente e representado pelo “eu”; para a psicanálise o “eu” somos muitos enquanto um só.

Para a psicanálise a *subjetividade* transcende os referidos registros resultando no *descentramento* do sujeito, (...); que implica em se conceber o psiquismo construído em torno dos conceitos de sentido e significação, como movido por um confronto interminável de forças (SEKEFF, 2013 p. 125)

No campo da *psicanálise* freudiana e lacaniana, a nova teoria do sujeito encontra seu maior acabamento. Irremediavelmente enredado em sua própria história, que se articula necessariamente com a História da humanidade, o sujeito freudiano é o sujeito do *inconsciente*. Esse sujeito não mais vive para conhecer. Votado ao prazer, é ao mesmo tempo prisioneiro da compulsão à repetição do deleite que o lança numa dimensão localizada além do princípio do prazer. Este é um sujeito de sintomas, de inibições, de angústias e de resistências em busca de seu “belo ideal”.

Gosto é a faculdade-de-julgamento de um objeto ou de um modo-de-representação, por uma satisfação, sem nenhum interesse. O objeto de uma tal satisfação chama-se belo. (KANT 1993 p 215)

O sujeito unívoco da tradição filosófica ou científica é um sujeito complexo, em suma, um sujeito polifônico: amálgama resultante do físico com o psicológico, do real com o imaginário, do sagrado com profano; antitético, harmônico.

A música, nas suas várias manifestações enquanto estética, terapia ou ritual, evoca o humano e sua contradição. Seus elementos de lógica, proporção e simetria estão intimamente relacionados e imbricados aos elementos de tensão, de relaxamento, que são sentidos, ou conceitualmente interpretados somente em bases abstratas que requerem a definição do homem, suas formas de sentir e pensar o mundo, e, portanto, seu sistema cultural e social de decodificação. Assim, não é de se estranhar que a evolução da estética musical do ocidente esteja intimamente relacionada com a evolução do pensamento científico de maneira indissociável. (MUSZKAT et al, 2000 p. 71)

Este sujeito complexo também gerou novas abordagens no ensino da música¹¹⁰ e conseqüentemente na construção da cultura em geral, visto que o aprendizado do belo definido pedagogicamente influi na estrutura de formação do gosto estético, interferindo nas escolhas e repetições de padrões musicais e socioculturais, que se configuram como cultura de um povo e demarcam sua identidade.

Esta construção estética de complexidade e identidade individuais tem origem na elaboração de estratégias sociais desenvolvidas a partir de mecanismos biológicos subjacentes, frutos da evolução da espécie enquanto grupo social. A experiência coletiva de eventos cria identidade social por empatia, memória de grupo e conseqüente aprimoramento do conhecimento através de necessidades e soluções.

É curioso notar que os mecanismos biológicos subjacentes ao que agora designamos por dor e prazer constituíram também uma razão importante para que os instrumentos inatos de sobrevivência fossem selecionados e combinados da forma como foram, ao longo da evolução, quando não havia nem sofrimento nem razão individuais. A dor e o prazer são as alavancas de que o organismo necessita para que as estratégias instintivas e adquiridas atuem com eficácia. Muito provavelmente, foram também esses os instrumentos que controlaram o desenvolvimento das estratégias sociais de tomada de decisão. Quando muitos indivíduos, em grupos sociais, experienciaram as conseqüências dolorosas de fenômenos psicológicos, sociais e naturais, tornou-se possível o desenvolvimento de estratégias

¹¹⁰ Como exemplo, sob um olhar pedagógico, citamos E. J. Dalcroze implementará um método que tem sua eficiência a partir dessa nova abordagem do sujeito. A teoria da *Euritmia* Dalcroziana estabelece um método de aprender e vivenciar a música através do ritmo natural do corpo e de sua coordenação motora inerente no falar, andar e respirar para invocar a dança como paradigma de aprendizado das variações rítmicas de estrutura mais complexa. São os ostonatos do batimento cardíaco e da respiração incorporados no inconsciente que afloram no consciente na sua expressão artística. O desenvolvimento rítmico dá-se através da consciência física do próprio corpo em exercícios que devem, além de ensinar, proporcionar uma certa satisfação durante a prática levando o aluno a vivenciar o ritmo prazerosamente.

culturais e intelectuais para fazer face à experiência de dor e para conseguir reduzi-la. (DAMASIO,1998 p.288)

O contexto existencial e evolutivo se baseia em como percebemos o mundo que nos cerca e reagimos ao que se apresenta através da captação dos sentidos. São estes de grande importância na formatação das estruturas identificáveis como prazerosas ou dolorosas que edificam os arquétipos de cada grupo social. A percepção sonora, comumente nos molda e adequa ao mundo onde existimos. A comunicação, o idioma, os costumes, fazem parte de uma formação dinâmica e permanente transmutada no dia a dia de nossas experiências. Juntamente com o sentido da visão que a complementa, a audição é prioritária na interlocução com o meio que habitamos e interagimos.

A captação auditiva da música e seus desdobramentos estéticos têm grande importância na formação cultural e musical, e vice-versa. O contato do ouvinte com o fator sensível da obra musical, e a tradução que este ouvinte executa dos significados semânticos e sintáticos, está vinculada a natureza desse sujeito (complexo e polifônico), que ouve e dialoga com o *kósmos* musical.

Inserida dentro deste multiverso, a percepção musical pode ser desenvolvida. A partir da percepção auditiva primária de timbre e localização espacial da fonte sonora, dentro de um contexto sociocultural, a percepção musical pode ser intensificada, promovendo assim um outro status de classificação entre o estabelecido ouvido relativo e ouvido absoluto: o ouvido em desenvolvimento. Possuidor de uma memória mais ativa e da capacidade melhorada de compreensão e identificação das alturas, o ouvido em desenvolvimento pode ser estruturado através das relações intervalares proporcionadas e apreendidas pela utilização do tonoscópio.

A partir dos potenciais perceptivos naturais de timbre e localização, a percepção das alturas pode ser desenvolvida por um processo de aprendizagem. Este processo está intrinsecamente condicionado à formação cultural de um povo ou grupo social que apresenta em sua constituição uma estrutura musical. Caracterizados pelo estabelecimento dos tons dentro de um sistema de afinação, esses parâmetros musicais elegem combinações intervalares que se estabelecem como convenção, edificando uma tradição sonora.

Com base nesses potenciais perceptivos naturais a percepção das alturas pode ser desenvolvida através de um processo de aprendizagem. Este processo é dependente da exteriorização da música de uma determinada cultura, caracterizada por uma seleção de preferências de alturas intervalares e

combinações de intervalos estabelecidos como convenção comum por tradição¹¹¹. (CHRISTENSEN, 1996 p. 17)

Quando recortamos este vasto conjunto elementos que constituem a vida humana para o enfoque do ensino musical, devemos considerar a universalidade do sujeito, ator da ação, e sua individualidade perceptiva. A formação musical desse sujeito polifônico e complexo deve ser bem estruturada.

Sendo a música intensamente vinculada a essa captação do sensível através do sentido da audição, a formação do músico encontra sua raiz impulsionadora na percepção sonora da obra de arte musical, que deve ser trabalhada na disciplina correspondente e em outras correlatas.

Os estilos individuais de intérpretes, regentes e compositores, são construídos segundo as escolhas estéticas adquiridas por suas experiências individuais, sociais, coletivas e educacionais. A edificação desses estilos individuais se dá durante a fruição musical, ou seja, durante o exercício da percepção musical. A prática perceptiva apreende aspectos variados da música que englobam desde as relações de altura, parâmetros tímbricos e dinâmicos até as concepções agógicas relacionadas ao fator tempo do discurso musical.

A percepção da música produz reações psíquicas no ouvinte que se refletem e se nutrem de seu gosto estético. Como então um estímulo múltiplo poderia interceder a favor da melhoria da percepção das alturas musicais? Existem dois aspectos distintos nesta questão:

- 1) Em uma performance multimídia, o estímulo pode ser oferecido unicamente para percepção concomitante de som e imagem, onde o vínculo criado na obra pelos dois estímulos é interdependente, e segue um roteiro objetivando um determinado fim, uma mensagem definida sem a participação do ouvinte em sua criação, que neste caso é apenas preceptor do resultado final.
- 2) Treinamento com o tonoscópio. O estímulo sinestésico é criado e percebido pelo indivíduo, ator principal da ação. Neste caso, o sujeito produz e percebe a ação sem a interferência da necessidade de habilidade na execução de um instrumento. A prática

¹¹¹ On the basis of these natural perceptual potentials, pitch perception can be developed through a learning process. This process is dependent upon the exposure to music of a given culture, characterized by a selection of preferred pitch intervals and interval combinations established as a common convention by tradition. (CHRISTENSEN, 1996 p. 17)

exige uma memória visual e sonora para que a reprodução seja afinada na altura desejada. Isso mexe com outros aspectos: temos a questão da emissão sonora através do canto; da memória sonora auxiliada pela memória visual que a prática promove; da questão lúdica claramente envolvida; do incentivo à pesquisa e experimentação; da fácil acessibilidade e execução sonora em tonoscópio.

A ação com o tonoscópio produz um estímulo sinestésico, efeito diferente do audiovisual das performances multimídias. Existe um aspecto fenomenológico fundamental que as distingue. A ação do sujeito é completamente diferente em cada tipo de estímulo, de atuação e de recepção.

Como objetivo geral, o presente trabalho focaliza os dados sobre estímulo sinestésico e percepção musical das alturas, procurando evidências teóricas que legitimem a introdução dessa estratégia no ensino e aprendizado. Com base em fatores e princípios de ordem pluridisciplinar que compõe a investigação, pretende-se problematizar a questão, oferecendo elementos representativos o suficiente para justificar uma futura pesquisa de campo.

3.5 A fenomenologia da percepção musical.

‘Fenomenologia’ — designa uma ciência, uma conexão de disciplinas científicas; mas, ao mesmo tempo e acima de tudo, ‘fenomenologia’ designa um método e uma atitude intelectual: *a atitude intelectual* especificamente *filosófica*, o *método* especificamente *filosófico*. (HUSSERL, 1990 p.46)

A fenomenologia ainda suscita uma série de interpretações, mesmo depois das definições de Husserl. O centro do pensamento fenomenológico se fundamenta no estudo das essências, das matérias primas de atos e fatos da nossa existência em um contínuo processo dinâmico movido ao que percebemos, seja inédito ou conhecido, ao que imaginamos e ao devir de tudo. (MERLEAU-PONTY, 1900 p. 5-6)

O que é a fenomenologia? Pode parecer estranho que ainda se precise colocar essa questão meio século depois dos primeiros trabalhos de Husserl. Todavia, ela está longe de estar resolvida. A fenomenologia é o estudo das essências, e todos os problemas, segundo ela, resumem-se em definir essências: a essência da percepção, a essência da consciência, por exemplo. Mas a fenomenologia é também uma filosofia que repõe as essências na existência, e não pensa que se possa compreender o homem e o mundo de outra maneira senão a partir de sua "facticidade". (MERLEAU-PONTY, 1900 p. 1)

A abordagem fenomenológica da percepção musical é em especial importante, pois viabiliza trabalhar com as percepções dos sentidos da audição e visão, direcionados ao mesmo objetivo: a união desses sentidos em benefício da percepção musical - um tópico integrante da formação acadêmica do estudante de música.

A palavra fenomenologia é de origem grega e significa aquilo percebido pelos sentidos, que está em oposição com o que é apreendido apenas pelo intelecto. Constitui um ramo da filosofia que tem por objetivo principal a investigação e a descrição dos fenômenos tal como ocorrem na consciência, independente de quaisquer pressupostos, preceitos ou teorias explicativas. O termo etimologicamente significa ciência ou teoria da descrição dos fenômenos. Assim sendo, a fenomenologia é a filosofia descritiva¹¹² de um fenômeno.

Fenomenologia se refere à descrição ou ciência daquilo que aparece e que tem como objetivo, ou projeto, esta descrição. A partir do século XVIII, em virtude da reabilitação da aparência como manifestação da realidade aos sentidos e ao intelecto do homem, a palavra *fenomenologia* começa a designar o objeto específico do conhecimento humano que aparece sob condições particulares, e características da estrutura cognoscitiva do homem (ABBAGNANO, 2007 p. 437).

Dentro do contexto fenomenológico, entende-se por fenômeno o ato ou fato provedor da fonte de todo conhecimento imanente da observação perceptual. No entanto, o fenômeno em si é desprovido de significado e necessita da tradução e conceituação que a percepção intencional, edificada na lógica que um método pode oferecer, nesse caso, o método fenomenológico.

O fenômeno constitui uma mera aparição, contraposta à uma realidade mais profunda, que o fenômeno por si não revela, ao mesmo tempo que tal realidade contém os dados essenciais, verdadeiros, mas não se apresentam imediatamente, apenas por intermédio dos fenômenos. (NACHMANOWICZ, 2007 p. 32)

No séc. XX duas correntes musicológicas se destacam: a corrente fenomenológica, representada por E. Husserl, e a corrente analítica, representada por G. Frege. Descritas pela essência de suas designações, apresentavam um eixo comum: tutelar a lógica pura em oposição às teorias do empirismo¹¹³ relativista e aos psicologismos obliterantes. Uma postura totalmente

¹¹² Descrição em geral é todo processo que torne possível a descrição, a classificação e a previsão dos objetos cognoscíveis. Assim, esse termo [conceito] tem significado generalíssimo e pode incluir qualquer espécie de sinal ou procedimento semântico, seja qual for o objeto a que se refere, abstrato ou concreto, próximo ou distante, universal ou individual, etc. [Dicionário de Filosofia] ABBAGNANO, 2007.

¹¹³ Husserl utilizou o argumento do cogito cartesiano para evitar uma fundamentação na intuição na construção do processo do conhecimento.

antitética em relação a toda psicanálise que se desenvolverá no mesmo século a partir de Freud, e ao mesmo tempo, o caminho natural demonstrado na própria história da filosofia. Composta de múltiplas linhas de pensamento, a filosofia se declara ciência pregressa provedora de todo fundamento científico, enquanto que a constituição das ciências presume seu estabelecimento fundamentado exclusivamente pelo pensamento filosófico. Nesse ponto, a linguagem se torna principal questão das duas correntes filosóficas.

A linguagem se torna o problema central de toda a Lógica, e a corrente Analítica se empenha em desvendar sua estrutura à procura de uma “gramática universal”, enquanto que a fenomenologia procura através da linguagem a estrutura lógica da própria consciência, enquanto esta fundamenta a linguagem, e enfim, o sentido de todo o mundo da vivência humana. (NACHMANOWICZ, 2007 p. 6)

A relação direta que a fenomenologia apresenta com a música é que, sendo a linguagem centro da observação fenomenológica, a percepção, comumente negligenciada enquanto aspecto do diálogo do *kósmos* com a *phýsis*, adquire status primordial e essencial no discurso fenomenológico; o que diretamente contextualiza, influencia e modifica os arquétipos significados e expressos na semântica musical atraindo assim as atenções de musicólogos, intérpretes, compositores e pedagogos.

A percepção musical das alturas que se pretende induzir com o tonoscópio é a percepção que Husserl determina na atitude fenomenológica da observação.

A fenomenologia interpreta a percepção em geral como um ato em permanente consubstanciação com seu objeto, o que ultrapassa o campo de possibilidades disponíveis oferecido pela linguagem. A fenomenologia não se expressa como filosofia da percepção em si, mas sim do fenômeno perceptivo na sua essência.

A percepção emerge encerrando em si um campo de possibilidades que a linguagem não é capaz de encerrar, a linguagem apenas expressa determinado ponto dentro de um universo perceptivo. As artes que tem como fundamento a percepção sensível se veem portadoras de um conteúdo especial que escapa do mundo “expressível” da linguagem. A fenomenologia não é uma filosofia da percepção, mas sim do fenômeno e da relação entre fenômeno e consciência, porém nesta relação surge o tema da percepção, da captação intuitiva de um fenômeno, do seu modo de aparição, assim a percepção nos dá um fenômeno enquanto este é um processo peculiar da consciência. (NACHMANOWICZ, 2007 p. 7)

A percepção fenomenológica estreita a via de acesso entre as captações sensíveis e a consciência, estabelecendo de forma permanente uma avaliação do fenômeno apresentado por

atos e fatos captados pelos sentidos; este é o conceito de percepção crítica de Husserl em oposição à ideia de que os fundamentos de uma teoria do conhecimento se encontram na psicologia (psicologismo). Para Husserl, o fenômeno possui uma estrutura específica significada em um fluxo imanente de vivências que formam a consciência repleta de intencionalidade, ou seja, a consciência capaz e hábil o suficiente para possibilitar o conhecimento, pois conhecer no plano empírico é apreender o conjunto de informações de um objeto percebido, e no plano transcendental, constituí-lo de significado natural ou espiritual.

O primeiro passo do método fenomenológico consiste em abster-se da atitude natural, colocando o mundo entre parênteses (epoché¹¹⁴). Isso não significa negar sua existência, mas metodicamente renunciar ao seu uso. Ao analisar, após essa redução fenomenológica, a corrente de vivências puras que permanecem, constata que a consciência é consciência de algo. Esse algo é chamado de **fenômeno**. (ZILLES, 2007, p. 217)

É observado pela fenomenologia que os objetos do conhecimento se revelam de acordo com a estrutura cognoscente. Tais objetos não são as coisas em si: são as coisas segundo o sujeito da ação que as nomeia (o homem). A designação do homem está vinculada às características sociais e culturais de formação e tradição; fatores estes que determinam o gosto estético e o caráter cultural que, por conseguinte, definem como essa ou aquela música desse ou daquele período histórico, de uma ou de outra cultura, é percebida e também como é produzida.

Os significados semânticos e sintáticos musicais desenvolvidos pelas diversas culturas são frutos de toda uma complexidade existencial que abrange os múltiplos aspectos da vida e do desenvolvimento científico e cultural de cada povo.

Existe uma clara relação entre as ideologias filosóficas que significam este sujeito da ação e as ciências sociais relacionadas com o meio e a cultura de cada nação. Uma estética que se mantém em permanente estado de transformação, onde o já apreendido se soma ao inédito gerando novos paradigmas comportamentais, influencia diretamente a arte que os diferentes povos produzem. As diretrizes culturais estão intrinsecamente ligadas aos fatores sociais que oferecem uma multiplicidade de saberes que são absorvidos da sociedade, e novamente introduzidos pós interpretação permanente dos seres que a compõe. Nas sociedades de maneira geral e significativa, esse conjunto de saberes manteve um paralelo com os estilos e expressões

¹¹⁴ Redução fenomenológica.

musicais que revelaram sonoridades distintas e cada vez mais complexas de serem apreendidas. (CERTEAU, 1982).

Dentro da prática pedagógica de ensino e aprendizado da disciplina percepção musical, que comporta em sua execução a utilização de solfejos e ditados, os mesmos dotados de uma complexidade estrutural intervalar e/ou harmônica à margem do fluxo do discurso musical tonal, constituir-se-iam de extrema dificuldade em um exercício de percepção aural das alturas. É de conhecimento geral e senso comum as dificuldades pertencentes ao ato de se identificar auralmente uma série e suas variantes durante a fruição musical de uma obra dodecafônica ou serial, ou das notas de um cluster e assim por diante. Este ato complexo, se não impossível de ser executado em sua totalidade, encerra um nível de dificuldade maior do que a percepção de uma estrutura melódico-harmônica inserida no sistema tonal ou modal.

É nesta heterogeneidade estrutural e semântica que as metodologias de ensino surgem e em sua essência, dividem a música em seus vários aspectos a fim de se possa melhor entender seu conteúdo.

As metodologias de desenvolvimento da percepção musical correspondem a uma determinada concepção teórica e pretendem gerar um processo cognitivo de aprendizagem através de bases científicas sustentadas por determinados ramos da filosofia. Os aspectos objetivos dessas metodologias quando conjugados com a dimensão subjetiva, portanto psicológica, adquirem uma abordagem apoiada na fenomenologia, uma vez que se trata de uma interação humana. A noção de sujeito cognoscente da ação é então herdada da tradição filosófica, que se mal interpretada, se torna inconsistente frente aos problemas concretos levantados pela prática de ensino da disciplina.

A teoria clássica do sujeito se torna um elemento complicador de desenvolvimento do ouvido quando nos engessamos em determinados pressupostos dogmaticamente estabelecidos. Um exemplo clássico é a canônica discussão acerca do caráter inato ou adquirido da aptidão para o aprendizado musical representada pela noção de ouvido absoluto. Questões dessa natureza são incentivadoras do estabelecimento de um determinado status quo impossível de ser modificado. A questão a priori do ouvido absoluto ficou encapsulada em sua própria natureza inatingível, do mesmo modo que a questão a priori do ouvido relativo também se manteve imóvel ficando isolada de qualquer tipo de desenvolvimento. Isso se estruturou como imutável no ensino da disciplina percepção musical.

Contudo, essa visão está ultrapassada e mesmo superada nos termos da própria história da filosofia conforme observamos na definição filosófica do sujeito de Heráclito; o homem, em permanente diálogo com a linguagem do universo, evoluindo ininterruptamente sem dogmas preestabelecidos que incapacitem seu desenvolvimento.

Observamos que a apreensão do conhecimento está diretamente ligada a diversos conjuntos perceptivos que em múltiplos níveis constituem as bases do entendimento das coisas do mundo. Não é possível isolar uma espécie de conhecimento ou afirmar que os ramos das ciências exatas e inexatas caminham de forma independente. As interligações são claras e as ingerências múltiplas se dão pelos caminhos da interdisciplinaridade, transdisciplinaridade, pluridisciplinaridade e multidisciplinaridade - as quatro flechas do conhecimento. (NICOLESCU, 2000)

A atitude fenomenológica ativa é a que produz a relação do sujeito cognoscente com seu objeto de percepção, e essa atitude de relacionamento à produção de significados, ou seja, de conhecimento. É este proceder que interessa para o desenvolvimento da atual pesquisa.

Através da atitude fenomenológica proposta por Husserl, o sujeito cognoscente evidencia a realidade que lhe é exterior em atos pelos quais a consciência observa um determinado objeto, de uma determinada forma, realizando assim a noese¹¹⁵. Segundo Zilles (2007), a noese se diferencia entre transcendental e empírica na percepção do fenômeno. As noeses empíricas são passivas e as transcendentais ativas. A diferença entre os dois tipos parte da premissa de que a noese passiva (empírica), possui uma significação preexistente, e a noese ativa (transcendental), é construída por atos do sujeito cognoscente que cria “noemas¹¹⁶ enquanto puras idealidades ou significações”.

Podemos facilmente enquadrar os procedimentos de utilização do tonoscópio e os de percepção multimídia nas classificações de noese ativa e passiva respectivamente.

¹¹⁵ NOESE. Na terminologia de Husserl, o aspecto subjetivo da vivência, constituído por todos os atos de compreensão que visam a apreender o objeto, tais como perceber, lembrar, imaginar, etc. [Dicionário de Filosofia] (ABBAGNANO, 2007).

¹¹⁶ NOEMA. Na terminologia de Husserl, o aspecto objetivo da vivência, ou seja, o objeto considerado pela reflexão em seus diversos modos de ser apresentado: o percebido, o recordado, o imaginado. O noema é distinto do próprio objeto, que é a coisa; p. ex., o objeto da percepção da árvore é a árvore, mas o noema dessa percepção é o complexo de predicados e modos de ser dados pela experiência: a árvore verde, iluminada, não iluminada, percebida, lembrada, etc. [Dicionário de Filosofia](ABBAGNANO, 2007).

O fato de ser ator principal da produção da imagem sonora, e não apenas perceber uma imagem qualquer oferecida em conjunto com o som, é o grande diferencial de atitude do sujeito complexo cognoscente. A noese ativa desse sujeito cognoscente o estabelece no domínio do exercício de uma percepção consciente de seu próprio ato de produção e recepção, ao mesmo tempo proporcionando uma postura de liberdade de manobra da causa e efeito do fenômeno: uma autêntica redução fenomenológica do ato de exercer uma percepção simultânea visual e sonora: sinestésica.

A percepção fenomenológica do objeto sonoro foi também descrita por Pierre Schaeffer (1993), em seu “Tratado dos Objetos Musicais”, enquanto atitude perceptiva de uma consciência ativa. A direção fenomenológica tomada por Schaeffer resulta de um caminho pessoal de significação da escuta. Contudo, percebe-se a proximidade com a fenomenologia de Husserl, afirmando assim as relações fenomenológicas intrínsecas à percepção dos eventos musicais. O quadro abaixo¹¹⁷ exemplifica essa colocação.

4. COMPREENDER — Para mim: signos — Diante de mim: valores (sentido/linguagem) Manifestação de um conteúdo do som e referência a comparação com noções extras sonoras	1. ESCUTAR — Para mim: índices — Diante de mim: eventos exteriores (agente/instrumento) <i>Emissão</i> do som.	1 e 4: Objetivos
3. ENTENDER — Para mim: percepções qualificadas — Diante de mim: objeto sonoro qualificado. Seleção de certos aspectos específicos do som.	2. OUVIR — Para mim: percepções brutas, esboços do objeto — Diante de mim: objeto sonoro bruto. <i>Recepção</i> do som.	2 e 3: Subjetivos
3 e 4: abstratos	1 e 2: concretos	

Figura 63. Quadro do processo de escuta de Schaeffer

¹¹⁷ CHION 1983, apud NACHMANOWICZ, 2007 p. 9 contendo a seguinte nota de rodapé: Retirado do texto Michel Chion. 1983. Guide des objets (tradução não publicada de Carlos Palombini), incluindo explicação dos elementos do quadro.

Lido em sentido horário o quadro cumpre um percurso entre a escuta concreta e objetiva até uma escuta abstrata e objetiva, obviamente as escutas subjetivas se encontram no caminho intermediário, porém não existe aqui uma ideia de hierarquia de escuta, apenas uma classificação do que seria uma escuta musical como também das demais espécies de escuta. (NACHMANOWICZ, 2007 p. 10)

Também em Schaeffer, os antitéticos: objetivo e subjetivo são elementos de um mesmo ato de escuta cuja fundamentação, como vimos anteriormente, provém de Heráclito e se manifesta presente na filosofia de Husserl em relação à atitude perceptiva de uma consciência ativa na captação da fruição musical vivenciada pelo sujeito complexo cognoscente.

Para este sujeito cognoscente, a percepção é o somatório de fatores cientificamente mensuráveis e outros subjetivos da mente humana que constituem e provém das características fisiológicas dos seres humanos, de suas raízes culturais e das leis matemáticas do universo que organizam a matéria celeste em termos de acústica e fisiologia do som. Em seus desdobramentos desembocam nos alicerces que estabelecem a escuta e a percepção musical.

A percepção exercida pelos sentidos atua como fator precípua a nossa sobrevivência e entendimento do mundo. Percebemos o mundo a nossa volta principalmente pelos sentidos da visão e da audição. Através desses dois sentidos formulamos a noção de tempo e espaço e tomamos consciência das realidades que nos cercam. A percepção humana é capaz de traduzir o ambiente por mais de um sentido simultaneamente já que faz parte da natureza primordial do homem perceber o mundo que o cerca de forma integral. Isto é realizado com mais precisão quando mais de um sentido trabalham em conjunto direcionados ao mesmo objeto percebido, formulando a respeito desse objeto um entendimento completo e minucioso. (CHRISTENSEN, 1996 p.15).

Erik Christensen (1996) classifica este binômio spacetime (espaço-tempo) como timespace (tempo-espaço) direcionando a importância do som na formulação de um espaço virtual na escuta da música, ou real na percepção do mundo em geral. Para o autor, o tempo - constituído por sinais sonoros de localização pressupõe a noção de espaço. Assim sendo, a percepção do espaço deriva do *tempo-espaço* e permite a habilidade de localização e estimativas de proximidade estando vinculada ao sentido da audição-visão; a percepção de tempo está ligada à regularidade de eventos sonoros, à sua ausência ou sua intensidade, nos alertando para as diversas formas de perigo iminente. (CHRISTENSEN, 1996 p.10).

Mauro Muszkat (et al 2.000 p. 72), salienta que o conceito de espaço-tempo está interligado ao pensamento científico emergente dos fundamentos teóricos da física quântica e da teoria da relatividade. Segundo o autor, o tecido musical contemporâneo da música eletrônica e acusmática traduz uma consciência auto-reflexiva da “maneira pela qual dimensionamos, relacionamos temporalmente e mesmo nomeamos nossos próprios processos psíquicos de *ver, decodificar, e reinterpretar* o mundo em que vivemos”.

No campo da música este processo perceptivo levou o musicólogo Erik Christensen (1996) à classificação de 5 dimensões da escuta musical. Tais dimensões se apresentam sob a égide de uma concepção fenomenológica do ato de perceber apresentando noeses transcendentais e empíricas durante seu processo, visto que contém aspectos subjacentes e outros resultantes dos estímulos sonoros. Durante a percepção musical, as imagens musicais concebidas caracterizam um processo de consubstanciação dos objetos sonoros percebidos que são estruturados no espaço virtual que a fruição musical constrói. (CHRISTENSEN, 1996 p.40).

As cinco dimensões da escuta: espaço, timbre, intensidade, movimento e pulso fornece uma base para orientação no ambiente para o corpo e mente escutadores. Os processos subjacentes da percepção auditiva são essenciais para a sobrevivência e, portanto, altamente desenvolvidos, e de atuação rápida, precisa e capaz de executar multitarefas simultâneas. Esses recursos perceptivos naturais são empregados na música. Através do desenvolvimento das culturas musicais e dos instrumentos musicais, a adição da noção culturalmente evoluída de afinação e altura ganhou destaque como uma característica distinta.¹¹⁸ (CHRISTENSEN, 1996 p.15, tradução nossa)

Simultaneamente à sua localização, o timbre proporciona a identificação da fonte sonora e de sua natureza.

Os ouvidos recebem constantemente grandes quantidades de informações detalhadas sobre eventos, objetos e seres no mundo circundante. As características e qualidades distintivas do som que transmitem esta informação são os timbres. (...) Diferenças de timbre permitem experienciar muitos eventos simultâneos ou o foco em um tipo de evento, eliminando outros. A audição tem uma grande capacidade para o processamento imediato e

¹¹⁸ The five listening dimensions space, timbre, intensity, movement and pulse provide a basis for orientation in the environment surrounding the listening body and mind. The underlying processes of auditory perception are essential for survival and therefore highly developed, fast-working, precise and capable of simultaneous multitasking. These natural perceptual resources are employed in the listening of music. Through the development of musical cultures and musical instruments, the addition of the culturally evolved notion of pitch height has gained prominence as a distinct feature. (CHRISTENSEN, 1996 p.15)

diferenciador do timbre, fornecendo imagens auditivas precisas de uma variedade infinita de sons. (CHRISTENSEN, 1996 p.12, tradução nossa)¹¹⁹

A intensidade é uma dimensão da escuta subjetiva e pré-requisito do som. Está relacionada ao volume do som produzido acionando a percepção quando a intensidade é executada no espectro médio-alto de percepção auditiva do ponto de vista fisiológico, e desligada quando o nível de volume é considerado baixo. Por exemplo, o som de um ventilador em uma sala passa praticamente despercebido em relação ao exposto pelo televisor no mesmo ambiente. (CHRISTENSEN, 1996 p.11)

As três dimensões: espaço, timbre e intensidade são classificadas por Christensen (1996 p. 12) como as dimensões primárias (ou básicas) da escuta que são percebidas instantaneamente e simultaneamente configurando assim uma percepção microtemporal que o autor assim representou¹²⁰:

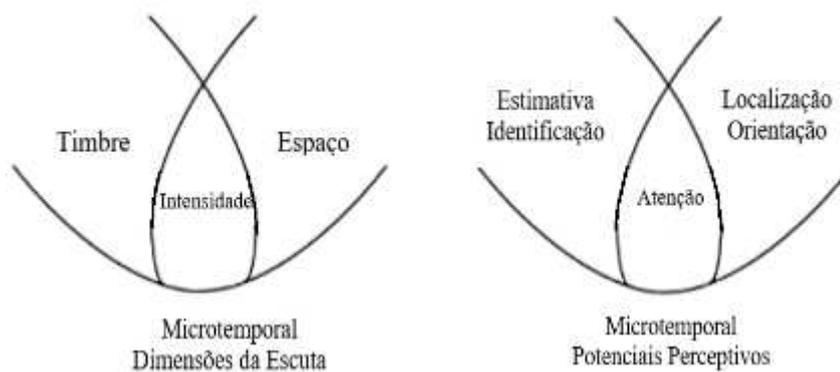


Figura 64. Dimensões microtemporais da escuta (CHRISTENSEN, 1996 p.13)

A mente perceptiva formula diversas questões simultâneas sobre o som: O que é isto, onde se localiza, está parado e constante ou se move? Tais questões são respondidas pelas dimensões microtemporais da escuta que identificam o timbre, a localização espacial e a regularidade ou não da intensidade. Se o som é constante a mente perde interesse, no entanto, se o som se move e/ou modifica a intensidade, a atenção se fixa em analisar meticulosamente as informações captadas pela audição. A dimensão de movimento (macrotemporal) advém

¹¹⁹ The ears constantly receive large amounts of detailed information about events, objects and beings in the surrounding world. The characteristic and distinctive qualities of sound conveying this information are timbres. (...) Differences in timbre permit the experience of many simultaneous events or the focusing on one kind of event, eliminating others. Hearing has a great capacity for the immediate and differentiated processing of timbre, providing precise auditory images of an infinitely variable multitude of sounds. (CHRISTENSEN, 1996 p.12)

¹²⁰ Os quadros a seguir propostos por Christensen apresentam tradução nossa de seus termos.

como consequência da percepção das dimensões microtemporais. Imediatamente após a ignição da atenção pelos mecanismos de escuta microtemporais, uma sucessiva quantidade de informações é obtida através de uma movimentação macrotemporal do som enquanto o subconsciente formula questões a respeito de suas características gerais. O movimento estimula a consciência e cria a noção de tempo. O movimento do som somado às suas características microtemporais estrutura a decisão básica dos instintos de fugir ou lutar.

Para permitir que a mente perceptiva siga um movimento direcionado, o processamento instantâneo de informações tímbricas e espaciais tem de ser completado por outro potencial perceptual, o processamento de pistas sucessivas na memória de curto prazo. Na memória de curto prazo, as informações recebidas podem ser armazenadas e mantidas em um estado ativo durante pelo menos 5 ou 6 segundos (McADAMS, 1987). Isto significa que o movimento do som pode ser percebido como um processo coerente e estimado em termos de início e fim, direção, curso e meta. As estimativas do movimento do som na memória evocam os conceitos "antes", "durante" e "depois", que são integrados na ideia de duração. Isto implica que o movimento é um dos fatores essenciais subjacentes à sensação de tempo. CHRISTENSEN, 1996 p.13, tradução nossa).¹²¹

A intensidade tem dupla classificação: microtemporal e macrotemporal. A intensidade ao lado do movimento do som compõe as três dimensões macrotemporais da escuta. A terceira dimensão constituinte da tríade macrotemporal é o pulso que é produzido pela repetição dos sons captados, como por exemplo: as ondas do mar, os batimentos cardíacos, o compasso do caminhar.

Se um evento sonoro for repetido regularmente, a mente que escuta calcula a regularidade na memória de curto prazo e experimenta um pulso. O movimento pulsado e dirigido por objetivo evoca dois tipos de experiência temporal que são qualitativamente diferentes. A experiência de continuidade regulada e a experiência de início, duração e fim. Movimento e pulso são dimensões de escuta macrotemporais, criando a Experiência de tempo no processo de escuta. Eles representam dois tipos de consciência auditiva. O movimento evoca a consciência de mudança, o pulso a consciência de regularidade. A intensidade é uma dimensão auditiva microtemporal e macrotemporal. Intensidade fornece informações instantâneas sobre fontes

¹²¹ To enable the listening mind to follow a directed movement, the instant processing of timbral and spatial information has to be supplemented by another perceptual potential, the processing of successive cues in short term memory. In short-term memory, incoming information can be stored and kept in an active state for at least 5 or 6 seconds (McAdams, 1987). This means that the movement of sound can be perceived as a coherent process and estimated in terms of beginning and end, direction, course and goal. Estimations of sound movement in memory evoke the concepts "before", "during", and "after", which are integrated in the idea of duration. This implies that movement is one of the essential factors underlying the sensation of time. (CHRISTENSEN, 1996 p.13)

sonoras, bem como informações sobre as sucessivas mudanças de estados e eventos no mundo. (CHRISTENSEN, 1996 p.13)¹²².

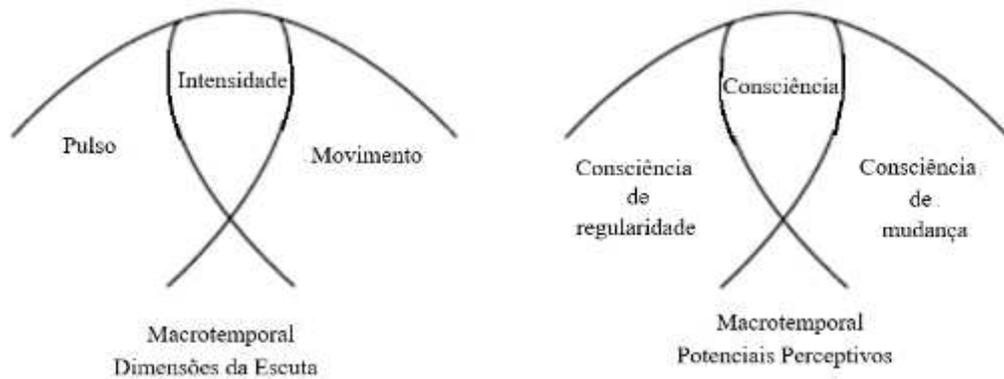


Figura 65. Dimensões macrotemporais da escuta (CHRISTENSEN, 1996 p.14)

Unindo-se os dois diagramas propostos por Christensen obtemos a representação gráfica das cinco dimensões básicas da escuta.



Figura 66. As cinco dimensões básicas da escuta (CHRISTENSEN, 1996 p.15)

¹²² If a sound event is repeated regularly, the listening mind estimates the regularity in short-term memory and experiences a pulse. Pulse and goal-directed movement evoke two kinds of temporal experience which are qualitatively different. The experience of regulated continuity and the experience of beginning, duration and end. Movement and pulse are macrotemporal listening dimensions, creating the experience of time in the listening process. They represent two kinds of auditory awareness. Movement evokes the awareness of change, pulse the awareness of regularity. Intensity is a microtemporal as well as a macrotemporal listening dimension. Intensity provides instant information about sound sources as well as information about the successive changes of states and events in the world. (CHRISTENSEN, 1996 p.13)

De acordo com os preceitos de Christensen (1996), o fator altura adicionado ao gráfico acima engloba um conjunto de significados podendo ser atribuído ao sentido de altura relacionado ao valor da frequência em **Hz** de um som, bem como ao conjunto de alturas que determinam uma estrutura escalar considerado pelo autor como um aspecto do timbre.

O timbre é a essência da música e o conjunto de alturas configuram um aspecto do timbre. (...) A inclusão do conjunto de alturas como uma dimensão espacial no modelo permite considerações sobre as conexões e polaridades das dimensões.¹²³ (CHRISTENSEN, 1996 p.19, tradução nossa)

Existem também as dimensões secundárias que derivam das primárias e compõe o complexo tecido da escuta musical, a saber: melodia, ritmo e harmonia.

A harmonia é percebida como dimensão microtemporal aflorando entre o timbre e o conjunto de alturas; o ritmo é macrotemporal surgindo entre o movimento e o pulso, e a melodia é a dimensão que integra a qualidade micortemporal das alturas com a qualidade macrotemporal do movimento. (CHRISTENSEN, 1996 p. 21, tradução nossa).¹²⁴

No exercício da percepção/emissão musical das alturas exercida com o tonoscópio, o conjunto da execução e escuta da própria voz do executante produtor e receptor da ação já confere um maior grau de complexidade em uma percepção ativa, desejável pelos intérpretes nas performances musicais. Aliado ao sentido da visão, a percepção com o tonoscópio induz a sinestesia associando a imagem à frequência executada em uma absorção integrada dos dois sentidos, aprofundando e dando maior complexidade ao ato perceptivo e exigindo assim uma maior ênfase da atenção e comprometimento da consciência na execução do conjunto de atitudes. Isto compõe a prática da escuta fenomenológica e produz uma classe de saber em outro nível inteligível.

De acordo com a reflexão fenomenológica de Husserl, a percepção com um grau de consciência produz como resultado o conhecimento. Analogamente o conceito fundamenta o desenvolvimento da percepção musical, onde a utilização do tonoscópio vai aumentar o grau

¹²³ Timbre is the substance of music, and pitch height is an aspect of timbre. (...) The inclusion of pitch height as a spatial dimension in the model permits considerations of the connections and polarities of the dimensions. (CHRISTENSEN, 1996 p.19)

¹²⁴ Harmony is a microtemporal dimension arising between timbre and pitch height. Rhythm is a macrotemporal dimension arising between pulse and movement. Melody is a dimension which integrates the microtemporal quality of pitch height and the macrotemporal quality of movement. (CHRISTENSEN, 1996 p. 21)

de consciência na tradução dos sentidos da audição e visão em conjunto, significando essa totalidade de estímulos oriundos de uma noese em poiese.¹²⁵

A fenomenologia de Husserl é proposta sob a égide de uma postura embasada na lógica e na exatidão matemática. Uma metodologia que se origina do ideal de Descartes de aplicar à filosofia o mesmo método proficuamente utilizado pelas ciências exatas. A proposta fenomenológica visa fundamentar todo o conhecimento na convicção reflexiva do ego “*cogito* e de suas *cogitationes*” – eu penso e penso sobre algo.

Para Husserl, a fenomenologia é o acabamento da tentativa de Descartes de fundamentar todo o conhecimento na certeza reflexiva do ego cogito e de suas cogitationes. A reflexão fenomenológica parte da correlação de cada cogito com seu cogitatum, que nunca é um objeto isolado, mas desde logo deve ser concebido como objeto em seu mundo. Nas Conferências de Paris, Husserl afirma que tudo que é mundano, tudo que é espaciotemporal é para mim, na medida em que o vivencio, percebo, lembro, penso, julgo, valorizo, desejo, etc. Tudo isso Descartes designa com o cogito (e Schaeffer como concepção do objeto sonoro – [grifo nosso]). O “eu penso” cartesiano apresenta aquele caráter a priori necessário e absoluto, sem o qual a filosofia é impossível, porque ver-se-ia lançada na contingência das coisas empíricas e jamais poderia pensá-las como apodíticas¹²⁶. O cogito permanece idêntico sob a multiplicidade das vivências. (ZILLES, 2007, p. 217)

Husserl estabelece um método de construção sistemática do conhecimento fundamentado na lógica e, não obstante ao substrato científico proveniente do método de Descartes, se associa à uma instância cognitiva, pois a percepção se entrelaça com o universo da cognição de onde provém os significados obtidos através do ato da percepção consciente repleta de intencionalidade.

A concepção fenomenológica é então individual e teleológica, já que a construção da estrutura dos significados é erigida pelo “eu” e não pelo outro, realizando a explicação do que está implícito pela intencionalidade da consciência; a mesma intencionalidade que se deve ter na produção da imagem sonora em uma emissão crítica de uma determinada frequência: a meta-percepção de uma metalinguagem musical.

A fenomenologia é conhecimento das estruturas essenciais da vida transcendental como sendo o devir heraclítico. Nesse sentido, fenomenologia é experiência transcendental que visa a experiência absoluta. (ZILLES, 2007, p. 221)

¹²⁵ POIÉTICO. Produtivo ou criativo, enquanto diferente de *prático*. Segundo Aristóteles, a arte é produtiva, enquanto a ação não é. [Dicionário de Filosofia] (ABBAGNANO, 2007).

¹²⁶ Aquilo que é evidente, que é demonstrado e não se pode contestar.

Suscintamente, o sujeito é o ator da ação, aquele que constrói a imagem sonora; o objeto é o equilíbrio entre som e forma; o fenômeno, junção do sujeito e seu objeto, e o conhecimento produzido é a exatidão no reconhecimento e produção da nota musical dentro dos parâmetros escalares da música ocidental, ou seja, da música tonal.

Certamente a abordagem fenomenológica de Husserl se inscreve na alçada da gnosiologia, posto que se direciona o sujeito cognoscente da questão (que é aquele que conhece o objeto), a dialogar com o conhecimento, refletindo sobre a validade do mesmo no processo de intelecção do ente; um caminho para estabelecer uma análise da ontologia do sujeito cognoscente.

A fenomenologia é a via de acesso e o modo de verificação para se determinar o que deve constituir tema da ontologia. *A ontologia só é possível como fenomenologia.* O conceito fenomenológico de fenômeno propõe, como o que se mostra, o ser dos entes, o seu sentido, suas modificações e derivados. Pois, o mostrar-se não é um mostrar-se qualquer e, muito menos, uma manifestação. O ser dos entes nunca pode ser uma coisa “atrás” da qual esteja outra coisa “que não se manifesta”. (GALEFFI, 2000 p. 31)

A análise musical fenomenológica pressupõe uma diferença de atitude na investigação do fenômeno e de suas significações na produção do conhecimento. Essa abordagem conforme dito anteriormente, se exclui de qualquer tipo de axioma que predetermine um julgamento a priori. Portanto, mantendo a perspectiva fenomenológica, a atual pesquisa se permite descartar os axiomas invariáveis que pretendem mensurar o talento musical a partir da noção de ouvido absoluto e relativo, do mesmo modo, exclui de sua seara de pesquisa as classificações do ouvido e o estudo sobre determinação de quaisquer tipos de parâmetros que visem definir o significado da expressão “ouvido musical”. Ao invés disso, observaremos os campos da mente musical no exercício de uma percepção fenomenológica do som associado a imagem sonora. Esse enfoque se situa no segundo momento de uma redução fenomenológica proposta por Husserl: a redução eidética.

O segundo passo da redução fenomenológica é a redução *eidética*. De posse do nível psicológico a redução *eidética* ascende ao campo dos processos da consciência, diferente da redução psicológica que usufrui livremente destes processos sem se conscientizar deles. Ao final do processo esta redução resultará nas essências, conceitos *a priori* ou atos intencionais que determinam o fenômeno musical, na sua experiência e significação como tal. (NACHMANOWICZ, 2007 p. 87)

No sentido lato da palavra, uma mente eidética é aquela que mantém um arquivo fidedigno de todas as coisas e eventos; uma operação sustentada pela memória. Segundo a

fenomenologia, a redução eidética é a apreensão do que é essencial de tudo. O tonoscópio é a ferramenta que, introduzida nesse processo, deverá alavancar o nível de conhecimento gerado na produção e percepção sonora e imagética da nota musical: uma experiência hilética¹²⁷ e intencional conjugadas em uma mesma atitude. Sem dúvida, uma quebra de paradigma que vem de encontro inclusive aos dogmas já citados sobre a classificação dos ouvidos musicais entre absoluto e relativo, desafiando assim as plataformas engessadas de ensino da disciplina para um real desenvolvimento do ouvido. À margem dos conceitos a priori, nosso viés questiona com base na fenomenologia, as estruturas do mito formado em torno dessa questão e com o mesmo suporte propõe uma nova reflexão sobre o assunto.

Em contrapartida, uma evidência apodítica¹²⁸, tem essa particularidade de não ser somente, de maneira geral, certeza da existência das coisas ou ‘fatos’ evidentes; ela se revela ao mesmo tempo à reflexão crítica como uma impossibilidade absoluta de que se concebeu a sua não-existência e, portanto, exclui de antemão toda dúvida imaginável como desprovida de sentido (HUSSERL, 2000 p. 33).

O conjunto dos saberes filosóficos e fenomenológicos conduzem a pesquisa para os campos da neurociência cognitiva a iniciar-se pela observação da fisiologia do principal órgão envolvido nos processos cognitivos da percepção sonora-visual, proposta pela utilização do tonoscópio: o aparelho auditivo.

3.6 Anatomia e fisiologia do aparelho auditivo

Para o desenvolvimento da percepção das alturas proposto nesta pesquisa, o candidato deve possuir o aparelho auditivo dentro de parâmetros normais estabelecidos pela medicina.

O sistema auditivo é capaz de captar frequências na extensão de 16 **Hz** a 20.000 **Hz**. Os infantes geralmente têm maior capacidade auditiva podendo captar sons com mais de 20.000 **Hz**. Com o passar dos anos a capacidade auditiva diminui e as frequências mais altas vão ficando cada vez mais difíceis de se perceber. Em média, um ser humano adulto ouve entre 16 e 16.000 **Hz** com intensidade de 1 a 120 decibéis dependendo da frequência. (ZEMLIN, apud HENRIQUE, 2002 p. 810).

¹²⁷ O adjetivo «hilético» é o referente à «hilé», e esta é, em filosofia, e na obra husserliana, concretamente, a «matéria da sensação como dado puro, antes da intervenção da atividade intencional do espírito, que lhe confere um sentido»; entre outras, hílico: pertencente à matéria; corpóreo, material. Disponível em <http://letratura.blogspot.com.br/2010/10/lexico-hiletico.html>

¹²⁸ Apodítico. Diz-se de uma verdade ou argumento evidente por si, não necessitando de provas para serem compreendidos e aceitos. (LAPORTE, A., M. et al. Para Filosofar. Ed. Scipione, São Paulo [s.d.], p.305. Disponível em: <http://verbofilosofico.blogspot.com.br/2011/03/apoditico.html>.

O ouvido humano transforma as vibrações mecânicas em sinais elétricos que uma vez enviados ao cérebro são por este percebidos e interpretados em uma tradução do espectro sonoro mecânico originário. É o nosso cérebro que “ouve” as ondas acústicas que são permanentemente interpretadas e traduzidas pelo sistema da audição.

Além de ser responsável pela audição, o aparelho auditivo também é responsável pelo equilíbrio. Seu sistema é formado por três partes: ouvido externo, ouvido médio e ouvido interno.

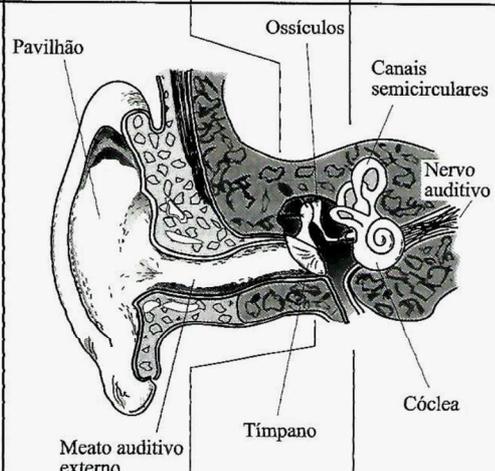
	Ouvido externo	Ouvido médio	Ouvido interno	Sistema nervoso auditivo periférico e central
Anatomia	 <p>Pavilhão Meato auditivo externo Tímpano Ossículos Canais semicirculares Nervo auditivo Cóclea</p>			 <p>Córtex auditivo</p>
Forma de energia	Vibração acústica	Vibração acústica e mecânica	Hidrodinâmica, electromecânica	Electroquímica
Função	Transmissão, amplificação e protecção	Adaptação de impedância, protecção, equalização de pressão	Transdução da energia mecânica e hidrodinâmica em impulsos neurais	Transmissão do impulso nervoso (SNP) Integração e descodificação dos sinais. Sensação auditiva (SNC)

Figura 67. Configuração do ouvido. Henrique, 2002 p. 810

O ouvido externo compreende o pavilhão (orelha), e o meato auditivo externo que possui de 25 a 30mm e é fechado pela membrana do tímpano. Uma das principais funções do ouvido externo é proteger a membrana do tímpano de lesões provenientes do exterior e manter a humidade e temperatura necessárias para o bom funcionamento do tímpano. Essa membrana, translúcida e convexa, vibra e transfere o som para o ouvido médio. A forma do tímpano lembra um minúsculo autofalante. Mede aproximadamente 85mm² de área e possui espessura média de 0,1 mm no somatório de suas três camadas.

A função do pavilhão é captar e localizar os sons de alta frequência, ou seja, de ondas de pequeno comprimento. Seu formato ajuda a dispersar ruídos e sons parasitas relativos ao que se quer captar. O meato possui um sistema de amortecimento sonoro conseguido através do cerume e da penugem nele contidos que protegem contra corpos estranhos que ultrapassem as dobras do pavilhão, além de aumentar a banda de frequência da ressonância.

O aumento do amortecimento aumenta a banda de frequência de ressonância. Por outro lado, a existência do meato torna o tímpano numa espécie de microfone direcional. Essa direcionalidade verifica-se sobretudo acima de 2 Hz. (HENRIQUE, 2002 p. 823)

O canal auditivo fechado de um lado pelo tímpano contribui para uma amplificação acústica do som captado e filtrado de cerca de 10 decibéis (**d**), e o efeito produzido pela difração¹²⁹ craniana amplia o som em outros 10 decibéis. O sistema de alavancas formado pelos ossículos do ouvido juntamente com a relação entre as áreas do tímpano e a janela oval, correspondem eficientemente à impedância acústica¹³⁰ do ar para o fluido do ouvido interno. (EVEREST; POHLMANN, 2009 p.66)

O ouvido externo acumula diversas funções essenciais para a audição. É nele que a energia acústica da onda sonora é captada e transformada em energia vibratória mecânica.

O ouvido médio, também conhecido como caixa do tímpano, é uma cavidade óssea que contém ar em seu interior. Nele encontra-se uma rede de osso minúsculos, os menores do corpo humano, denominados de martelo, bigorna e estribo, que estão articulados entre si. A cabeça do martelo está ligada a bigorna e esta ao estribo que está implantado na janela oval.

O conjunto de elementos do ouvido interno é sustentado por um sistema muscular. A função desses músculos compreende: manter em suspenso os ossos do ouvido médio; amplificar e transmitir as ondas mecânicas produzidas pelo tímpano; proteger o sistema auditivo de sons muito intensos e grandes variações de pressão.

¹²⁹ É um fenômeno da Física que acontece quando uma onda encontra um obstáculo. Disponível em: <http://www.dicionarioinformal.com.br/difra%C3%A7%C3%A3o/>

¹³⁰ A impedância acústica é a resistência ou dificuldade que o material opõe à passagem do som. Matematicamente corresponde ao cociente entre a pressão sonora e o produto da velocidade do som nesse material (v) pela superfície (S) através da qual o som se propaga. Quando as ondas sonoras atravessam uma interface entre dois materiais diferentes, se eles possuírem a mesma impedância acústica, não ocorre reflexão e a onda é transmitida ao segundo material. Se existir diferença de impedância acústica, é esta diferença que origina uma maior ou menos reflexão das ondas sonoras. Disponível em: http://ctborracha.com/?page_id=1669

O ouvido médio possui uma ligação com a cavidade nasal denominada trompa de Eustáquio. Esse canal funciona como regulador de pressão entre o ouvido médio e o meio externo, já que qualquer diferença de pressão afeta profundamente o tímpano e sua capacidade vibratória. A trompa de Eustáquio também permite a drenagem de secreções normais e anormais do ouvido médio para a nasofaringe. Quando a trompa tem seu funcionamento abalado, por alguma constipação por exemplo, e não realiza seu trabalho regulador, a audição fica prejudicada, temos a sensação de tamponamento do ouvido.

Quando subimos a um local de grande altitude, sentimos por vezes uma perturbação nos ouvidos porque o ar é mais rarefeito e conseqüentemente a pressão atmosférica é menor. Os tímpanos são empurrados para fora devido à diferença de pressão entre o ouvido médio e o exterior. À medida que o ar vai saindo através da trompa de Eustáquio, estabelece-se a igualdade de pressão e essa sensação desaparece. (HENRIQUE, 2002 p. 827).

O ouvido médio se comunica com o ouvido interno através da janela oval e da janela redonda que são duas aberturas tampadas por membranas. O ouvido médio possui de 2 a 4 mm de largura e por volta de 15mm de altura.

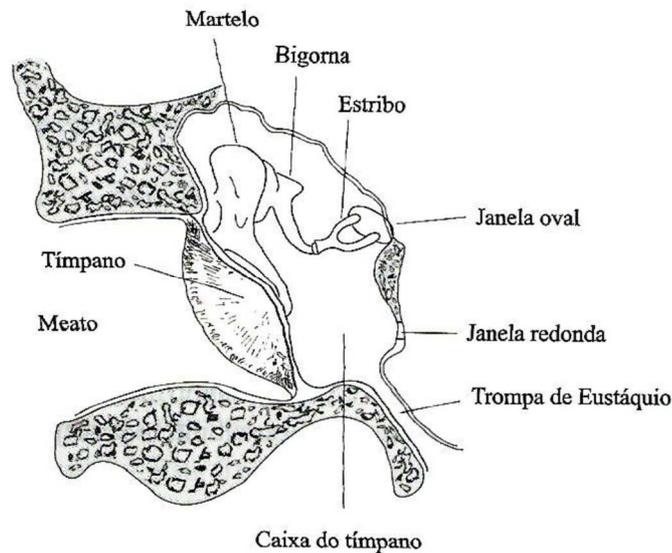


Figura 68. Ouvido médio. HENRIQUE, 2002, p. 814

O ouvido interno mantém contato com o cérebro e sua constituição é extremamente complexa e frágil. Além dos órgãos da audição, o ouvido interno possui os órgãos do equilíbrio e da orientação. O ouvido interno está localizado em uma câmara escavada no pétéreo(parte do osso temporal), que é o osso mais resistente do organismo, exercendo assim uma proteção

adequada a esta seção do ouvido. Essa cavidade preenchida por líquido denominado de perilinfa é formada por dois labirintos: um ósseo e outro membranoso.

O labirinto ósseo é constituído por canais, túneis e cavidades ligadas entre si, cuja finalidade maior é impedir e proteger essa parte do sistema auditivo de ressonâncias e frequências que poderiam destruir o ouvido interno. Sua composição se divide em três partes: o caracol ou cóclea, o vestíbulo, e os canais semicirculares. Os três canais semicirculares estão mais associados a função do equilíbrio e orientação do que à audição. Na cóclea estão localizados os órgãos internos da audição. Por intermédio do nervo acústico, é da cóclea que partem os impulsos nervosos que são decodificados pelo córtex auditivo.

Mergulhado na perilinfa, o labirinto membranoso é composto por membranas e sacos fechados no interior do labirinto ósseo de acordo com sua forma, e tem a função de proteger os órgãos do equilíbrio e da audição. Dentro dessas membranas e sacos encontra-se a endolinfa; outra qualidade de líquido encontrada no ouvido interno. Por estar contida em vesículas fechadas, a endolinfa não entra em contato com a perilinfa que “preenche a rampa vestibular, a rampa timpânica, e os espaços dos vestíbulos e dos canais semicirculares”. (HENRIQUE, 2002 p. 816).

As estruturas do ouvido interno possuem também células ciliadas receptoras que são sensíveis aos estímulos sonoros. Os filamentos ou pincéis das células ciliadas são denominados de cílios e cada célula apresenta de 30 a 150 cílios em cada pincel. Essas células existem em todo corpo humano; cada feixe delas responde a um tipo de estímulo, por isso, possuímos milhares delas, cada uma relacionada a uma reação/função.

Ondas montadas no ouvido interno pela vibração da janela oval excitam as células sensoriais ciliadas, que direcionam os sinais ao cérebro. Há um efeito de localização, por conta do pico de agitação das células ciliadas para as frequências mais altas estarem mais próximas da janela oval e das frequências mais graves na extremidade distal.¹³¹ (EVEREST; POHLMANN, 2009 p.66, tradução nossa)

¹³¹ Waves set up in the inner ear by vibration of the oval window excite the sensory hair cells, which direct signals to the brain. There is a place effect, the peak of hair cell agitation for higher frequencies being nearer the oval window, and low frequencies at the distal end. (EVEREST; POHLMANN, 2009 p.66)

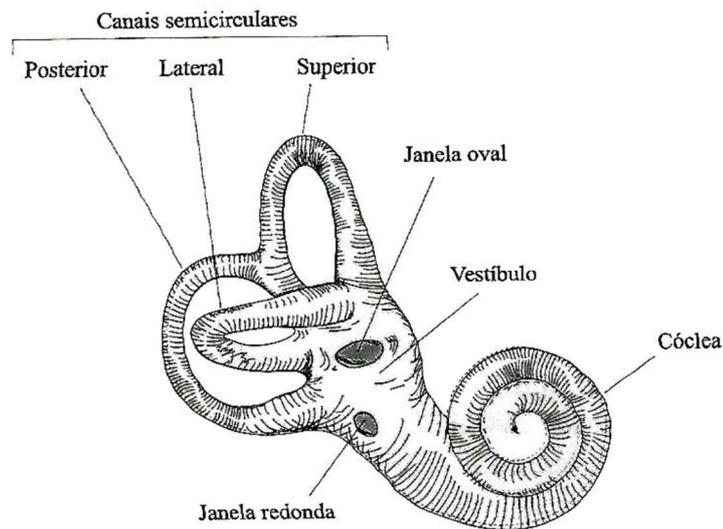


Figura 69. Ouvido interno. HENRIQUE, 2002, p. 815.

Todo aparato auditivo é permanentemente pesquisado por cientistas que desejam entender a totalidade de seu funcionamento. Existem teorias desde o início séc. XVII que pretendem decifrar e explicar como o ouvido processa os sons.

As questões sobre as quais os investigadores mais têm debruçado são: como são excitadas as células sensoriais, de que modo o ouvido interno analisa as frequências e como se codifica o sinal a enviar ao cérebro. (HENRIQUE, 2002 p.833)

Essas questões de trato neurofisiológico tem sido o ponto principal de estudos relacionados à audição. Existem questões a serem desvendadas sobre como o som passa pelo aparelho auditivo, chega ao cérebro e se transforma em informação inteligível.

Como dissemos anteriormente, os sons são caracterizados pelo seu timbre e determinados sons pelo conjunto de alturas similares dentro de um espectro sonoro de frequências em que ocorrem, como por exemplo, o som das ondas do mar. A visão tradicional da percepção musical afirma que o tom é percebido com base na ressonância produzida na cóclea do ouvido formando uma correspondência direta entre frequência física e o som percebido em uma forma simplista de compreensão da função auditiva. (CHRISTENSEN, 1996 p. 16)

Aproximadamente 30.000 fibras nervosas conectam a cóclea com o cérebro. Essas fibras exercem a função de filtragem acústico-elétrica do som e de envio da captação sonora pelas conexões neurais. Cada feixe de fibras nervosas é responsável por uma banda específica de

frequências, estimulando assim uma área específica do cérebro. As razões de frequências do alcance dos feixes de fibra variam em tamanho, apresentando uma sobreposição de resposta ao mesmo estímulo sonoro em mais de um feixe de fibras simultaneamente. (EVANS, 1989 apud CHRISTENSEN, 1996 p. 16).

Isto significa que a informação neural que conduz à sensação de localização de altura não provém da ressonância de uma frequência precisamente definida na cóclea auditiva. É o resultado de uma interação e integração mais complexa de impulsos provenientes de uma resposta de um determinado número de fibras nervosas. (CHRISTENSEN, 1996 p. 16, tradução nossa)¹³²

Portanto, a função do aparelho auditivo é complexa, englobando aspectos além da ressonância coclear. Abrange as funções primárias da percepção auditiva (timbre e localização espacial), que são essenciais para a sobrevivência, e outras secundárias que compõe a percepção musical que contém aspectos acústicos objetivos e também resultantes de uma interpretação subjetiva alicerçada em condições subjacentes de formação e estruturação da escuta.

Pesquisadores dessa área específica tem realizado experimentos e aprofundado cada vez mais as descobertas no setor. Contudo, esse assunto não diz respeito a atual pesquisa e, portanto, não será mais abordado. Cabe ressaltar que o ponto relevante do aparelho auditivo neste estudo é seu papel na percepção musical. O fenômeno perceptivo engloba características amplas onde fatores psicológicos, estéticos, sociais e culturais, além dos fisiológicos, têm influência no resultado final perceptivo. Esse conjunto de fatores determina o resultado fenomenológico da percepção musical. Igualmente importante são os sistemas fisiológicos e neurológicos que a sustentam, conforme será exposto no próximo capítulo.

3.7 Sobre interseções, prática musical e sociedade.

As ligações e interseções entre as múltiplas áreas de conhecimento e a música estão em conformidade com os fluxos de pesquisa abrangentes multidisciplinares, transdisciplinares e interdisciplinares. Pesquisadores da área de neurociências buscam constantemente interfaces com a música ¹³³. Contudo, o resultado dessa interseção não é percebido no dia a dia do ensino das disciplinas musicais oferecidas atualmente nos cursos de formação acadêmica visto que a

¹³² This implies that the neural information leading to the sensation of pitch height does not stem from a resonance with one precisely defined frequency in the ear cochlea. It is the result of a more complex interaction and integration of impulses from a number of responding nerve fibers. (CHRISTENSEN, 1996 p. 16)

¹³³ Para maiores informações sobre pesquisas consultar o International Laboratory for Brain Music and Sound Research disponível em: <http://www.brams.org/>

subdivisão didática em disciplinas apresenta conteúdo programático de tema exclusivo. Esses roteiros de ensino e aprendizagem persistem como diretriz pedagógica de ensino.

A neurociência cognitiva em união com a música compõe um espaço que possibilita novas indagações sobre a arte musical e os aspectos da fisiologia humana. Este tipo de pesquisa interdisciplinar abrange psicologia, cognição, neurociência, filosofia e ramos derivados, educação e teoria da música; uma investigação abrangente que se inicia nas diferenças e similaridades da percepção musical individual. A neurociência cognitiva da música investiga as relações existentes entre os fenômenos musicais e a mente humana.

Esta relação faz parte de nossas raízes culturais de origem indígena. Schurmann (1989) afirma que a tradição cultural indígena brasileira apresenta uma relação de consciência dos atos de ver e ouvir com os atos de conhecer e entender remetendo a uma função complexa da música nos grupos sociais. (FREIRE, 2010 p. 45)

As práticas musicais nunca poderiam reduzir-se a meras manifestações espontâneas, mas teriam que seguir por um complexo caminho onde se viabilizasse o ato de comunicar socialmente a compreensão de toda uma ideologia que se encontra na base da estrutura gentílica (SCHURMANN, p. 30, apud FREIRE 2010 p. 45)

A relevância social da música apresentada em eventos ritualísticos de cunho religioso e profano é encontrada nos registros arqueológicos anteriores a era da agricultura, além do que, não existe sociedade sem algum tipo de música (LEVITIN, 2006 p.4).

Alguns dos mais antigos artefatos físicos encontrados em locais de escavações de homo sapiens e pré-homo sapiens são instrumentos musicais: flautas do osso e peles de animais esticadas sobre tocos de árvores para fazer tambores. Sempre que os seres humanos se reúnem por qualquer motivo, a música está lá: casamentos, funerais, formatura de faculdade, homens marchando para a guerra, eventos esportivos em estádios, uma balada a noite na cidade, oração, um jantar romântico, mães embalando seus filhos para dormir, e alunos estudando com música ao fundo. Ainda mais em culturas não industrializadas do que em sociedades ocidentais, a música é e foi parte do tecido da vida cotidiana. Apenas recentemente em nossa própria cultura, há quinhentos anos, surgiu uma distinção que cortou a sociedade em dois, formando classes separadas de músicos e ouvintes de música. Na maior parte do mundo e na maioria da história humana, fazer música era uma atividade natural como respirar e andar, e todos participavam. Salas de concertos, dedicadas à performance da música, surgiram apenas nos últimos séculos.¹³⁴ (LEVITIN, 2006 p.6, tradução nossa)

¹³⁴ Some of the oldest physical artifacts found in human and protohuman excavation sites are musical instruments: bone flutes and animal skins stretched over tree stumps to make drums. Whenever humans come together for any

O antropólogo Jim Ferguson (1994) em sua pesquisa em Lesotho, na África, observou que nestas sociedades isoladas ou declaradas como primitivas, a música e a dança fazem parte do dia a dia como um evento cotidiano. Não existem músicos ou dançarinos profissionais, todos participam de forma natural. A música e a dança em Lesotho são uma única atividade cotidiana e praticada por todos. A música implica em um movimento do corpo e isso nos grupos declarados pelo pesquisador como primitivos é considerada uma forma de expressão natural.

A música passa de um período significado pelo seu uso ritualístico para abranger também uma representação estética que se inicia na Grécia e na China com o nascimento de uma concepção filosófica da música e de sua teoria musical. Ser músico para a sociedade grega de então significava ser detentor de grande cultura e capacidade de desempenho eficaz de uma representação artística. (FREIRE, 2010 p. 60). A paideia é conceituada neste período.

A música esteve e está vinculada ao conhecimento, à cultura e à representação social de cunho ritualístico e/ou artístico. Segundo Freire (2010), sua representatividade social abrange aspectos funcionais de expressão emocional, prazer estético, divertimento, comunicação, representação simbólica, reação física, imposição de conformidade a normas sociais, validação das instituições sociais e dos rituais religiosos, contribuição para a continuidade e estabilidade da cultura, e contribuição para a integração da sociedade.

A prática musical cotidiana realizada no ambiente familiar das sociedades atuais foi substituída por outras formas de entretenimento onde os autores da ação passaram a ser receptores, principalmente por conta dos adventos tecnológicos que se tornaram disponíveis. Previamente ao advento do rádio e da televisão, como forma de entretenimento provido por algum fator externo, as famílias se reuniam em suas casas para fazer música juntos. Esse comportamento foi se perdendo na história das sociedades tecnológicas industrializadas. Não obstante a isto, na atual sociedade somos permanentemente assediados por música. A música nos acompanha em quase todos os momentos e lugares. No entanto, os grupos sociais tendem a participar cada vez menos de sua produção criativa ou de sua performance como forma natural

reason, music is there: weddings, funerals, graduation from college, men marching off to war, stadium Sporting events, a night on the town, prayer, a romantic dinner, mothers rocking their infants to sleep, and college students studying with music as a background. Even more so in non-industrialized cultures than in modern Western societies, music is and was part of the fabric of everyday life. Only relatively recently in our own culture, five hundred years or so ago, did a distinction arise that cut society in two, forming separate classes of music performers and music listeners. Throughout most of the world and for most of human history, music making was as natural an activity as breathing and walking, and everyone participated. Concert halls, dedicated to the performance of music, arose only in the last several centuries. (LEVITIN, 2006, p. 6)

de produção do próprio entretenimento ou ritual. Os membros dos grupos sociais atuam principalmente como receptores daquilo que lhes é musicalmente impingido.

Uma hora de televisão é acompanhada por dúzias de melodias projetadas para atrair adrenalina, lágrimas ou dinheiro de consumo. A música é usada para fazer operários de fábricas produzirem mais engenhocas e as galinhas porem mais ovos. Já foi usada para curar, hipnotizar, reduzir a dor e como auxiliar de memorização. Dançamos ao som de música, compramos com música, limpamos a casa com música, fazemos ginástica com música. E, vez por outra, nos sentamos e ouvimos atentamente música. Um marciano visitante poderia concluir que qualquer espécie que se cercasse a tal ponto de música deveria estar voltada para o desempenho. Mas não é este o caso. Quanto mais somos cercados por música, menos praticamos. Nas sociedades pré-tecnológicas, a fronteira entre fazer música e ouvir música não é bem definida. (...) na sociedade industrializada a especialização separou o intérprete do ouvinte. (JOURDAIN, 1998 p. 306, tradução nossa)

Nossa experiência pedagógica nos levou a observar que a organização estrutural do ensino acadêmico em música em conjunto com o abandono da prática familiar e social, promoveu um engessamento da naturalidade do ato de praticar música influenciando, de certa maneira, na formação exigida dos profissionais especialistas nas diversas vertentes da área.

Existe uma grande ênfase na especialização e no desenvolvimento de qualidades e habilidades para que alguém seja um músico profissional. Isso fez com que a naturalidade se perdesse e de alguma forma criou um dogma em torno do ouvido absoluto e relativo com aparente impossibilidade de desenvolver, ou devolver a naturalidade da percepção e da escuta musical como capacidade inerente humana vinculada às atividades sociais étnicas de cada grupo.

Criou-se uma necessidade real de preparo e desenvolvimento da habilidade perceptiva. É coerente e válido ter como objetivo em nossa sociedade subdividida em especializações, que os ditos músicos profissionais concebam o ato de escutar, entender e aferir a música suas notas reais de forma natural.

A capacidade de possuir como habilidade musical o intangível ouvido absoluto não é alcançada no estudo da disciplina e, portanto, tal habilidade é desacreditada como necessidade real ou é dogmatizada devido a total e absoluta falta de meios de ser alcançada.

A classificação e definição dos tipos de ouvido é também deficiente e o tema se mantém permanentemente distanciado das rodas de discussão sendo dado como concluído pelo mesmo pensamento engessado já citado anteriormente sobre ser uma habilidade inata, e assim sendo,

impossível de ser adquirida, ou apenas abordado sob a égide de um novo pensamento pedagógico que não oferece uma real solução do problema.

A impossibilidade de os músicos adquirirem o ouvido absoluto parte de uma premissa tácita que preconiza um perfeito reconhecimento inato das frequências sonoras estabelecidas no sistema tonal/modal. No entanto, não existem provas científicas ou musicais que atestem ser possível ou até mesmo provável que um recém-nascido traga do ato do nascimento o conhecimento da exata localização da altura de um Lá 440 **Hz**, donde conclui-se que isto é aprendido em algum momento através da inteligência.

Depois que se aprende que esta frequência é denominada de nota “Lá”, a memória tende a identificá-la sempre dentro do espectro de frequências que se desdobram na estrutura do sistema tonal, formando uma relação comparativa entre as notas cujo ouvido identifica como alturas definidas utilizadas na prática musical. Se o Lá está em 442 **Hz**, todas as outras frequências são atualizadas em um novo universo de significações de alturas. O mesmo acontece quando o Lá está em 445 **Hz**, ou em 435 **Hz**.

De acordo com nossa experiência pedagógica e à qualidade de nosso ouvido musical denominado de absoluto, observamos que o ouvido musical é reflexo da memória e da inteligência do indivíduo, bem como da capacidade de aglutinar informações perceptivas e teórico- musicais. A designação das frequências se estabelece dentro do universo em que a nota geradora (no caso o Lá) determina o ponto de partida: quanto menor a frequência da nota geradora, maior o número de notas agudas no universo sonoro formado e menor o número de notas graves a serem denominadas; quanto maior a frequência da nota geradora, o contrário acontece visto que a capacidade auditiva capta o som em um espectro determinado. Existe uma variação de denominação de acordo com a frequência da nota geradora, mas não um aumento ou diminuição do espectro auditivo.

A percepção do conjunto de notas formado por uma nota geradora é realizada devido a um conjunto de fatores. Assim sendo, pessoas que possuem um “Lá” fixo imutável apresentam uma capacidade cérebro-musical não flexível conforme convém às necessidades práticas do exercício da música. Apesar de demonstrarem ter um ouvido absoluto a partir do Lá 440 **Hz**, alguma coisa fica incompleta, visto que, o ouvido não consegue se adaptar a um outro conjunto de relações intervalares. Como dissemos acima, não existem provas científicas nem musicais de que uma pessoa possa nascer sabendo da localização exata de uma frequência, portanto, esse

tipo de ouvido musical não pode ser classificado como absoluto de acordo com a classificação tradicional. Nos parece ser um tipo de ouvido que engessou seu desenvolvimento em um determinado estágio de sua evolução.

Analogamente, fica clara a dificuldade de estabelecer espectros coerentes de frequências em uma distribuição tonal ou modal lógica, se a referência sonora externa emite o tom inserido em um pacote sonoro repleto de oscilações, como as contidas no um vibrato exagerado ou em uma desafinação sutil. A tendência do ouvinte é desprezar o estímulo auditivo externo mantendo-se fiel à afinação projetada mentalmente pelo ouvido interno.

Pessoalmente, ao tentar me adaptar a um coral de vozes cuja nota Lá oscila verticalmente para cima e para baixo, tenho a impressão de estar tentando focalizar uma tela de televisão antiga cujo controle “vertical” está danificado, fazendo com que a tela (nota referencial) suba e desça descontroladamente o que inviabiliza tanto a visão da imagem da tela, quanto a percepção e emissão da frequência do tom. A localização e estabelecimento do conjunto lógico das frequências se torna impossível e a tentativa ininterrupta de conseguir reflete-se em cansaço e frustração. Mais vale um coro que vai descendo a afinação do que um cantante que em curto espaço de tempo sobe e desce descontroladamente seu diapasão. Especialmente em solos isto é mais doloroso, e em atuações em conjunto de câmara com voz e instrumentos, irritante.

Note-se que na música antiga praticada em instrumentos de época afinados com o Lá em 435 **Hz**, os chamados detentores do ouvido absoluto não escutam um semitom abaixo, escutam no tom correto com a afinação de 435 **Hz**. Acreditamos que isso ocorre devido ao fato de o sistema tonal ser estruturado a partir de suas relações internas matematicamente lógicas que produzem a sensação de espaço preenchido por frequências divisoras da corda.

As conclusões a respeito do comportamento do ouvido absoluto na percepção dos sons musicais e de outros sons do ambiente é resultante de minhas próprias análises das capacidades de minha percepção. Em última análise eu posso afirmar que possuo o denominado ouvido absoluto e, assim sendo, durante os longos anos de pesquisa sobre o assunto, fui ao mesmo tempo pesquisadora e objeto de estudo.

Observando as diferentes habilidades que meus colegas de classe apresentavam em relação à percepção musical, eu constantemente indagava: afinal, o que eu escuto e porquê eu escuto? E se os outros não escutam o que eu escuto, o que escutam afinal?

Músicos e não músicos têm a capacidade cognitiva de detectar notas erradas, de gravar mentalmente centenas de melodias, de bater o pé no tempo da música, de acelerar ou retardar um acompanhamento de palmas para se manter no tempo exato. A realização dessas tarefas é simples para a grande maioria das pessoas e costuma ser realizada sem a menor dificuldade.

Com a evolução natural e a especialização musical, os povos do leste europeu deveriam poder nomear as notas sem dificuldades, já que os povos de línguas tonais fazem isso naturalmente. Por que é tão difícil para os ocidentais músicos nomear com precisão os doze tons?

Percebi que as notas eram identificadas segundo minhas próprias memórias. A primeira nota que me foi apresentada, tratava-se de um Dó³. Por anos esta foi minha nota base originadora da relação intervalar que estabelecia as outras frequências, foi o meu Lá. Em verdade isso não faz nenhuma diferença. Se a nota geradora é o Lá ou o Dó não interferirá na organização mental do conjunto de frequências. Todo um sistema de relações de alturas musicais será formado e memorizado a partir de um único ponto de referência dentro dos domínios do sistema tonal, e tanto faz se a nota geradora é Dó, Ré, Mi ou Lá.

Avaliar, classificar e definir parâmetros estruturais de compreensão da apreciação musical aural vinculada à disciplina percepção musical e ao objetivo de desvendar os segredos de se ter um ouvido classificado comumente como absoluto, esbarra em afirmações voláteis que facilmente se tornam questionáveis devido ao próprio avanço nos vários campos de pesquisa que trazem constantemente novas perspectivas e descobertas de toda ordem nas diversas áreas de conhecimento vinculadas à música.

Neste universo de novas informações frequentes derivadas dos campos de pesquisa correlatos, traçar uma estratégia profícua de aproveitamento dos conhecimentos oferecidos, beneficiando o ensino da percepção musical, constitui-se em contínuo e copioso desafio.

CAPÍTULO 4.

A MENTE MUSICAL

Mens sana in corpore sano.

A neurociência cognitiva se dedica ao estudo da cognição e busca compreender, através de um mapeamento cada vez mais complexo e específico do cérebro, como as funções cerebrais determinam nossa inteligência, nosso talento, habilidade ou inclinação para realizar com mais facilidade e prazer esta ou aquela determinada tarefa. Sendo todo o nosso organismo comandado pelo cérebro, as pesquisas se mostram intensas em todas as áreas de interesse humano. Em relação ao que concerne à música em geral, não é diferente.

A neurociência cognitiva se estruturou a partir da psicologia evolucionária, que correlaciona a evolução do físico com o mental como resultado de nossa evolução dentro de um ambiente que exigia, cada vez mais, a capacidade de uma plasticidade cerebral que rapidamente se adaptasse às suas mudanças.

Um campo científico relativamente novo, a psicologia evolucionária, estende a noção de evolução do físico para o reino do mental. Meu mentor, quando eu era estudante na Universidade de Stanford, o psicólogo cognitivo Roger Shepard, observa que não apenas nossos corpos, mas nossas mentes são o produto de milhões de anos de evolução. Nossos padrões de pensamento, nossas predisposições para resolver problemas de certos modos, nossos sistemas sensoriais - como a capacidade de ver a cor (e as cores particulares que vemos) - são todos produtos da evolução. Shepard enfatiza ainda mais o ponto: nossas mentes coevoluíram com o mundo físico, mudando em resposta a condições em constante mudança. (LEVITIN, 2006, p.8, tradução nossa)¹³⁵

Os pesquisadores no campo da psicologia evolucionária acreditavam ser possível aprender muito mais sobre o comportamento humano considerando a evolução da mente como ponto de partida. Este questionamento conduziu a psicologia evolucionária a um questionamento em outros campos englobando assim as matérias que compõem o campo atual da neurociência cognitiva. Para pesquisas artísticas, acreditamos que considerar a evolução da mente como ponto de partida para os comportamentos psicológicos do homem adiciona um campo frutífero de ideias e possibilidades, principalmente se considerarmos as configurações

¹³⁵ A relatively new scientific field, evolutionary psychology, extends the notion of evolution from the physical to the realm of the mental. My mentor when I was a student at Stanford University, the cognitive psychologist Roger Shepard, notes that not just our bodies but our minds are the product of millions of years of evolution. Our thought patterns, our predispositions to solve problems in certain ways, our sensory systems—such as the ability to see color (and the particular colors we see) — are all products of evolution. Shepard pushes the point still further: Our minds coevolved with the physical world, changing in response to ever-changing conditions

formadas por esse desenvolvimento em suas representações artísticas, em especial na música. Estabelecer as conexões do trinômio música-homem-evolução contextualiza socialmente o papel da música, ao mesmo tempo que demarca um momento do desenvolvimento evolutivo do homo sapiens.

Certamente, a música de cinquenta mil ou cem mil anos atrás é muito diferente da música da era Cristã. Os atuais neurocientistas cognitivos procuram percorrer os caminhos da mente do passado, do presente e do futuro, com o intuito de desvendar seus mistérios o que, sem dúvida, beneficiará também as pesquisas no campo musical.

Existem ainda dúvidas sobre um cem número de questões: o que é inteligência, como a memória é armazenada e construída, por que as pessoas possuem talentos e onde estão localizados, como percebemos o mundo, como o cérebro representa o tempo, o que é consciência?

Por uma observação lógica e análoga, percebe-se que deve existir um elo entre a inteligência, a memória, o aprendizado e a forma como processamos tudo isso no cérebro. Nossas apreensões do sensível da obra de arte e como nos relacionamos diretamente com o objeto artístico, nos transmite um conjunto de informações traduzidas por nossa ação perceptual englobando um conjunto de fatores.

*A inteligência deseja a objetividade, como a percepção o objeto. Anseia por conteúdos objetivos, significações objetivas explícitas, que ela própria será capaz de descobrir, de receber ou de comunicar. É, pois, tão objetivista quanto a percepção. Ao mesmo tempo que a percepção se dedica a apreender o objeto sensível, a inteligência se dedica a apreender as significações objetivas. Pois a percepção acredita que a realidade deva ser *vista, observada*, mas a inteligência acredita que a verdade deva ser *dita e formulada*. (DELEUZE, 2003 p.22)*

Essas questões complexas podem ser melhor avaliadas ao unirmos a neurociência, a música e a cognição formando uma disciplina relativamente nova: a neurociência cognitiva musical.¹³⁶

Há um outro ganho diferenciado desta cientifização da pesquisa musical que é a mudança de categoria de importância social dos músicos profissionais. Com os avanços

¹³⁶ Muitos pesquisadores estão em pleno curso investigatório dos temas que envolvem a neurociência cognitiva musical. Dentre eles destacamos Robert Zatorre que possui uma vasta coleção de estudos da área em parceria com pesquisadores de diversas áreas desde as pedagógicas até as neurológicas. Mais informações sobre os autores e seus respectivos trabalhos pode ser encontrada na bibliografia do presente trabalho.

científicos a música sai do status de “artefato cultural” para auxiliar a resposta de indagações profundas do ser humano que visam elucidar questões como: quem somos nós, de onde viemos e para onde vamos. A arte musical começa a emergir nessa nova sociedade científica que se delinea como uma entidade de outro valor, um valor maior capaz de ampliar o conhecimento humano não apenas por conjecturas impalpáveis sobre o significado da arte ou da estética, mas com bases cientificamente comprovadas.

Não obstante o percurso a ser desbravado, a união de pesquisadores de diversas áreas em um esforço mútuo de busca do conhecimento tem se mostrado cada vez mais evidente dentro dos grupos de pesquisa, e a música muito disso se beneficia.

Acreditamos que a relação entre a música e o cérebro é de importância central para o domínio da neurociência cognitiva. O fato de que as atividades musicais tenham sido geralmente consideradas como um produto requintado da cultura humana, e como tal muitas vezes assumida como meros artefatos culturais, não deve ser tomado como um impedimento para alcançar uma compreensão científica de sua base subjacente. Na verdade, argumentaríamos que a sobreposição cultural associada à música confere a ela um papel chave para a compreensão da biologia das funções cognitivas humanas. De fato, a ubiquidade da música, suas características de desenvolvimento e seus substratos cerebrais levantam a questão da natureza e extensão de seus fundamentos biológicos e como esses interagem com a cultura.¹³⁷ (PERETZ; ZATORRE, 2003 p. v, tradução nossa)

As interlocuções que formam a rede de conhecimentos estruturadores e constituintes do presente trabalho nos conduz a considerações mais sutis sobre as características de uma mente musical que, segundo a antropologia cognitiva, se define como elemento unificador da cultura com a biologia. (GROSS, 2003)

Nas últimas décadas um grande número de pesquisas neurocientíficas preencheu sua pauta com estudos sobre a música e suas correlações com a atividade cerebral. O interesse pelo cérebro dos músicos é explicado pelo fato dos cientistas terem descoberto que seu funcionamento é distinto dos demais, oferecendo assim uma oportunidade singular de mapeamento. Explorando os substratos neurais provenientes das atividades musicais, os pesquisadores buscam dentre outras teses, uma correspondência funcional e biológica de valor

¹³⁷ We believe that the relationship between music and the brain is of central importance for the domain of cognitive neuroscience. The fact that musical activities have generally been considered as an exquisite product of human culture, and as such are often assumed to be merely a cultural artifact, should not be taken as an impediment to achieving a scientific understanding of its underlying basis. In fact, we would argue that the cultural overlay associated with music confers upon it a key role for understanding the biology of human cognitive functions. Indeed, the ubiquity of music, its developmental features, and its brain substrates raise the question of the nature and the extent of its biological foundations, and how these interact with culture. (PERETZ; ZATORRE, 2003p. v)

e importância da música (PERETZ; ZATORRE, 2003- Prefácio). Através dos estudos da música e do cérebro, pretendem estabelecer uma forma de responder a questões profundas da natureza humana que abrangem o estudo cuidadoso de diversas disciplinas tanto das áreas científicas quanto das humanas.

Essa interdisciplinaridade, pluridisciplinaridade, multidisciplinaridade e transdisciplinaridade ocorrem pelo fato de a divisão em áreas de estudo ser uma ferramenta meramente pedagógica para o ensino, não atendendo às necessidades de pesquisas em determinados campos que não podem ser compreendidos isoladamente: a música é uma delas.

A música envolve o corpo e a alma, os sentidos, o raciocínio, a memória, a estética, a etnia, enfim, a construção do ser humano enquanto ente vivente pleno e complexo estruturado nas bases da filosofia.

O dualismo cérebro/mente inerente nesta afirmação, como premissa indispensável à prática musical, já era afirmado pela filosofia. Utilizando noções que posteriormente nortearam a psicologia da música, Descartes concebia a formação da mente predecessora ao nascimento, enquanto o cérebro se desenvolveria após o nascimento em conjunto com a formação do corpo e seu desenvolvimento.

Para os cientistas cognitivos, a palavra mente refere-se à parte de cada um de nós que encarna nossos pensamentos, esperanças, desejos, memórias, crenças e experiências. O cérebro, por outro lado, é um órgão do corpo, uma coleção de células e água, produtos químicos e vasos sanguíneos, que reside no crânio. A atividade no cérebro dá origem ao conteúdo da mente. Os cientistas cognitivos, às vezes, fazem a analogia de que o cérebro é como a CPU de um computador, ou hardware, enquanto a mente é como os programas ou o software em execução na CPU. (Se apenas isso fosse literalmente verdadeiro, nós poderíamos simplesmente correr para comprar uma atualização de memória.) Programas diferentes podem ser executados no que é essencialmente o mesmo hardware - mentes diferentes podem surgir de cérebros muito semelhantes. (LEVITIN, 2006 p. 81, tradução nossa)¹³⁸

¹³⁸ For cognitive scientists, the word mind refers to that part of each of us that embodies our thoughts, hopes, desires, memories, beliefs, and experiences. The brain, on the other hand, is an organ of the body, a collection of cells and water, chemicals and blood vessels, that resides in the skull. Activity in the brain gives rise to the contents of the mind. Cognitive scientists sometimes make the analogy that the brain is like a computer's CPU, or hardware, while the mind is like the programs or software running on the CPU. (If only that were literally true and we could just run out to buy a memory upgrade.) Different programs can run on what is essentially the same hardware—different minds can arise from very similar brains. (LEVITIN, 2006, p. 81)

O estudo da mente, neste caso musical, faz parte do estudo da cognição humana em geral. Proveniente do latim “cogitare” (pensar), a cognição dialoga diretamente com as atividades conceituais do cérebro e suas formulações verbais.

As ciências cognitivas constituem-se em um esforço empírico contemporâneo para responder a questões epistemológicas antigas – sobretudo a questões referentes à natureza do conhecimento, seus componentes, suas fontes, seus desenvolvimentos e sua utilização. (GARDNER, 2004, apud ILARI, 2012 p.22)

Em união com a música, que é definida como um fenômeno estético, a cognição entrelaça o pensar, o sentir e o expressar-se como processos inter-relacionados, ambientadores da experiência musical. Considerada como fenômeno, as experiências musicais são observadas particularmente pela musicologia sistemática, que entende as experiências musicais como possíveis processos gerais com equivalência e afinidade na natureza. Da mesma forma, a cognição musical integra a área de psicologia da música atendo-se mais profundamente ao estudo do modo como a mente reage, idealiza, concebe e controla uma performance ou análise musical.

A correlação entre música e mente ganha mais ênfase a partir do Renascimento. A música deixa de ser encarada apenas como resultado de relações matemáticas envolvendo o espaço-tempo das frequências sonoras, e passa a ser avaliada como expressão e transmissão de sensações, ideias e emoções. (ILARI, 2014 p. 11-33)

A partir do séc. XVIII/XIX as descobertas sobre acústica, fisiologia do ouvido, sistema nervoso central e psicologia foram somando saberes que começam a direcionar paulatinamente um olhar mais abrangente sobre fenômeno musical. Com a sistematização da neurociência no início do séc. XX, as correspondências entre a mente e o funcionamento do cérebro se intensificam. A cognição musical começa a ser amplamente estudada a partir de 1970 com a criação de centros interdisciplinares de pesquisa. A ligação do sensitivo com o fisiológico ganha importância e se alia às descobertas tecnológicas para traçar as diretrizes do seu desenvolvimento.¹³⁹

O funcionamento do cérebro durante a fruição musical demonstra que esta é uma atividade complexa associada a uma construção de informações específicas que são

¹³⁹ Pesquisadores, em conformidade com a Sátira X do poeta romano Juvenal, começam a desvendar os mistérios do cérebro em comunhão com a mente. A equação torna-se bem mais interessante quando adicionamos o fator música ao conjunto de indagações que o tema proporciona: *Mens sana in corpore sano* para a música.

desenvolvidas e estabelecidas como característica da raça humana. Cientistas começam a investigar se sua origem e desenvolvimento seria um traço de nossa evolução.

Como a linguagem, a música é uma atividade complexa, regida por regras, e parece estar associada a uma arquitetura específica do cérebro. Além disso, a sensibilidade à estrutura musical desenvolve-se no início da vida, sem esforço consciente, na grande maioria da população. A música também parece ser exclusiva dos seres humanos, embora alguns investigadores tenham começado a examinar suas possíveis origens evolutivas em outras espécies.¹⁴⁰(WALLIN et alii, 2.000, apud PERETZ; ZATORRE, 2003 p. v)

Contudo, diferentemente da linguagem que é acessível a praticamente a totalidade da população mundial, a música requer determinadas habilidades específicas que a tornam passível de uma performance distinguível e proficiente apenas para uma pequena parte da população. Esta plasticidade cerebral é encontrada de diferentes maneiras naqueles denominados artistas, mas particularmente essa característica parece ser mais amplificada no cérebro dos músicos elegendo-os como campo de estudos ideal.

4.1. O corpo.

Abordaremos aspectos fisiológicos de funcionamento do sistema nervoso central (SNC), em especial, do cérebro: localização e função de seus componentes e suas correlações com os sentidos do corpo humano.

4.1.1 O cérebro

O sistema nervoso central (SNC) é composto pelo encéfalo e a medula espinhal. Localizado no interior da cavidade craniana, o encéfalo abrange o cérebro e outras estruturas como o cerebelo e o bulbo.

¹⁴⁰ Like language, music is a complex, rule-governed activity, and appears to be associated with a specific brain architecture. Moreover, sensitivity to musical structure develops early in life, without conscious effort, in the large majority of the population. Music also appears to be specific to humans, although some investigators have begun to examine its possible evolutionary origins in other species.

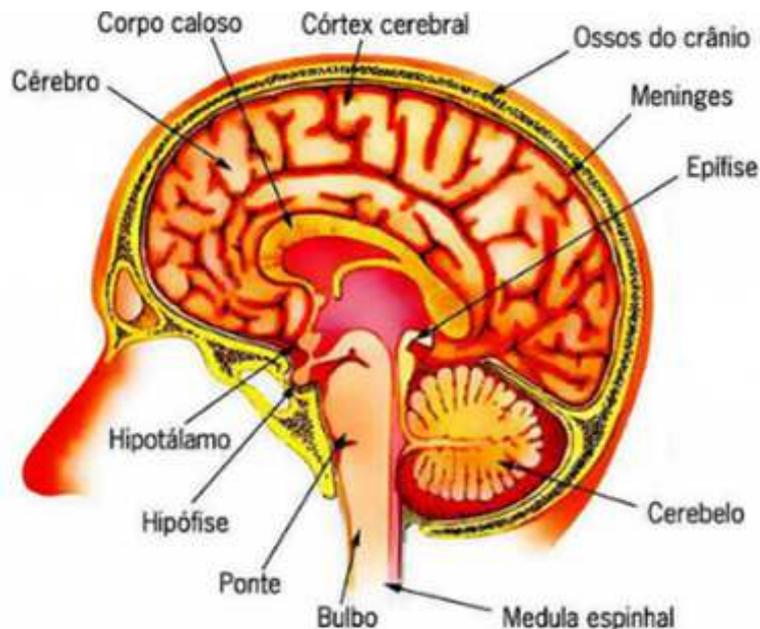


Figura 70. Encéfalo ¹⁴¹

O encéfalo é o centro de controle do corpo que através dos sentidos recebe informações a respeito do mundo que nos cerca.

O encéfalo também recebe um permanente fluxo de sinais de outros órgãos do corpo que o capacitam a controlar os processos vitais do indivíduo. Ele controla os batimentos do coração, a fome e a sede. Todas as emoções, como medo e ira, têm início no encéfalo.¹⁴²

O órgão principal do SNC é o cérebro que equivale a 85% do volume do encéfalo. Em termos fisiológicos, o cérebro é o comandante de uma rede de informações que são enviadas pelo organismo e para o organismo através de processos químicos e eletromecânicos sendo também responsável pelo pensamento, movimento voluntário, linguagem, julgamento e percepção. A mente musical, sem dúvida, está localizada no cérebro e é resultante direta das capacidades ou incapacidades cerebrais individuais onde a memória tem papel importante.

¹⁴¹ Disponível em: <http://www.portalsaofrancisco.com.br/corpo-humano/encefalo>

¹⁴² Disponível em: <http://www.klickeducacao.com.br/enciclo/encicloverb/0,5977,PIG-8521,00.html>.

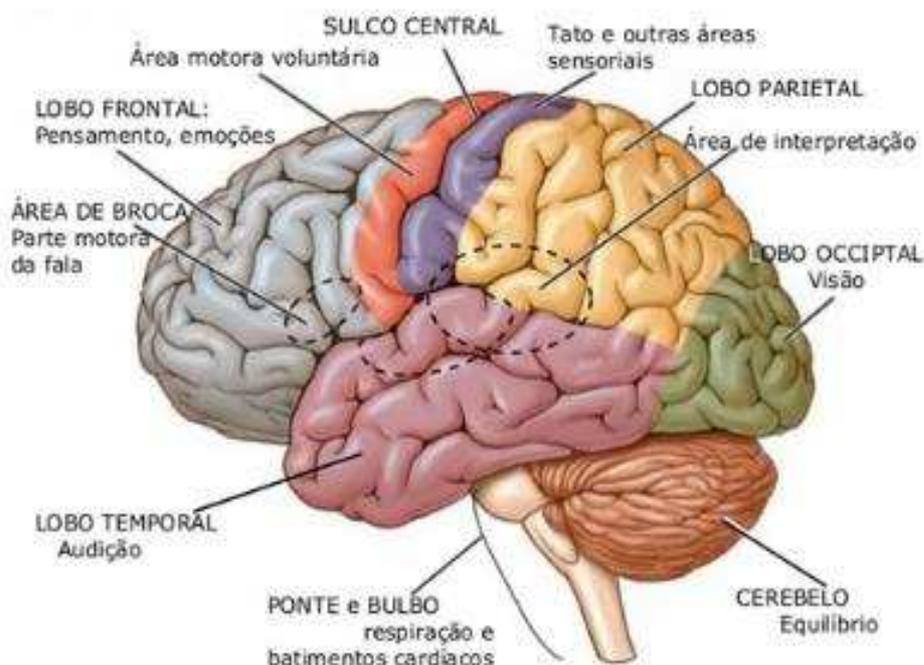


Figura 71. Lobos, cerebelo e medula. ¹⁴³

O cérebro possui áreas distintas e camadas em seus dois hemisférios: direito e esquerdo. Os hemisférios são ligados entre si por um grande feixe de fibras, denominado de corpo caloso e por diversos sistemas de nervos.

A substância cinzenta localizada na superfície de cada hemisfério é denominada córtex, que vem do latim “casca”. Sua espessura varia de 2 a 6 mm. O córtex apresenta uma superfície enrugada e pregueada entremeada por sulcos. Nele se encontra a massa cinzenta que quadruplica seu tamanho se esticada.

O córtex possui cerca de dez bilhões (10.000.000.000) de células e, em 1mm³ (um milímetro cúbico) existem mais conexões do que estrelas na via láctea. Todas as conexões permitem ao cérebro armazenar e recuperar uma imensa quantidade de dados e informações que traduzimos como memória.

A memória é a capacidade que tem o homem e os animais de armazenar informações que possam ser recuperadas e utilizadas posteriormente. Difere da aprendizagem, pois esta é apenas o processo de aquisição das informações que vão ser armazenadas. São vários os processos da memória. O primeiro deles é a aquisição (aprendizagem), seguindo-se a retenção durante tempos variáveis. A retenção por tempos curtos pode ser transformada em retenção de

¹⁴³Disponível em: <https://pt.slideshare.net/Renata1993Freire/sistema-nervoso-32036995>

longa duração pelo processo da consolidação da memória. Em ambos os casos, entretanto, pode haver evocação (lembança) ou esquecimento das informações memorizadas. (LENT, 2010 p. 644)

Cada hemisfério é dividido em lobos a saber:

- A) Lobo frontal. Compreende as áreas logo acima dos olhos. É o que nos torna mais humanos, pois é responsável pelo processamento do pensamento consciente e racional. É onde resolvemos problemas. Os lobos frontais são os condutores das ações e reações que o cérebro fará. Eles sincronizam toda a atividade. No entanto, informações dos nossos sentidos, sejam de prazer ou de perigo, chegam com o dobro de velocidade às amídalas cerebrais. Essa diferença de velocidade significa que podemos reagir instintivamente a uma ameaça, sem que tenhamos que esperar o lobo frontal decidir que atitude tomar. Às vezes não se trata de uma ameaça, mas apenas de um susto, por exemplo, provocado por um barulho inesperado. Nesse caso, o raciocínio do lobo frontal sinaliza que não se trata de uma ameaça e que está tudo bem. O córtex motor ocupa o terço anterior dos lobos frontais.
- B) Lobo parietal. É o responsável pela percepção de estímulos sensoriais que acontecem na epiderme ou nos órgãos internos. Está localizado na parte posterior do lobo frontal.
- C) Lobo temporal. Localizado na região da nuca e está vinculado à audição. Possui uma área denominada de córtex auditivo.
- D) Lobo occipital. Nele encontra-se o córtex visual que recebe as informações enviadas pelo sentido da visão.

A percepção é processada nas diversas áreas do cérebro, como foi dito anteriormente, e atuam em conjunto de forma cooperativa no reconhecimento de todos os atos e fatos percebidos.

A percepção visual localizada no lobo occipital interage com os lobos temporal e parietal.

A modalidade visual é a que está mais bem estudada a esse respeito, conhecendo-se uma via cortical dorsal, destinada a identificação das relações espaciais dos objetos com o observador e com o mundo, e uma via ventral cuja função é reconhecer o objeto, dando-lhe um nome e identificando a sua função e a sua história. A via dorsal envolve regiões do lobo parietal, enquanto a via ventral envolve regiões do lobo temporal. (LENT, 2010 p. 612)

O mesmo ocorre com a percepção sonora onde os diferentes lobos cerebrais se comunicam.

Paralelismo semelhante vai aos poucos se estabelecendo também no caso da percepção auditiva, onde uma via ventral cuida do reconhecimento dos sons complexos, incluindo a fala que ouvimos, e uma via dorsal articula a percepção auditiva com o comportamento motor, responsável entre outras coisas pelo incontável impulso que temos de acompanhar com o corpo o ritmo das músicas. (LENT, 2010 p. 612)

O cérebro também dispõe de um sistema que estabelece a importância de cada estímulo sensorial com finalidade de otimizar a percepção focalizando a atenção naquilo que é definido como de maior importância. A partir dessa classificação, determinadas áreas específicas entram em ação.

Para que os mecanismos da percepção possam ser otimizados, e preciso selecionar dentre os inúmeros estímulos provenientes do ambiente aqueles que são mais relevantes para o observador. Para isso, o SNC conta com a atenção, um mecanismo de focalização dos canais sensoriais capaz de facilitar a ativação de certas vias, certas regiões e até mesmo certos neurônios, de modo a colocar em primeiro plano sua operação, e em segundo plano a de outras regiões que processam aspectos irrelevantes para cada situação. (LENT,2010 p.612)

As memórias de curto e longo prazo são armazenadas nas respectivas áreas corticais de acordo com a função: memórias motoras no córtex motor (lobo frontal), memórias visuais no córtex visual (lobo occipital), memórias sonoras no córtex auditivo (lobo temporal), e assim por diante. (LENT, 2010 p.644)

Memórias do córtex motor e do córtex visual (...) podem ser mobilizadas como memória operacional pelas áreas pré-frontais, em ligação com áreas do córtex parietal e occipitotemporal. Além disso, as memórias explícitas podem ser consolidadas pelo hipocampo e áreas corticais adjacentes do lobo temporal medial, em conexão com núcleos do tálamo e do hipotálamo. Finalmente, o processo de consolidação é fortemente influenciado por sistemas moduladores, sobretudo aqueles envolvidos com o processamento emocional, como o complexo amigdalóide do lobo temporal. (LENT, 2010 p.644)

O SNC é formado principalmente por neurônios e células gliais¹⁴⁴. Os neurônios são células especializadas em transmissão e recepção de informações e realizam tal operação através de um sistema vários prolongamentos denominados de dendritos para a recepção de sinais, e de um único prolongamento para a emissão das informações captadas denominado de axônio. Esses dois tipos de célula atuam em conjunto e de modo integrado formando um circuito que processa as informações do ambiente externo e do meio interno inclusive as geradas pelo próprio SNC. A comunicação entre os neurônios se dá na direção dos dendritos para o terminal axônio e uma cadeia de neurônios se forma a partir dessas conexões. A rede de dendritos pode

¹⁴⁴ Células gliais são células não neuronais do sistema nervoso central que proporcionam suporte e nutrição aos neurônios.

ser desenvolvida, produzindo uma arborização, segundo as necessidades propostas pelo meio ambiente. (LENT, 2010 p.72)

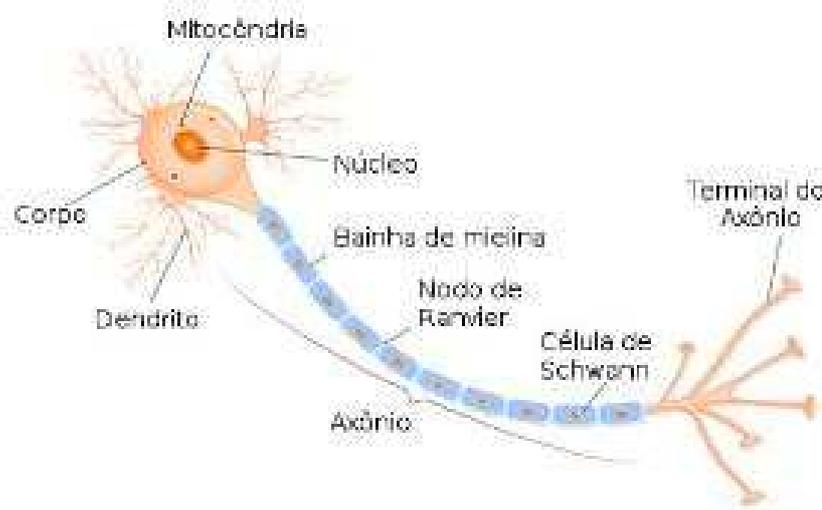
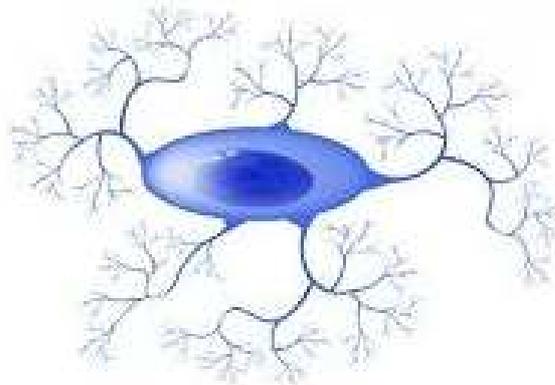


Figura 72. Exemplo de célula neuronal.¹⁴⁵

A neuroglia é um conjunto polivalente de células não neuronais, cujas características permitem operar dezenas de funções diferentes que contribuem direta ou indiretamente com o processamento de informações pelo sistema nervoso, seja modulando a transmissão sináptica entre neurônios, trocando sinais com eles, acelerando a propagação dos impulsos nervosos, regulando o fluxo sanguíneo local em função da atividade neuronal, orientando os deslocamentos celulares durante o desenvolvimento, atuando como células-tronco em certas regiões, participando dos mecanismos de defesa imunitária do sistema nervoso, ou garantindo a infraestrutura metabólica para o funcionamento dos neurônios. (LENT, 2010 p.73)



¹⁴⁵ Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/neuronios/>

Figura 73. Exemplo de célula glial (microglia)¹⁴⁶

Um cérebro fisiologicamente sadio possui cerca de cem bilhões de neurônios (100.000.000.000). Apenas 4 deles podem se conectar de 64 formas diferentes. O número de conexões cresce exponencialmente de acordo com o número de neurônios envolvidos na ação.

Uma fórmula matemática identifica o número de possibilidades de conexões de acordo com o número de neurônios envolvidos: $2^{(n-1)}$; produzindo o seguinte resultado:

- 2 neurônios → duas possibilidades de como podem ser conectados
- 3 neurônios → 8 possibilidades diferentes de conexão
- 4 neurônios → 64 possibilidades diferentes de conexão
- 5 neurônios → 1.024 possibilidades diferentes de conexão
- 6 neurônios → 21.768 possibilidades diferentes de conexão

Essa imensa quantidade de neurônios é constantemente monitorada e reparada. Recentes pesquisas afirmam que a rede neuronal também é renovada. A neurogênese estuda a criação e proliferação de novos neurônios no cérebro em substituição a neurônios mortos.

A existência da neurogênese foi estabelecida cientificamente e sabemos que ocorre quando as células estaminais, um tipo especial de célula localizada no giro denteado, no hipocampo e possivelmente no córtex pré-frontal, se dividem em duas células: uma célula estaminal e uma célula que se transformará em neurônio, com axônio e dendritos. Esses novos neurônios depois migrarão a áreas distantes do cérebro onde são necessários e possuirão o potencial para permitir o cérebro reabastecer seu abastecimento de neurônios.

O cérebro também é capaz de processar ações diversas paralelamente realizando quase sempre multitarefas. (LEVITIN, 2006, p. 86)

O espaço entre as células do sistema nervoso foi denominado de sinapse por Charles Sherrington. A sinapse é uma estrutura microscópica de contato entre dois neurônios e tem a função de processar os sinais do sistema nervoso transmitindo mensagens entre as células. As mensagens podem sofrer modificação nesta transmissão fruto da flexibilidade funcional do sistema nervoso. Existem dois tipos de sinapses: sinapses químicas e sinapses elétricas. (LENT, 2010 p.112)

As sinapses elétricas - chamadas junções comunicantes - são sincronizadores celulares. Com estrutura mais simples, transferem correntes iônicas e até mesmo pequenas moléculas entre células

¹⁴⁶ Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/celulas-gliais/>

acopladas. A transmissão é rápida e de alta fidelidade; por isso as sinapses elétricas são sincronizadoras da atividade neuronal. Por outro lado, tem baixa capacidade de modulação. As sinapses químicas são verdadeiros *chips* biológicos porque podem modificar as mensagens que transmitem de acordo com inúmeras circunstâncias. Sua estrutura é especializada no armazenamento de substâncias neurotransmissoras e neuromoduladoras que, liberadas no exíguo espaço entre a membrana pré e a membrana pós-sináptica, provocam, nesta última, alterações de potencial elétrico que poderão influenciar o disparo de potenciais de ação do neurônio pós-sináptico. (LENT, 2010 p. 112)

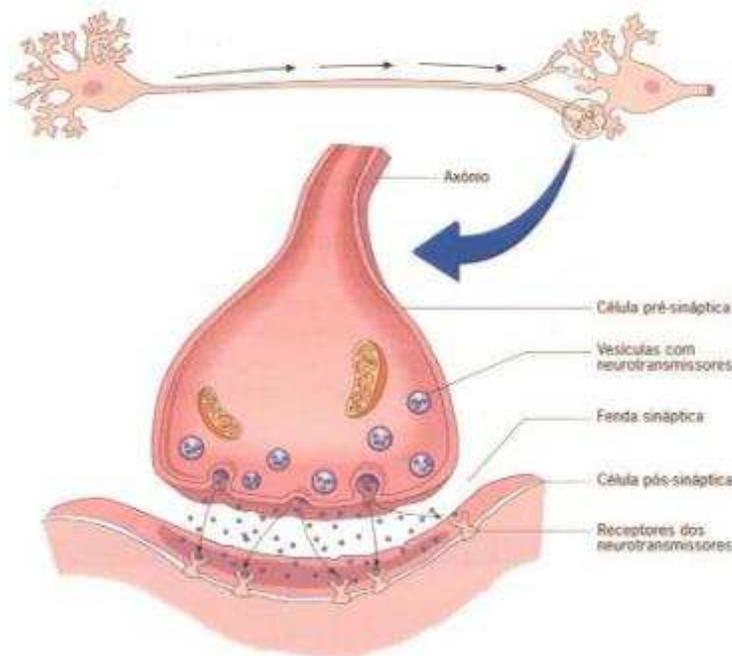


Figura 74. Exemplo de sinapse sendo realizada¹⁴⁷.

Além de realizar sinapses constantemente, as células do SNC são mutáveis e dotadas de plasticidade. De forma mais ampla, a plasticidade serve para indicar vários níveis de alteração do sistema nervoso desde as provas moleculares de alterações genéticas até padrões de comportamento.

O CONCEITO DE PLASTICIDADE “Plástico” deriva do grego πλαστός (plastos), que significa moldado. De acordo com o Oxford English Dictionary, ser plástico refere-se à habilidade de passar por mudanças de forma. William James (1890), em *The Principles of Psychology*, foi o primeiro a introduzir o termo ‘plasticidade’ nas neurociências em referência à susceptibilidade do comportamento humano para modificação. Plasticidade [...] significa a posse de uma estrutura débil o bastante para ceder a uma influência, mas forte o bastante para não ceder tudo de uma só vez. Cada fase relativamente estável de equilíbrio em tal estrutura é marcada pelo que podemos chamar de um novo

¹⁴⁷ Disponível em: <http://medicinaexplicada.blogspot.com.br/2014/05/sinapses.html>

conjunto de hábitos. A matéria orgânica, especialmente o tecido nervoso, parece provida de um grau extraordinário de plasticidade desse tipo; e assim podemos estabelecer sem hesitação como nossa primeira proposta o seguinte: que o fenômeno do hábito nos seres vivos se deve à plasticidade. Alguns anos mais tarde, Santiago Ramón y Cajal (1904), em *Textura del Sistema Nervioso*, argumentou que a mutabilidade comportamental deve ter uma base anatômica no cérebro, e assim estendeu a noção de plasticidade para o substrato neural. Considerando a aquisição de novas habilidades, escreveu Cajal: O trabalho de um pianista [...] é inacessível para o homem leigo, já que a aquisição de novas habilidades requer muitos anos de prática mental e física. Para entender plenamente este complexo fenômeno é necessário admitir, além do reforço de vias orgânicas pré-estabelecidas, a formação de novas vias por ramificação e crescimento progressivo da arborização dendrítica (NT - arborización dendrítica) e dos terminais nervosos. (PASCUAL-LEONE et al, 2005 p. 378)

A plasticidade sob a luz da neurociência faz alusão a todas as transformações regenerativas possíveis de ocorrer no SNS, sejam de ordem estrutural ou funcional. Isso significa que os neurônios têm a capacidade de se regenerar e podem também modificar, de modo permanente ou pelo menos prolongado, a sua função e a sua forma em resposta a ações do ambiente externo, minimizando os efeitos de estruturas alteradas por patologias ou a recuperação após transtornos ou lesões. (KOLB, 2011; LENT, 2010 p. 147).

A plasticidade pode ser:

- A) Regenerativa, consistindo no recrescimento de axônios lesados;
- B) Axônica, que permite aos terminais axônicos dos neurônios sadios reorganizar sua distribuição em resposta a diferentes estímulos ambientais;
- C) Sináptica, que consiste no aumento ou na diminuição, prolongados ou permanentes, da eficácia da transmissão sináptica, e pode resultar na estabilização das sinapses existentes e até mesmo na formação de novas sinapses. A plasticidade sináptica tem atraído grande interesse dos neurocientistas, pois pode ser a base celular e molecular de certos tipos de memória das pessoas adultas;

Cada vez que ganhamos novos conhecimentos (através da prática repetida), a comunicação sináptica entre neurônios é fortalecida. Uma melhor conexão entre os neurônios significa que os sinais elétricos viajam com mais eficiência ao criar ou usar uma nova via. Por exemplo, ao tentar reconhecer um pássaro novo, são feitas novas conexões entre os neurônios específicos. Os neurônios no córtex visual determinam sua cor, o córtex auditivo seu canto, e outros, o nome do pássaro. Para saber que pássaro é, suas características, cor, canto e nome são repetidos muitas vezes. Visitar novamente o circuito neural e restabelecer a transmissão neural entre os neurônios implicados em cada nova tentativa melhora a eficiência da transmissão sináptica. A comunicação entre os neurônios relevantes é facilitada e a cognição é cada vez maior. A

plasticidade sináptica é, talvez, o pilar onde descansa a fantástica maleabilidade do cérebro. (KOLB, 2011)

D) Dêndrica, que consiste na capacidade dos dendritos sadios de reorganizar sua morfologia em resposta a estímulos ambientais;

E) Somática, que consiste na capacidade de regular a proliferação ou morte de células nervosas. (LENT, 2010 p. 147).

Apesar de ser mais presente durante o movimento declinar na vida adulta, a plasticidade não se extingue por completo em nenhum momento da vida humana.

Pesquisas têm demonstrado que o cérebro é capaz de desenvolver, recuperar e formar sinapses através da intensificação da arborização neuronal caracterizada pelo aumento de dendritos. Esse aumento da rede neural pode ser induzido por exercícios direcionados. A plasticidade sináptica é a que comprova ser possível, através de exercícios específicos, criar novas redes neurais. Isto corrobora com a hipótese de que o uso do tonoscópio é capaz de melhorar o ouvido musical, pois induz à formação de novas sinapses.

A formação de novas vias só é possível depois do reforço inicial de conexões pré-existentes. Portanto, a gama de mudanças plásticas possíveis é definida por conexões existentes, que são o resultado do desenvolvimento neural geneticamente controlado e eventualmente diferentes entre os indivíduos. O reforço de conexões existentes, por outro lado, é consequência de influências ambientais, do input aferente e da demanda eferente. (PASCUAL-LEONE et al, 2005 p. 379).

No caso da percepção musical praticada nos Cursos de Graduação em Música no Brasil, o reforço inicial e as conexões pré-existentes são o percurso de aprendizagem e treinamento percorrido pelo aluno antes de seu ingresso na faculdade.

A plasticidade é uma consequência obrigatória de toda atividade neural (mesmo o exercício mental), e as pressões ambientais, a importância funcional e a experiência são fatores críticos (...) A plasticidade é o mecanismo de desenvolvimento e aprendizagem. (PASCUAL-LEONE et al, 2005 p. 393)

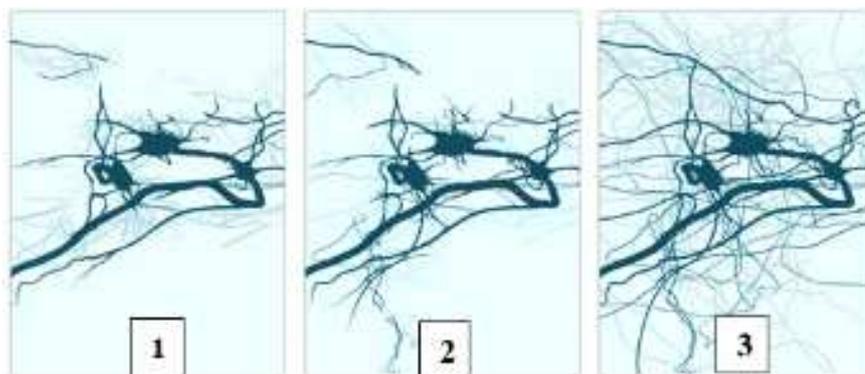


Figura 75. Desenvolvimento sináptico.¹⁴⁸

1. Redes neurais antes do treinamento;
2. Redes neurais 2 semanas após a estimulação.
3. Redes neurais 2 meses após a estimulação.

A plasticidade é uma propriedade intrínseca do sistema nervoso e o cérebro se aprimora para responder de forma eficiente às mudanças projetadas por modificações e pressões do meio ambiente. Este é o mecanismo cerebral de aprendizagem, crescimento e desenvolvimento do conhecimento. Contudo, o cérebro não é apenas uma máquina de realizar sinapses através de uma multiplicação de atos de plasticidade, o SNC é uma estrutura complexa “continuamente em mudança, da qual a plasticidade é uma propriedade integral e consequência obrigatória de cada input sensorial, ato motor, associação, sinal de recompensa, plano de ação, ou percepção”. (PASCUAL-LEONE et al, 2005 p. 380)

Vários mecanismos celulares e moleculares foram propostos como bases biológicas da memória: são os mecanismos da plasticidade sináptica e outros fenômenos de modificação dinâmica da função e da forma do sistema nervoso, em resposta às alterações do ambiente. (LENT, 2010 p.644)

Assim sendo, os comportamentos levam a uma modificação nos circuitos cerebrais, do mesmo modo que mudanças nos circuitos cerebrais levarão a uma modificação de comportamento - é exatamente aí que reside nossa hipótese de desenvolvimento do ouvido musical.

A experiência musical modifica estruturalmente o cérebro. Pessoas sem treino musical processam melodias preferencialmente no hemisfério cerebral direito, enquanto nos músicos, há uma transferência para o hemisfério cerebral esquerdo. O treino musical também aumenta o tamanho, a conectividade (maior número de sinapses-contatos entre os neurônios) de várias áreas cerebrais como o corpo caloso (que une um lado a outro do cérebro), o cerebelo e o córtex motor (envolvido com a execução de instrumentos).

¹⁴⁸ A figura abaixo ilustra o resultado de um treinamento artístico cujos detalhes técnicos estão disponíveis no site: <https://www.cognifit.com/br/plasticidade-cerebral>

Ativação maior de áreas do hemisfério cerebral esquerdo pode potencializar não só as funções musicais, mas também as funções linguísticas, que são sediadas neste mesmo lado do cérebro. Vários circuitos neuronais são ativados pela música, uma vez que o aprendizado musical requer habilidades multimodais que envolvem a percepção de estímulos simultâneos e a integração de várias funções cognitivas como a atenção, a memória e das áreas de associação sensorial e corporal, envolvidas tanto na linguagem corporal quanto simbólica. (MUSZKAT, 2012 p.68)

A memória pode ser dividida em duas categorias: memória de eventos, fatos ou episódica (memória declarativa), e memória de habilidades e regras (memória processual). Essas categorias de memória são também identificadas como memória “o quê” e memória “como” respectivamente. O somatório de memórias declarativas compreende o conhecimento, e o somatório de memórias processuais, a inteligência. Essa classificação se baseia no fato de pacientes com amnésia que não conseguem lembrar episódios ocorridos no corrente dia, ainda conseguem aprender novos procedimentos comportamentais. A neurociência já estabeleceu que as áreas temporais do cérebro, incluindo o hipocampo, são essenciais para a memória declarativa. (Hikosaka et al, 1998)

Roberto Lent (2010, p.644) classifica a memória de acordo com duas categorias. A primeira categoria leva em conta o tempo de retenção podendo ser memória ultrarrápida, de curta duração ou de longa duração. A segunda categoria, também em três subtipos, é organizada de acordo com a natureza da memória e pode ser implícita, explícita ou operacional. A memória implícita é a memória dos hábitos, procedimentos e regras de representação perceptual da aprendizagem associativa e a não associativa; todas as memórias que independem de descrição com palavras para serem evocadas, e que Hikosaka (et al, 1998) denominou de memória processual. A memória explícita, classificada por Hikosaka como declarativa, é comumente descrita com palavras e símbolos e, segundo Lent, possui dois subtipos: um denominado de memória episódica que é a memória dos fatos que ocorrem ao longo do tempo, e outro denominado de semântica que compõe a memória dos conceitos atemporais. A memória operacional é a que auxilia o raciocínio para utilização na tomada de decisão e no planejamento do comportamento. Este tipo estaria presente nas duas classificações de Hikosaka.

A ato de ouvir música começa com a ativação das estruturas subcorticais: os núcleos cocleares, o tronco encefálico e o cerebelo. A ação então se desloca até os córtices auditivos de ambos os lados do cérebro. Ao acompanhar uma música familiar, outras regiões do cérebro são recrutadas incluindo o hipocampo e subseções localizadas nas partes mais baixas do lobo

frontal. Esta região é denominada de cortical frontal inferior por estar localizada “mais perto do queixo do que do topo da cabeça”. (LEVITIN, 2006, p. 84)

O hipocampo faz parte do sistema límbico e está localizado em uma camada interior do córtex. É uma estrutura que pertence aos lobos temporais. O sistema límbico está relacionado com o controle de processos emocionais do sistema nervoso autônomo. É o responsável pelos comportamentos instintivos e os impulsos básicos relacionados com prazer, ira, sexo e sobrevivência. É nele que a decisão de correr ou lutar é tomada. O hipocampo também é responsável pela formação da memória de curto prazo e da memória de longo prazo. (MORAES, 2009 p. 64)

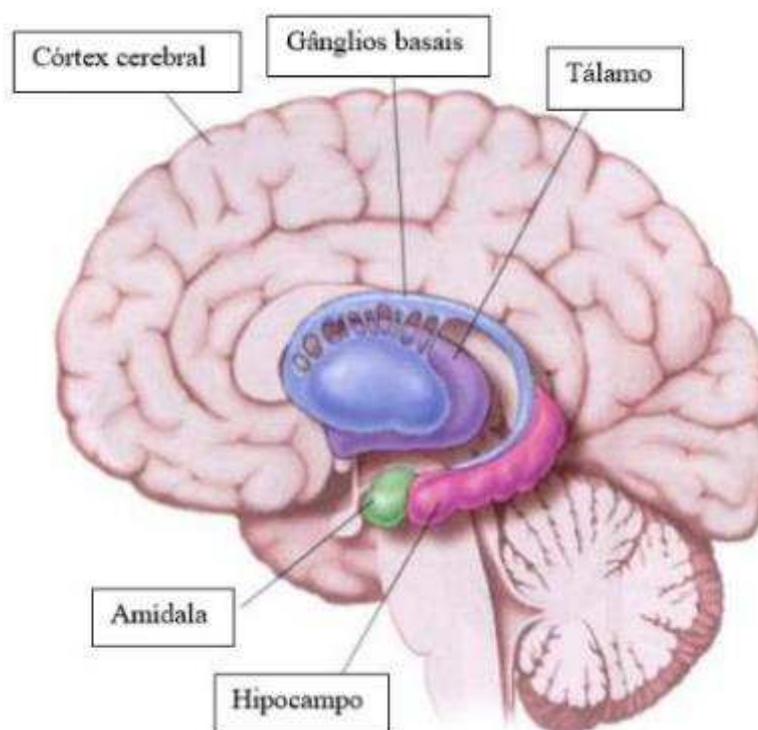


Figura 76. Hipocampo.¹⁴⁹

As áreas do cérebro responsáveis pela memória processual ainda não foram identificadas. Isso acontece porque a memória processual só pode ser expressada durante a realização de um procedimento. Assim sendo, a memória não está localizada em nenhum ponto específico do cérebro. Ela constitui um complexo sistema de rede com uma gigantesca

¹⁴⁹ Disponível em Disponível em: <https://williamcarvalhoamaral.wordpress.com/tag/hipocampo/>

capacidade de armazenamento que os cientistas estimam em 10 trilhões de bytes. (Hikosaka et al, 1998), e que é regida, como dissemos anteriormente, pela plasticidade sináptica.

Os chamados mnemônicos possuem o que conhecemos como memória fotográfica e podem armazenar toda a informação captada pelo sentido da visão de forma rigorosamente perfeita nos mínimos detalhes. Os músicos com ouvido absoluto conseguem decifrar toda a informação auditiva identificando suas frequências exatas. Seria então possível, através de algum mecanismo cerebral, unir esta memória visual com a auditiva? Seria possível criar uma rede de informações e procedimentos cerebrais que unissem as duas informações, desenvolvendo-as e transformando-as em conhecimento adquirido através de alguma espécie de condicionamento ou exercício? Acreditamos que sim.

Gilles Deleuze em uma interpretação filosófica da memória, a considera composta por características de ordem voluntária e/ou involuntária.

A memória *voluntária* vai de um presente atual a um presente que "foi", isto é, a alguma coisa que foi presente, mas não o é mais. O passado da memória voluntária é, pois, duplamente relativo: relativo ao presente que foi, mas também relativo ao presente com referência ao que é agora passado. O que vale dizer que essa memória não se apodera diretamente do passado: ela o recompõe com os presentes. (...) A memória voluntária procede por instantâneos. (DELEUZE, 2003 p.54)

O autor considera o episódio de uma memória como um reviver, um resgate do passado através de uma memória involuntária, apoiada na semelhança das sensações entre o momento do passado e do presente gerando assim uma identidade das qualidades perceptivas inerentes às duas sensações, ou de uma mesma sensação comum aos dois episódios em um elo fortemente estabelecido.

Mas o que é uma lembrança de que a gente não se recorda?" Proust coloca desta maneira a questão: como resgataremos o passado tal como é em si? É a esta pergunta que a memória involuntária responde. A Memória involuntária parece, a princípio, basear-se na semelhança entre duas sensações, entre dois momentos. Mas, de modo mais profundo, a semelhança nos remete a uma estrita *identidade*: identidade de uma qualidade comum às duas sensações, ou de uma sensação comum aos dois momentos, o atual e o antigo. Assim acontece com o sabor: dir-se-ia que ele contém um volume de duração que o estende por dois momentos ao mesmo tempo. Mas, por sua vez, a sensação, a qualidade idêntica, implica uma relação com alguma coisa *diferente*. (DELEUZE, 2003 p.56)

A razão básica de termos memória é para tomarmos decisões melhores no futuro. Todo nosso planejamento e pensamento é realizado a partir da memória que viaja ao passado para ponderar sobre situações iguais ou semelhantes. Assim sendo, a memória avalia as decisões e procedimentos realizados a fim de definir a manutenção ou modificação destes na situação do presente. Tipos diferentes de memórias estão localizados em lugares diferentes no cérebro. A memória da fala e da construção de palavras está dissociada da memória episódica. A memória da linguagem reside no lobo temporal responsável pelo som e pela fala do lado esquerdo do cérebro. Músculos podem desenvolver memória motora, mas o cérebro é fundamental para o processo.

Em música, a memória atua como eixo de ligação entre o que já ouvimos e o que já sentimos em relação a uma determinada audição e constrói novas sensações quando assimilamos o inédito para nós. É normal para os músicos ao ouvirem determinada obra musical, erudita principalmente, terem a sensação de perceber uma novidade sonora no texto musical de uma peça que julgavam conhecer em sua totalidade. Pode ser uma maior inflexão interpretativa de uma voz não principal, uma agógica temporal distinta, uma articulação fraseológica diferente ou uma surpresa qualquer proporcionada por aquele específico intérprete, que nos permite incorporar às concepções semânticas já assimiladas, outras novas. Isto nos leva a pensar que a absorção de informações da tradução que o cérebro faz de uma comunicação musical oferecida pode ser aprimorada, melhorada, modificada e ampliada dentro de nossos próprios valores estéticos individuais. Podemos então buscar uma maneira de entender melhor a arquitetura dos parâmetros da mente musical e nos beneficiarmos disso no estudo e desenvolvimento do ouvido na disciplina percepção musical.

Em que nível, então, intervém a famosa *memória involuntária*? Ela só intervém em função de uma espécie de signos muito particulares: os signos sensíveis. Apreendemos uma qualidade sensível como signo; sentimos um imperativo que nos força a procurar seu sentido. Então, a Memória involuntária, diretamente solicitada pelo signo, nos fornece seu sentido (como Combray para a *Madeleine*, Veneza para as pedras do calçamento...). (DELEUZE, 2003 p.50)

Para profissionais da música: performers, regentes e compositores, os significados percebidos e arbitrados demandam treinamento específico, depuramento das capacidades e desenvolvimento das aptidões perceptivas. Cada indivíduo possui sua gama de facilidades e dificuldades no campo da percepção musical que é a ferramenta construtora do aprimoramento perceptivo necessário aos profissionais da área.

A primeira dificuldade que se apresenta constitui na identificação correta da gama de sons musicais ouvidos e apreendidos. Esses registros de ordem semântica e sintática são identificados de acordo com o conhecimento musical e experiência musical do ouvinte.

Para fins práticos do labor musical se faz necessário às vezes identificar corretamente os sons: para transcrever um arranjo ou ideias musicais para o papel, para traduzir auditivamente um campo harmônico quando não há partitura disponível durante uma performance musical executada “de ouvido”, identificar (pelo ouvido) o trecho em que se encontra a execução da música quando por algum motivo nos perdemos na partitura, etc. São várias as aplicações do ouvido na vida cotidiana do músico profissional, seja este erudito ou popular.

Nesse sentido, o letramento musical se equipara ao linguístico e significa a capacidade de ouvir ou pensar e escrever um texto musical. De alguma forma, alguns conseguem executar uma construção interpretativa exata da altura dos sons, enquanto outros não demonstram tal capacidade. Analogamente, a percepção do que nos é sensível, do irrefutável, daquilo que não pode deixar de ser ouvido – remetendo-nos a Heráclito - constitui a sequência organizada de sons que definimos como música.

Assim sendo, quando o cérebro escolhe o que captar, uma atribuição de valor e significado é integrado ao som. Determinadas nuances são prontamente percebidas e se tornam passagens facilmente reconhecidas com um maior grau de importância, enquanto outras se perdem no entrelaçamento das vozes secundárias que compõem a peça.

O ouvinte elege que aspecto lhe é mais agradável. A maioria se fixa na melodia, pois principalmente para não músicos, a escuta de melodias equivale à escuta de palavras, e música e poesia são percebidos como um organismo único¹⁵⁰. Em segundo lugar, temos o metro como fator preponderante da atenção: é a música com batida que tende a ter no seu ritmo a característica mais importante sobrepujando a melodia. Outros se fixam na harmonia, ou na forma. Cada um reage de maneira particular e diferenciada durante a apreciação da obra musical.

¹⁵⁰ Na música instrumental, os não músicos e os músicos tendem a recordar as melodias. Na música popular que apresenta texto, a atenção volta-se para as palavras. (JOURDAIN, 1998 p. 327)

Não existe nenhuma tipologia rígida de ouvintes. Mas os estilos de ouvir são, muitas vezes, facilmente observáveis. Podemos chamar a isto de “preferência cognitiva- uma inclinação por certos tipos de música, porque sua estrutura complementa aptidões particulares de escuta. (JOURDAIN, 1998, p. 326)

Os estilos de ouvir aos quais Jourdain se refere, diferem das preferências que vem do meio social ou da personalidade individual. Segundo o autor, essa preferência é edificada pela “noção do papel que a música deve desempenhar na vida”. O objetivo subjacente da apreciação musical é melhorar o estado de espírito e a qualidade de vida. A música pode ser escolhida por motivos que não são nem pessoais nem musicais, mas sociais. Ouve-se música para ratificar seu pertencimento a determinado grupo social, para deixar-se levar por emoções inesperadas, para passar o tempo, para enriquecer um sentimento, para significar um ritual. Para Jourdain, a percepção é uma habilidade de desempenho, ou seja, está relacionada com o papel que aquele executante/ouvinte exerce na música representativa de seu meio social, seus significados, fundamentos e tradições, tanto na criação como na reprodução musical.

Nos ouvidos não preparados ou não desenvolvidos existe um vazio que não é preenchido com a identificação da altura absoluta e nome exato das notas, mas que é ocupado por um entendimento semântico do significado sonoro resultante da proporção intervalar de altura relativa captada no contexto. Esse entendimento mantém de forma inteligível todas as correlações entre as alturas. (LEVITIN, 2006)

O desejo de compreender os caminhos dos múltiplos processos mentais que regem as mais variadas atividades de percepção musical, e a gama de fatores que compõem as influências internas e externas ao processo, busca respostas em áreas de pesquisa distintas.

As bases da filosofia expostas neste trabalho podem iluminar a compreensão do fenômeno do ouvido musical, mas para que exista um treinamento eficaz da percepção aural do estudante de música, as pedagogias e estratégias de ensino e aprendizado devem ocupar um lugar preponderante em pesquisas, preferencialmente constantes, que visem aprimorar cada vez mais as capacidades perceptivas do músico.

É no circuito de exploração desse tema que as ciências têm apresentado uma forte contribuição para as diversificadas pesquisas. No campo da neurociência cognitiva da música são investigadas as relações existentes entre os fenômenos musicais e a mente humana.

Recentes pesquisas na área da neurocognição e aprendizado tem revelado um caminho possível de intercâmbio entre a pedagogia, a psicologia e as neurociências.

O estudo sistemático da cognição musical é recente no Brasil e nos países de língua portuguesa, possuindo assim um vasto campo de pesquisa ainda inexplorado.

Da mesma forma, existe uma carência de textos em português sobre assuntos polêmicos como uma definida classificação e estudo profundo sobre os tipos e espécies de ouvidos musicais, as características do ouvido absoluto e possíveis níveis diferenciais de escuta e capacidade perceptiva, as relações entre a música e a fala, a formação do gosto musical e as implicações da música no desenvolvimento infantil. (LEVITIN, 2006, p. 12)

4.1.2 O som e o sentido

São os sentidos que acionam os núcleos responsáveis pela memória através do envio de informações que são processadas no cérebro.

O cérebro inicia várias funções de detecção e significação quando percebe o estímulo sonoro, ativando vários grupos de neurônios que trabalham paralelamente. Não é necessário identificar que nota é para saber de onde vem o som, ou qual o seu timbre. A partir do estímulo sonoro (ou qualquer outro estímulo), o cérebro realiza uma atualização centenas de vezes por segundo renovando o conjunto de informações apreendidas sem que tenhamos consciência do intenso fluxo de ações sinápticas realizadas.

Durante a fruição musical uma gama de sensações perceptíveis é manipulada. Uma simbologia semântica agrupada pela organização sonora conduz as emoções do ouvinte. Os grandes compositores são capazes de contextualizar suas ideias na composição formulando e construindo com maestria a carga emocional que desejam impingir a esse ou aquele trecho da música. As sensações emocionais são a resultante da surpresa causada por um trecho intelectualmente inesperado. As emoções se definem pelo somatório das sensações básicas conhecidas que divididas na especificação do momento, se tornam mais sutis. As emoções básicas seriam aquelas do homem das cavernas: sons que indicam perigo, necessidade de luta ou fuga, canto de amor etc. (LEVITIN, 2006 p. 87)

A percepção do som abrange diversas estruturas cerebrais: o córtex pré-frontal, córtex pré-motor, córtex motor, córtex somatossensorial, lobos temporais, córtex parietal, córtex

occipital, cerebelo e áreas do sistema límbico, além da amígdala e o tálamo. O trabalho de percepção realizado por essas áreas reconhece os parâmetros básicos do som como altura, timbre, duração e intensidade e estabelece a relação entre eles. Na percepção especificamente musical, os sistemas cerebrais envolvidos, modulados pela experiência emocional do sistema límbico, promovem o entendimento das organizações formais e hierárquicas da música decifrando sua sintaxe. (ROCHA; BOGGIO, 2013)

Essas configurações emotivas são expressadas nas diversas formas de arte inclusive na música e nas formas de linguagem. O linguista Noam Chomsky afirma que em um nível profundo, todas as línguas têm a mesma estrutura. Isso tornaria as formas de expressão vinculadas a uma mesma raiz como retrato universal do intelecto humano. Muitos autores que pesquisam as áreas musicais se sentem atraídos pelas ideias linguísticas de Chomsky, buscando na música unidades universais que traçassem uma perspectiva consistente.

Conjectura-se que talvez haja algo de natural e universal no sistema tonal que de alguma forma estaria vinculado à lógica do universo, suas ressonâncias e reverberações. O musicólogo Heinrich Schenker aborda a estrutura musical profunda como interseção entre os estilos. Sua linha de raciocínio guarda muitas semelhanças com a de Chomsky. (SLOBODA, 2008 p. 18)

Os conteúdos sonoros apresentados nas ressonâncias e reverberações da música são captados pelos sentidos e decodificados em diversas regiões do cérebro. Cada estímulo possui seu campo correspondente e a neurociência se esforça continuamente na detecção, mapeamento e funcionamento das áreas do circuito cerebral. Os principais processadores de estímulos para o presente trabalho são os do processamento auditivo e do visual.

Os colículos são os responsáveis pelo processamento dos estímulos visuais e auditivos. O colículo superior processa os estímulos visuais e o inferior os auditivos. Existe uma troca de informações entre os dois colículos que permitem o processamento de informações visuais e auditivas vindas do exterior.

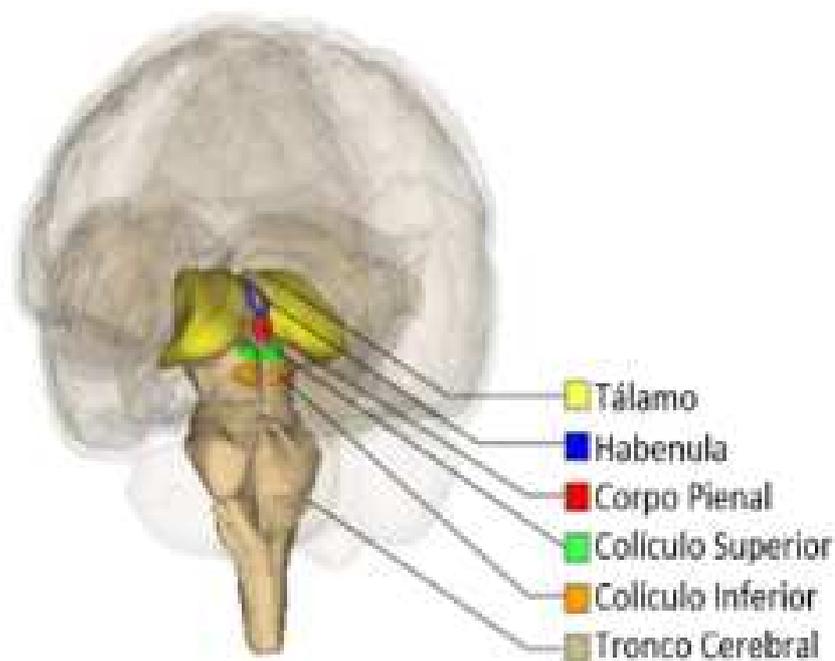


Figura 77. Estruturas do tronco cerebral¹⁵¹

A localização dos objetos no espaço depende de mapas topográficos (visuotópicos) precisos, representados principalmente no colículo superior do mesencéfalo, cujos neurônios estão ligados ponto a ponto com neurônios motores que ativam os músculos dos olhos, do pescoço e do corpo. (...) O colículo superior- um dos núcleos do tecto — recebe aferências multissensoriais (visuais, auditivas e somestésicas), e por isso suas fibras motoras participam das reações de orientação sensório- motora, isto é, as que posicionam os olhos e a cabeça em relação aos estímulos que provêm do ambiente. (LENT, 2010 p. 298; 425)

O sentido mais importante para a percepção musical é o auditivo. Por meio da audição, o ouvido humano capta o som em conjunto com o complexo sistema cerebral, o processa traduzindo a informação em localização espacial, procedência, espécie e é também capaz de distinguir tonalidades.

Falar sobre as relações fisiológicas, comportamentais, psíquicas e afetivas entre a música e o cérebro humano é remetermo-nos ao diálogo entre esses dois sistemas cibernéticos complexos autônomos e interdependentes – a música e o cérebro. (MUSZKAT et al, 2000 p. 71)

Recentes descobertas demonstram que a música é distribuída por todo o cérebro. Assim sendo, a percepção musical se processa em ambos os lados do cérebro, e os neurocientistas

¹⁵¹ Disponível em: http://www.wikiwand.com/es/Col%C3%ADculo_superior

comprovaram que os músicos possuem cérebros distintos de não músicos demonstrando um aumento de volume e desenvolvimento em determinadas áreas do processo auditivo e do controle psicomotor. (RODRIGUES, [s.l.; s.e.; s.d.]).

Por conta dessa superfície cerebral mais ampla que constitui um sistema de sinapses específicas para a música, algumas pessoas com dano cerebral e comprometimento de determinadas atividades cotidianas podem, sem problemas, praticar música.

Através de estudos de pessoas com danos cerebrais, vimos pacientes que perderam a capacidade de ler um jornal, mas ainda podem ler música, ou indivíduos que podem tocar piano, mas não têm a coordenação motora para vestir o suéter. A escuta, o desempenho e a composição da música envolvem quase todas as áreas do cérebro que identificamos até agora e envolvem quase todos os subsistemas neurais. (LEVITIN, 2006, p.8, tradução nossa)¹⁵²

4.1.3 O cérebro dos Músicos

A neurociência cognitiva musical estuda a prática musical sob a égide do funcionamento e fisiologia cerebral verificando as áreas que apresentam atividade, volume e espessura de determinados componentes, e a resposta comportamental a uma determinada tarefa musical.

Os músicos necessitam executar complexas operações físicas e mentais em conjunto durante a performance de uma obra musical. Ler uma partitura e traduzir os sinais gráficos em ações motoras independentes entre os dedos e as mãos, lembrar de associar isso à semântica da fraseologia musical, decorar longos trechos musicais, identificar as frequências sem qualquer fonte sonora como referencial (isto para os portadores de ouvido absoluto), são operações que, todavia, não estão completamente desvendadas pela ciência.

Acompanhar um trecho musical de maneira fictícia (apenas através da leitura da partitura), ou real (leitura e/ou audição), envolve circuitos de sincronismos do cerebelo. Executar a música como instrumentista, cantor ou mesmo regente ativa os lobos frontais para que haja um planejamento das ações a serem executadas. Tais ações são executadas em conjunto com o córtex motor localizado no lobo parietal na região do topo do crânio, e o córtex sensorial, que fornece uma retrospectiva tátil de indicação de acerto ou erro no ataque das notas.

¹⁵² Recent findings from my laboratory and those of my colleagues are showing us that music is distributed throughout the brain. Through studies of people with brain damage, we've seen patients who have lost the ability to read a newspaper but can still read music, or individuals who can play the piano but lack the motor coordination to button their own sweater. Music listening, performance, and composition engage nearly every area of the brain that we have so far identified, and involve nearly every neural subsystem. (LEVITIN, 2006 p.8)

A leitura de música envolve o córtex visual localizado na parte de trás da cabeça no lobo occipital. Ouvir ou mesmo recordar letras de músicas ativa os centros de linguagem dos lóbulos temporais frontais e as áreas de “Broca” e “Wernicke”. (LEVITIN, 2006 p. 84)

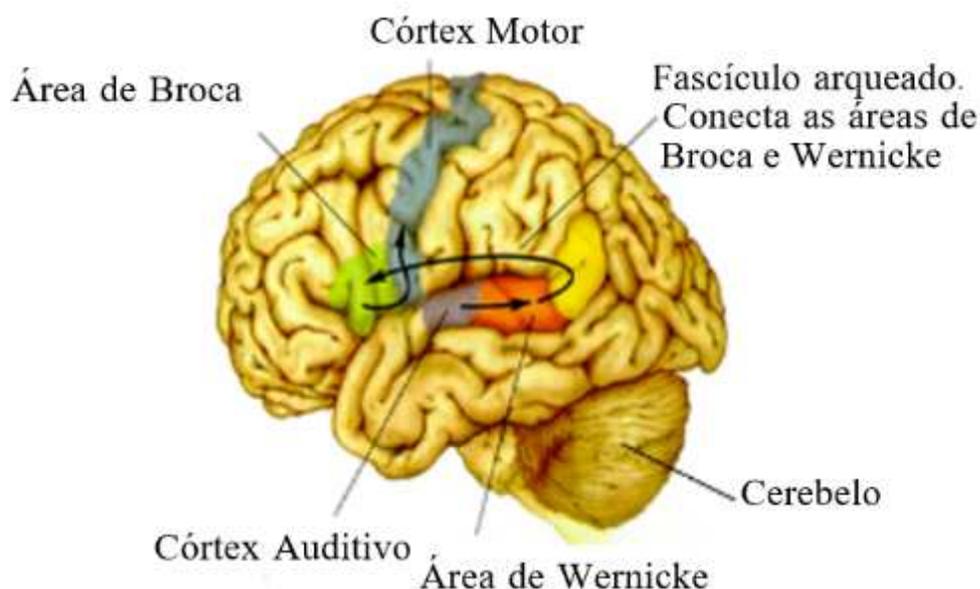


Figura 78. Áreas de Broca e Wernicke.¹⁵³

Até o momento, o que os cientistas afirmam haver comprovado é que o cérebro dos músicos difere do de não músicos em alguns aspectos do seu funcionamento e de sua estrutura. Em inúmeras pesquisas comparativas entre cérebros de músicos e de não músicos¹⁵⁴ constatou-se que o corpo caloso¹⁵⁵ do cérebro de músicos é maior e mais denso do que o corpo caloso de não músicos.

¹⁵³ Disponível em: <http://cienciasecognicao.org/neuroemdebate/?p=1706>

¹⁵⁴ Sendo considerados músicos os que tiveram treinamento musical formal acadêmico da infância à vida adulta, e não músicos os que não tiveram nenhuma espécie de treinamento musical.

¹⁵⁵ O corpo caloso é a principal via transversa de fibras que liga os dois hemisférios cerebrais. É feita de mais de 200 milhões de fibras nervosas. A função primária do corpo caloso é a integração da atividade motora, sensorial e cognitiva entre os hemisférios esquerdo e direito.

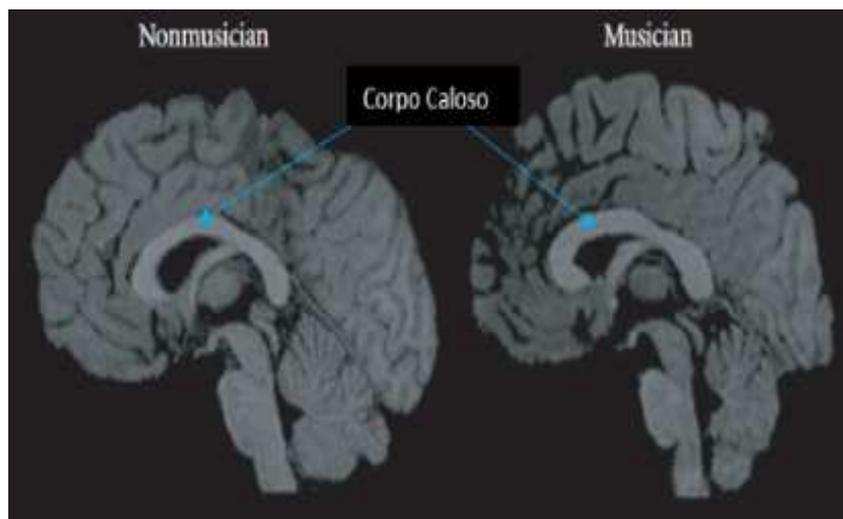


Figura 79. Ressonância magnética de músico e não músico.

A figura acima ilustra a experiência de SCHAULAG (2003, p. 368): “Duas imagens de RM (Ressonância Magnética) que mostram a área sagital média do corpo caloso em músico e não músico. A parte anterior do corpo caloso foi significativamente maior nos músicos em comparação com os não-músicos”, tradução nossa.¹⁵⁶

A atividade musical envolve praticamente todas as regiões do cérebro conhecidas e todo sistema neural. Diferentes aspectos da música são tratados por diferentes regiões neurais - o cérebro usa a segregação funcional para o processamento da música, e emprega um sistema de detectores de características, cujo trabalho, é analisar aspectos específicos do sinal musical, como o tom, o tempo, o timbre, etc. Parte do processamento de música tem pontos em comum com as operações necessárias para analisar outros sons; A compreensão da fala, por exemplo, exige que nós seccionemos uma onda de sons em palavras, sentenças e frases, e que possamos entender aspectos além das palavras, como o sarcasmo (não é interessante?). Várias dimensões diferentes de um som musical precisam ser analisadas - geralmente envolvendo vários processos neurais quase independentes - e então precisam ser reunidas para formar uma representação coerente do que estamos escutando.¹⁵⁷ (LEVITIN, 2006 p. 84, tradução nossa)

¹⁵⁶ Two MR images showing the mid-sagittal area of the corpus callosum in a musician and a non-musician. The anterior part of the corpus callosum was significantly larger in musicians compared to non-musicians.

¹⁵⁷ Musical activity involves nearly every region of the brain that we know about, and nearly every neural subsystem. Different aspects of the music are handled by different neural regions—the brain uses functional segregation for music processing, and employs a system of feature detectors whose job it is to analyze specific aspects of the musical signal, such as pitch, tempo, timbre, and so on. Some of the music processing has points in common with the operations required to analyze other sounds; understanding speech, for example, requires that we segment a flurry of sounds into words, sentences, and phrases, and that we be able to understand aspects beyond the words, such as sarcasm (isn't that interesting). Several different dimensions of a musical sound need to be analyzed—usually involving several quasi-independent neural processes—and they then need to be brought together to form a coherent representation of what we're listening to. (LEVITIN, 2006, p. 84)

As pesquisas com músicos cuja iniciação musical foi administrada na infância são extremamente atrativas para os neurocientistas cognitivos. O fato do cérebro estar nesta fase em formação e desenvolvimento, pode estimular mais determinadas áreas, que combinadas com o treinamento de longo prazo, podem levar a adaptações estruturais e funcionais do cérebro. A plasticidade cerebral é uma adaptação funcional do sistema nervoso central, traduzida em um conjunto de capacidades que tornam o cérebro adaptável à novas circunstâncias, minimizando assim efeitos de alterações estruturais ou fisiológicas. Dessa forma, o cérebro é capaz de criar novas configurações de funcionamento e de desenvolver-se mais anatomicamente de acordo com o aumento e constância de sua utilização. (RODRIGUES, [s.l.; s.e.; s.d.]

O princípio de que a aprendizagem e a memória se baseiam em mudanças de eficácia sináptica foi propagada, entre outros, por Hebb. Mais especificamente, ele postulou que a conjunção de atividade pré e pós-sináptica contribui para o fortalecimento das conexões sinápticas. As ideias de Hebb foram aplicadas a muitas áreas diferentes de neuroplasticidade, mas talvez mais proeminentemente no campo da plasticidade cortical visual. O desenvolvimento do córtex visual tornou-se um modelo para o estudo da plasticidade neural quando Wiesel e Hubel estabeleceram muitos dos fatos fundamentais, como a dominância plástica ocular após tampo monocular. O desenvolvimento da seletividade de orientação também foi proposto logo ao princípio como exemplo em experiência de plasticidade dependente no nível de um único neurônio e posteriormente foi demonstrada.¹⁵⁸ (RAUSCHECKER, 2003 p. 357, tradução, nossa)

Seria então o cérebro musical fruto do treinamento, de uma constituição única ou de uma combinação dos dois fatores? Existe uma regra que estabeleça como isso se processa?

Essa e outras questões são constantemente avaliadas no campo da neurociência conforme mais pesquisas e descobertas são realizadas. No entanto, ainda não existe uma unanimidade em relação ao papel das diferenças anatômicas e estruturais nos cérebros dos músicos, como geradoras ou não de habilidades musicais. São diversas variantes encontradas em cada caso específico de aprendizado musical, e habilidades adquiridas e demonstradas.¹⁵⁹

¹⁵⁸ The tenet that learning and memory is based on changes of synaptic efficacy was propagated, among others, by Hebb.⁴ More specifically, he postulated that the conjunction of pre- and postsynaptic activity contributes to a strengthening of synaptic connections. Hebb's ideas were applied to many different areas of neuroplasticity, but perhaps most prominently so in the field of visual cortical plasticity. Developing visual cortex became a model system for the study of neural plasticity when Wiesel and Hubel had established many of the fundamental facts, such as ocular dominance plasticity after monocular lid closure. The development of orientation selectivity was also proposed early on as an example of experience-dependent plasticity at the single-neuron level and was later shown to follow Hebbian rules. Josef P. (RAUSCHECKER, 2003 p. 357)

¹⁵⁹ Muitas outras pesquisas que demonstram diferenças significativas entre os cérebros de músicos e não músicos podem ser encontradas na literatura específica, contudo, não nos atermos mais no campo da pesquisa

Muitas outras pesquisas que demonstram diferenças significativas entre os cérebros de músicos e não músicos podem ser encontradas na literatura específica, contudo não nos aprofundaremos extensivamente no campo da pesquisa neurocientífica por não ser este nosso principal objetivo neste trabalho.

O início do treinamento motor e auditivo para estudantes de música começa em um momento em que o cérebro e seus componentes estão em um período crítico de desenvolvimento. Este início precoce, combinado com o treinamento de longo prazo torna os músicos temas ideais para investigar se a prática quase diária de audição e habilidades motoras ao longo de muitos anos leva a adaptações cerebrais funcionais e / ou estruturais. Por um lado, o cérebro pode ser altamente plástico, capaz não só de mudanças nas redes cerebrais funcionais, mas também nos componentes estruturais como resposta ao aumento do uso. Por outro lado, os cérebros dos músicos podem ser “atípicos” antes do treinamento, tanto anatomicamente quanto funcionalmente, portanto, uma anatomia peculiar ou função cerebral seria um pré-requisito para a aquisição de habilidades musicais, em vez de sua consequência.¹⁶⁰ (SCHAULAG, 2003 p. 366, tradução, nossa)

A presente pesquisa parte da premissa de que o treinamento conduz a uma melhora geral do mecanismo cerebral, que combinado com a já adquirida diferença existente no cérebro dos músicos, levará a um aumento das capacidades perceptivas e da fixação da memória sonora como resultante da combinação de estímulos visuais e auditivos produzidos no tonoscópio.

Quando uma artista toca e um ouvinte escuta (A), seus cérebros reagem ativando em proporções diferentes a via ventral e a via dorsal. A artista pode perceber o som que ela mesma produz, enquanto o ouvinte só escuta a música, embora possa também tamborilar com os dedos, bater os pés ou mover o corpo de acordo com o ritmo. No primeiro caso, as regiões auditivas e as regiões motoras são ativadas quando ele interpreta e ouve o que interpreta (B1); as regiões auditivas são ativadas um pouco menos (B2) quando ele interpreta com obstrução dos ouvidos (i. e., não ouve o som que produz, mas sabe o que está tocando...). Já no ouvinte, o córtex auditivo predomina quando ele apenas escuta (B3), mas o córtex pré-motor cresce quando ele acompanha o ritmo com o corpo (B4). (LENT, 2010 p. 634)

neurocientífica por não ser este nosso principal objetivo neste trabalho. Para maiores informações sobre pesquisas neurocientíficas no campo da música sugerimos *The Cognitive Neuroscience of Music*. Perretz e Zatorre (Org.) 2006, bem como os periódicos do International Laboratory for Brain Music and Sound Research disponível em: <http://www.brams.org/>

¹⁶⁰ The commencement of motor and auditory training for students of music starts at a time when the brain and its components are in a critical period of development. This early commencement combined with long-term training makes musicians ideal subjects in which to investigate whether the almost daily practice of auditory and motor skills over many years leads to functional and/or structural cerebral adaptations. On the one hand, the brain may be highly plastic, capable not only of changes in functional brain networks, but also in structural components as a response to increased use. On the other hand, the brains of musicians may be ‘atypical’ prior to training, both anatomically and functionally, and hence a special anatomy or brain function would be a prerequisite for musical skill acquisition rather than its consequence. (SCHAULAG, 2003 p. 366)

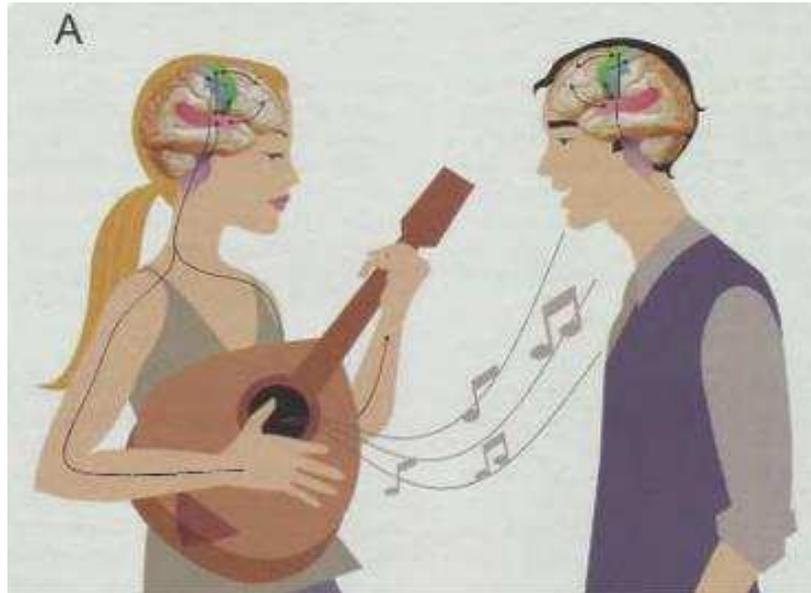


Figura 80. Produtor e receptor do som.

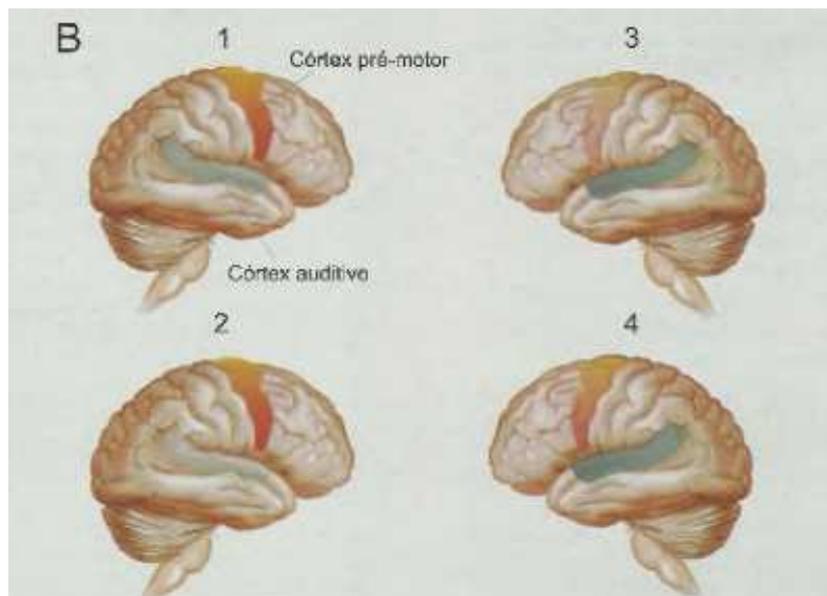


Figura 81. Áreas do cérebro ativadas por música.

É importante ressaltar que nossa pesquisa é direcionada para uma melhora da percepção aural das alturas e da emissão sonora em afinação real de músicos praticantes que possuem o denominado ouvido relativo.

Obviamente que dentro do escopo de possibilidades de utilização dessa estratégia, se vislumbram inúmeras possibilidades de sua implementação a partir da inicialização musical na mais tenra idade. Sendo a utilização do tonoscópio ainda pouco experimentada, caberá aos

futuros pesquisadores estabelecer acuradamente possíveis utilidades para seu uso dentro de uma pedagogia musical.

Procurando identificar possíveis campos que possam ter interesse em utilizar o tonoscópio para estimular a combinação perceptiva da visão em conjunto com a audição com o intuito de melhorar uma performance específica, observamos que haveria alguma utilidade desta estratégia no campo da fonoaudiologia. Isso seria possível devido ao fato de os idiomas possuírem “ um contorno sonoro melódico, que é nossa primeira competência musical, e tem muito em comum com a prosódia da linguagem falada, na qual somos todos peritos” (JOURDAIN, 1998 p. 327). Analogamente, seria possível estabelecer imagens sonoras provenientes da curva melódica pertencente à fala, categorizadas a partir da medição de determinados pontos de frequências emitidas nas inflexões vocais, em relação a outros pontos de outras inflexões, realizando assim uma espécie de mapa sonoro visual das características melódicas das frases de determinado idioma.

O mesmo princípio pode ser aplicado no auxílio à emissão verbal de deficientes auditivos que desejam fazer uso da fala. A questão de uso do tonoscópio como estratégia auxiliadora na fala de deficientes auditivos, ou na precisão de emissão de uma língua alóctone, faz parte do leque de possibilidades que este trabalho viabiliza.

Tomando o fonema como unidade mínima de material sonoro e fazendo um paralelo com a música, vemos que ambos, música e fonema, possuem uma estrutura tanto harmônica quanto melódica. (...). Tanto a fala quanto a música se revelam como um fluxo de sons dos quais é possível extrair tanto um acorde musical quanto um fonema. (PLAZA, 2003 p. 59)

As hipóteses de utilização partem sempre do princípio de que o cérebro é capaz de se desenvolver e adaptar. Estudos indicam que micro mudanças estruturais, como o aumento do fluxo sanguíneo, o volume dos capilares, o aumento de sinapses e de células gliais, ocorre com o exercício físico de longa duração.

4.1.4 O ouvido absoluto

Uma melodia pode ser reconhecida por intermédio do padrão rítmico-melódico contido em suas relações intervalares. Assim, podemos facilmente identificá-la não obstante a tonalidade em que se apresenta. Um músico bem treinado consegue sem dificuldades solfejar uma melodia de seu conhecimento a partir de uma frequência predeterminada, executando a relação intervalar que a melodia contém. Essa habilidade é reconhecida como ouvido relativo

(OR) já que a emissão sonora se dará dentro das mesmas relações de distância da melodia proposta, porém sem apresentar precisão em relação à altura original da composição.

Uma parcela de músicos (e não músicos) consegue ir além da reprodução do contexto intervalar. Essa parcela é capaz de identificar com precisão absoluta a exata altura de um som executado sem que seja necessária nenhuma espécie de referência sonora externa. A correspondência entre o som exterior e a nomenclatura que cada frequência sonora apresenta é percebida de forma automática e imediata, proveniente de um registro permanente que está gravado de forma indelével na memória. Essa habilidade é conhecida como ouvido absoluto.

Uma pequena minoria de músicos, entretanto, pode identificar as notas «absolutamente», cada uma isoladamente e sem referência de qualquer outra nota. Em outras palavras, eles possuem algum tipo de modelo interno, uma representação estável de alturas com as quais eles podem comparar o sinal de entrada e subsequentemente identificar as notas por nome, executando-as em um instrumento ou de outras formas. Isto é definido como ouvido absoluto-OA. (BERMUDEZ; ZATORRE, 2009 p.75, tradução nossa)¹⁶¹

Alguns músicos vão mais além, podendo executar ambos os procedimentos passando de uma nomenclatura relativa para absoluta como quem liga e desliga uma chave, dispondo assim de um ouvido relativo e absoluto ao mesmo tempo. Este é, sem dúvida, o tipo de ouvido ideal para o músico.

Uma revisão de largo espectro sobre os fatores que propiciam e definem essas diferenças de habilidades merece um estudo isolado e amplo que não cabe nos parâmetros desta pesquisa.

Os fatores comumente mais mencionados para a aquisição de um bom ouvido musical é o treinamento intensivo na infância durante a musicalização; o que consideraria o ouvido absoluto passível de ser adquirido e uma predisposição biológica, ainda objeto de diversos estudos e especulações.

Até o presente momento, não se encontrou um modelo definitivo que estabeleça uma regra de aquisição do ouvido absoluto.

¹⁶¹ A small minority of musicians, however, can identify all the notes 'absolutely', each in isolation and without reference to any other note. In other words, they possess some sort of internal template, a stable representation of pitches to which they can compare the incoming signal and subsequently identify the notes by name, by sounding them on an instrument, or other responses. This is referred to as perfect or absolute pitch (AP). (BERMUDEZ; ZATORRE, 2009 p.75)

Constantemente apresentam-se diferenças de desenvolvimento do ouvido musical em indivíduos da mesma faixa etária e etnia submetidos a uma mesma metodologia de musicalização dentro de uma mesma instituição. Mesmo indivíduos com estreitos laços familiares podem não apresentar uma unanimidade no que se refere ao desenvolvimento das capacidades musicais perceptivas, podendo uns possuírem e/ou desenvolverem ouvido absoluto e outros não.

Considerando que cada ser humano é singular e complexo, torna-se extremamente desafiador encontrar um padrão único que reja a todos os indivíduos. O campo de pesquisa nesse sentido é bastante amplo suscitando questionamentos pedagógicos, fisiológicos e mesmo estéticos e étnicos, desencadeando indagações sobre a genética e o meio ambiente.

Curiosamente, os músicos que possuem ouvido absoluto alegam que o adquiriram sem esforço e de forma incidental, inclusive acreditando que todos tinham a mesma capacidade de escutar com facilidade o nome das notas como quem escuta uma sílaba de sua língua autóctone, e descobrindo que nem todos tinham essa habilidade apenas depois de se inteirarem do fato por outrem. Isso torna consistente a hipótese de que um dos fatores cruciais que determinam a formação do ouvido absoluto seja uma propensão cognitiva que alguns indivíduos apresentam na forma de reconhecer e processar as informações captadas pelos sentidos. Um tipo de inteligência que se desenvolveu de forma não registrada, mas que pode ser incentivada por conta da fisiologia cerebral capacitada para o desenvolvimento de suas aptidões.

Em última análise, as inclinações cognitivas interagem com o desenvolvimento mental e contribuições genéticas em uma confluência propícia de fatores, cada um com a sua contribuição ponderada para o surgimento de uma variedade de proficiências de OA. (BERMUDEZ; ZATORRE, 2009 p.75, tradução nossa)¹⁶²

Cientificamente existe um consenso norteador de que comportamentos auditivos e perceptivos diferentes significam correlações neurais dissemelhantes. A neurologia se baseia no denominado ouvido absoluto como modelo de pesquisa, visto que o componente cognitivo pertencente a um ouvido absoluto permite a pesquisa das faculdades perceptivas mnemônicas que ampliarão o mapeamento das especificidades do cérebro.

¹⁶² Ultimately, it is likely that these cognitive inclinations interact with developmental, tuitional and genetic contributions in a propitious confluence of factors, each with its weighted contribution to the emergence of a variety of AP proficiencies. (BERMUDEZ; ZATORRE, 2009 p.75)

Os componentes cognitivos necessários para executar uma tarefa típica de ouvido absoluto (que pode ser facilmente operacionalizada por músicos) são tais que o OA se torna um modelo com o qual se pode explorar faculdades perceptuais e mnemônicas e em um esforço maior de mapear a especialização funcional no cérebro. (BERMUDEZ; ZATORRE, 2009 p.75, tradução nossa)¹⁶³

Dessa maneira, o ouvido absoluto, suas capacidades, origem, formação e desenvolvimento são um vasto campo de pesquisa para a neurociência cognitiva. A partir de exames de ressonância magnética, os pesquisadores mapeiam as áreas do cérebro que apresentam atividade durante a percepção de um trecho musical em músicos com ouvido absoluto, sem ouvido absoluto e não músicos, a fim de estabelecer as diferenças entre os diversos tipos de ouvido e suas respectivas áreas cerebrais cognitivas.

A figura abaixo mostra o resultado de uma ressonância realizada durante teste de precisão de ouvidos relativos e ouvidos absolutos.

Diferenças na espessura cortical entre músicos com e sem ouvido absoluto em áreas do lobo frontal. As regiões coloridas indicam as diferenças estatisticamente significativas na espessura cortical entre os 12 mais fortes e 12 mais fracos em um teste de passo absoluto (OA). (BERMUDEZ et al, apud BERMUDEZ; ZATORRE, 2009 p. 75, tradução nossa)

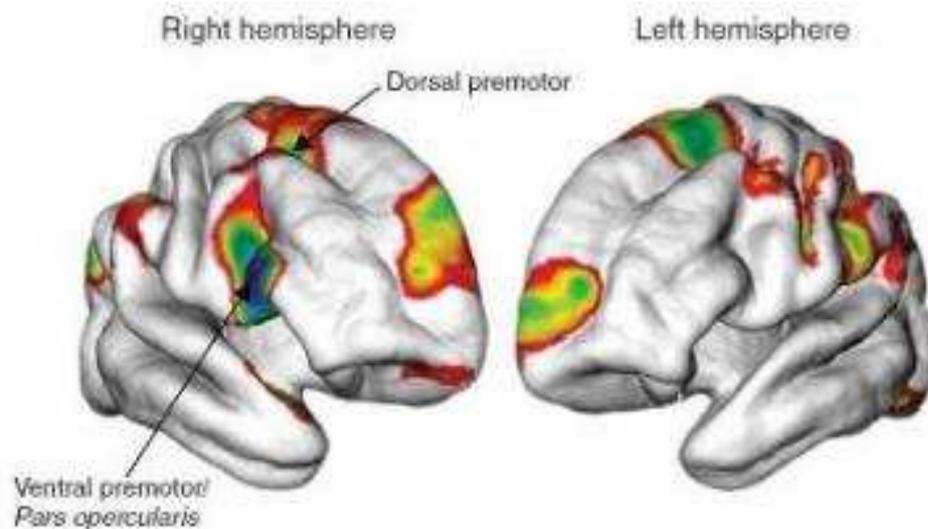


Figura 82. Espessura cortical.

¹⁶³ The necessary cognitive components required to execute a typical absolute pitch task (which can be easily operationalized for musicians) are such that AP becomes a model with which one can explore perceptual and mnemonic faculties and further the larger endeavor of mapping functional specialization in the brain. (BERMUDEZ; ZATORRE, 2009 p.75)

Schulze (2004), em recentes pesquisas relatadas por Bermudez (2009), utilizando a ressonância magnética a fim de registrar as atividades do cérebro entre músicos com e sem ouvido absoluto, observou que a incidência de atividade cerebral nos lobos temporais, variou entre os dois grupos. A experiência consistia em uma tarefa onde ambos os grupos deveriam decorar uma série de notas e depois identificar se a sequência ao final se manteve idêntica ou se houve alguma mudança na emissão.

Foram observadas atividades precoces entre 0 e 3 segundos após o término do estímulo sonoro possivelmente refletindo a codificação perceptual e posterior atividade de 4 a 6 segundos pós-estímulo que refletem funções pós codificação para formação de memória de curto prazo.

Os músicos com Ouvido Absoluto demonstraram maior atividade no lobo temporal superior esquerdo (LTS) durante o período de varredura precoce, e os músicos sem Ouvido Absoluto demonstraram maior atividade nas áreas parietais nos dois períodos de varredura.

Os autores do estudo concluíram que essas diferenças se devem ao fato de as interpretações e codificações perceptivas entre os dois grupos serem distintas.

Analogamente, uma ligação entre a literatura e a música foi constatada no que se refere à importância do lobo temporal esquerdo responsável pela identificação e categorização dos sons e da memória de curto prazo. Os músicos com ouvido relativo utilizaram menos áreas dos lobos temporais, formando menos memória de curta duração, conforme ilustrado na figura seguinte.¹⁶⁴

¹⁶⁴ Diferenças na atividade precoce e tardia entre músicos com ouvido absoluto e com ouvido relativo. Possuidores de OA mostraram maior atividade no lobo temporal esquerdo superior durante o período de varredura precoce (pontos de tempo de imagem (PTIs) de 0 a 3 segundos pós-estímulo) e não possuidores de OA mostraram maior atividade nas áreas do lobo parietal direito durante ambos os períodos de varredura (PTIs em 4 a 6 s pós-estímulo). (SCHULZE, 2009, apud BERMUDEZ; ZATORRE, 2009).

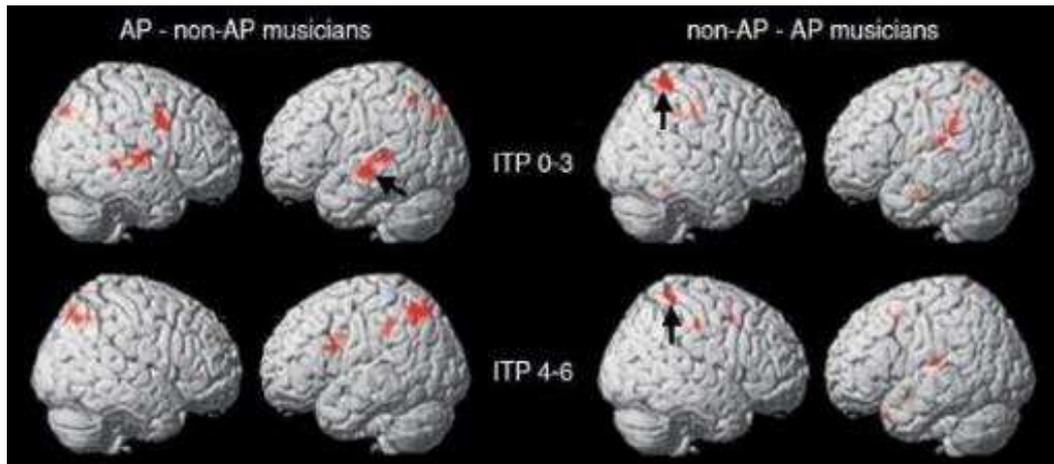


Figura 83. Atividade cerebral durante o teste de Schulze. A esquerda ouvido absoluto, a direita ouvido relativo.

Recentes pesquisas focadas na morfologia e no desempenho dos lobos temporais tem se mostrado bastante frutíferas na conquista de novos conhecimentos sobre o ouvido relativo e absoluto, significando esta área cerebral como de suma importância para investigações posteriores. Muito resta a descobrir e a testar já que as correlações entre a cognição e a habilidade do ouvido absoluto não estão esgotadas.

É neste sentido que estamos propondo uma estratégia de desenvolvimento da cognição perceptiva das alturas musicais. A partir de uma indução sinestésica extracorpórea, visamos fixar na memória as figuras formadas pelo tonoscópio que foram obtidas pela emissão de frequências do espectro vocal e sua altura correspondente formando assim, entre os dois estímulos, um vínculo proveitoso.

A cognição musical é o pressuposto dessa estratégia e atua como alicerce da investigação teórica e futuramente da investigação de campo.

Pesquisadores consideram as correlações entre o cérebro e a música de primordial importância no campo da neurociência cognitiva. Isso em muito beneficia o desenvolvimento da educação em música visto que cada vez mais compreendemos toda a sua complexidade.

Assim sendo, a forma como os músicos percebem a música, o que nesse processo pode ser desenvolvido ou se caracteriza como inato, é permanente fonte de novas averiguações que visam contribuir para a neurociência cognitiva musical. Esta área de pesquisa intrinsecamente ligada às descobertas sobre o funcionamento do cérebro ainda possui uma vasta pauta de

questionamentos a serem elucidados. O campo de pesquisa sobre o cérebro está longe de ser esgotado.

4.2 A mente

A curiosidade em desenvolver um estudo exploratório sobre o funcionamento da mente musical advém do próprio interesse que a música suscita na humanidade de forma geral. A música tem função e fundamento nas diversas culturas do planeta guardando em suas manifestações significados, ensinamentos e indagações interessantes tanto para músicos quanto para não músicos. A música traduz um universo abrangente de diretrizes de pesquisa, atuação e apreciação, que emergem de questionamentos e definições de ordem filosófica e sociológica. Isto a estabelece como parte do substrato essencial da gênese estruturadora da cultura de um povo que se inicia no ato do homem habitar a terra e construir seu mundo, seus hábitos e performances.

A questão, portanto, da cultura precisa ser reconduzida à questão do espírito, e esta, por sua vez, à questão do habitar humano na abertura da relação com o ser. Isto significa, para o homem, deixar de apenas habitar “cheio de méritos” e aprender a habitar “poeticamente” a terra. Heidegger chama de “habitar”, o modo como os mortais são e estão sobre a terra. É a partir do habitar sobre a terra que o homem constrói o mundo. (...). Construir o mundo, porém, é coisa diversa do que meramente se entregar ao afã de processar a produção como efetivação. Construir mundo, porém, significa tanto cuidar do crescimento, o que em latim se diz com o verbo *colere* – de onde vem a palavra “cultura” – como edificar construções, o que em latim se diz com o verbo “*aedificare*”. Entretanto, o construir, tanto em seu sentido de cultura (cuidado pelo crescimento) como em seu sentido edificação, se funda sobre o habitar humano sobre a terra. Salvando a terra, acolhendo o céu, aguardando os deuses, conduzindo os mortais, é assim que acontece propriamente um habitar, segundo Heidegger. (FERNANDES, 2013)

Se a sociologia direciona o homem à um habitar poético da terra, sua mente se volta nesse momento para as expressões artísticas da natureza humana, dentre as quais, a música se insere. Obviamente que a preocupação com a formação de profissionais da área e, por conseguinte, com questões educacionais, vão compor um imenso e complexo campo de pesquisa onde uma miríade de disciplinas se permeiam e se completam.

Nesse múltiplo e intrincado universo da música, o estudo do pensamento musical abrange desde a formação da cultura dos povos, passando pelo seu desenvolvimento tecnológico e organizacional (social), até as questões puramente científicas da fisiologia de funcionamento do corpo humano, em especial, do cérebro. As pesquisas neste campo buscam,

dentre outras questões, estabelecer parâmetros que definam com exatidão o que é uma mente musical, sem que se tenha chegado a uma conclusão unânime, face aos diferentes recortes possíveis de serem realizados pelos diferentes campos de estudo sobre a questão.

O interesse crescente nas pesquisas da relação música e cérebro, a meu ver, são reflexo de dois fatores. O primeiro relaciona-se à introdução recente de novas técnicas de neuroimagem, como a tomografia com emissão de pósitrons (TEP) e a ressonância magnética funcional (RMF), que permitem “visualizar” as mudanças funcionais e topográficas da atividade cerebral durante a realização de funções mentais complexas. Assim, já é possível estudar as mudanças regionais do fluxo sanguíneo do metabolismo e da atividade elétrica cerebral durante tarefas de natureza cognitiva, como, por exemplo, enquanto um indivíduo processa estímulos sonoros, sejam estes meros sons puros senoidais, ruídos, padrões rítmicos ou mesmo “música”, em sua acepção ampla. O interesse pela música relaciona-se ou reflete uma mudança de paradigma, que está ocorrendo tanto nas ciências humanas como nas ciências biológicas, e insere-se no terreno da interdisciplinaridade, no qual as especializações dão lugar às fronteiras e à unificação de áreas, antes seccionadas do conhecimento como as ciências e as artes. (MUSZKAT et al, 2000 p. 70)

Afinal, por que a música como forma de expressão nos atrai e estabelece conosco uma relação tão estreita? Segundo Sloboda (2007), o ponto chave dessa atração é o lado emocional do ser humano que é constituidor maior de sua natureza.

A razão pela qual muitos de nós nos envolvemos em atividades musicais, de composição ou escuta, é que a música consegue despertar emoções profundas e significativas. Estas emoções podem variar desde simples deleite estético diante de uma construção sonora, e desde emoções como alegria ou tristeza que a música às vezes evoca ou realça, até um simples alívio da monotonia, tédio ou depressão que pode ser proporcionado pelas experiências musicais cotidianas. (SLOBODA, 2007 p. 3)

A música tem a capacidade de melhorar nossa vida emocional ademais dos aspectos sociais de seu uso que são específicos em cada cultura; os aspectos emocionais são interculturais. Sloboda afirma que essa universalização dessa resposta emocional em relação à música deriva do fato de tais emoções serem induzidas pela cognição; o ouvinte desencadeia neste processo uma representação particular da música que pode ser expressa por uma emoção subsequente, ou mesmo uma indiferença.

Alguém pode compreender a música que ouve sem ser movido por ela. Se ele é movido por ela, então ele deve ter passado por um estágio cognitivo que envolve a formação de uma *representação interna*, simbólica ou abstrata da música. (SLOBODA, 2007 p. 5)

As qualidades dessas representações internas e as construções que o indivíduo realiza a partir dessas tais representações influenciam na improvisação, na criação musical e na performance. Essas representações simbólicas se manifestam como resultado da percepção singular de cada ouvinte, e compõe o alicerce da psicologia cognitiva da música. (SLOBODA, 2007).

Percebemos que os componentes identificados em um mesmo estilo nos remetem a sensações similares. Isso demonstra que a sensação ou emoção foi anteriormente aprendida e que a identificamos como algo conhecido em algum grau de proximidade. Assim sendo, a cognição do ouvinte está vinculada a uma capacidade ou habilidade de maior ou menor complexidade, que vai desde lembrar de uma canção e ser capaz de cantarola-la, até compor uma obra sinfônica. Os mecanismos da cognição são formados por um sistema de reconhecimento e armazenamento da informação que segundo Sloboda (2007 p. 8), advém de um nível de representação interna complexo, fundamentado na estruturação do conhecimento em pequenos grupos de unidades apoiados em definições sintáticas que constroem grupos maiores de unidades, e assim por diante, até uma compreensão razoavelmente complexa da semântica musical. Em geral os músicos buscam construir essas estruturas embasados na teoria da música identificando cadências, encadeamentos etc. como unidade básica da estrutura, mas não músicos também são capazes de tal estruturação.

Para os músicos, esta relação com a música é mais profunda e intensa e esbarra nas necessidades de formação profissional que a carreira exige, e em habilidades específicas que muitos definem como talento e outros como esforço constante e permanente. O fato é que aqueles que se dedicam à música como profissionais adquirem ou desenvolvem¹⁶⁵ uma mente musical que permita um entendimento mais complexo e profundo da semântica e da sintaxe musical, possibilitando uma melhor performance e criação, transmitindo este conteúdo de modo significativo e passível de assimilação. Temos então diversas questões a serem respondidas:

1. Como podemos definir uma mente musical?

¹⁶⁵ Até o presente momento não está plenamente definido pela ciência nem pela pedagogia a verdade absoluta sobre talento inato ou adquirido. As questões sobre este tema que possuem raízes na filosofia de Kant e Hegel não serão discutidas no presente trabalho que pode apresentar alusões a determinados conceitos provenientes dessas e de outras áreas como proposta de seu campo transdisciplinar de pesquisa ou apenas como enriquecimento do texto exposto. Não temos a pretensão nem o desejo de estabelecer nenhum dogma com esta pesquisa, muito pelo contrário, desejamos se possível, derrubar os existentes que promovem a desestimulante e engessada definição de ouvido absoluto e ouvido relativo.

2. O que significa ter uma mente musical?

3. O que compõe uma mente musical?

Sem a pretensão de explicarmos a formação e o contexto absoluto de uma mente musical, podemos circular determinadas características de uma mente musical já formada, ou seja, observar com a ajuda de outras áreas de estudo, os processos cognitivos através dos quais o pensamento musical transcorre.

As ciências humanas que abrangem os campos da psicologia e da neurociência com enfoque nos processos de cognição, objetivam continuamente desvendar a totalidade de parâmetros que compõe a mente musical. Essas duas áreas que formam a neurociência cognitiva musical têm estabelecido pontos de convergência entre si, traçando assim um caminho mais lógico para o entendimento e definição da mente musical. A psicologia cognitiva aliada ao desenvolvimento científico da neurociência torna possível um mapeamento cada vez mais preciso das redes neurais. As técnicas neurocientíficas permitem a mensuração do funcionamento cerebral em atividades que envolvam linguagem e música, mapeando com sucesso as áreas conscritas em ações de toda ordem.

Assim amalgamadas, as ciências caminham no sentido de definir como funciona e como podemos definir a mente musical. No entanto, uma designação exata não pode ainda ser apresentada como conceito absoluto, visto que novas pesquisas acrescentam novas informações constantemente, modificando e derrubando certezas anteriores. A expressão *mente musical*, por sua definição intrínseca, é sem dúvida uma ferramenta importante para o músico atuante. Definir os parâmetros de tal postulado não é tarefa simples e as pesquisas sobre essa matéria se intensificam a partir do início do sec. XX.

Carl Seashore em 1937 procurava estabelecer uma definição do que seria exatamente uma mente musical. Segundo o autor, suas afirmações se baseavam em análises de experimentos com frequências sonoras. Seashore partia do princípio de que a mente musical deveria ser capaz de sentir os sons, projetar esses sons de forma reprodutiva ou criativa internamente, ser afetada por esses sons emocionalmente e gerar uma resposta cerebral que, de maneira positiva, influenciaria a performance, a composição e a regência.

O ponto de vista aqui apresentado como um resultado da experiência laboratorial baseia-se na análise do meio musical – o som físico. Isto repousa sobre a suposição de que uma mente musical deve ser capaz de detectar sons,

de imaginar estes sons de forma reprodutiva ou criativa, de ser despertado por eles emocionalmente, de ser capaz de sustentar um pensamento em termos dessas experiências, e regularmente, embora não necessariamente, de dar alguma forma de expressão deles na performance musical ou na criação musical. (SEASHORE, 1967 p. 1, tradução nossa)¹⁶⁶

A discussão naturalmente se conduz para a necessidade de averiguar o que se define como diferencial no ser humano, que seja propiciador de uma mente musical. Seria o que comumente chamamos de talento ou inclinação? Como poderíamos mensurar e diferenciar tais características? Sobre isso, Seashore afirma que o talento musical não pode ser uma característica única e isolada, mas que consiste em uma hierarquia de talentos que “florescem” nos ramos da árvore do pensamento de uma mente musical.

O talento musical não é um, mas uma hierarquia de talentos ramificando-se de determinadas linhas do tronco para uma rica arborização, folhagem e frutos da árvore que chamamos de “mente musical”. A mente musical é antes de tudo uma mente normal. O que a faz ser musical é a posse, em um grau útil, dessas capacidades que são essenciais para a audição, o sentimento, a compreensão e normalmente a alguma forma de expressão da música, resultando em um impulso ou desejo direcionado à música. (SEASHORE, 1967, p. 2, tradução nossa)¹⁶⁷

Apesar da afirmação controversa sobre o que seria uma “mente normal” e uma “mente musical”, as pesquisas de Seashore retrataram, desde então, a crescente necessidade de definir os conteúdos lógicos que englobam definições como: talento musical, mente musical, ouvido musical e porque não dizer, ouvido absoluto como indicador de talento musical inato. Tais conteúdos formam a temática de discussões e pesquisas, tanto no campo musical inserido nas áreas da educação e da musicologia, como no campo científico sobre as questões neurológicas e psicológicas sobre cognição. Esses esforços visam um melhor entendimento da mente humana e de sua capacidade de apreender e desenvolver o conhecimento adquirido, gerando assim uma melhora nas técnicas de ensino e aprendizado que se desenvolveram a partir do séc. XX.

¹⁶⁶ The point of view here presented as a result of laboratory experience is based upon the analysis of the musical medium- the physical sound. This rests upon the assumption that a musical mind must be capable of sensing sounds, of imaging these sounds in reproductive and creative imagination, of being aroused by them emotionally, of being capable of sustained thinking in terms of these experiences, and ordinarily, though not necessarily, of giving some form of expression of them in musical performance or in creative music. (SEASHORE, 1967, p. 1)

¹⁶⁷ Musical talent is not one, but a hierarchy of talents, branching out along certain trunk lines into the rich arborization, foliage, and fruitage of the tree, which we call the “musical mind”. The normal musical mind is first of all a normal mind. What makes the musical is the possession, in a serviceable degree, of those capacities which are essential for hearing, the feeling, the understanding, and, ordinarily, for some form of expression of music, with a resulting drive or urge toward music. (SEASHORE, 1967, p. 2)

Em suas pesquisas, Seashore procurava abordar determinados assuntos musicais que ainda hoje são tópicos de investigações e cujo progresso é facilitado pelas constantes pesquisas nos campos correlatos. Seashore direcionava seus experimentos de forma a convergirem em maior ou menor grau para a área de educação musical. Ele definia questões sobre aspectos psicológicos, neurológicos e cerebrais devido a sua formação em psicologia, ética, filosofia e educação musical. Isso lhe rendeu publicações sobre temas centrados em música e psicologia, e em música e estética.¹⁶⁸ Não obstante ser um autor dos séculos XIX/XX, sua produção foi referencial para os estudos nesse campo por conter teses importantes sobre o tema. Alguns postulados foram úteis, outros foram descartados ou modificados de acordo com o desenvolvimento e aprimoramento dos resultados de pesquisas nas múltiplas áreas pertinentes de concentração.

O processo de aprendizagem na música envolve dois aspectos principais: aquisição e retenção de informação musical e experiência, e o desenvolvimento de habilidades musicais. Ambos estes estão incluídos na utilização comum do termo "memória"; assim, temos memória consciente, que é a disponibilização de informação classificada e experiência, e memória subconsciente ou automática, que é um nível do hábito, como é exibido em todos os vários tipos de habilidades musicais no desempenho. (SHEAORE, 1967, p. 149, tradução nossa)¹⁶⁹

Os conceitos do autor se desenvolvem a partir da crença de um talento inato e inviolável como referencial para a condição da prática musical, o que nós consideramos altamente questionável.

Suas afirmações permeiam definições mais atuais no que diz respeito, por exemplo, a existirem tipos diferentes de memória, mas esbarram na concepção de memória motora e digital como parte inerente do denominado talento. Para o autor, a prática e a constante repetição durante o estudo musical seriam de pouca valia se desarticuladas de uma predisposição artística inata de hierarquias e aptidões. Assim sendo, as participações dos indivíduos dentro de seus

¹⁶⁸ Elementary Experiments in Psychology (New York, H. Holt and Company, 1908); The Measurement of Musical Talent (New York, G. Schirmer, 1915) ; The Psychology of Musical Talent (New York: Silver, Burdett and Company, 1919) ; Introduction to Psychology (New York, Macmillan, 1923); Approaches to the Science of Music and Speech (Iowa City, The University, 1933); Psychology of Music (New York, London, McGraw-Hill Book Company, Inc., 1938); Why we love music (Philadelphia, Oliver Ditson Company, Theodore Presser co., distributors, 1941); In Search of Beauty in Music : a scientific approach to musical esthetics (New York, The Ronald Press Company, 1947).

¹⁶⁹ The learning process in music involves two primary aspects: acquisition and retention of musical information and experience, and the development of musical skills. Both of these are included in the common use of the term "memory"; thus, we have conscious memory, which is the making available of sorted information and experience, and subconscious or automatic memory, which is a phase of habit, such as is exhibited in all various types of musical skills in performance.

grupos sociais que diferenciam artistas de não artistas influenciariam positivamente o desenvolvimento tecnológico desse grupo, sendo de certa forma necessário a esse desenvolvimento. No entanto, em grupos denominados primitivos, como determinadas tribos africanas ou indígenas brasileiras, onde as funções sociais comumente encontradas são as de chefe ou xamã, todos os membros da tribo, incluídos estes dois indivíduos, praticam a música, a dança e outras formas de arte sem que sejam excluídos de quaisquer atividades devido ao tipo de função que exercem no grupo. As afirmações do autor conjecturam em seu contexto um referencial social dêitico construído no espaço-tempo de sua era.

Nos grupos considerados primitivos e em algumas manifestações culturais populares brasileiras, a transmissão dos ritos, da música e das tradições em geral são realizadas de forma oral. A continuidade dessas tradições é mantida por indivíduos que não são artistas profissionais de formação acadêmica ou autodidata, mas sim pessoas que atuam em profissões diferentes, ou ocupam lugares distintos dentro do grupo social, tendo como elo comum o pertencimento à mesma comunidade. As tradições e artes praticadas são assim transmitidas de geração para geração. A memória individual e do grupo desempenha um papel fundamental como ferramenta de armazenamento dessa identidade cultural. (RODRIGUES, [s.d.]. MENDES; CERQUEIRA, 2011).

Hoje em dia sabemos que vários são os fatores que afetam a memória, principalmente se algum problema ocorre em nosso cérebro. As pessoas, que por qualquer motivo apresentaram inflamações na região do cérebro, podem ter sua memória profundamente comprometida. Existem casos de perda de memória onde o indivíduo não consegue conceber o tempo imediatamente anterior ou posterior àquele momento exato de sua existência, sendo mantido como prisioneiro desse único momento sem que haja passado ou futuro. (SACKS, 2007 p. 199).

Em sua busca pelo conhecimento cognitivo musical na continuidade de suas pesquisas, Seashore concebeu a memória como via de compensação de uma falta de talento inato e reformulou alguns de seus conceitos. Ele passou a acreditar que a memória e a capacidade de retenção da informação eram herdadas, mas que poderiam ser aprimoradas, inclusive, fazendo com que o aluno de música mais estudioso e dedicado ao desenvolvimento da memória, tivesse vantagens sobre outro que apresentasse maior facilidade na execução e se dedicasse menos a desenvolvê-la.

Memória musical é um talento que é herdado em muitos graus diferentes. As diferenças são maiores para esta capacidade em especial do que para as capacidades de memória em geral; um aluno pode ter uma capacidade mais de cem vezes maior do que outro para aprender música. No entanto, esta capacidade, tanto no talentoso quanto no não talentoso, é capaz de melhorar de forma surpreendente com o treinamento. Treinamento na arte de aprender pode realizar maravilhas.¹⁷⁰ (SEASHORE, 1967, p. 149, tradução nossa)

Fatores de treinamento constante da memória que visam, a partir de diversas técnicas de assimilação e retenção da informação, fortalecer e melhorar seu desempenho, são de grande valia para o músico. Se as técnicas utilizadas para memorização do texto escrito ou da imagem pudessem ser transportadas para o universo musical, no sentido de inseri-lo neste contexto com as exatas designações de alturas, poderíamos experimentar até onde tal capacidade permitiria o desenvolvimento cognitivo musical. Sem dúvida a memória é parte importante desse processo. Sua utilização advinda de um aprimoramento constante seria então experienciada na percepção aural dos múltiplos estilos ocidentais e orientais da música mundial. Utilizar técnicas de desenvolvimento da memória em geral para a memória musical só seria possível caso música e a linguagem estivessem contidas em um mesmo contexto fisiológico, psicológico e social, apresentando um conjunto idêntico de elementos semânticos, sintáticos e estruturais de seus signos, significados e significantes. Independentemente das impossibilidades de se equiparar os caminhos da memória textual com a musical, a música pode ser apreendida na memória enquanto conjunto de signos representativos, além das representações estéticas, em conjunto com a inteligência.

Os signos (...) para serem interpretados, precisam da inteligência. É a inteligência que os decifra: com a condição de "vir depois", de ser, de certa forma, obrigada a pôr-se em movimento, sob a exaltação nervosa que nos provoca a mundanidade. (DELEUZE, 2003 p.50)

A música não possui uma língua autóctone explícita com fonemas e palavras de significação exata ou pelo menos presumível. No entanto, existem semelhanças entre a música e a linguagem. As principais paridades compartilhadas entre música e linguagem são:

- A) Ambas são “características da espécie humana que aparentam ser universais para todos os seres humanos, e específicas dos seres humanos”. (SLOBODA, 2008 p. 25)

¹⁷⁰ Musical memory is a talent which is inherited in vastly different degrees. The differences being greater for this special capacity than for memory capacity in general; one student may have more than a hundred times the capacity of another for learning music. Yet this ability, both in the gifted and in the nongifted, is capable of an astonishing amount of improvement by training. Training in the art of learning can accomplish wonders.

Essa afirmação, em última análise, supõe que todos os seres humanos possam desenvolver tanto a linguagem, quanto a música. Se o desenvolvimento musical é possível para não músicos, analogamente podemos concluir que o desenvolvimento perceptivo o é para músicos. Outras similitudes entre música e linguagem apresentadas por Sloboda (2008) são:

B) A capacidade de música e da linguagem de gerarem um número ilimitado de sequências.

C) As crianças tem a capacidade de compreender e aprender as regras musicais e linguísticas através de exemplos das mesmas.

D) O meio de transmissão de ambas é o auditivo-vocal (sonoro).

E) A partir de um meio primário de comunicação auditivo-sonoro, muitas culturas desenvolveram maneiras de realizar a notação musical e linguística.

F) No desenvolvimento infantil, tanto na linguagem quanto na música, as habilidades perceptivas precedem as produtivas.

G) Tanto música quanto linguagem estão inseridas em suas sociedades específicas e nelas atuam e se desenvolvem conforme os costumes e tradições, sendo percebidas como naturais deste ou daquele lugar.

O fonema), em si próprio, carece de significação, pois, é a menor entidade linguística de dois eixos, isto é, as propriedades distintivas dividem-se numa classe de propriedades prosódicas, que só interessam ao outro eixo, o das sucessividades. O fonema tomado em si próprio, não significa nada, é mera qualidade acústica. (Da mesma forma que o som, isolado de um contexto musical, grifo nosso) (PLAZA, 2003 p. 59)

Uma diferença significativa entre música e linguagem, é o fato da linguagem ser intrinsecamente conectada ao significado objetivo das coisas para possibilitar uma comunicação inteligível e clara, no caso da prosa, enquanto que a música não possui uma significação objetiva (apenas subjetiva), de construção de um objeto ou de comunicação que se dá apenas de forma interpretativa. A linguagem pressupõe um diálogo e unanimidade de entendimento, enquanto que a música não dialoga no sentido estrito e entrega a mesma informação a ser decodificada por entes diferentes gerando informações e sensações diferentes que passam pelo filtro da sensibilidade e percepção individuais.

A música possibilita uma tradução intersemiótica de outra ordem, remetendo a sensações emocionais e reflexivas ao invés de ao entendimento direto de denominação dos objetos e ações encontrados na linguagem da prosa.

Contudo, para Gilles Deleuze, a tradução intersemiótica da mensagem simbólica dos signos é reduzida e não se apoia no *lógos* subsistente. Ele afirma que apenas a “estrutura formal da obra de arte será capaz de decifrar o material fragmentário que ela (a linguagem dos signos, grifo nosso) utiliza, sem referência exterior, sem código alegórico ou analógico”. (DELEUZE, 2003 p. 107).

Para a filosofia pragmática de Charles S. Peirce, o signo e a semiótica têm uma acepção lógica.

A tradução intersemiótica ou "transmutação" foi por ele definida como sendo aquele tipo de tradução que "consiste na interpretação dos signos verbais por meio de sistemas de signos não verbais", ou "de um sistema de signos para outro, por exemplo, da arte verbal para a música, a dança, o cinema ou a pintura", ou vice-versa. (PLAZA, 2003 p. xi)

De acordo com Peirce, o signo é uma entidade complexa de relações triádicas auto-gerativas que caracterizam o processo sígnico como continuidade e devir. A definição do signo de Peirce explica de forma lógica o processo de semiose classificado por ele como originária de três tipos de signos: ícones, índices e símbolos. Assim sendo, cada tipo de símbolo “serve para trazer à mente objetos de espécies diferentes daqueles revelados por uma outra espécie de signos”. (Plaza, 2003 p. 17- 20) (Peirce [s.d.] apud Plaza, 2003 p.20)

O signos, segundo Peirce, são classificados em três tipos que se inserem em uma hierarquia relativa, no entanto, o autor considera que o signo perfeito é o que possui o icônico, o indicativo e o simbólico amalgamados em porções tão iguais quanto possível. De acordo com Plaza (2003 p.22) temos:

Ícones: são signos que operam pela semelhança de fato entre suas qualidades, seu objeto e seu significado. O ícone, em relação ao seu Objeto Imediato, é signo de qualidade e os significados, que ele está prestes a detonar, são meros sentimentos tais como o sentimento despertado por uma peça musical ou uma obra de arte.

Índices: operam antes de tudo pela contiguidade de fato vivida. O índice é um signo determinado por seu Objeto Dinâmico em virtude de estar para com ele em relação real. O índice, em relação ao seu Objeto

Imediato, é um signo de um existente. Fotografias instantâneas, são muito instrutivas porque sabemos que, sob certos aspectos, são exatamente como os objetos que representam. Esta semelhança é devido ao fato de as fotografias serem produzidas em circunstâncias tais que se viram fisicamente compelidas a corresponder, ponto a ponto, à natureza.

Símbolos; operam antes de tudo, por contiguidade institutiva, apreendida entre sua parte material e seu significado. Determinado por seu Objeto Dinâmico apenas no sentido de ser assim interpretado, o símbolo depende portanto de uma convenção ou hábito. O símbolo, em relação ao seu Objeto Imediato, é signo de lei.

Ao classificarmos o tipo de significação ocasionada pela execução no tonoscópio segundo os preceitos de Peirce, observamos que a união da emissão vocal, a formulação e percepção da imagem correlacionadas com a altura e a percepção auditiva, formam um conjunto sígnico. As ações nesses casos não são isoladas. O resultado único está interligado pela mesma ação direcionada a um mesmo objetivo. A imagem formada pode ser classificada como índice; a emissão vocal como símbolo de um sistema de afinação ao mesmo tempo que é ícone. A ação conjunta do efeito tonoscópio possui em sua representatividade a ação dos três signos de Peirce. Isto confere à prática com o tonoscópio um grau de interpretação intersemiótica.

Os aspectos que permitem a captação da informação visual, podem ser organizados a partir da própria constituição sígnica. Isto é, quando organizamos o signo, estamos também organizando a construção do olhar. Assim, o olho não é somente um receptor passivo, mas um formador de olhares, formador de Objetos Imediatos da percepção. (PLAZA, 2003 p. 52)

Na medida em que procuramos estabelecer a percepção musical como *ciência objetiva* através de uma coerência textual que visa traduzir o sentido e significado dos signos da obra musical, o discurso analítico se situa na representação de uma *ciência do sujeito* que interage diretamente em resposta ao estímulo lexical de sua cultura, realizando o caminho inverso que foi o da performance da música, para que de seu estatuto de discurso do sujeito a música retorne em seu próprio espaço/tempo. Assim sendo, a partir de um sistema, definimos um silogismo que se traduz em um discurso com autoridade “capaz de compreender a relação entre uma organização do sentido (fatos), e o seu limite (o acontecimento). São os campos semânticos que possibilitarão o vislumbre da margem dos acontecimentos significados como objetos; a percepção da música através da leitura da partitura ou durante uma performance pode suscitar simbolismos diferentes. Em termos aproximativos, poder-se-ia dizer que o texto é o lugar onde se efetua um trabalho do *conteúdo* sobre a *forma*. Para retomar a palavra mais exata de Husserl, ele *produz destruindo*. (CERTEAU, 1982 p.104-105).

Desde o nascimento ouvimos e percebemos nossa língua nativa e nosso cérebro constrói nossa percepção de acordo com as características dessa linguagem, elaborando assim nossa percepção categorial.

A percepção categorial é peculiar dos arquétipos de construção da linguagem, constitui-se da relação do fator tempo entre o ataque do som (onset) e de dois componentes do som denominados de primeiro e segundo formantes (f_1 e f_2), que representam “explosões do som que ocupam bandas de frequências discretas”.

Experiências em sintetizadores com consoantes sonoras (como o “*d*”), e consoantes surdas (como o “*t*”), demonstrou que o som percebido variava de “*t*” para “*d*” e vice-versa, de acordo com o espaço do ataque onset para os formantes. A percepção mais clara do fonema “*d*” foi alcançada quando os ataques de f_1 e f_2 foram simultâneos. O melhor resultado perceptivo do fonema “*t*” foi obtido quando f_1 começou 60 ms (milissegundos) depois de f_2 . (SLOBODA, 2008 p. 32)

Percebe-se, por essa experiência, que em algum ponto do caminho o fator tempo influi nos componentes de formação do som e a percepção do ouvinte se adequa a essas estruturas fonéticas da linguagem, transportando-as para a percepção dos sons musicais. Por isso os povos de língua tonal apresentam uma grande facilidade na identificação dos sons da escala geral, visto que a aquisição das características da língua materna se dá no início da vida, e a complexidade da língua tonal exige uma percepção mais profunda das nuances de pronúncia fonética.

Em percepção musical, na tentativa de buscar os possíveis universais da música, e por conta disso seguindo a linha Schenkeriana de importância da *Ursatz*¹⁷¹ representada pela tríade, experiências análogas as fonéticas também foram realizadas em sintetizadores sonoros. Em uma experiência musical realizada com músicos e não músicos, a distinção entre o acorde maior e o acorde menor foi proposta. O resultado demonstrou que existem pontos de transposição que seccionam o conjunto de frequências percebidas como terça maior, do conjunto de frequências percebidas como terça menor. O acorde utilizado foi o de “Lá” onde as frequências da nota “Lá” e da nota “Mi” não foram alteradas. Em resumo, a frequência em Hertz da terça do acorde

¹⁷¹ A *Ursatz* deriva da tríade da tônica, e é obtida pela redução progressiva do trecho musical à sua essência mais básica, que para Schenker, é a síntese do som ao nível do segundo, terceiro e quinto harmônicos da série harmônica. (SLOBODA, 2008)

era alterada paulatinamente de 554 Hz (dó sustenido), para 523 Hz (dó bequadro), a fim de determinar em que ponto a percepção concebia o acorde como maior e a partir de que ponto a percepção era de um acorde menor. Apesar de não apresentar provas contundentes e irrefutáveis, o princípio fisiológico subjacente desse tipo de experiência “parece ser a natureza categorial da percepção das alturas”. (SLOBODA, 2008 p. 34)

Existem também fatores dissemelhantes entre música e linguagem, alocados principalmente na questão da lógica epistemológica que o discurso linguístico exprime em sua representação textual. A lógica parte do pressuposto de classificação das afirmações como verdadeiras ou falsas para concluir um raciocínio: - Maria é mulher; todas as mulheres têm alma, Maria tem alma. A lógica nos permite reconhecer que a afirmação “Maria tem alma”, é verdadeira. A esse respeito Souza (2013), reitera que esse tipo de silogismo “baseia-se em proposições aceitas a priori como verdadeiras”, não importando se constituem ou não uma hipótese refutável. Nesse caso, a veracidade das premissas não é questionada, apenas a veracidade do axioma que elas produzem.

A música não possui contexto para que isso seja realizado: não existem afirmações falsas ou verdadeiras que possam ser estabelecidas como hipótese de raciocínio lógico. Nas situações gerais da vida, a aplicação desse tipo de raciocínio indutivo ou dedutivo não pode ser adotado na totalidade das situações, já que os fatos do cotidiano não se apresentam em condições claras de proposições e argumentos. As conclusões a partir de um raciocínio lógico tripartite de ordem dedutível/ indutível nem sempre são possíveis e necessitamos acrescentar ao conjunto um tipo de raciocínio denominado de abdução, que se baseia na intuição. Souza argumenta que a lógica dedutiva não tem papel fundamental na cognição musical. Esta se beneficia mais do raciocínio lógico indutivo e abdução. A construção das linhas de raciocínio em música são mais sutis e promovem leis simbólicas de expectativas de escuta.

Tais expectativas, às vezes serão preenchidas e outras vezes não, de acordo com a estratégia de equilíbrio entre informação e redundância escolhida pelo compositor. Em outras palavras, na música o pensamento indutivo estabelece a probabilidade de uma ocorrência e opera no sentido de encontrar, em algum nível, um fator de redundância comum aos elementos apresentados. (SOUZA In ILARI, 2013 p. 116)

Como músicos, constantemente sentimos que a música nos *fala* apesar de sem palavras, pelas articulações intrínsecas de seu campo semântico e sintático. E como seria maravilhoso se nos fosse facultado com facilidade e discernimento, poder ouvir, ler e escrever em perfeita

sintonia o conteúdo musical. Sem dúvida, para os compositores isto é condição *sine qua non* para que o mesmo tenha um ouvido interno capaz de traduzir com eficiência suas ideias musicais em notas e ritmos precisos; texto fiel do que se pretende dizer e não apenas combinações surdas sem nenhuma relação com o som musical, produzidas por uma técnica puramente braçal de construção e desenvolvimento de células musicais. A ideia aliada à técnica é o ideal. Além do desenvolvimento das células construtoras e da tradução do pensamento sonoro, é necessário elaborar a sintaxe musical de acordo com aquilo que se pretende.

O processo de execução é primeiramente, o de escutar internamente a música que se autolapida, permitindo-a crescer, seguindo a concepção e a intuição, aonde quer que elas nos levem. Na imaginação do compositor, uma frase, um motivo, um ritmo e até mesmo um acorde pode conter a energia que produz movimento. Dessa forma, ela guiará o compositor, através da força de seu próprio impulso e tensão, a outras frases, outros motivos, outros acordes. (SESSIONS, 1985, apud ALVARES In ILARI, 2013 p. 445)

Nesse aspecto, música e linguagem apresentam postulados diametralmente opostos. Enquanto a linguagem durante longos períodos é praticamente imutável e apresenta um conjunto limitado de significações, a música apresenta uma série de formas e estilos diferentes com os quais é possível dialogar em um curto espaço de tempo.

A linguagem tem função definida de comunicação, favorecendo sua estabilidade e mantendo sua formatação. A música não apresenta claramente uma função e a sintaxe prevalece como valor de ideia estética. Cada compositor, mesmo que inserido dentro de seu respectivo período de época, representa seu corpus musical com uma gramática particular. (SLOBODA, 2008 p. 50)

Existem paridades perceptíveis em um mesmo estilo de época e observa-se uma certa universalidade sintática principalmente em composições de estrutura tonal. Recriar uma composição dentro do sistema tonal, ao sabor deste ou daquele compositor é tarefa árdua, porém possível até certo nível. Recriar em estilos pós tonalismo dentro da estética de um compositor é tarefa difícil sem uma longa e profunda pesquisa especificamente sobre o compositor em questão. Os componentes de resultante aural (sequências, desenvolvimentos rítmicos, escalas, fórmulas matemáticas, etc.), nas composições pós-tonais são praticamente individuais. A tarefa de identificação pelo ouvido do corpus do compositor pós-tonal é complexa, pois a estrutura subjacente da composição não pertence à escala geral da música ocidental. Apreender a totalidade estilística e estrutural deste ou daquele compositor e/ou de um estilo de época como era feito anteriormente nos estilos que comportavam obras tonais e modais, não é mais possível.

Encontram-se recorrências sonoras mais ou menos identificáveis auralmente devido ao desenvolvimento da ideia conter repetições de sonoridades semelhantes. Obviamente que desenvolver células de acordo com um mesmo *modus operandi* irá gerar similaridades sonoras que a sonologia estuda profundamente. Recriar em estilos contemporâneos denota uma extensa pesquisa semântica e sintática sem apresentar o facilitador da percepção aural da música tonal que possibilita apreender pontos-chaves do estilo de época com a audição de poucas obras.

O desenvolvimento estético e sintático do tonalismo acompanhou a progressão histórica do homem, aumentando sua complexidade rítmica, melódica, harmônica e formal em um percurso paralelo ao do progresso social e tecnológico. Articuladas de acordo com os estilos, as formas musicais (do sistema tonal), configuram o invólucro das disposições sintáticas da música refletindo o corpus de sua gramática.

Assim sendo, temos desde a forma binária simples: A A' até os *leitmotives* wagnerianos, as estruturas seriais e a música acusmática. Todas as formas buscam implementar alguma espécie de unidade a obra - unidade conseguida e fixada na mente pela memória.

A música nos é conhecida como muito mais complexa que apenas a construção sintática ou as tensões entre tônica e dominante que um trecho tonal possa apresentar. Existem sensações e emoções suscitadas pela música que frequentemente relacionamos com fatos, cenas, pessoas ou emoções extramusicais. Citamos isto dentro de um parâmetro saudável de alusão a imagens musicais, como aquelas que muitos de nós experimentamos ao ouvir a VI sinfonia de Beethoven.

Em determinado trecho da obra podemos relacionar o motivo das trompas com as cornetas de caça à raposa. Em um outro momento a imaginação nos leva aos episódios de uma leve chuva que se transforma em tempestade e ao desfecho de um pôr do sol magnífico; imagens que foram ilustradas no desenho animado *Fantasia* de Walt Disney.

Não se trata de um comportamento patológico, mas sim de uma atitude comum guiada por nosso gosto estético e praticada por nós, músicos ou não, em determinados instantes de percepção musical. Em outros momentos, essa analogia de imagens não é praticada. A música pura e apenas essa percepção sonora, nos conduz por universos inusitados e sensações inesperadas e inexprimíveis que nos levam do pavor ao êxtase, totalmente capturados pelo fluxo musical e arrebatados de nossa consciência pela genialidade do compositor.

A expressão “imagem musical” também se refere a um outro significado similar. Podemos também definir imagem musical como a capacidade de ouvir uma música com o cérebro. É o que os músicos determinam como: ouvido interno. A construção de música complexa e arquitetônica se torna possível quando o ouvido interno e as imagens sonoras são poderosas. (SACKS, 2007, p.43)

Se o GTS (Giro Temporal Superior) anterior e o córtex orbito-frontal são responsáveis pelo processamento de "imagens", padrões ou objetos auditivos complexos, também devem ser os armazéns das memórias musicais. Na verdade, quando tentamos imaginar a música, ativamos partes do córtex auditivo que é anterior à região de Heschl (córtex auditivo primário) além das áreas no córtex frontal. Mesmo quando simplesmente antecipamos uma música familiar, o córtex frontal inferior se acende. Isto provavelmente corresponde ao envolvimento de regiões frontais do hemisfério esquerdo na recuperação de memórias complexas, como previsto em um modelo apresentado por Tulving e demais co-pesquisadores. Outras regiões cerebrais, como o cerebelo e o córtex cingulado anterior, também são ativas durante imagens antecipadas de música (figura abaixo). Isso justifica a ideia de que o ensaio mental, ativando algumas das mesmas regiões cerebrais, como durante uma performance real, ajuda a praticar e memorizar a música, mesmo que na verdade não toquemos o instrumento naquele momento. Também é bem conhecido que os regentes profissionais não só são capazes de realizar centenas de peças de memória, mas também ensaiá-los mentalmente, salientando novamente a equivalência parcial de ativação do cérebro através da atenção e exercício mental.¹⁷² (Rauschecker, J., P. 2003, p. 360, tradução nossa)

¹⁷² If the anterior STG (superior temporal gyrus) and orbitofrontal cortex are responsible for the processing of complex auditory ‘images’, patterns, or objects, they should also be the storage houses of musical memories. Indeed, when we try to imagine music, we activate parts of the auditory cortex that is anterior to Heschl’s region (primary auditory cortex) plus areas in frontal cortex. Even when we simply anticipate familiar music, inferior frontal cortex lights up. This may correspond to the involvement of left frontal regions in the retrieval of complex memories, as predicted in a model put forward by Tulving and coworkers. Other brain regions, such as the cerebellum and the anterior cingulate cortex, are also active during anticipatory imagery of music (Figure 23.4). This justifies the idea that mental rehearsal, by activating some of the same brain regions as during a real performance, helps to practice and memorize music, even though we do not actually play the instrument at that time. It is also well known that professional conductors are not only able to conduct hundreds of pieces from memory but also rehearse them mentally, stressing again the partial equivalence of brain activation through attention and mental exercise. (Rauschecker, J., P. 2003, p. 360)

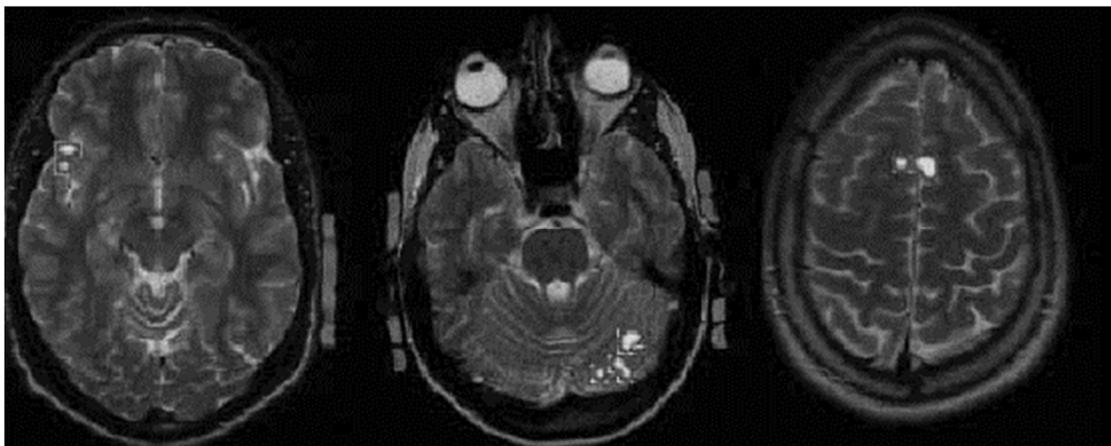


Figura 84. Funcionamento do cérebro em imagens antecipadas da música.

A formação das então denominadas imagens musicais acontece pelo fato da capacidade musical residir em sistemas cerebrais já desenvolvidos para outros propósitos; o que explica não existir um "centro musical" no cérebro humano, e sim o envolvimento de várias redes dispersas no cérebro. As ciências ainda não podem precisar se faculdades musicais são inatas ou subprodutos de outras faculdades, o que se sabe com certeza é que a música como forma de expressão é de suma importância na maioria esmagadora das culturas universais devido principalmente ao fato de possuir, como já dissemos, enorme influência sobre os estados de espírito dos seres humanos. Esses estados de espírito são constituídos através de uma "musicofilia" revelada na primeira infância", desenvolvida e modelada pela cultura, pelas circunstâncias e pelos talentos ou deficiências específicas que temos como indivíduos. (SACKS, 2007)

Schopenhauer escreveu: " A inexprimível profundidade da música(...) tão fácil de entender e, no entanto, tão inexplicável, deve-se ao fato de que ela reproduz todas as emoções do mais íntimo do nosso ser, mas sem a realidade e distante da dor. (...) A música expressa apenas a quintessência da vida e dos eventos, mas nunca a vida e os eventos em si". (SACKS, 2007, p. 11)

Nosso cérebro constrói estas relações inexprimíveis graças a um sistema auditivo primorosamente sintonizado para a música. Somos mais que seres linguísticos, somos seres musicais que utilizam a música como forma de expressão e comunicação. Nessa percepção do conteúdo musical, uma miríade de emoções pode ser apreendida. A música pode consolar, emocionar, acalmar, animar, entristecer, ajudar a obter organização ou sincronia durante as

tarefas, divertir, etc. Segundo Sacks (2007, p.13), em pacientes com deficiência neurológica pode ser mais poderosa e “ter imenso potencial terapêutico”.¹⁷³

Enquanto seres musicais e cerebrais, uma série de atitudes involuntárias em relação à audição e à visão são executadas por sinapses. O sistema auditivo possui sua própria versão de totalidade de informações percebidas e por conta disso, altera o resultado perceptivo estabelecendo como verdadeiras, informações que na verdade não recebeu.

O psicólogo cognitivo Richard Warren demonstrou esta peculiaridade em uma experiência de percepção onde utilizou uma frase falada.

Primeiramente, o texto foi recitado na íntegra. Na segunda vez, uma palavra foi retirada do texto e em seu lugar um ruído branco estático foi inserido.

A maioria das pessoas ouviu a palavra que foi retirada e o ruído, como se os mesmos tivessem sido apresentados conjuntamente. Contudo, uma grande proporção de participantes não conseguiu identificar a origem do ruído. O sistema auditivo havia completado a informação faltante de modo que a sentença proferida pareceu não estar interrompida. (LEVITIN, 2008 p. 99).

Analogamente em música, se retirarmos a fundamental de uma nota e tocarmos todas as outras notas da série harmônica até o 12º harmônico, o cérebro completa a informação e ouvimos a fundamental que não foi tocada.

O cérebro completa mensagens visuais e sonoras, talvez pelo fato de nossos ancestrais terem tido a necessidade de completar informações não precisas em momentos cruciais de vida ou morte. Isso constitui uma característica evolucionária que foi indispensável na percepção do habitat, visto que a quantidade de estímulos que percebemos contém informações incompletas ou confusas, principalmente pelo fato de as recebermos conjuntamente e portanto, uma tender a anular a outra. É extremamente complexo para o cérebro discernir o que ouvir como

¹⁷³ Relatos sobre doenças neurológicas e música podem ser encontrados em: CRITCHLEY, M., HENSON, R., A. Org.) *Music and the Brain: Studies in the Neurology of Music*. Ed. Macdonald Critchle & R. A. Henson Paperback – January 1, 1977.

mensagem principal em uma massa sonora divergente, bem como identificar formas precisas na falta de luz ou camufladas.

Percepção é um processo de inferência e envolve uma análise de probabilidades. A tarefa do cérebro é determinar qual é o arranjo mais provável de objetos no mundo físico, dado o padrão particular de informação que atinge os receptores sensoriais - a retina para a visão, o tímpano para a audição. Na maioria das vezes, as informações que recebemos em nossos receptores sensoriais são incompletas ou ambíguas.¹⁷⁴(LEVITIN, 2006, p. 99, tradução nossa)

O preenchimento de informações edificadas pelo cérebro é de ordem auditiva e também visual. A figura abaixo demonstra a ilusão de Kaniza. O sentido da visão exhibe claramente um triângulo branco sobre outro tracejado em preto. Ao observarmos mais atentamente, percebemos que não existem triângulos na figura. (LEVITIN, 2006, p. 98)

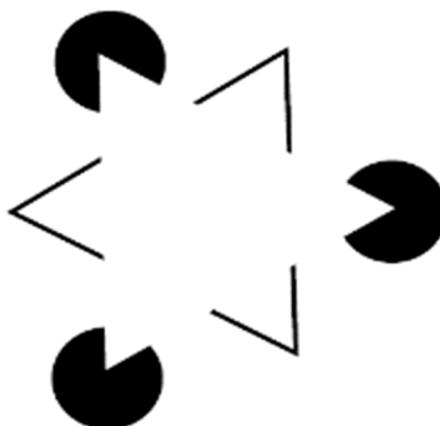


Figura 85. Ilusão de Kaniza

Independentemente da qualidade de músico ou não músico, o cérebro humano executa manobras para completar informações percebidas pelos sentidos.

No campo da música, a memória possibilita que o cérebro execute uma música dentro de nossas cabeças, completando não apenas um espaço ambíguo, mas toda a composição.

¹⁷⁴ Perception is a process of inference, and involves an analysis of probabilities. The brain's task is to determine what the most likely arrangement of objects in the physical world is, given the particular pattern of information that reaches the sensory receptors—the retina for vision, the eardrum for hearing. Most of the time the information we receive at our sensory receptors is incomplete or ambiguous. (LEVETIN, 2006, p. 99)

Essa memória musical por vezes é amplificada por interpretações cerebrais em sentidos diferentes dos especificados para decodificar o estímulo. Muitas pessoas veem cores, sentem gostos, cheiros e apresentam vários tipos de sensações táteis quando ouvem música. São denominados sinestésicos e possuem a capacidade de interpretar os estímulos sonoros com mais de um sentido simultaneamente. Tal capacidade, apesar de ser considerada uma espécie de anomalia, não é um sintoma debilitante nem provocado por alguma espécie de enfermidade ou trauma.

Oliver Sacks (2007), relata situações de pacientes que apresentam sintomas neurológicos nos quais a interação da música com o cérebro apresenta alguma espécie de anomalia decorrente de trauma ou enfermidade. São convulsões que ocorrem em músicos e não músicos devido a problemas no lóbulo frontal. Isso provoca uma imagem musical onde, para esses pacientes, a música parece familiar ao mesmo tempo que provém de uma fonte externa e não de dentro do ouvido ou da cabeça. No entanto, eles não conseguem discernir sobre a origem do som ou mesmo que música representa, pois com a anomalia do lóbulo frontal, a identificação não é possível. Para eles soa apenas estranho e familiar. Esses ataques aurais transmitem ao paciente a sensação de música hipnotizante - Uma sensação de armadilha sonora da qual não se consegue escapar. Um caso muito mais grave do que aquele que comumente vivenciamos quando uma música não nos sai da cabeça e que, apesar de ser extremamente desagradável, não nos hipnotiza nem impede qualquer ação motora ou de raciocínio. Um outro grupo de pacientes conseguiu identificar a música criada pelo lóbulo frontal com exatidão e permitiu que fossem isolados pontos corticais específicos em um lobo temporal que quando estimulados eletricamente, faziam com que os pacientes ouvissem e identificassem as músicas.

Outro caso interessante descrito por Sacks é o de indução de ataques epiléticos pela música que o autor definiu como musicolepsia. Os ataques epiléticos causados por música se dão quando esta passa a invadir regiões do cérebro no lobo frontal que a princípio não deveriam reagir ao estímulo sonoro. É como se houvesse um vazamento musical de sons no cérebro que atinge outros sistemas como o córtex motor. O tipo de estilo da música, de altura das notas ou de timbre causador do ataque varia de paciente para paciente. Não existe um padrão.

Por outro lado mais benéfico, imaginar música ativa o córtex auditivo e o córtex motor, quase com a mesma intensidade da ativação causada por ouvir música. Imaginar a ação de tocar ou de cantar também estimula o córtex auditivo. (ZATORRE; HALPEN, 2005, apud SACKS,

2007, p. 44). Isto também beneficiaria o desenvolvimento da percepção das alturas utilizando-se o tonoscópio já que este produz uma imagem que pode ser associada ao som produzido.

Alguns músicos que executam mentalmente a música que vão tocar ou cantar, tem a sensação de estar ensaiando fisicamente, mesmo que o ensaio seja apenas mental. Imaginar música ativa o córtex auditivo quase com a mesma intensidade da ativação causada por ouvir música.

Leone (2003) afirma que a simulação mental é tão eficaz quanto a estimulação auditiva ou motora, porque a prática mental por si só, promove circuitos mentais envolvidos nas primeiras etapas do aprendizado de habilidades motoras.

O cérebro humano está permanentemente fazendo associações entre os sentidos, o que nos leva a acreditar que seu desenvolvimento se dá de forma contínua.

A performance do cérebro suscita muitas outras ligações e pareceres que envolvem desde a nossa concepção do “eu”, até a imaginação que uma música pode provocar em nossa mente.

O neurocientista Rodolfo Llinás afirma que as interações do córtex com o tálamo fundamentam o “eu” (*self*). Segundo o autor em seu livro “*I of the vortex*”¹⁷⁵, a interação dessas áreas com os núcleos motores sob o córtex, em especial os gânglios basais que são cruciais para a produção de padrões de ação, promovem uma série de atitudes cerebrais dos núcleos que estabelecem o “*self*” com ações por ele denominadas de fitas motoras. Os padrões de ação compõem o ato de andar ou tocar um instrumento. (SACKS, 2007, p. 50)

A afirmação da construção de fitas motoras corrobora com a tese de intercâmbio entre os sentidos e com nossa proposição de que uma estimulação visual e sonora simultânea produzida no tonoscópio, pode ser benéfica no desenvolvimento do ouvido musical representado pela maior eficiência na percepção das alturas. A atenção, nesse caso, estaria dividida entre os sentidos da visão e da audição. É possível obter sucesso em uma ação de atenção compartilhada. A pesquisa de Johnson e Zatorre (2006) demonstra que o cérebro trabalha para discernir entre o que é preponderante perceber e traduzir, direcionando seu

¹⁷⁵ “Eu do Vórtex” (*I of the Vortex*). Salientamos aqui o duplo sentido do título citado já que o pronome “I” (Eu em inglês), é homófono do substantivo “eye” (olho em inglês), fazendo alusão a uma maior profundidade e especificidade, concepção, construção e entendimento da complexidade do ser.

funcionamento para a ação considerada mais relevante, porém se adapta e compartilha suas redes sinápticas quando necessita dividir a atenção entre duas ações de importância pariforme.

A atenção seletiva conduz a uma atividade aumentada em córtices sensoriais relevantes, ao mesmo tempo que levou a uma diminuição da atividade em córtices sensoriais irrelevantes. (...) A atenção dividida foi alcançada para a grande maioria através do recrutamento do córtex pré-frontal médio-dorsolateral. Contudo, houve também uma permuta entre a atividade do dorsolateral posterior do córtex pré-frontal e regiões sensoriais, de modo que indivíduos que demonstraram o melhor desempenho durante a atenção dividida também exibiram o maior recrutamento dos córtices sensoriais¹⁷⁶ (JOHNSON; ZATORRE, 2006, tradução nossa)

Tocar um instrumento é uma ação que necessita de um bom nível de coordenação motora. A ação exige que a atenção seja dividida entre as concepções mecânicas e interpretativas de duas mãos, dez dedos (e as vezes da respiração e embocadura), que atuam de forma diferente a cada nota que é executada. Além da destreza digital necessária, é imprescindível uma compreensão semântica da partitura através de sua leitura, tradução e interpretação. Esta compreensão semântica se origina da imaginação individual de cada artista, e tem sua raiz na pura e simples criatividade particular de transformação do signo musical em obra de arte. Por esse motivo, podemos vivenciar diferentes interpretações da mesma música. A interpretação da música e as características que constituem a criatividade pertencem a outros setores cerebrais diferentes daqueles onde as ações mecânicas de atenção seletiva ou dividida acontecem.

A respeito da criatividade, Llinás faz a seguinte afirmação:

Os processos neurais que fundamentam o que chamamos de criatividade não têm relação com a racionalidade. Ou seja, se examinarmos como o cérebro gera criatividade, veremos que não se trata absolutamente de um processo racional; a criatividade não nasce do raciocínio. (...). Pensemos novamente em nossas fitas motoras nos gânglios basais. Eu gostaria de salientar que estes núcleos *nem sempre* esperam até que uma fita seja convocada para uso pelo sistema talamocortical, o “*self*”, (...) Na verdade, a atividade nos gânglios basais é ininterrupta, há uma execução contínua de padrões motores e fragmentos de padrões motores, em meio a esses núcleos e entre eles, parecem agir como um gerador de ruído de padrão motor aleatório e contínuo. Aqui e ali, um padrão ou parte de um padrão escapa, sem sua aparente contrapartida

¹⁷⁶ Selective attention led to increased activity in relevant sensory cortices while simultaneously leading to decreased activity in irrelevant sensory cortex. (...) Divided attention was achieved for most individuals via recruitment of the middle-dorsolateral prefrontal cortex. However, there was also a trade-off between activity in posterior-dorsolateral prefrontal cortex and sensory regions, such that individuals who demonstrated the best performance during divided attention also showed the greatest recruitment of sensory cortices.

emocional, e adentra o contexto do sistema talamocortical. (LLINÁS, 2001, apud SACKS 2007, p. 51)

A performance cerebral que coaduna a atividade sensorial, mecânica e emocional de tradução das realidades do mundo e sua atuação no cotidiano pode ser entendida de maneira lógica quando pensamos que cada sentido tem a sua função, e cada função corresponde a uma ativação específica de uma determinada área do cérebro. Isso nos leva a questionar o que acontece no cérebro dos sinestetas. É interessante pensar como essa característica pode auxiliar no entendimento sobre estímulo e percepção decodificados por sistemas conjuntos que deveriam, a princípio, funcionar individualmente.

É importante ressaltar que o interesse pela relação música-cérebro não reside somente no fato de a estimulação sonora envolver funções neuropsicológicas bastante complexas com ativação de áreas corticais multimodais, mas pelo fato de a música estar, historicamente, inserida no campo das artes, com toda a conotação cultural e simbólica que isso acarreta. O fazer musical encerra e integra as funções do sentir, do processar, do perceber em estruturas ou em uma estética de comunicação que é, por si só, forma e conteúdo, corpo e espírito, mensageiro e mensagem. (MUSZKAT et al, 2000 p. 71)

Obviamente, o cérebro atua em todas as atividades cotidianas sejam musicais ou não, e seu funcionamento envolve uma intrincada e complexa rede de atuação que foge do escopo da atual pesquisa, e que, portanto, está sendo abordada com a devida e necessária reserva.

4.2.1 Sobre Sinestesia

O cérebro pode parecer um sistema fechado de decodificação de estímulos sensoriais, mas a união de tradução dos estímulos em mais de um receptor e determinado como sinestesia, permite a decodificação de um mesmo estímulo em áreas diferentes do córtex cerebral. De conhecimento dos cientistas a mais de trezentos anos, a sinestesia retorna como forte tópico de pesquisa em um contexto multidisciplinar. A neurociência tem particular interesse no estudo da sinestesia por tudo que esta pode nos revelar sobre a consciência, a natureza da realidade, as relações entre razão e emoção (CYTOWIC, 1995), bem como sobre as diferenças entre os aspectos perceptivos dos diferentes indivíduos, a integração multissensorial, os mecanismos das habilidades de linguagem, matemáticas e musicais e a construção de imagens mentais, dentre outras especificidades a serem estudadas. O modelo sinestésico como condição genética de hiperconectividade entre áreas corticais representa ao mesmo tempo um modelo único para a investigação dos processos de desenvolvimento pelos quais as áreas corticais se especializaram em funções específicas e unidas em determinadas redes. (MITCHEL, 2013 p.530).

O fenótipo que traz a sinestesia à atenção dos pesquisadores é, naturalmente, a experiência através da qual um determinado estímulo gera uma percepção e associação adicionais específicas e consistentes em outra modalidade ou fluxo de processamento. Este é um fenômeno que estimulou modelos de atividade cruzada de uma área cortical para outra como fator subjacente a qualquer das múltiplas formas de sinestesia. Pode haver muito mais à condição de sinestesia do que a própria experiência sinestésica. (MITCHEL, 2013 p.531)¹⁷⁷

Sinestesia significa sensações simultâneas: syn- simultâneas e aesthesis - sensações. Palavra de origem grega que serve para descrever a percepção originalmente captada por um sentido que se manifesta simultaneamente em outro. Assim sendo, o sinesteta pode experimentar o sabor de uma palavra ou a cor de um som.

Essa capacidade de traduzir um mesmo estímulo em mais de um sentido se integra com a forma de percepção inerente à natureza humana nos mais diversos níveis de profundidade, variedade e amplitude, visto que normalmente associamos um cheiro, um som, um gosto, uma imagem ou sensação tátil a eventos dissemelhantes. Essa característica corrente faz com que a percepção das coisas signifique algo dentro de um contexto existencial de entendimento da *physis* e do *lógos* de Heráclito, ou seja, do mundo. Nessa harmonia entre homem, natureza e *kosmos*, a antropologia cultural estabelece as relações que unificam esses entes em um mesmo fluxo; moto perpétuo de sensibilidades e percepções que assimiladas lançam a possibilidade de uma nova perspectiva simbolista e perceptiva, seja da música, seja do mundo ou do homem.

Dentro dessa realidade de troca entre o homem e o seu meio, os sinestetas traduzem estímulos sensoriais direcionados a um único sentido, a outro ou outros sentidos, assimilando múltiplos significados de um mesmo estímulo.

Os hábitos perceptivos da sociedade ocidental concretizaram-se de acordo com uma associação sinestésica com a realidade desde a Grécia Antiga até o século XVIII. A cultura moderna do século XIX separou os sentidos, e a arte moderna do início do século XX se manteve dentro da mesma lógica. Mesmo dentro de uma perspectiva de tradução do mundo ao redor em estímulos e percepções demarcadas, a poesia simbolista do século XIX traça

¹⁷⁷ The phenotype that brings synesthesia to the attention of researchers is, of course, the experience whereby a certain stimulus generates a specific and consistent additional percept or association in another modality or processing stream. This is a phenomenon that stimulated models of cross-activation from one cortical area to another as underlying any of the multiple forms of synesthesia. There may be much more to the condition of synesthesia than the synesthetic experience itself. (MITCHEL, 2013 p.531)

percepções sinestésicas do mundo e o termo, originalmente atribuído a Pitágoras, aparece a partir daí com mais frequência nas artes. (BASBAUM, 2003)

A percepção das coisas do mundo, sua tradução e significação pelos sentidos em uma construção conexa e racional da realidade é indispensável à sobrevivência.

Sentido e significado na filosofia, na neurologia, na música e em especial na percepção musical, tem sido objeto de pesquisa graças às tecnologias que permitem uma melhor visualização, mapeamento e funcionamento do cérebro. Encontrar um campo comum que nutra e auxilie mutuamente as áreas de pesquisa resulta em uma abordagem mais transcendental de união dos saberes entre ciências sociais, psíquicas e filosóficas.

Nesse sentido, a sinestesia faz um recorte pontual, já que a significação obtida pelos sinestetas está intimamente ligada a fatores culturais e sociais, que embasados em uma filosofia predeterminante de costumes, vem a ser cientificamente definidos pela neurociência cognitiva em uma redução interdisciplinar.

A sinestesia é, inclusive, característica de nosso desenvolvimento fisiológico, podendo ser observada em muitos infantes que com o desenvolvimento do corpo e da mente, deixam de anexar diversas percepções a um mesmo estímulo sensorial. Nessa fase, uma permuta de efeitos sinestésicos é realizada com a então recém introduzida compreensão e utilização da linguagem; um substituto mais lógico e racional para a tradução do mundo.

A sinestesia é uma propriedade natural do sistema perceptivo dos recém-nascidos e é mais facilmente encontrada nas crianças. Mais que isso, o estado de preenchimento pela sensação, ou abandono à sensação (como oposta à razão), pode ser relacionado a um modo cognitivo da infância, onde o aqui-agora da sensação predomina sobre o universo simbólico, duradouro, característico da cognição verbal. Nossa ‘conversão’ crescente ao universo mais ‘flexível’, prático, racional e eficiente do simbólico coloca palavras entre nós e o mundo. (BASBAUM, 2003 p. 249)

A sinestesia não deixa de ser um meio de expansão da realidade que encontra eco contemporâneo a partir das multimídias utilizadas para uma imensa diversidade de fins de comunicação e expressão que correspondem a um modo específico de percepção e representação, podendo ser individual ou coletiva. Isso ocorre por conta das constantes associações dos sentidos utilizadas na propaganda, no audiovisual em geral e nas metáforas literárias e coloquiais. Um comportamento que se reproduziu ao longo da história da

humanidade de diferentes maneiras e que acompanhou os avanços tecnológicos juntamente com o pensamento filosófico de cada época em questão.

Ao tomarmos, por exemplo, os procedimentos de automação da visão desenvolvidos para uso militar após 2ª Guerra, notamos que a análise tridimensional da imagem será implementada através das informações de uma imagem plana gerada segundo os códigos da perspectiva, acrescida dos dados fornecidos por um sinal de radar que toca o objeto e retorna ao aparelho, permitindo assim um cálculo de espaço. Ao reunir visão e tato num espaço perspectivista, voltamos ao modelo de visão praticado no século XVIII. (BASBAUM, 2003 p.263)

Este significar único de todas as coisas, onde se somam as qualidades da percepção e o resultado dos sentidos em união com a filosofia e a ciência, remonta de Pitágoras com sua: Harmonia das Esferas. O modelo Pitagórico de universo estabelecia a codificação do movimento dos planetas com um algoritmo matemático de representação. Isso teria profunda significação na posição das estrelas e conseqüentemente nas características dos signos do zodíaco. As questões que relacionam o homem com o universo são indagações permanentes que em uma camada mais profunda, buscam descobrir uma teoria de tudo e o exato posicionamento do homem perante o universo, o mundo, si mesmo e seus Deuses.

Nos últimos 200 anos a curiosidade humana indagou e tentou instituir conceitos sobre o tempo e o espaço, a constituição da matéria, as diversas formas de energia e as hipóteses sobre a origem do universo. De forma mais atualizada, são colocados por Stephen William Hawking em seu livro: “Uma breve história do Tempo”¹⁷⁸, algumas indagações sobre o universo e sobre o tempo que são particularmente interessantes. Segundo o autor, o tempo e a percepção formam um duo que atua no espaço tridimensional da existência. Temos já aí uma configuração de múltiplos elementos: o espaço-tempo e as percepções humanas significando tudo em maior ou menor grau de interatividade.

Essas indagações, que investigam um pouco mais sobre a natureza do mundo e dos homens, são realizadas a partir dos mesmos princípios de planejamento, envolvendo estágios de desenvolvimento semelhantes entre cientistas e artistas.

A partir de uma ideia que suscita um caminho criativo e exploratório, seguem-se os testes e refinamentos das possibilidades que misturam técnicas e conhecimentos previamente

¹⁷⁸Stephen William Hawking Uma breve história do tempo. Editora: Intrínseca. ISBN:9788580576467, 2015.

adquiridos, com inovações inseridas originárias da ideia inicial. Quando transportamos esse quadro para a criação musical, podemos significar essa afirmação com o fato de os compositores terem se utilizado, durante séculos, do sistema tonal como ponto de partida, mas de maneiras individuais e únicas dentro dos parâmetros dos diversos estilos.

A forma como cientistas e artistas definem a concepção de suas obras e ideias também guarda uma certa similaridade. Tanto artistas quanto cientistas entendem seus processos criativos e exploratórios como “experimentos - parte de uma série de esforços destinados a explorar uma preocupação comum, ou a estabelecer um ponto de vista”¹⁷⁹. A linha de raciocínio aproxima a ciência da arte devido ao fato de ambas possuírem características comuns de estruturação e desenvolvimento. (LEVETIN, 2007 p. 4)

O que artistas e cientistas têm em comum é a capacidade de viver em um estado aberto de interpretação e reinterpretação dos produtos do nosso trabalho. O trabalho de artistas e cientistas é, em última instância, a busca da verdade, mas os membros de ambos os campos compreendem que a verdade em sua própria natureza é contextual e mutável, dependente de ponto de vista, e que as verdades de hoje se tornam hipóteses refutadas amanhã. (LEVITIN, 2006, p. 5, tradução nossa)¹⁸⁰

A representatividade desse complexo método de pesquisa e criação está simbolizada nas artes multimídias que podem ou não fazerem uso da arte musical. Também está presente nas figuras geométricas e sonoras do tonoscópio e no ballet aquático de cores e formas cimáticas de Hans Jenny. Os elos entre sinestesia e cultura são perceptíveis.

As ligações entre a sinestesia e a cultura digital vão ainda além. Ao codificar todos os sentidos a partir de um código matemático comum, estamos de volta ao pitagorismo. Assim, não é de surpreender que a complementaridade da harmonia digital de John Whitney vá reunir cores e sons a partir das relações matemáticas da harmonia musical, cuja origem remonta a Pitágoras, ou que Ron Pellegrino prepare um conjunto de animações com laser e sons num diálogo explícito com a tradição pitagórica. A tradução dos dados de um sentido em termos de outros pela via matemática de um algoritmo pode ser encontrada num vasto número de softwares, interfaces, sensores corporais ou ambientes imersivos, que aspiram diferentes registros sinestésicos (BASBAUM, 2003 p.263)

¹⁷⁹ (...) experiments - part of a series of efforts designed to explore a common concern or to establish a viewpoint. (LEVITIN 2007, p. 4)

¹⁸⁰ What artists and scientists have in common is the ability to live in an open-ended state of interpretation and reinterpretation of the products of our work. The work of artists and scientists is ultimately the pursuit of truth, but members of both camps understand that truth in its very nature is contextual and changeable, dependent on point of view, and that today's truths become tomorrow's disproven hypotheses or forgotten objects d'art. (LEVITIN 2007, p. 5)

As experiências vivenciadas pela percepção de dois estímulos simultâneos (sinestésicos), representativos de uma mesma obra de arte musical, são de caráter imersivo e não linear, portanto, exigem uma permanente reflexão e por conseguinte, transcendem o pensamento apenas verbal. Esta experiência que aglomera sensações no fator tempo é circular, alimentando repetidamente as percepções, suas traduções e meta-significados em um êxtase expressivo a cada momento vivenciado: música e cena nos mais diferentes estilos e períodos da história. Esta é a forma mais intensa e eficiente de comunicar os conteúdos expressivos da música, do texto e da cena em um ato único.

Os sentidos principais de um evento sinestésico perceptivo musical são a visão e a audição. Para a prática da percepção musical, esse é o ponto que nos interessa, não desprezando, obviamente, as sensações táteis (como arrepios), que determinados sons ou sequências de sons podem provocar.

A sinestesia desencadeia uma série de questões sobre psicologia, memória e criatividade cujo elo comum é o cérebro. No campo da ciência, o ciclo recorrente entre tese, antítese e síntese é perpétuo e a ciência assim que responde a uma pergunta formula outras derivadas, imergindo assim, cada vez mais, numa busca pelas verdades e complexidades do homem, do mundo e consequentemente também, da música.

A natureza inquisitiva do ser humano se reflete diretamente no desenvolvimento tecnológico e social. Sua necessidade de saber e criar se insere em um módulo evolutivo de pensamento que reverbera em todas as formas de arte que buscam constantemente maneiras inovadoras e fidedignas de estabelecer sua representatividade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tema da pesquisa concentra-se na inserção do tonoscópio como estratégia no aprendizado e desenvolvimento da percepção das alturas. Para tanto, executamos uma pesquisa teórica e a partir da abordagem transdisciplinar dos diversos campos de saber correlatos, visamos estabelecer a validade dessa inserção. Nossa experiência musical e pedagógica foi auxiliadora e motivadora para a realização do presente trabalho.

Sendo o tonoscópio uma ferramenta acústica de ressonância e simulação sinestésica audiovisual pouco conhecida, iniciamos a pesquisa com um relato sobre sua origem, estrutura e pesquisas relevantes realizadas no campo da acústica e da cimática. As bases acústicas elucidaram matematicamente o porquê da formação das figuras sonoras.

Posteriormente aos conceitos acústicos, identificamos o conceito de *paideia* como diretriz pedagógica que melhor se adequa à utilização de múltiplos campos de saber no aprendizado e desenvolvimento do conhecimento e, portanto, na estratégia de inserção do tonoscópio.

Abordamos a percepção musical sob a égide fenomenológica conceituada por Husserl realizando um recorte filosófico da percepção do mundo conforme conceituado por Heráclito.

A fisiologia do aparelho auditivo, do cérebro e suas funções foram explanadas considerando-se as diferenças apontadas pela neurociência entre os cérebros de músicos e de não músicos, observando-se também diferenças entre os músicos possuidores de um ouvido denominado absoluto e os de ouvido denominado relativo. Foi possível comprovar tais diferenças a partir de imagens de ressonância magnética. As relações realizadas no cérebro durante a fruição musical que suscitam metáforas indutoras de imagens musicais foram observadas em consonância com as constatações científicas de organização e interpretação do som e da linguagem no cérebro.

O presente trabalho levantou uma série de questionamentos e traçou possíveis correlações entre os diversos campos de estudo para a obtenção de respostas plausíveis, concebidas a partir da pesquisa teórica e da experiência pessoal. De acordo com as etapas de desenvolvimento da pesquisa e de posse dos conhecimentos que iam sendo adquiridos provenientes de cada área de conhecimento, objetivamos traçar interseções e correlações entre os múltiplos saberes.

Em face aos experimentos realizados (no anexo 1), e da fundamentação teórica para sua implementação, concluímos que o uso do tonoscópio como estímulo sinestésico audiovisual na estratégia de ensino e aprendizagem da percepção das alturas mostrou-se promissor.

Assim sendo, recomenda-se a investigação de técnicas e metodologias de utilização pedagógica do tonoscópio em sala de aula. A formulação desses protocolos de avaliação perceptiva bem como sua realização, captação, interpretação e avaliação de dados e resultados obtidos perfazem a possibilidade de continuação de estudo investigatório após o presente trabalho, o que acreditamos ser profícuo e relevante para o ensino da percepção musical.

Referências

- ABBAGNANO, N. *Dicionário de Filosofia*. Trad. 1ª Edição brasileira: Alfredo Bosi. Ed. Martins Fontes. São Paulo, 2007.
- ALEXANDRE, F., B. *Depoimento* concedido à Rosane Nascimento de Almeida (vídeo) nas dependências da Escola de Dança da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 02 de junho de 2017. (Depoimento transcrito no Anexo 1 do registro em vídeo no Anexo 2).
- ALVARES, S., L., A. *Vertentes do Saber Musical - precedentes e consequentes epistemológicos rumo a uma fundamentação filosófica abrangente para uma educação musical mais contemporânea*. In: ILARI, B., S. (Org.). *Em busca da Mente Musical. Ensaios sobre os Processos Cognitivos em Música – da Percepção à Produção*. Ed. UFPR. Curitiba, Paraná, 2013, p. 429-452.
- BACKUS, J. *The Acoustical Foundations of Music*. Ed. W.w. Morton & Company. 2nd Edition. New York, 1977.
- BARROS, L., S., M. *Depoimento* concedido à Rosane Nascimento de Almeida (vídeo) nas dependências da Escola de Dança da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 02 de junho de 2017. (Depoimento transcrito no Anexo 1 do registro em vídeo no Anexo 2).
- BARROSO, J., M. (Org) *Conexões com a Matemática*. Ed. Moderna. São Paulo, 2014
- BASBAUM, S. *Sinestesia e Percepção Digital*. In: *Subtle Technologies Festival*. Toronto, maio de 2003. PDF Disponível em: http://www4.pucsp.br/pos/tidd/teccogs/artigos/2012/edicao_6/9-sinestesia_e_percepcao_digital-sergio_basbaum.pdf. Acessado em abril de 2016.
- BERKOWITZ, S., FRONTIER, G., KRAFT, L. *A New Approach to Sight Singing*. Ed. W.W. Norton & Company. New York/ London, 1988.
- BERMUDEZ, P.; ZATORRE, R. J. *The Absolute Pitch Mind Continues to Reveal Itself*. In: *Journal of Biology*. Nº 8, p.75, 2009. Disponível em: <http://jbiol.biomedcentral.com/articles/10.1186/jbiol171>. Acessado em maio de 2014.
- BOURDIER, P. *A Economia das Trocas Simbólicas*. In: MICELI, S. et al (Org.) Coleção Estudos; 20/ dirigida por J. Guinsburg. Ed. Perspectiva. São Paulo, 2007.
 _____ *Questões de Sociologia*. Ed. Fim do Século. Lisboa, 2004.
- BRAGANÇA, G., F. *A Sinestesia E A Construção De Significação Musical*. 2008. Dissertação (Mestrado em Música) Programa de Pós-Graduação em Música da Escola de Música da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Disponível em PDF.
- BRASIL. *Lei nº 9.394 -LDB: Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional*. Ministério Da Educação Secretaria de Educação Básica, Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão Conselho Nacional de Educação. *Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica*. DF-Brasília, 2013.
- CAPRA, F. *A Ciência De Leonardo Da Vinci: Um Mergulho Profundo na Mente do Grande Gênio da Renascença*. Trad. Bruno Costa. Ed. Cultrix. ISBN: 9788531 610035. São Paulo, 2008.
- CARVALHO, J., A., M., S. *Arquivo e Memória: Circuitos Mnemônicos*. 2014. Tese (Doutorado em Arte Contemporânea). Colégio das Artes da Universidade de Coimbra. Disponível em:

file:///C:/Users/rosane/downloads/arquivo%20e%20mem%C3%B3ria_circuitos%20mnem%C3%B3nicos.pdf.

CASTRO, C. M. *Estrutura e Apresentação de Publicações Científicas*. Ed. McGraw-Hill. São Paulo 1976

CERTEAU, M. *A Escrita Da História*. Trad. Maria de Lourdes Menezes, Ed. Forense Universitária, Rio de Janeiro, 1982.

CHLADNI, E., F., F. *Entdeckungen Über Die Theorie Des Klanges*. LEIPZIG: Weidmanns Erben Und Reich, 1787.

COCARELLI, J. *À Primeira Vista*. São Paulo: Novas Metas, 1982.

COOPER, M.; CYRIL, M.; HUNTER, W. R. H. *Tercentennial Studies*. Ashgate Publishing, Ltd. ISBN: 0-754-65365. USA, 2006.

COSTA, A. S. *Da Relação Entre Lógos e Daímon em Heráclito: A Escuta Como Definidora do Homem*. In: RICCIARDI, R.; ZAMPRONHA, E. (Org.). Ed. Coruja. Quatro Ensaios Sobre Música E Filosofia. Editora Coruja. Ribeirão Preto 2013, p. 79 - 96.

CHRISTENSEN, E. *The Musical Timespace A Theory of Music Listening*. Aalborg University Press, Denmark, 1996.

CYTOWIC, R., E. *Synesthesia: Phenomenology And Neuropsychology A Review of Current Knowledge*. Washington DC, USA, 1995. Disponível em: <http://www.theassc.org/files/assc/2346.pdf> Acessado em outubro de 2014.

DAHLHAUS, C. *Foundation of Music History*. Trad. J. B. Robinson. Ed. Cambridge University Press. London, 1985.

DAMASIO, A., R. *O Erro de Descartes Emoção, Razão e o Cérebro Humano*. Trad. Dora Vicente e Georgina Segurado. Ed. SCHWARCZ LTDA. São Paulo, 1998.

DANIÉLOU, A. *Music And The Power Of Sound. The Influence of Tuning an Interval on Consciousnes*. Inner Traditions. Rochester. Vermont, 1995, p.4-9, 1995.

DELEUZE, G. *Proust e Os Signos*. 2ª ed. Trad. Antônio Piquet e Roberto Machado. Ed. Forense Universitária. Rio de Janeiro, 2003.

DRAGOMIROV, P. *Solfejos a Uma Voz*. Ed. Musikalinaia, Moskva. Moscou, 1965.

E. POZZOLI. *Guida Teorico Prática: Per L'insegnamento del Dettato Musicalle*. Milano. Ed. Casa Ricordi, 1949.

EMERSON, R. W. *Natureza*. Trad. Davi Araújo. Ed. Dracaena. São Paulo, 2011.

EVEREST, F., A.; POHLMANN, K., C. *Master Handbook of Accoustic*. 5ª edição. Ed. McGraw-Hill. USA, 2009.

FAZENDA, I., C., A. *Interdisciplinaridade: Um Projeto em Parceria*. Vol. 13. Ed. Loyola, São Paulo, 1991.

FERGUSON, J. *The Anti-Politics Machine: "Development", Depoliticization, And Bureaucratic Power In Lesotho*. Ed. University of Minnesota Press. Minneapolis, 1994.

FERNANDES, M., A. *Cultura, Formação e Educação: Uma Reflexão a Partir de Heidegger*. In: V Congresso de Fenomenologia da Região Oeste: Fenomenologia, Cultura e Formação Humana. Anais. Faculdade de Educação, maio de 2013, p. 1-4. Disponível em: <https://anaiscongressofenomenologia.fe.ufg.br/up/306/o/MarcoAurelioFernandespdf>. Acessado em maio de 2016.

FERREIRA, L., B. *Depoimento* concedido à Rosane Nascimento de Almeida (vídeo) nas dependências da Escola de Dança da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 02 de junho de 2017. (Depoimento transcrito no Anexo 1 do registro em vídeo no Anexo 2).

FERREIRA, T. *Cimática. O mistério e a Ciência do Som Invisível*. In: Geometria Sagrada- Ciência e Mistério. 2012. Disponível em: <http://geometrias-sagradas.blogspot.com.br/2012/05/cimatica-o-misterio-e-ciencia-do-som.html>. Acessado em abril/2015.

FIGARO, R. A triangulação metodológica em pesquisas sobre a Comunicação no mundo do trabalho. In Revista Fronteiras – estudos midiáticos – estudos midiáticos Vol. 6 Nº. 2, p. 124-131. Maio/agosto. RS, 2014. Disponível em: <http://revistas.unisinos.br/index.php/fronteiras/article/viewFile/fem.2014.162.06/4196>.

FONSECA, J. *Amplificadores Valvulados para Guitarra Elétrica*. Ed. Independente. ISBN:13 9788591488407. DF-Brasília, 2013.

FREIRE, V. B. *Música e Sociedade: Uma Perspectiva Histórica E Uma Reflexão Aplicada Ao Ensino Superior De Música*. 2ª edição. Ed. ABEM. Florianópolis, 2010.

GABRIEL, E. *Depoimento* concedido à Rosane Nascimento de Almeida (vídeo) nas dependências da Escola de Dança da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 02 de junho de 2017. (Depoimento transcrito no Anexo 1 do registro em vídeo no Anexo 2).

GADAMER, H., G. *Verdade e Método*. Trad. Ênio Paulo Giachini. 6ª Edição. Ed. Vozes. Petrópolis, RJ, 1997.

GALILEI, G. *Galileu Galilei - O Ensaiador*. Trad. Helda Barraco. In: Os Pensadores - Galileu, Seção 6. Ed. Nova Cultural. São Paulo, 1983, p. 108-263.

_____. *Discursos e Demonstrações Matemáticas Acerca de Duas Novas Ciências: Mecânica & Os Movimentos Locais Com Um Apêndice Sobre O Centro De Gravidade De Alguns Sólidos*. Leida - Holanda, 1638.

GALEFFI, D. A. *O Que é Isto - A Fenomenologia de Husserl?* In: ANAIS do V Seminário do NEPPM - "Psicologia Histórico-Cultural e Marxismo". Ideação. Nº5. Feira de Santana. Jan. /jun. 2000, p. 13-36.

GERMANO, N., G. Etti Allie. *Categorização de Ouvindo Absoluto em Estudantes de Música de Nível Universitário das Cidades de São Paulo e Brasília*. In Anais do IX Simpósio de Cognição e Artes Musicais. Escola de música da Universidade Federal do Pará, 2013, p 545-556.

GIMENEZ, M. *Entendendo a Musicoterapia*. In: Revista Eletrônica de Ciências N. 25 - Abril de 2004. Disponível em <http://entendendoamusicoterapiablogspot.com.br/2014/11/a-matematica-da-musica.html>. Acessado em abril de 2015

GOLDENBERG, R. *Educação Musical: A Experiência do Canto Orfeônico no Brasil*. Disponível em: <http://www.samba-choro.com.br/debates/1033405862>. Acessado em fevereiro de 2015.

GRIFFITHS, P. *Enciclopédia da Música do Séc. XX*. Editora Martins Fontes. São Paulo, 1995.

GRIMSHAW, C.; CAVALLIERI, C. *Som. Uma Jornada que Transforma Silêncio em Som*. In: Coleção Jornadas Invisíveis. Ed. Callis. ISBN 85-74160-40-7. São Paulo, 1998.

GROSS, I. *Music, Cognition, Culture, and Evolution* In: PERETZ, I.; ZATORRE, R., J. (Org.) Ed. Oxford University Press. USA, 2003, p.42-56.

GROUT, D.; PALISCA, C. *História da Música Ocidental*. Trad. Ana Luísa Faria. Ed. Gradiva. Lisboa, 1994.

GUSMÃO, C., S. *A Harmônica na Antiguidade Grega*. 2010. Dissertação (Mestrado em Filosofia) Universidade de São Paulo (USP). Disponível em: http://filosofia.fflch.usp.br/sites/filosofia.fflch.usp.br/files/posgraduacao/defesas/2010_mes/2010_mes_cynthia_sampaio_de_gusmao.pdf

HAWKING, S., W. *A Teoria De Tudo. A Origem e o Destino do Universo*. Ed. Gradiva. Portugal, 2002.

HEGEL, G.W.F. *Hegel*. Trad. A. Mourão. In: Enciclopédia Das Ciências Filosóficas em Epítome (ECFE). Edições 70. Lisboa, 1992. Vol.: I; III; V.

_____. *Princípios da Filosofia do Direito*. Martins Fontes. São Paulo, 2003.

_____. *A Razão Na História. Introdução a Filosofia da História*. Ed. Universal Lisboa edições 70. Portugal, 1995.

_____. *Fenomenologia do Espírito*. Trad. Paulo Menezes, 2ª edição. Ed. Vozes. Petrópolis – RJ, 1992.

HENRIQUE, L., L. *Acústica Musical*. Ed. Fundação Caluste Gulbenkian. ISBN: 972-31-0987-5. Lisboa, 2002.

HIKOSAKA, O., et al. *Differential Roles of the Frontal Cortex, Basal Ganglia, and Cerebellum in Visuomotor Sequence Learning* In: Neurobiology of Learning and Memory, N°70. Article n° NL983844. 1998, p. 137-149 Disponível em <http://www.lsr-web.net/Assets/NEIPages/OkihideHikosaka/pdfs/OHMiyashitaMiyachiSakaiLu98.pdf>. Acessado em dezembro de 2014.

HUSSERL, E. *Filosofia Como Ciência de Rigor*. Tradução de Albin Beau. Ed. Atlântida, Coimbra, 1952.

_____. *Investigações Lógicas: Sexta Investigação: Elementos de uma Elucidação Fenomenológica do Conhecimento*. Trad. Zeljko Loparic e Andréia Maria Altino de Campos Loparic. Ed. Abril Cultural. São Paulo, 1980.

_____. *A Ideia da Fenomenologia*. Trad. Artur Morão. Ed. Edições 70. Rio de Janeiro, 1990.

_____. *Conferências de Paris*. Tradução de Antônio Fidalgo e Artur Mourão. Ed. Edições 70. Lisboa 1990.

_____. *Meditações Cartesianas: Introdução à Fenomenologia*. Tradução de Frank de Oliveira. Ed. Madras, São Paulo, 2000.

_____. *Investigações lógicas: Prolegômenos à Lógica Pura*. Tradução de Diogo Ferrer. Ed. Editora Centro de Filosofia da Universidade de Lisboa. Vol. I. Lisboa, 2005.

_____. *Ideias Para uma Fenomenologia Pura e Para uma Filosofia Fenomenológica*. Tradução de Márcio Suzuki. Ed. Ideias e Letras. Aparecida, 2006.

ILARI, B., S. (Org.). *Em busca da Mente Musical. Ensaios Sobre os Processos Cognitivos em Música – Da percepção à Produção*. Ed. UFPR. Curitiba, Paraná, 2013.

ILARI, B., S. *Cognição Musical: Origens, Abordagens Tradicionais, Direções Futuras*. In: ILARI, B., S.; ARAUJO R., C. (Orgs.) *Mentes em Música*. Ed. UFPR. ISBN: 978-85-7335-248-1 Ref. 576 Curitiba, Paraná, 2014.

ILARI, B., S.; ARAUJO R., C. (Orgs.) *Mentes em Música*. Ed. UFPR. ISBN: 978-85-7335-248-1 Ref. 576 Curitiba, Paraná, 2014.

JAEGER, W. *Paideia, A Formação do Homem Grego*. Trad. Artur M. Parreira. Martins Fontes. São Paulo, 1986.

JAPIASSU, H. *Interdisciplinaridade e Patologia do Saber*. Ed. Imago. Rio de Janeiro, 1976.

JENNY, H. *The Sculpture Of Vibrations*. In: The Unesco Courier, 22nd year. USA. December, 1969.

_____. *CYMATICS A Study of Wave Phenomena and Vibration*. A complete Compilation of the Original Two Volumes by Hans Jenny. Vol. 1 (1967): *The Structure and Dynamics of Waves and Vibrations*. Vol. 2 (1974): *Wave Phenomena, Vibrational Effects and Harmonic Oscillations With Their Structure, Kinetics and Dynamics*. Ed. MACROmedia. USA, 2001.

JOHNSON, J., A.; ZATORRE, R., J. *Neural Substrates for Dividing and Focusing Attention Between Simultaneous Auditory and Visual Events*. Ed: Article in Press. Universidade de Montreal, 2006. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/6743/0ff3b61caa140b0c2c8bfdb7e27add4e5bfa.pdf>. Acessado em novembro de 2016.

JORENTE, M., J., V. *Tecnologias, Mídias, Criação E Hipertextualidade Na Transformação Da Informação Em Conhecimento Interativo*. 2009. Tese (Doutorado em Ciência da Informação) Faculdade de Filosofia e Ciências. UNESP

JOORY, E., S. *Organização Da Escuta Musical: Aspectos Perceptivos E Ferramentas Analíticas*. 2014. Dissertação (Mestrado em Música) Programa de Pós-Graduação em Música da Escola de Música da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Disponível em PDF.

JOURDAIN, R. *Música, Cérebro e Êxtase. Como a Música Captura Nossa Imaginação*. Trad. Sônia Coutinho. Ed. Objetiva. Rio de Janeiro, 1998.

KANT, I. *Crítica Da Razão Pura*. 2ª ed. Ed. Abril Cultural, São Paulo, 1983. In: Coleção Os Pensadores: Kant.

_____. *Crítica Da Faculdade Do Juízo*. Trad. Valério Rohden e Antônio Marques. 2ª. ed. Ed. Forense Universitária. Rio de Janeiro, 1995.

KOLB, B.; MUHAMMAD, A.; GIBB, R. *Searching For Factors Underlying Cerebral Plasticity In The Normal And Injured Brain*. In Journal of Communication Disorders (2010), doi:10.1016/j.jcomdis.07/2011.

LACAN, J. *Os Quatro Conceitos Fundamentais da Psicanálise*. In: O seminário, livro XI. Jorge Zahar Editor. São Paulo, 1979.

_____. *O Averso Da Psicanálise*. In: O seminário, livro XVII. Jorge Zahar Editor, Rio de Janeiro, 1992.

_____. *A Ciência e a Verdade*. Trad. de Vera Ribeiro. In: Escritos. Ed. Jorge Zahar Editor. Rio de Janeiro, 1998.

_____. *As Formações Do Inconsciente*. In: O seminário, livro V. Jorge Zahar Editor. Rio de Janeiro, 1999.

_____. *Instância da Letra no Inconsciente ou a Razão desde Freud*. In: Escritos. Jorge Zahar Editor. Rio de Janeiro, 1998.

_____. *Subversão do Sujeito e Dialética do Desejo no Inconsciente Freudiano*. In: Escritos. Tradução de Vera Ribeiro. Rio de Janeiro, Jorge Zahar Editor, 1998.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. *Metodologia do Trabalho Científico*. 4ª edição. Ed. Atlas S.A. São Paulo, 1992.

_____. *Fundamentos de Metodologia Científica*. 5ª edição. Ed. Atlas S.A. São Paulo, 2003.

_____. *Técnicas de Pesquisa: Planejamento e Execução de Pesquisas, Amostras e Técnicas de pesquisas, Elaboração e Interpretação de dados*. 3ª edição. Ed. Atlas. São Paulo, 1996.

LAUTERWASSER, A. *Water Sound Images: The Creative Music of the Universe*. Ed. MACROmedia. USA, 2007.

LEITE, D., P. *Vibração Acústica, Som e Música. Contexto Biológico da Biomusicologia*. In: 1º Congresso Lusófono de Ciência das Religiões. Lisboa, 2014. Disponível em: <http://cienciadasreligoes.ulusofona.pt/>.

LENT, R. *Cem Bilhões de Neurônios: Conceitos Fundamentais da Neurociência*. 2ª edição. Ed. Atheneu. [s.l.], 2010.

LEONE, P., A. *The Brain That Makes Music and as Changed by it*. In: PERETZ, I.; ZATORRE, R., J. (Eds.), The Cognitive Neuroscience of Music. Ed. Oxford University Press. New York, 2003, p. 396-409.

LEVETIN, D., J. *This is Your Brain on Music. The Science of Human Obsession*. Ed. DUTTON. Published by Penguin Group. New York (USA), 2006.

LEVI-STRAUSS, C. *Olhar Escutar Ler*. Trad. Beatriz Perrone-Moisés. 3ª reimpressão. Ed. Companhia das Letras. São Paulo, 2010.

LEWIS, S., D. *Seeing Sound: Hans Jenny and the Cymatic Atlas*. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Bacharelado em Filosofia. Universidade Honors College & Faculdade do Colégio das Artes e Ciências da Universidade de Pittsburgh.

LO BIANCO, G., A. *Depoimento concedido à Rosane Nascimento de Almeida (vídeo) nas dependências da Escola de Dança da Universidade Federal do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro, 02 de junho de 2017. (Depoimento transcrito no Anexo 1 do registro em vídeo no Anexo 2).

LOZANO, F. *Meu livro de Solfejo*. Ed. Irmãos Vitale. São Paulo -Rio de Janeiro, 1954.

MARCONI, M., A.; LAKATOS, E., M. *Fundamentos da Metodologia Científica*. 5ª edição. Ed. Atlas S.A. São Paulo, 2003.

MARION, J., C.; DIAS, R.; TRALDI, M., C.; MARION, M., M., C. *Monografia Para os Cursos de Administração, Contabilidade e Economia*. São Paulo: Atlas, 2002.

MATTAR, F. N. *Pesquisa de Marketing*. 3ª.ed. Ed. Atlas. São Paul, 2001.

MATEIRO, T., ILARI, B. (Org.) *Pedagogias em Educação Musical*. In: Série Educação Musical. Ed. IBPEX. Curitiba, 2011.

MAZZOTTI, A., J., A.; GEWANDSZNAJDER, F. *O Método nas Ciências Naturais e Sociais. Pesquisa Quantitativa e Qualitativa*. Ed. Pioneira Thompson Learning, 2ª edição. São Paulo, 2002.

MCQUARRIE, D., A., SIMON, J., D. *Physical Chemistry: A Molecular Approach*. Ed. University Science Books. Sausalito-California, 1997.

MELO, F., A. et al. *Transdisciplinaridade e Conhecimento* In: NICOLESCU, Basarab et al. *Educação e Transdisciplinaridade*. Tradução de Judite Vero, Maria F. de Mello e Américo Sommerman. Ed. Unesco. DF- Brasília, 2000.

MENDES, C., H.; CERQUEIRA, F., V. *Memória Coletiva E Identidade Paleocristã*. In MNEME – REVISTA DE HUMANIDADES, Vol. 12 Nº 30 p. 67-80 Ed. UFRN. ISSN -1518-3394. Rio Grande do Norte, 2011: Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/mneme/article/viewFile/1110/1154>.

MERLEAU-PONTY, M. *Fenomenologia da Percepção*. Trad. Carlos Alberto Ribeiro de Moura. Ed. Martins Fontes, 2ª edição. São Paulo, 1999.

MITCHEL, K., J. Synesthesia and Cortical Conectivity: A Neural Developmental Perspective. In SIMNER, J.; HUBBARD, E., M. (org). *The Oxford handbook of Synesthesia*. Ed. Oxford University Press. UK, 2013, p.530.

MORAES, A., P., Q. *O livro do Cérebro*. Vol. 1 Ed. Duetto. São Paulo, 2009.

MORUJÃO, C. *Husserl e a «Verdade pela Forma». Da "Filosofia da Aritmética" às "Investigações Lógicas"*. ISSN 0872-4784. 16. Ed. Universidade Católica Portuguesa: Philosophica. Lisboa, 2000, p. 47-59 Disponível em <http://www.centrodefilosofia.com/uploads/pdfs/philosophica/16/2.pdf>. Acessado em agosto de 2016.

MUSZKAT, M. *Música, Neurociência e Desenvolvimento Humano*. In: Ministério da Cultura e Vale. *A Música na Escola*. Ed. Allucci & Associados Comunicações. ISBN: 978-85-61020-01-9. São Paulo, 2012 p.67-71. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/28939/mod_resource/content/2/AMUSICANAESCOLA.pdf#page=67

MUSZKAT, M.; CORREIA, C., M., F.; CAMPOS, S., M. *Música e Neurociências* In: CARDEAL, J., O. (Org.). *Revista Neurociências Volume VIII – Número 2*. Ed. Lemos Editorial & Gráficos Ltda-UFSP. São Paulo, agosto de 2000 p.70-75. Disponível em : <http://www.revistaneurociencias.com.br/edicoes/2000/RN%2008%2002.pdf#page=30>

NACHMANOWICZ, R., M. *Fundamentos Para uma Análise Musical Fenomenológica*. 2007. Dissertação (Mestrado em Música). Programa de Pós-graduação em Música, Escola de Música da Universidade Federal e Minas Gerais.

NASCIMENTO, F.; SILVA, J., R. *Método de Solfejo*. Vol.1:1º ano; Vol.2: 2º ano; Vol. 3: 3º ano; Vol.4: 4º ano. Ed. Eulenstein Música S.A. Rio de Janeiro-Brasil, 1939.

NICOLESCU, B. *Um Novo Tipo de Conhecimento – Transdisciplinaridade*. In: SOMMERMAN, A.; MELLO, M., F.; BARROS, V., M. (Orgs.). *Educação e Transdisciplinaridade*. Vol. I. Trad. Judite Vero, Maria F. de Mello e Américo Sommerman. Ed. Unesco. DF- Brasília: 2000.

_____. *O Manifesto da Transdisciplinaridade*. Trad. Lucia Pereira de Souza. Ed. Triom. São Paulo, 1999.

OLIVEIRA, J., S.; REZENDE, D., S. *Música Como Discurso Segundo Swanwick, Sloboda e Serafine e a Prática Pedagógica da Música*. In *Cadernos do Colóquio (UNIRIO)*, Vol.10 Nº2. Rio de Janeiro, 2009, p.78-89. Disponível em: <http://www.seer.unirio.br/index.php/coloquio/article/view/557>.

OLIVEIRA, M., F. *Metodologia Científica: Um Manual Para a Realização de Pesquisas em Administração*. Ed. UFGO. Catalão - GO, 2011

PASCUAL-LEONE, A. (et al). The Plastic Human Brain Cortex.(A Plasticidade do Córtex Cerebral Humano) Trad. Pedro Lourenço Gomes In *Annual Review of Neuroscience*, July 2005, Vol. 28 p. 377-401. Disponível em: <http://www.emtr.com.br/artigos/lafm.pdf>

PEDROLO, C. *Propriedades Coligativas*. [s.e.] Disponível em: <http://www.infoescola.com/quimica/propriedades-coligativas/>. Rio Grande do Sul, 2013. Acessado em dezembro de 2014.

PEREIRA, A., R. *A Estética Musical de Aristóteno de Tarento*. Ed. Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra. In: *Humanitas Vol. XLVII*. Coimbra, 1995. Disponível em: https://digitalis-dsp.uc.pt/jspui/bitstream/10316.2/28602/3/Humanitas47.1_artigo31.pdf

PEREIRA, J., C., R. *Epistemologia e Liberalismo. Uma Introdução à Filosofia de Karl R. Popper*. Coleção Filosofia, Vol. 9. Ed. EDIPUCRS. Porto Alegre, 1993.

PERETZ, I.; ZATORRE, R., J. (Org.) *The Cognitive Neuroscience of Music*. Ed. Oxford University Press. USA, 2003.

PERROT, P. *A to Z of Thermodynamics*. Ed. Oxford University Press. ISBN: 10: 0198565569 / ISBN:13: 9780198565567 USA, 1998.

PETRAGLIA, M., S. *Figuras Sonoras de Chladni*. [s.l.; s.d] Disponível em: www.ouvirativo.com.br. 2005.

_____. *Estudos Sobre A Ação De Vibrações Acústicas e Música em Organismos Vegetais*. 2008. Dissertação. (Mestrado em Biologia). Programa de Pós-Graduação em Biologia Geral e Aplicada. Instituto de Biociências de Botucatu, UNESP.

PLATÃO. *Filebo*. Versão eletrônica do diálogo platônico “Filebo” Trad. Carlos Alberto Nunes. Créditos da digitalização: Membros do grupo de discussão Acrópolis (Filosofia) [s.l.; s.e.]. Disponível em: <http://lelivros.black/book/download-filebo-o-prazer-a-vida-boa-platao-em-epub-mobi-e-pdf/> . Acessado em abril de 2016.

PLAZA, J. *Tradução Intersemiótica*. Ed. Perspectiva. São Paulo, 2003

PORRES, A., T.; MANZOLLI, J. *Sistemas De Afinação: Um Apanhado Histórico*. In: II SEMINÁRIO DE MÚSICA, CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1. São Paulo, 2005. Disponível em: <http://www.proceedings.scielo.br/pdf/smct/n1/n1a15.pdf> . Acessado em Março/ 2017.

POZZOLLI. *Guia Teórico Prático Para o Ensino do Ditado Musical*. 3ª edição. Ed. Ricordi. São Paulo, 2014.

PURRINGTON, R., D. *The First Professional Scientist: Robert Hooke and the Royal Society of London*. Ed. Springer Science & Business Media. ISBN: 3-034-60037-2. London, 2009.

RAUSCHECKER, J. P. Functional Organization and Plasticity of Auditory Cortex. In: PERETZ, I. & ZATORRE, R., J. (Org.) The Cognitive Neuroscience Of Music. Ed. Oxford University Press. USA, 2003, p. 357-365.

- RESTON Jr., J. Galileu – *Uma Vida*. Trad. Ivo Korytowski. Ed. José Olympio. Rio de Janeiro, 1995.
- ROBERTO, F., W. *Depoimento* concedido à Rosane Nascimento de Almeida (vídeo) nas dependências da Escola de Dança da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 02 de junho de 2017. (Depoimento transcrito no Anexo 1 do registro em vídeo no Anexo 2). (
- ROCHA, V., C.; BOGGIO, P. *A música Por Uma Óptica Neurocientífica*. In Per Musi, Nº. 27. Belo Horizonte Jan./June 2013 p. 132-140. Disponível em: http://www.musica.ufmg.br/permusi/port/numeros/27/num27_cap_11.pdf
- RODRIGUEZ, A. *A Dimensão Sonora da Linguagem Audiovisual*. Trad. Rosângela Dantas. Ed. SENAC. São Paulo, 2006.
- RODRIGUES, D. *Patrimônio Cultural, Memória Social e Identidade: Uma Abordagem Antropológica*. In: UBS Museum. Revista online do Museu de Lanifícios da Universidade da Beira Interior, p. 45 – 52. Lisboa [s.d.].
- RODRIGUES, N. *Neurociencia y Música*. [s.l; s.e.; s.d.]. Disponível em: <http://www.grafologiauniversitaria.com/neurociencia-musica.pdf>. Acessado em outubro de 2015.
- ROEDERER J., G. *Acústica Y Psicoacústica De La Musica*. Ed Ricordi. Buenos Aires, 1997.
- SACKS, O. *Alucinações Musicais. Relatos Sobre a Música e o Cérebro*. Trad. Laura Teixeira Motta, 2ª edição. Ed. Companhia das Letras. São Paulo, 2007.
- SADIE, S. *The New Grove Dictionary of Music and Musicians*. Edited by Stanley Sadie. London: MacMillan, 1980.
- SAMPAIO, I., C.; TROTTA W. *Edmund Husserl e a Fenomenologia*. In: Revista Transdisciplinar Logos e Veritas. Vol. 1, Nº 1, 2014, p. 56-59. Disponível em: <http://revistalogoseveritas.inf.br/lev/>. Acessado em maio de 2015.
- SAVIANI, D. *História das Ideias Pedagógicas no Brasil*. Coleção Memória da educação. Ed. Autores Associados. 2ª Edição. São Paulo, 2008.
- SAUSSURE, F. *Curso de Lingüística Geral*. Trad. De Antônio Chelini, José Paulo Paes e Izidoro Blikstein. Ed. Cultrix. São Paulo, 1995.
- SCARIOTTO, V. J. *A Importância da Filosofia para Educação*. 2007. Monografia (Pós-Graduação em Psicopedagogia) Centro Universitário Claretiano de São José dos Campos.
- SCHAEFFER, P. *Tratado dos Objetos Musicais*, Ed. Universidade de Brasília, DF- Brasília, 1993.
- SCHAFER, M. *O Ouvido Pensante*. Ed. Unespe. São Paulo, 1991.
- SCHERER, K., R. Expression of Emotion in Voice and Music. In Journal of Voice, Vol. 9, p. 239-251, 1995.
- SCHAULAG, G. *The Brain of Musicians* In: PERETZ, I.; ZATORRE, R., J. (Org.) The Cognitive Neuroscience of Music. Ed. Oxford University Press. USA, 2003, p. 366-382.
- SCHLAUG, G.; (et al). *Increased Corpus Callosum Size in Musicians*. In Neuropsychologia, Vol. 33, p. 1047-1055, 1995.

_____. *Training-Induced Neuroplasticity In Young Children*. In Annals of the New York Academy of Sciences, Vol. 1169, p. 205-208, 2009.

SCHLAUG, G.; MARCHINA, S.; NORTON, A. *Tracts Of Patients With Chronic Broca's Aphasia Undergoing Intense Intonationbased Speech Therapy*. In Annals of the New York Academy of Sciences, Vol. 1169, p. 385-394, 2009.

SCHULZE K., GAAB N., SCHLAUG G. *Perceiving Pitch Absolutely: Comparing Absolute And Relative Pitch Possessors in a Pitch Memory Task*. In: BMC Neuroscience Nº10, 2009, p.106- 133.

SCHURMANN, E., E. *A Música Como Linguagem*. Ed. Brasiliense. São Paulo, 1989.

SEASHORE, C., L. *The Musical Mind*. Ed. Dover Publications. Republicação do original de 1937 da Mc Graw Hill Book Company. ISBN 048621851-1, 1967. New York. USA, 1967.

SEKEFF, M., L. *Filosofia, Psicanálise, Música: Tema com Variações*. In: RICCIARDI, R.; ZAMPRONHA, E. (Org.). Ed. Coruja. Quatro Ensaios Sobre Música e Filosofia. Ribeirão Preto -SP, 2013 p. 121 – 137

SELLTIZ, C.; WRIGHTSMAN, L. S.; COOK, S. W. *Métodos de Pesquisa das Relações Sociais*. Ed. Herder. São Paulo, 1965.

SENA. F., B., A. *Cimática Como Diálogo Entre o Sonoro e o Visual*. 2014. Monografia. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Bacharelado em Design com Habilitação em Comunicação Visual. Centro Universitário SENAC. Campus Santo Amaro. Ed. SENAC, São Paulo, 2014. Disponível em: <https://issuu.com/horsetothemoon/docs/tccvii>

SETTON, M., G.; SETTON, J. *A Teoria do Habitus em Pierre Bourdieu: Uma leitura Contemporânea*. In: Revista Brasileira de Educação, nº 20, maio/jun/Jul/ago, 2002.

SHAEFFER, P. *Tratado dos Objetos Musicais*. Ed. UnB, DF-Brasília, 1993.

SILVA, L., A., C. *Depoimento* concedido à Rosane Nascimento de Almeida (vídeo) nas dependências da Escola de Dança da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 02 de junho de 2017. (Depoimento transcrito no Anexo 1 do registro em vídeo no Anexo 2).

SILVA, R., M., B. *Depoimento* concedido à Rosane Nascimento de Almeida (vídeo) nas dependências da Escola de Dança da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 02 de junho de 2017. (Depoimento transcrito no Anexo 1 do registro em vídeo no Anexo 2).

SIMNER, J.; HUBBARD, E., M. (org). *The Oxford handbook of Synesthesia*. Ed. Oxford University Press. UK, 2013

SLOBODA, J. *A Mente Musical: A Psicologia Cognitiva Da Música*. Trad. Beatriz Ilari e Rodolfo Ilari. Ed. Eduel. Londrina, 2008.

SOMMERMAN, A.; MELLO, M., F.; BARROS, V., M. (Orgs.). *Educação e Transdisciplinaridade*. Tradução de Judite Vero, Maria F. de Mello e Américo Sommerman. Vol. I; Vol. II. Ed. Unesco. DF-Brasília, 2000.

SOUZA, R., C. *A lógica do Pensamento Musical*. In: ILARI, B., S. (Org.). Em busca da Mente Musical. Ensaios Sobre os Processos Cognitivos em Música – Da percepção à Produção. Ed. UFPR. Curitiba-Paraná, 2013, p. 113- 143.

SOUZA, G., L. *Depoimento* concedido à Rosane Nascimento de Almeida (vídeo) nas dependências da Escola de Dança da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 02 de junho de 2017. (Depoimento transcrito no Anexo 1 do registro em vídeo no Anexo 2).

STAUBESAND, J. S. *Atlas da Anatomia Humana*. Ed. Guanabara Koogan. Rio de Janeiro, 1990.

STORR, A. *Music and the Mind*. Ed. The Free Press; A Division of Macmillan, INC. NEW YORK, 1999.

TOMÁS, L. *Ouvir O Lógos: Música e Filosofia*. Editora Unesp, São Paulo, 2002.

TRIVIÑOS, A., N., S. *Introdução à Pesquisa em Ciências Sociais*. Ed. Atlas. São Paulo, 1987.

ULLMANN, D. *Chladni und die Entwicklung der Akustik von 1750-1860*. Birkhauser Verlag Basel. ISBN: 978-3-0348-9941-3 (Print) 978-3-0348-9195-0. Boston· Berlin, 1996.

VERHOEVEN CJM.; VAN STAVEREN A.; MONNA GLE., KOUWENHOVEN MHL.; YILDIZ, E. *Structured Electronic Design: Negative Feedback Amplifiers*. Ed. Kluwer Academic ISBN 1-4020-7590-1. Boston/Dordrecht, 2003, p. 10-68.

VIANELLO, L., P. *Métodos e Técnicas de Pesquisa*. Ed. EAD. Minas Gerais, 2013.

VILLA-LOBOS, H. *Educação Musical*. In: Boletim Latino-Americano de Música. Ed. Imprensa Nacional, T. 6, p. 495-588. Rio de Janeiro, abril de 1946.

_____. *Presença de Villa-Lobos*. 2ª edição. Ed. Museu Villa-Lobos, MEC, Vol. 2, Rio de Janeiro, 1972.

_____. *Solfejos Originais Sobre Temas de Cantigas Populares, Para o Ensino de Canto Orfeônico*. Ed. Irmãos Vitale. São Paulo - Rio de Janeiro, Brasil, 1976.

VOLK, J. *Cymatics: Insights Into The Invisible World Of Sound*. In: Issue of The Quester. Published in the Summer 2009.

_____. *Cymatics: The Experience! Vibration Creation Transformation* In: Issue of the Quester. Agust, 2010. Disponível em: [http://www.cymaticsource.com/pdf/Questers Article.pdf](http://www.cymaticsource.com/pdf/Questers%20Article.pdf).

VOLPE, M. A. *Análise Musical e Contexto: proposta rumo à crítica cultural*. Texto cedido pela autora In Debates (UNIRIO), Rio de Janeiro, Vol. 7, p. 111-134, 2004.

_____. *Razão E Sensibilidade Para A Musicologia Contemporânea*. In: Teoria Critica e Música na Atualidade. Serie Simpósio Internacional de Musicologia da UFRJ, 2012.

WALLIN, N.; MERKER B.; BROWN, S. (Ed.) *The Origins of Music*. Cambridge, MA: MIT Press 2. Bouillaud, J. (1865) Sur la Faculté du Langage Articulé. *Bulletin de l'académie de Médecine* 30,752–68. United Kindom, 2000. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/6743/0ff3b61caa140b0c2c8b9fdb7e27add4e5bfa.pdf>

WRIGHT, D. *Mathematics and Music*. Coleção Mathematical World, Vol. 18. Ed. American Mathematical Society. USA, 2009. Disponível em: <https://eclass.uoa.gr/modules/document/file.php/MATH379/1.%20%CE%92%CE%B9%CE%B2%CE%BB%CE%AF%CE%B1/DavidWright.pdf>

YIN, R. K. *Estudo De Caso: Planejamento e Métodos*. 2ª edição. Ed. Bookman. Porto Alegre, 2001.

ZATORRE, R., J.; BELIN, P.; PENHUME, V., B. *Structure And Function Of Auditory Cortex: Music And Speech*. In Trends in Cognitive Sciences, Vol. 6, p. 37-46, 2002.

ZATORRE, R., J.; CHEN, J., L.; PENHUME, V., B. *When The Brain Plays Music: Auditory-Motor Interactions In Music Perception And Production*. In Nature Neuroscience, Vol. 8, p. 547-558, 2007.

ZATORRE R.; J.; EVANS A., C.; MEYER E. *Neural Mechanisms Underlying Melodic Perception and Memory for Pitch*. In Journal of Neuroscience, nº14 p.1908-19, 1994

ZEMLIN, W., R. *Speech and Hearing Science: Anatomy and Physiology*. Ed. Englewood Cliff. Prentice Hall. ISBN-13: 978-0138274375. ISBN-10: 0138274371. University of Illinois, 1998.

ZILLES U. *Fenomenologia e Teoria do Conhecimento em Husserl*. In: Revista da Abordagem Gestáltica – XIII (2) 216-221, p. 216-221. jul-dez, 2007.

Neste estágio da pesquisa exemplificaremos as etapas de construção de um tonoscópio com mecanismo simples e de baixo custo. Depoimentos e argumentações vinculadas à validade de seu funcionamento, bem como as impressões de utilização de um grupo eclético de sujeitos que experimentaram o tonoscópio está transcrito de vídeo realizado durante o experimento.

A.1 Modelo de tonoscópio.

Os materiais utilizados foram: uma fração de cano de PVC (policloreto de polivinila) de 40 mm de diâmetro com 50 cm de comprimento; uma fração de cano de PVC de 40 mm de diâmetro com 30 cm de comprimento; 2 joelhos de 90° de 100 mm de diâmetro; 1 joelho de 45° de 100 mm de diâmetro; uma redução de 200 mm/100 mm de diâmetro; uma redução de 100 mm/ 50 mm de diâmetro; uma luva de redução de 50 mm/40mm de diâmetro; uma tampa de ralo de 200 mm; um bastidor de madeira Nº 25 (aro de bordar de 25 cm de diâmetro); membrana de látex lisa marca Regina Nº 250; membrana de látex lisa marca Santa Clara Nº 250; cloreto de sódio e areia fina como solutos.



Figura 86. Materiais utilizados no tonoscópio.

Procedimento de montagem:

Una as peças de acordo com a figura abaixo. A bola de látex deverá ser recortada no sentido longitudinal e acoplada nos bastidores. A título de experimentação alterne os canos de PVC de tamanhos diferentes, os solutos e as duas membranas de dimensões distintas com o objetivo de encontrar a melhor combinação mecânica para cada usuário específico. Assim sendo, um melhor resultado imagético será obtido.



Figura 87. Tonoscópio

A material utilizado como membrana não possui o padrão de qualidade das membranas comumente encontradas nos instrumentos de percussão, sejam de nylon ou de couro. O tempo de vida útil de sua elasticidade não foi mensurado e acreditamos que esteja diretamente ligado às condições de temperatura, ao fator tempo de utilização e às características intrínsecas da durabilidade do material estipulada pelo fabricante.

As membranas profissionais acopladas ao instrumento são projetadas para a produção de um som de acordo com sua espessura e tamanho do aro do instrumento. A vibração sonora é produzida de forma totalmente diferente do tonoscópio. O ato de percutir um instrumento de percussão determina seu timbre e amplitude dinâmica. A projeção do som neste tonoscópio se dá por emissão vocal com deslocamento do ar para a formação das figuras sonoras, um ato mais

sutil e delicado de ressonância devido à fragilidade da membrana de ressonância utilizada, neste caso um balão de látex.

Em nossa própria experimentação com o tonoscópio obtivemos as seguintes imagens das frequências sonoras das notas Sol (392 **Hz**) e Lá (440 **Hz**):



Figura 88. Sol 392 **Hz**



Figura 89. Lá 440 **Hz**

A elasticidade do látex se mostrou maior do que convinha à experiência. A vibração excessiva do material dificultou a manutenção da figura sonora formada. O obstáculo consistiu em manter o mesmo volume de ar durante a emissão com um mínimo de vibrato. Contudo, percebe-se uma nítida diferença entre as figuras formadas pela emissão das diferentes frequências.

Em relação à embocadura e fonema de emissão, utilizamos o vocábulo “Tu” para a propagação sonora colocando toda a boca no interior do tubo e fazendo um suave biquinho com os lábios.

Outras frequências não mensuradas foram emitidas a título de experimentação e observou-se que, apesar da difusão promovida pelo mais leve vibrato, existe uma determinada amplitude de frequência onde figura sonora se mantém a mesma. A mudança do desenho ocorre em um ponto de transição específico que não podemos definir com exatidão devido ao fato da experiência não ter sido realizada em laboratório de acústica com aparelhos de medição sonora de alta precisão e sim em nossos aposentos particulares. É importante ressaltar que tais pontos de transição foram observados conformes as disposições inseridas no capítulo de acústica do presente trabalho.

O caráter lúdico do tonoscópio ficou evidente em nosso experimento que consistiu na emissão de diversas alturas e observação das imagens. Outros depoimentos sobre a utilização do tonoscópio encontram-se transcritos no presente anexo dos registros realizados em vídeo.

A.2. Protocolo experimental:

Participantes do experimento: Voluntários da UFRJ entre alunos, funcionários e professores.

Objetivo: Verificar as impressões particulares do grupo de voluntários em relação ao primeiro contato com o tonoscópio.

Procedimento: Utilizar o tonoscópio de forma lúdica durante um determinado espaço de tempo. O tempo de experimentação variou entre 15 e 60 minutos, de acordo com o desejo individual dos voluntários. Estes ficaram livres em relação ao tempo de contato com o tonoscópio antes de gravar seu depoimento, que foi realizado em seguida à sua experimentação. Todos os depoimentos foram registrados espontaneamente em gravação única de primeira vez sem ensaio

ou edição. Foi sugerido a emissão da sílaba “*Tú*” em uma altura confortável por três ou quatro segundos. Os depoimentos a seguir encontram-se registrados em CD intitulado ANEXO 2.

Na experimentação do Maestro Leonardo Bruno, bem como na dos outros participantes da experiência, variações de tempo e intensidade prolongada fizeram com que a figura imagética do som colapsasse sobre si mesma por causa da ressonância sobre a reverberação. Isto produziu figuras inusitadas. Além de procurar repetir o som na mesma altura, os participantes também experimentaram diversas alturas e intensidades. Tentaram repetir o som a partir da figura, e a figura a partir da altura. Realizaram intentos de manter a figura sonora, modificá-la, experimentaram formas de controle do resultado e também de descontrole resultante da aleatoriedade na emissão. Todos emitiram por livre e espontânea vontade e iniciativa, sons, músicas e ruídos com timbres diferentes a fim de ver o que aconteceria. A partir desse ponto, começaram a experimentar constâncias e modificações na emissão para que repetissem ou modificassem os efeitos imagéticos. Nenhum dos voluntários havia experimentado um tonoscópio antes. Os registros aqui apresentados retratam suas impressões deste primeiro contato.

Participaram da experiência experimental nove voluntários: Eleonora Gabriel; Flavio Bassan Alexandre; Frank Wilson Roberto; Giovanna Aguirre Lo Bianco; Guilherme Lima de Souza; Leonardo Bruno Ferreira; Leonardo de Sá Monteiro Barros; Luciano Augusto Câmara da Silva; Renato Mendonça Barreto da Silva.

A.3 Transcrição dos depoimentos.

1) Prof.^a Dr.^a Eleonora Gabriel



Figura 90. Prof.^a Dr.^a Eleonora Gabriel

Eu sou Eleonora Gabriel, sou professora aqui da Universidade Federal do Rio de Janeiro, trabalho na Companhia Folclórica do Rio: com dança, música e pesquisa da cultura popular... e, eu achei muito engraçada esse ..., essa história aqui toda. A primeira vez que eu fiz inclusive, mandaram eu fazer tu, e eu fiz um “tuzão” que voou o salzinho aqui por tudo quanto é lugar. Aí depois me deu vontade e experimentar outros sons, né? Como ficaria um outro som? Aí também já consegui controlar melhor minha saída de ar, minha emissão do som, e fui experimentando outras vogais, outros sons aqui dentro, e é muito legal porque você vai vendo uma coisa que de alguma forma você cria né, você produz, de forma, assim, artística né, de forma visual. Eu achei muito interessante, acho que pode dar um bom resultado para os alunos pela simplicidade que é, e a complexidade também. Então a simplicidade é você simplesmente tem que assoprar, e o material se mover com a sua emissão do som, e a complexidade que esse aparelho envolve em relação a isso (dirigindo-se ao conjunto de componentes do tonoscópio). Achei muito interessante.

2) Flavio Bassan Alexandre. Estudante universitário de Artes.



Figura 91. Flavio Bassan Alexandre

Boa tarde, meu nome é Flávio Bassam Alexandre. Sou estudante de Cenografia da UFRJ e figurino também. Meu primeiro contato (com o tonoscópio) foi com a Prof. Rosane. A importância do instrumento é que dimensiona outros sons a meu ver (se referindo as variações das imagens de acordo com o som emitido). Eu não conhecia, achei bem interessante.

3) Prof. Dr. Frank Wilson Roberto



Figura 92. Prof. Dr. Frank Wilson Roberto

Olá, eu sou o Prof. Frank Wilson Roberto, sou Chefe do Departamento de Arte Corporal da escola de Educação Física e Desportos. Estou aqui colaborando com a experiência da doutoranda Rosane de Almeida, e, compreendo a experiência como muito válida porque cria uma relação do aspecto sonoro com o aspecto visual; e isso pode ser uma ferramenta importante pra inicialização musical, musicalização com crianças, criando relação até na criação de obra artística multidisciplinar: translinguagem da música para as artes visuais. Esse experimento estimula a própria relação (de sonoro para visual), você pensar a transição do som, da acústica para a transformação visual que vem a partir deste (apontando par ao tonoscópio), da areia, dos diferentes elementos aqui na membrana, na película que está colocada aqui. É um experimento muito interessante e tem um impacto, um caráter educativo muito bacana e construtivo.

4) Giovanna Aguirre Lo Bianco. Estudante universitária de Dança.



Figura 93. Giovanna Aguirre Lo Bianco

Meu nome é Giovanna Aguirre Lo Bianco. Eu sou aluna de dança. Estou terminando o curso de Bacharelado em Dança da UFRJ e estou fazendo este experimento da Rosane. Achei muito bacana porque a medida que o timbre de voz muda os desenhos vão se modificando e isso é muito interessante. Eu nunca tinha participado de um projeto assim.

5) Guilherme Lima de Souza. Estudante universitário de Cenografia.



Figura 94 Guilherme Lima de Souza

Oi, sou Guilherme Lima, aluno de Cenografia da Escola de Belas Artes e tive a oportunidade de ver esse objeto aqui que é um objeto de som, que emite e também desenho das artes visuais. Eu achei muito legal. Essa primeira impressão com esse objeto foi muito interessante porque (...) a gente coloca nossa voz aqui, e essa voz ..., ela sai aqui numa impressão de desenho. Isso pode até ser um tipo de linguagem. Uma vez eu tive uma palestra de uma professora, que ela representava vários outros tipos de linguagens. Ela tentava reproduzir essas linguagens da abelha através de dança, de pintura, e esse objeto me lembrou tanto essa palestra que eu tive. Então, o que acontece: Quando eu vejo isso acontecendo, é uma forma de você mudar a linguagem que é do canto (...), através (do tonoscópio), transformando em uma linguagem visual. Eu achei isso muito, muito interessante. (Depois eu falo mais sobre isso).

6) Maestro Leonardo Bruno Ferreira. Membro da Academia Brasileira de Música.



Figura 95. Maestro Leonardo Bruno Ferreira

Sou Leonardo Bruno, regente sinfônico, Cadeira Nº 15 da Academia Nacional de Música, imortal, e, estou vivenciando este experimento, que não conhecia realmente. A resposta às frequências se mostra variada conforme a nota emitida. Eu achei muito interessante. E me chamou a atenção quando emiti a nota Sol, Sol 2 da escala geral, formou uma figura mais interessante, meio fantasmagórica, mas que me chamou mais a atenção. Muito, muito interessante.

7) Leonardo de Sá Monteiro Barros. Estudante universitário de Educação Física.



Figura 96. Leonardo de Sá Monteiro Barros

Meu nome é Leonardo de Sá. Eu sou graduando em Educação Física. O que eu posso falar sobre esse projeto? Eu achei esse projeto bastante lúdico porque ele trabalha o som de uma maneira que eu nunca vi anteriormente. Ele trabalha através das frequências de som formando novas figuras geométricas outras formas de figuras diante de um plano. Isso em uma escola pode ser bastante lúdico porque as vezes a criançada não pode, não percebe uma coisa empírica, uma coisa que não tá palpável, visível. Isso pode trazer uma forma mais... a mais da criança entrar dentro da música porque é uma coisa concreta, uma coisa perceptível, que pode até (permite) a trabalhar com eles mais forte esse aspecto dentro das salas de aula.

8) Luciano Augusto Câmara da Silva. Músico profissional (Violonista e Arranjador)

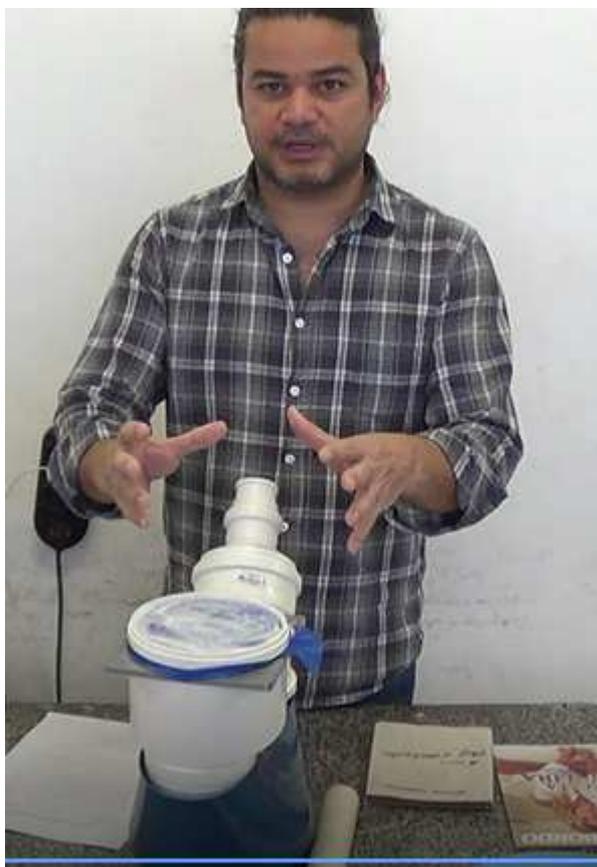


Figura 97. Luciano Câmara

Sou Luciano Câmara, sou músico, e eu já tinha visto isto, só que em vídeo no YouTube, mas nunca tinha feito a experiência assim, ao vivo. Achei legal. E é muito interessante ver que a frequência produz um padrão parecido. Quando se repete a mesma frequência, o desenho fica igual. Muito legal.

9) Renato Mendonça Barreto da Silva.



Figura 98. Renato Mendonça Barreto da Silva

Eu sou Renato Mendonça, professor de danças populares da Escola de Educação Física e Dança. Fui submetido à experiência. O que mais achei interessante com o objeto é realmente o desafio de você pensar e criar diferentes formas e tudo mais. Acho que, mais do que você encontrar uma forma correta, é justamente você ousar.: soltar sua voz, sua tonalidade e ver a brincadeira mesmo que a forma não seja a mais correta possível. Acho que a abstração também faz parte do processo, do imaginário da criança ou do próprio adulto, da experiência.

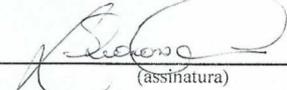
A.4 Autorizações para o uso de imagem:

Eleonora Gabriel.

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE TEXTO E IMAGEM.

Neste ato, ELEONORA GABRIEL,
 nacionalidade BRASILEIRA, estado civil SOLTEIRA, portador da Cédula de
 identidade RG nº. 3494283-8, inscrito no CPF/MF sob nº
606782677-15, residente à Av/Rua PAULA MAIÃO
RO DO JAVINO, nº. 211, do município
RJ, (sigla do estado). AUTORIZO o uso
 de minha imagem bem como de declarações feitas e captadas em todo e qualquer material
 entre fotos, vídeos e documentos, para serem utilizados por Rosane Nascimento de Almeida
 em sua tese de doutorado e em quaisquer outras apresentações públicas ou não que versem
 sobre o conteúdo de sua pesquisa, que neste ato, sendo portador de minhas plenas
 faculdades mentais, estou de acordo em participar, sejam essas destinadas à divulgação ao
 público em geral ou dedicadas a fins didático-pedagógicos. A presente autorização é
 concedida a título gratuito, abrangendo o uso da imagem em foto e em vídeo, de
 entrevistas, textos e declarações em todo território nacional e no exterior de todas as formas
 e em todos os meios de transmissão, das seguintes formas: (I) outdoor; (II) busdoor;
 folhetos em geral (encartes, mala direta, catálogo, etc.); (III) folder de apresentação; (IV)
 revistas e jornais em geral; (V) homepage; (VI) cartazes; (VII) back-light; (VIII) mídia
 eletrônica (painéis, vídeo-tapes, televisão, cinema, programa para rádio, entre outros); (IX)
 Livros; (X) Textos de toda natureza incluindo artigos, citações, resenhas etc. Por esta ser a
 expressão da minha vontade declaro que autorizo o uso acima descrito sem que nada haja a
 ser reclamado a título de direitos conexos à minha imagem ou a qualquer outro, e assino a
 presente autorização em 02 vias de igual teor e forma.

Rosane JAVINO, dia 02 de JUNHO de 2017.


 (assinatura)

Nome completo: ELEONORA GABRIEL

Telefone p/ contato: 21993358782 e-mail: LOAFDLC@GMAIL.COM

Flávio Bassan Alexandre

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE TEXTO E IMAGEM.

Neste ato, Flávio Bassan Alexandre,
 nacionalidade Brasileira, estado civil Solteiro, portador da Cédula de
 identidade RG nº. 11893519-6, inscrito no CPF/MF sob nº
056127557-00, residente à Av/Rua EST. PAU DA FOME
1965, nº. RUA 1, CASA 11, do município
RIÓ DE JANEIRO / TAQUARA (sigla do estado). AUTORIZO o uso
 de minha imagem bem como de declarações feitas e captadas em todo e qualquer material
 entre fotos, vídeos e documentos, para serem utilizados por Rosane Nascimento de Almeida
 em sua tese de doutorado e em quaisquer outras apresentações públicas ou não que versem
 sobre o conteúdo de sua pesquisa, que neste ato, sendo portador de minhas plenas
 faculdades mentais, estou de acordo em participar, sejam essas destinadas à divulgação ao
 público em geral ou dedicadas a fins didático-pedagógicos. A presente autorização é
 concedida a título gratuito, abrangendo o uso da imagem em foto e em vídeo, de
 entrevistas, textos e declarações em todo território nacional e no exterior de todas as formas
 e em todos os meios de transmissão, das seguintes formas: (I) outdoor; (II) busdoor;
 folhetos em geral (encartes, mala direta, catálogo, etc.); (III) folder de apresentação; (IV)
 revistas e jornais em geral; (V) homepage; (VI) cartazes; (VII) back-light; (VIII) mídia
 eletrônica (painéis, vídeo-tapes, televisão, cinema, programa para rádio, entre outros); (IX)
 Livros; (X) Textos de toda natureza incluindo artigos, citações, resenhas etc. Por esta ser a
 expressão da minha vontade declaro que autorizo o uso acima descrito sem que nada haja a
 ser reclamado a título de direitos conexos à minha imagem ou a qualquer outro, e assino a
 presente autorização em 02 vias de igual teor e forma.

Rio de Janeiro, dia 02 de Junho de 2017.

Flávio Bassan Alexandre
 (assinatura)

Nome completo: FLAVIO BASSAN ALEXANDRE

Telefone p/ contato: (21) 984528482 e-mail: Fbassan21@gmail.com.

Frank Wilson Roberto

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE TEXTO E IMAGEM.

Neste ato, FRANK WILSON ROBERTO,
 nacionalidade BRASILEIRO, estado civil CASADO, portador da Cédula de
 identidade RG nº. 06545242-0, inscrito no CPF/MF sob nº
911047347-53, residente à Av/Rua CAMPINAS 84
84 - GRAMA, do município
RIO DE JANEIRO / RJ (sigla do estado). AUTORIZO o uso
 de minha imagem bem como de declarações feitas e captadas em todo e qualquer material
 entre fotos, vídeos e documentos, para serem utilizados por Rosane Nascimento de Almeida
 em sua tese de doutorado e em quaisquer outras apresentações públicas ou não que versem
 sobre o conteúdo de sua pesquisa, que neste ato, sendo portador de minhas plenas
 faculdades mentais, estou de acordo em participar, sejam essas destinadas à divulgação ao
 público em geral ou dedicadas a fins didático-pedagógicos. A presente autorização é
 concedida a título gratuito, abrangendo o uso da imagem em foto e em vídeo, de
 entrevistas, textos e declarações em todo território nacional e no exterior de todas as formas
 e em todos os meios de transmissão, das seguintes formas: (I) outdoor; (II) busdoor;
 folhetos em geral (encartes, mala direta, catálogo, etc.); (III) folder de apresentação; (IV)
 revistas e jornais em geral; (V) homepage; (VI) cartazes; (VII) back-light; (VIII) mídia
 eletrônica (painéis, vídeo-tapes, televisão, cinema, programa para rádio, entre outros); (IX)
 Livros; (X) Textos de toda natureza incluindo artigos, citações, resenhas etc. Por esta ser a
 expressão da minha vontade declaro que autorizo o uso acima descrito sem que nada haja a
 ser reclamado a título de direitos conexos à minha imagem ou a qualquer outro, e assino a
 presente autorização em 02 vias de igual teor e forma.

Rio de Janeiro, dia 02 de junho de 2017.
Frank Wilson Roberto
 (assinatura)

Nome completo: FRANK WILSON ROBERTO

Telefone p/ contato: 988557894 e-mail: FRANKWKWART@GMAIL.COM

Giovanna Aguirre Lo Bianco

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE TEXTO E IMAGEM.

Neste ato, Giovanna Aguirre Lo Bianco,
 nacionalidade brasileira, estado civil solteira, portador da Cédula de
 identidade RG nº. 24164057-2, inscrito no CPF/MF sob nº
060485297-59, residente à Av/Rua Vidal de
Nequiros, nº. 57 placado do município
Rio de Janeiro, RJ (sigla do estado). AUTORIZO o uso
 de minha imagem bem como de declarações feitas e captadas em todo e qualquer material
 entre fotos, vídeos e documentos, para serem utilizados por Rosane Nascimento de Almeida
 em sua tese de doutorado e em quaisquer outras apresentações públicas ou não que versem
 sobre o conteúdo de sua pesquisa, que neste ato, sendo portador de minhas plenas
 faculdades mentais, estou de acordo em participar, sejam essas destinadas à divulgação ao
 público em geral ou dedicadas a fins didático-pedagógicos. A presente autorização é
 concedida a título gratuito, abrangendo o uso da imagem em foto e em vídeo, de
 entrevistas, textos e declarações em todo território nacional e no exterior de todas as formas
 e em todos os meios de transmissão, das seguintes formas: (I) outdoor; (II) busdoor;
 folhetos em geral (encartes, mala direta, catálogo, etc.); (III) folder de apresentação; (IV)
 revistas e jornais em geral; (V) homepage; (VI) cartazes; (VII) back-light; (VIII) mídia
 eletrônica (painéis, vídeo-tapes, televisão, cinema, programa para rádio, entre outros); (IX)
 Livros; (X) Textos de toda natureza incluindo artigos, citações, resenhas etc. Por esta ser a
 expressão da minha vontade declaro que autorizo o uso acima descrito sem que nada haja a
 ser reclamado a título de direitos conexos à minha imagem ou a qualquer outro, e assino a
 presente autorização em 02 vias de igual teor e forma.

Rio de Janeiro, dia 02 de junho de 2017.

Giovanna Lo Bianco
 (assinatura)

Nome completo: Giovanna Aguirre Lo Bianco

Telefone p/ contato: 98220-55264 e-mail: giovannalobiancodanea@gmail.com

Guilherme Lima de Souza

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE TEXTO E IMAGEM.

Neste ato, Guilherme Lima de Souza,
 nacionalidade Brasileira, estado civil solteiro, portador da Cédula de
 identidade RG nº 26.527.904-2, inscrito no CPF/MF sob nº
046.935.099-75, residente à Av/Rua Manoel - 580
Honório Gurgel, nº. 580, do município
Rio de Janeiro / RJ (sigla do estado). AUTORIZO o uso
 de minha imagem bem como de declarações feitas e captadas em todo e qualquer material
 entre fotos, vídeos e documentos, para serem utilizados por Rosane Nascimento de Almeida
 em sua tese de doutorado e em quaisquer outras apresentações públicas ou não que versem
 sobre o conteúdo de sua pesquisa, que neste ato, sendo portador de minhas plenas
 faculdades mentais, estou de acordo em participar, sejam essas destinadas à divulgação ao
 público em geral ou dedicadas a fins didático-pedagógicos. A presente autorização é
 concedida a título gratuito, abrangendo o uso da imagem em foto e em vídeo, de
 entrevistas, textos e declarações em todo território nacional e no exterior de todas as formas
 e em todos os meios de transmissão, das seguintes formas: (I) outdoor; (II) busdoor;
 folhetos em geral (encartes, mala direta, catálogo, etc.); (III) folder de apresentação; (IV)
 revistas e jornais em geral; (V) homepage; (VI) cartazes; (VII) back-light; (VIII) mídia
 eletrônica (painéis, vídeo-tapes, televisão, cinema, programa para rádio, entre outros); (IX)
 Livros; (X) Textos de toda natureza incluindo artigos, citações, resenhas etc. Por esta ser a
 expressão da minha vontade declaro que autorizo o uso acima descrito sem que nada haja a
 ser reclamado a título de direitos conexos à minha imagem ou a qualquer outro, e assino a
 presente autorização em 02 vias de igual teor e forma.

Rio de Janeiro, dia 02 de Junho de 2017.

Guilherme Lima de Souza
 (assinatura)

Nome completo: Guilherme Lima de Souza

Telefone p/ contato: 99106-2353 e-mail: guix82@hotmail.com

Maestro Leonardo Bruno

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE TEXTO E IMAGEM.

Neste ato, Eu, Leonardo Bruno Ferreira,
 nacionalidade BRASILEIRA estado civil Divorciado, portador da Cédula de
 identidade RG nº. 81330471-5, inscrito no CPF/MF sob nº
024107887-3 residente à Av/Rua Est. do Tapuara
420, Ed. Ascens., nº. 420/601, do município
Petrópolis - RI (sigla do estado). AUTORIZO o uso
 de minha imagem bem como de declarações feitas e captadas em todo e qualquer material
 entre fotos, vídeos e documentos, para serem utilizados por Rosane Nascimento de Almeida
 em sua tese de doutorado e em quaisquer outras apresentações públicas ou não que versem
 sobre o conteúdo de sua pesquisa, que neste ato, sendo portador de minhas plenas
 faculdades mentais, estou de acordo em participar, sejam essas destinadas à divulgação ao
 público em geral ou dedicadas a fins didático-pedagógicos. A presente autorização é
 concedida a título gratuito, abrangendo o uso da imagem em foto e em vídeo, de
 entrevistas, textos e declarações em todo território nacional e no exterior de todas as formas
 e em todos os meios de transmissão, das seguintes formas: (I) outdoor; (II) busdoor;
 folhetos em geral (encartes, mala direta, catálogo, etc.); (III) folder de apresentação; (IV)
 revistas e jornais em geral; (V) homepage; (VI) cartazes; (VII) back-light; (VIII) mídia
 eletrônica (painéis, vídeo-tapes, televisão, cinema, programa para rádio, entre outros); (IX)
 Livros; (X) Textos de toda natureza incluindo artigos, citações, resenhas etc. Por esta ser a
 expressão da minha vontade declaro que autorizo o uso acima descrito sem que nada haja a
 ser reclamado a título de direitos conexos à minha imagem ou a qualquer outro, e assino a
 presente autorização em 02 vias de igual teor e forma.

Petrópolis, dia 02 de junho de 2017.
Leonardo Bruno Ferreira
 (assinatura)

Nome completo: LEONARDO BRUNO FERREIRA
 Telefone p/ contato: 242248-2842 e-mail: maestroleonardobruno
@gmail.com

Leonardo de Sá Monteiro de Barros

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE TEXTO E IMAGEM.

Neste ato, Leonardo de Sá Monteiro de Barros,
 nacionalidade brasileira, estado civil solteiro, portador da Cédula de
 identidade RG nº. 29 466 518-7, inscrito no CPF/MF sob nº
163-584-547-99, residente à Av/Rua Campinos
- Araçua, nº. 84, do município
Rio de Janeiro, RS (sigla do estado). AUTORIZO o uso
 de minha imagem bem como de declarações feitas e captadas em todo e qualquer material
 entre fotos, vídeos e documentos, para serem utilizados por Rosane Nascimento de Almeida
 em sua tese de doutorado e em quaisquer outras apresentações públicas ou não que versem
 sobre o conteúdo de sua pesquisa, que neste ato, sendo portador de minhas plenas
 faculdades mentais, estou de acordo em participar, sejam essas destinadas à divulgação ao
 público em geral ou dedicadas a fins didático-pedagógicos. A presente autorização é
 concedida a título gratuito, abrangendo o uso da imagem em foto e em vídeo, de
 entrevistas, textos e declarações em todo território nacional e no exterior de todas as formas
 e em todos os meios de transmissão, das seguintes formas: (I) outdoor; (II) busdoor;
 folhetos em geral (encartes, mala direta, catálogo, etc.); (III) folder de apresentação; (IV)
 revistas e jornais em geral; (V) homepage; (VI) cartazes; (VII) back-light; (VIII) mídia
 eletrônica (painéis, vídeo-tapes, televisão, cinema, programa para rádio, entre outros); (IX)
 Livros; (X) Textos de toda natureza incluindo artigos, citações, resenhas etc. Por esta ser a
 expressão da minha vontade declaro que autorizo o uso acima descrito sem que nada haja a
 ser reclamado a título de direitos conexos à minha imagem ou a qualquer outro, e assino a
 presente autorização em 02 vias de igual teor e forma.

Rio de Janeiro, dia 02 de junho de 2017.

Leonardo de Sá Monteiro de Barros
 (assinatura)

Nome completo: Leonardo de Sá Monteiro de Barros

Telefone p/ contato: 985229482 e-mail: leonardodesa@ufrrj@gm

Luciano Augusto Câmara da Silva

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE TEXTO E IMAGEM.

Neste ato, Luciano Augusto Câmara da Silva,
 nacionalidade brasileira, estado civil solteiro, portador da Cédula de
 identidade RG nº. 11151809-8, inscrito no CPF/MF sob nº
075 691 757 -35, residente à Av/Rua das Laranjeiras
1, nº. 457, do município
Pão de Açúcar / RS (sigla do estado). AUTORIZO o uso
 de minha imagem bem como de declarações feitas e captadas em todo e qualquer material
 entre fotos, vídeos e documentos, para serem utilizados por Rosane Nascimento de Almeida
 em sua tese de doutorado e em quaisquer outras apresentações públicas ou não que versem
 sobre o conteúdo de sua pesquisa, que neste ato, sendo portador de minhas plenas
 faculdades mentais, estou de acordo em participar, sejam essas destinadas à divulgação ao
 público em geral ou dedicadas a fins didático-pedagógicos. A presente autorização é
 concedida a título gratuito, abrangendo o uso da imagem em foto e em vídeo, de
 entrevistas, textos e declarações em todo território nacional e no exterior de todas as formas
 e em todos os meios de transmissão, das seguintes formas: (I) outdoor; (II) busdoor;
 folhetos em geral (encartes, mala direta, catálogo, etc.); (III) folder de apresentação; (IV)
 revistas e jornais em geral; (V) homepage; (VI) cartazes; (VII) back-light; (VIII) mídia
 eletrônica (painéis, vídeo-tapes, televisão, cinema, programa para rádio, entre outros); (IX)
 Livros; (X) Textos de toda natureza incluindo artigos, citações, resenhas etc. Por esta ser a
 expressão da minha vontade declaro que autorizo o uso acima descrito sem que nada haja a
 ser reclamado a título de direitos conexos à minha imagem ou a qualquer outro, e assino a
 presente autorização em 02 vias de igual teor e forma.

Pão de Açúcar, dia 02 de junho de 2017.

Luciano Augusto Câmara da Silva

(assinatura)

Nome completo: LUCIANO AUGUSTO CAMARA DA SILVA

Telefone p/ contato: (021) 97622 4969 e-mail: lucianocamara.br@gmail.com

Renato Mendonça Barreto da Silva

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE TEXTO E IMAGEM.

Neste ato, RENATO MENDONÇA BARRETO DA SILVA,
 nacionalidade BRASILEIRO, estado civil SOLTEIRO, portador da Cédula de
 identidade RG nº. 12272865-2, inscrito no CPF/MF sob nº
095040377-05, residente à Av/Rua PRINCIPE
REGENTE, 09 AP.201 FOS, nº. TRAIETA, do município
RIO DE JANEIRO, RS (sigla do estado). AUTORIZO o uso
 de minha imagem bem como de declarações feitas e captadas em todo e qualquer material
 entre fotos, vídeos e documentos, para serem utilizados por Rosane Nascimento de Almeida
 em sua tese de doutorado e em quaisquer outras apresentações públicas ou não que versem
 sobre o conteúdo de sua pesquisa, que neste ato, sendo portador de minhas plenas
 faculdades mentais, estou de acordo em participar, sejam essas destinadas à divulgação ao
 público em geral ou dedicadas a fins didático-pedagógicos. A presente autorização é
 concedida a título gratuito, abrangendo o uso da imagem em foto e em vídeo, de
 entrevistas, textos e declarações em todo território nacional e no exterior de todas as formas
 e em todos os meios de transmissão, das seguintes formas: (I) outdoor; (II) busdoor;
 folhetos em geral (encartes, mala direta, catálogo, etc.); (III) folder de apresentação; (IV)
 revistas e jornais em geral; (V) homepage; (VI) cartazes; (VII) back-light; (VIII) mídia
 eletrônica (painéis, vídeo-tapes, televisão, cinema, programa para rádio, entre outros); (IX)
 Livros; (X) Textos de toda natureza incluindo artigos, citações, resenhas etc. Por esta ser a
 expressão da minha vontade declaro que autorizo o uso acima descrito sem que nada haja a
 ser reclamado a título de direitos conexos à minha imagem ou a qualquer outro, e assino a
 presente autorização em 02 vias de igual teor e forma.

RIO DE JANEIRO, dia 02 de JUNHO de 2017.

Renato M. Barreto Silva
 (assinatura)

Nome completo: RENATO MENDONÇA BARRETO DA SILVA

Telefone p/ contato: (21) 99107-0934 e-mail: RECULTURA@HOTMAIL.COM