

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA**

RAFAEL AUGUSTO MICHELATO

**A INTERDISCIPLINARIDADE DE UM MONOCÓRDIO:
uma análise fenomenológica envolvendo alunos do
ensino médio profissionalizante**

DISSERTAÇÃO

**PONTA GROSSA
2015**

RAFAEL AUGUSTO MICHELATO

**A INTERDISCIPLINARIDADE DE UM MONOCÓRDIO:
uma análise fenomenológica envolvendo alunos do
ensino médio profissionalizante**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Ponta Grossa como requisito parcial para obtenção do título de “Mestre em ciência e Tecnologia” - Área de Concentração: ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Cesar Danhoni Neves

Co-orientadora: Prof.^a. Dra. Sani de Carvalho Rutz da Silva

PONTA GROSSA

2015

Ficha catalográfica elaborada pelo Departamento de Biblioteca
da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa
n.39/15

M623 Michelato, Rafael Augusto

A interdisciplinaridade de um monocórdio: uma análise fenomenológica envolvendo alunos do ensino médio profissionalizante. / Rafael Augusto Michelato. -- Ponta Grossa, 2015.

94 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Cesar Danhoni Neves

Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2015.

1. Música - Instrução e estudo. 2. Música e ciência. 3. Som. 4. Física - Estudo e ensino. I. Neves, Marcos Cesar Danhoni. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. III. Título.

CDD 507



Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus de Ponta Grossa
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO
DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA**



FOLHA DE APROVAÇÃO

Título de Dissertação Nº 96/2015

A INTERDISCIPLINARIDADE DE UM MONOCÓRDIO: uma análise fenomenológica
envolvendo alunos do ensino médio profissionalizante

por

Rafael Augusto Michelato

Esta dissertação foi apresentada às 14 horas e 30 minutos de 12 de junho de 2015 como requisito parcial para a obtenção do título de MESTRE EM ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, com área de concentração em Ciência, Tecnologia e Ensino, do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia. O candidato foi argüido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Silvio Luiz Rutz da Silva (UEPG)

Prof^a. Dr^a. Josie Agatha Parrilha da Silva
(UEPG/UTFPR)

Prof. Dr. Marcos Cesar Danhoni Neves
(UEM-UTFPR)- ***Orientador***

Visto do Coordenador:

Prof. Dr. Luis Mauricio Martins de Resende

Vice-Coordenador do PPGECT

**A FOLHA DE APROVAÇÃO ASSINADA ENCONTRA-SE NO DEPARTAMENTO
DE REGISTROS ACADÊMICOS DA UTFPR – CÂMPUS PONTA GROSSA**

*A meus pais, Edna e José Roberto, e
meus sobrinhos, João Lucas e Ana Júlia.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, e por colocar em minha vida pessoas tão especiais, que auxiliaram e auxiliam a minha caminhada;

Ao meu orientador, Prof. Dr. Marcos Cesar Danhoni Neves, e Co-orientadora, Prof.^a. Dra. Sani de Carvalho Rutz da Silva, por aceitar o desafio de conduzir o trabalho do primeiro músico-educador do PPGECT;

À Prof.^a. Dra. Josie Agatha Parrilha da Silva e ao Prof. Dr. Silvio Luiz Rutz da Silva, por suas valorosas contribuições e pela disposição em colaborar com este estudo;

Aos meus pais, Edna e José Roberto, pelo apoio constante desde o princípio, por serem meu esteio;

A minhas avós e madrinha, pelas orações e preocupações constantes;

Aos meus sobrinhos Ana Julia e João Lucas, pelos momentos de descontração, brincadeiras, e sorriso que alimenta a alma e fornece forças para continuar lutando;

Aos colegas do IFPR, por trocarem experiências comigo, me apoiarem e estarem trilhando o caminho da educação comprometida, inclusiva e exitosa.

Agradeço aos meus alunos, por serem a força motriz que me faz buscar novas possibilidades e formas de ensinar.

Aos amigos e diretores do campus Telêmaco Borba Karina, Ronaldo e Valmir, por acreditarem nesta proposta e por me auxiliarem a fazer a educação que acredito e me orgulho.

Agradeço a todos que, indiretamente, apoiaram este trabalho.

RESUMO

Esta pesquisa aborda a possibilidade de se estabelecer uma prática interdisciplinar entre as disciplinas de Física e Música, no ensino médio, integrado ao técnico, no Instituto Federal do Paraná, Campus Telêmaco Borba. O estudo teve como objetivo estabelecer uma prática interdisciplinar entre as disciplinas de Física e Música que tenha como foco a utilização do monocórdio como Objeto Lúdico Perelmaniano e, ainda, buscou compreender a concepção do conceito de som por parte dos educandos, além de criar um blog para difusão da proposta interdisciplinar, que relaciona o *Objeto Lúdico Perelmaniano* com a construção ativa de conhecimento por parte dos estudantes. A abordagem metodológica é qualitativa, através da Fenomenologia, com base em Husserl (1997). Cinco estudantes expõem suas concepções do que é o som, e a partir de seus discursos procede-se à redução fenomenológica. Seus discursos são compreendidos em seus horizontes e perspectivas através da reflexão. Após a compreensão das unidades, traçamos um perfil ideográfico, do qual nascem as convergências, as quais, após serem agrupadas, compõem a compreensão nomotética geral dos discursos. Assim, é estruturado o fenômeno do que é o som. A análise fenomenológica descortinou a importância de abordagens significativas, ativas e lúdicas para o ensino, a fim de impulsionar o aprendizado e auxiliar na construção e reconstrução dos conhecimentos que envolvem a relação intrínseca entre Arte e Ciência.

Palavras-chave: Interdisciplinaridade. Relação arte-ciência. Objeto lúdico Perelmaniano. Monocórdio de Pitágoras. Física. Música.

ABSTRACT

This research addresses the possibility of establishing an interdisciplinary practice between disciplines of Physics and Music, in high school integrated to technical, on Federal Institute of Paraná, Telemaco Borba site. The study has aimed to establish an interdisciplinary practice between the disciplines of physics and music, that focuses on the use of monochord as Perelman's Playful Object. Also, seek to understand design of the sound concept by the students, creating a blog to spread interdisciplinary proposal, which relates the Perelman's Playful Object with active construction of knowledge by students. The methodological approach is qualitative, by phenomenology, based on Husserl (1997). Five students display their conceptions of what is sound, and from their speeches proceeds to phenomenological reduction. These speeches were understandable in their horizons and perspectives through reflection. After understanding of units, we draw an ideographic profile, from whom born the convergences, which, after being grouped together set up the overall nomothetic understanding of speeches. Therefore, we have structured phenomenon of what is sound. The phenomenological analysis unveiled the importance of meaningful approaches, active and playful for teaching. In order to boost learning, help in the construction and reconstruction of knowledge that involving the intrinsic relationship between Art and Science..

Keywords: Interdisciplinary. Art-science relation. Perelman's Playful Object. Monochord of Pythagoras. Physics. Music.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 –	EXCERTO DA SONATA EM LÁ DE WOLFGANG AMADEUS MOZART	27
FIGURA 2 –	A ACELERAÇÃO RÍTMICA PROGRESSIVA E SUA CONVERSÃO EM ALTURA.....	28
FIGURA 3 –	SERIE HARMÔNICA COM TREZE PRIMEIROS HARMÔNICOS DA NOTA DÓ COM CLASSIFICAÇÃO DE ACORDO COM INTERVALOS	29
FIGURA 4 –	BUSTO EM MÁRMORE ATRIBUÍDO À PITÁGORAS	32
FIGURA 5 –	O MONOCÓRDIO DE PITÁGORAS	34
FIGURA 6 –	DESENHO ESQUEMÁTICO DO MONOCÓRDIO DE PITÁGORAS	38
FIGURA 7 –	O MONOCÓRDIO DE PITÁGORAS COM TAMPO EM PINUS DE BAIXA DENSIDADE EM CORTE RADIAL	41
FIGURA 8 –	A CAIXA DE RESSONÂNCIA DO MONOCÓRDIO EM MADEIRA DE CABREÚVA DE ALTA DENSIDADE EM CORTE RADIAL.	41
FIGURA 9 –	MONOCÓRDIO EM DETALHE: O CAVALETE INFERIOR COM RASTILHO E BOCA DA CAIXA DE RESSONÂNCIA.....	42
FIGURA 10 –	MONOCÓRDIO EM DETALHE: TARRAXA DE AFINAÇÃO E CAVALETE SUPERIOR COM RASTILHO	42
FIGURA 11 –	DETALHE DA PARTE POSTERIOR DA TARRAXA DE AFINAÇÃO.....	43
FIGURA 12 –	PONTÉ MÓVEL	43

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 –	FRAÇÕES DE CORDAS VIBRANTES PARA A FORMAÇÃO DE NOTAS NA ESCALA TOMANDO COMO BASE A NOTA DÓ.....	34
------------	---	----

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 –	TABELA DE CONVERGÊNCIA DOS DISCURSOS AGRUPADAS SEGUNDO AS CATEGORIAS	75
------------	--	----

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	9
CAPÍTULO 1 – FÍSICA E MÚSICA	16
1.1 O ESTADO DA ARTE	16
1.2 INTERDISCIPLINARIDADE E RELAÇÕES ENTRE FÍSICA E MÚSICA	19
1.3 A IMPORTÂNCIA DE EXPERIMENTAR	23
1.4 O SOM E SEUS ELEMENTOS	26
CAPÍTULO 2 – PITÁGORAS E A MÚSICA	31
2.1 PITÁGORAS DE SAMOS: ‘TUDO É NÚMERO’	31
2.2 A LUDICIDADE NO ENSINO	35
2.3 O OBJETO LÚDICO PERELMANIANO EM SALA DE AULA	37
2.4 PROPOSIÇÃO DE USO DO MONOCÓRDIO EM SALA DE AULA	39
2.5 O MONOCÓRDIO COMO OBJETO LUDICO PERELMANIANO	40
CAPÍTULO 3 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	44
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	44
3.2 FENOMENOLOGIA	45
3.2.1 O locus da pesquisa	47
3.2.2 Os sujeitos	49
3.2.3 Coleta de dados	50
CAPÍTULO 4 – A FENOMENOLOGIA EM PRÁTICA	52
TRANSCRIÇÃO DO DISCURSO DO ESTUDANTE 01	54
TRANSCRIÇÃO DO DISCURSO DO ESTUDANTE 02	55
TRANSCRIÇÃO DO DISCURSO DO ESTUDANTE 03	56
TRANSCRIÇÃO DO DISCURSO DO ESTUDANTE 04	57
TRANSCRIÇÃO DO DISCURSO DO ESTUDANTE 05	58
4.1 UNIDADES SIGNIFICATIVAS E COMPREENSÃO IDEOGRÁFICA DOS DISCURSOS	59
4.2 A CONVERGÊNCIA DOS DISCURSOS	74
4.3 COMPREENSÃO NOMOTÉTICA	84
CONSIDERAÇÕES FINAIS	85
REFERÊNCIAS	87

INTRODUÇÃO

Desde o ano de 2012, a música voltou a fazer parte do currículo escolar por força da Lei 11.769/2008, sancionada pelo então presidente Luiz Inácio Lula da Silva. A referida lei modifica a Lei de Diretrizes e Bases (LDB) 9394/1996 e torna os conteúdos musicais obrigatórios na educação básica. É importante ressaltar que ela nunca foi excluída oficialmente das escolas, porém, questões legais relegaram à música uma função acessória ao ensino de outros conteúdos ou passatempo.

Nas observações presentes durante a graduação, no estágio curricular obrigatório, e depois, em minha experiência profissional, percebi que os momentos em que a música ainda está presente na escola, salvo com raras exceções, são compostos de músicas que visam o condicionamento dos alunos, fixação de outros conteúdos, como a criação de paródias, entre outros.

Durante a graduação em licenciatura em música, questões como a presença e a ausência da música nos currículos escolares e a forma de sua inserção, suas concepções e práticas sempre chamaram minha atenção. Compreendi, na docência, que os educadores musicais não deveriam negar o caráter interdisciplinar e, sim, utilizar-se da grande flexibilidade da música, que a colocou como um trampolim para as matérias “importantes”, e, colocá-la agora como o centro de aprendizagens dinâmicas, diferenciadas e contextualizadas para os alunos.

Acredito que um dos desafios que são apresentados para o educador contemporâneo é devolver à Música¹ um status de disciplina importante para a formação integral do educando. Dessa forma, não permitir que a música seja tratada como um subterfúgio, mas sim esteja diante do processo educacional, permeando os diversos campos de conhecimento sem perder o seu foco e sua importância.

No Instituto Federal do Paraná (IFPR) – Campus Telêmaco Borba, como em todos os Institutos Federais de ciência e tecnologia, há uma grande preocupação com a formação integral do educando. Buscamos, sempre que possível, a convergência das disciplinas de forma natural, respeitando os conhecimentos

¹ Sempre que nos referirmos a disciplinas utilizaremos iniciais maiúsculas, porém música, arte e física como campo de conhecimento, continuarão o fluxo do texto.

acumulados pelos alunos em busca de sua ampliação e ressignificação, para que nos desvencilhemos da imagem retrograda do tecnicismo².

Com o meu ingresso no quadro permanente do IFPR, o Campus Telêmaco Borba passou a ser o único a ter em sua grade a disciplina de Música, para o ensino médio integrado ao técnico, e sendo eu o único professor formado em licenciatura em música a atuar na disciplina de Música e não na disciplina de Arte. Diferentemente do que se possa pensar, a obrigatoriedade do ensino de música nas escolas não implica necessariamente na criação de uma disciplina específica para este conteúdo. Há vários casos em que a música é ministrada como conteúdo da disciplina de Arte ou de outras disciplinas.

A disciplina de Música, no IFPR, tem por objetivo musicalizar o educando. Musicalizar, em sua acepção mais pura, é “tornar um indivíduo sensível e receptivo ao fenômeno sonoro, promovendo nele, ao mesmo tempo, respostas de índole musical” (GAINZA, 1988, p. 101), e também

Desenvolver os instrumentos de percepção para que o indivíduo possa ser sensível à música, apreende-la, recebendo o material sonoro/musical como significativo – pois nada é significativo no vazio, mas apenas quanto relacionado e articulado no quadro das experiências acumuladas, quando compatível com os esquemas de percepção desenvolvidos. (PENNA, 1990, p. 22).

Na perspectiva apresentada, musicalizar é desenvolver as potencialidades musicais inerentes a todos os seres humanos.

Remontando o ensino de música e a história da educação musical e legislações vigentes, observamos que, com a aprovação da lei Nº 5692/71, os professores de educação musical vão progressivamente se afastando do ensino regular, dando espaço ao profissional polivalente, com formação em “educação artística”, uma licenciatura que forma professores teoricamente habilitados para trabalhar as artes visuais, cênicas, musicais e dança nas escolas.

A Educação artística era considerada, pela Lei Nº 5692/71, uma “atividade educativa” e não uma disciplina. Com a formação polivalente dos professores, os conhecimentos artísticos foram esvaziados, e, com a falta de sistematização e o

² A tendência tecnicista empregada no Brasil entre os anos de 1960 e 1979, fornecia aos educandos conhecimentos básicos, voltados somente à função que iria exercer na empresa. Um ensino raso que não buscava ser emancipador, nem fornecer subsídios para a modificação do cenário onde o educando seria inserido depois de formado.

caráter unicamente recreacional, com o tempo as aulas se transformaram em *laissez-faire*³, sendo que o importante era a “livre-expressão”, independentemente de resultados técnicos ou conteúdos. As práticas musicais foram substituídas por “musiquinhas” voltadas para a doutrinação dos alunos, como a hora do lanche, da entrada, saída, além dos hinos pátrios.

Durante os 25 anos de vigência da Lei 5692/71, formaram-se profissionais polivalentes⁴. Somente com a LDB 9394/96 foram criadas licenciaturas específicas para cada uma das linguagens artísticas. Apesar do grande avanço para as artes, a nova LDB não era clara, mas considerada muito aberta e flexível. Saviani (1997), ao tratar da recente promulgada LDB, a considera inócua, tal qual as anteriores.

Com o texto básico da LDB 9394/96, pouquíssimo foi feito pelo ensino de arte na escola. Durante a década de 90, surgiram os PCN e os temas transversais, que ou adotavam a mesma flexibilidade e abertura da LDB, ou tratavam as artes e a música como na LDB de 1971, com um foco acessório ao ensino das matérias tradicionalmente tidas como “importantes”.

Desde meados de 1997 até 2008, pouco se fez oficialmente pela educação musical, e o resultado é que a música foi perdendo espaço no Brasil, perdendo seus conteúdos, suas características, a Lei Nº 11.769/08 é parte do esforço de devolver a música à escola oficialmente.

Observo, com os alunos ingressantes no ensino técnico, que eles acreditam e experimentam a arte como o *laissez-faire*, e tem a concepção de que a única metodologia possível para a aula de Música é a execução musical pela execução musical.

No outro oposto, temos a disciplina de Física, que é uma disciplina reconhecida em sua importância, em seus conteúdos, porém detém pouco prestígio junto aos alunos. Hazen (2006) considera que a disciplina é apontada como uma das mais desinteressantes, neste mesmo sentido corroborando com o autor apresentado, Zanetic (2006a) coloca que os educandos não se sentem motivados pelo estudo da física e não é necessário um estudo muito sofisticado para chegar a

³ Do francês: deixar fazer ou ainda “qualquer coisa” também conhecida como “vale-tudismo” artístico

⁴ Sobre a formação de professores polivalentes concepções educacionais, perspectivas e críticas buscar: SILVA, M. P.; SUBTIL, M. J. D. Perspectivas para formação de professores de Música: o projeto Político pedagógico da Licenciatura em Música da UEPG 2003. In: **IX ANPED SUL Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul**, 2012, Caxias do Sul. A Pós-Graduação e suas Interlocuções com a Educação Básica. Caxias do Sul: UCS - Universidade de Caxias do Sul, 2012.

esta conclusão. Cavalcante (et.al 2012) chega a mesma conclusão ao defender a interdisciplinaridade entre Física e Música, critica também a desconexão dos conteúdos escolares e considera que a física perdeu o seu caráter experimental e lúdico.

E quais as relações entre ciência e arte? O senso comum coloca ciência e arte em lados opostos, o lado da razão, das ciências, e o lado da emoção, da expressão de sentimentos, porém, elas têm mais afinidades do que imagina o senso comum.

Da antiguidade até meados do século XVII, a música constituía, em conjunto com geometria, aritmética e astronomia, o *quadrivium*, estas matérias quando trabalhadas de maneira integrada dariam conta de explicar todos os fenômenos e preparar o aluno para os estudos posteriores. (COIMBRA, 2000).

A história é marcada por rupturas e continuidades e o pensamento renascentista põe em xeque a visão das artes liberais como forma de alcançar o conhecimento e explicações dos fenômenos naturais. Neste período a razão constrói caminhos próprios, buscando o entendimento das coisas. A prevalência dos conteúdos científicos em detrimento a outras formas de conhecimentos marca a filosofia, arte, e ciências humanas, pois a ciência exata passa a ser sinônimo de conhecimento. Esta ruptura não passa despercebida no ambiente escolar, a predominância da razão, implica na fragmentação dos conteúdos. Esta fragmentação ainda está presente nos currículos escolares. Atualmente, vários autores têm tentado relacionar os conhecimentos dispersos e propor práticas interdisciplinares, a fim de reestabelecer, principalmente para o educando, as relações entre ciência e arte.

Zanetic (2006a), de maneira interdisciplinar, envolve física com arte, música e literatura, analisando e discutindo a ciência que há nas letras de músicas. Para o autor, “a física deve participar da formação cultural do cidadão contemporâneo” (ZANETIC 2006a p.41), e a arte, neste contexto, serve também para a motivação ao estudo das ciências, neste sentido, defende a interdisciplinaridade, porém, não advoga pelo fim da disciplinaridade, baseado em Paulo Freire defende a adoção de temas geradores, que segundo ele respeita o educando na construção do conhecimento, e também os limites das disciplinas que buscam a integração.

A Ciência e a Arte, quando trabalhadas de forma integrada, oferecem uma visão de mundo mais ampla. O trabalho interdisciplinar fornece ao educando uma

visão holística, e não particionada do fenômeno estudado. O ensino da física deve levar em consideração as dimensões históricas, filosóficas e culturais da própria disciplina e da sociedade. Fazendo relações com a literatura, cinema, teatro e música. (ZANETIC, 2006a).

Carvalho (2006) se aproveita do Teatro e da Dança para estabelecer relações entre as ciências, a autora defende o uso da corporeidade para o ensino das ciências, para que se fuja da concepção que é necessária somente a razão para o ensino de ciência. A autora propõe uma peça de teatro, a construção de maquetes confecção de cartazes e ilustrações para os estudantes, sobre os temas de história da ciência, conceito de centro de gravidade discutindo assuntos como produção científica, falibilidade e transitoriedade da ciência, etc. Os produtos formaram uma mostra com apresentações culturais sobre os temas debatidos no decorrer do projeto.

Ao construir um idiofone com tubos de PVC com seus bolsistas, Cavalcante (*et al* 2012) busca desmistificar a ciência com práticas musicais e devolver a arte o status de ciência, o trabalho é fruto de um projeto de iniciação científica e propõe a aproximação entre Música e Ciência, buscando aproximar a ciência do cotidiano do educando vislumbrando uma melhora na aprendizagem dos mesmos. Os autores compreendem que os cientistas tenham envolvimento com a arte, e que da mesma forma os artistas tenham com a ciência para que suas pesquisas sejam potencializadas, e desta forma os trabalhos de arte conduzam novos experimentos científicos, que por sua vez leve a novos trabalhos artísticos.

Estes e outros autores que fazem parte da revisão de literatura deste trabalho advogam pela integração da ciência e da arte, mas o que teria a arte, especificamente a música, e a ciência, mais especificamente a física, a ganhar com esta abordagem interdisciplinar?

Gomes e Castilho (2010) verificam que um dos principais fatores que contribuem para o desinteresse dos alunos pela disciplina de física é causado pela

desarticulação dos conteúdos ensinados com a realidade e cotidiano da maioria dos alunos. O ensino da Física na maioria das escolas públicas é caracterizado, somente por sequencias de conteúdos apresentados nos livros didáticos, mesmo contradizendo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN,s), no qual preconizam que não basta ensinar e elaborar tópicos de conteúdos, mas é necessário que o ensino de Física seja capaz de promover um conhecimento contextualizado e integrado à vida do aluno, procurando atender a necessidade de formação da cidadania e possibilitar a

progressão de seu estudo ao longo de sua vida. (GOMES; CASTILHO, 2010, p. 2)

No segundo ano do ensino médio o plano de ensino prevê para a disciplina de Física a Unidade de movimentos ondulatórios, e para a disciplina de Música os Elementos formais da música, dada a correlação entre os conteúdos trabalhados, foi aventada a possibilidade de uma abordagem interdisciplinar entre Física e Música.

Sendo a Música uma disciplina, apesar de não reconhecida por todos como campo de conhecimento, é facilmente aplicável ao cotidiano do educando e altamente motivadora; enquanto a Física, com sua tradição escolar, seu reconhecimento no rol das disciplinas tidas como “importantes”, a abordagem interdisciplinar dos conteúdos tratados no segundo ano do ensino médio, integrado ao técnico, traria benefícios para ambas as disciplinas, despertado maior interesse para a física e também para as relações entre a arte e a ciência.

A partir do exposto, questionamos: Seria possível estabelecer uma prática interdisciplinar tendo como conteúdos os movimentos ondulatórios e os elementos formais da música?

Para tanto elencamos como objetivo geral deste trabalho estabelecer uma prática interdisciplinar entre as disciplinas de Física e Música, que tenha como foco a utilização do monocórdio como Objeto Lúdico Perelmaniano no 2º ano do ensino médio, integrado ao técnico do Instituto Federal do Paraná – Campus Telêmaco Borba. Como objetivos específicos: Apresentar em categorias as concepções dos educandos acerca do conceito de som; Relacionar a utilização do *Objeto Lúdico Perelmaniano* com a construção e reconstrução dos conhecimentos dos educandos.

No primeiro capítulo, tratamos das relações entre música e física, buscando discutir o estado da arte nos estudos que relacionam as disciplinas de forma interdisciplinar; abordamos, ainda, os elementos formais da música em um enfoque físico-musical.

Apresentamos, no segundo capítulo, o monocórdio de Pitágoras, sua história, utilização e importância nas relações entre ciência e arte, urdirmos uma possibilidade do ensino de Física e Música a partir da exploração do monocórdio, entendido como objeto Lúdico Perelmaniano.

A metodologia está presente no capítulo terceiro, onde apresentamos a abordagem fenomenológica, como metodologia, o *portfólio* como instrumento de

coleta de dados, e, também, o grupo pesquisado, além dos procedimentos para o tratamento dos dados obtidos pela pesquisa.

A análise dos dados é apresentada no capítulo quarto, onde realizamos a redução fenomenológica dos discursos dos cinco sujeitos, suas convergências, a compreensão eidética e nomotética dos discursos.

Finalizamos o trabalho com a conclusão, no quinto e último capítulo, onde apresentamos o resultado da análise fenomenológica, que descortinou a importância de abordagens significativas, ativas e lúdicas para o ensino, para impulsionar o aprendizado e auxiliar na construção e reconstrução dos conhecimentos que envolvem a relação intrínseca entre Arte e Ciência.

CAPÍTULO 1 FÍSICA E MÚSICA

No presente capítulo, apresentaremos as relações entre as áreas de música e física, tendo o foco na discussão do estado da arte em estudos que relacionam as disciplinas de forma interdisciplinar. Apresentaremos, ainda, os elementos formais da música em uma abordagem físico-musical.

1.1 O ESTADO DA ARTE

Pinto (2010) constata que não há “muitos artigos publicados relacionados à Física ondulatória, sobretudo estudos que envolvam o uso de instrumentos musicais” (PINTO, 2010, p. 51). Além da constatação de Pinto (2010), consideramos que quase a totalidade das pesquisas relacionados nesta revisão de literatura são pesquisadores e professores físicos, utilizando-se da música como elemento interdisciplinar. Somente Wisnik (1999) parte dos conhecimentos musicais em direção a um contato com a física.

Em “O som e o sentido”, Wisnik (1999) trata em grande parte do uso humano do som, relacionando o uso que as sociedades fazem dele. Não se trata de uma “história da música” no seu sentido usual, mas sim, um livro sobre silêncios, barulhos, acordes e sons, imbricado com linguagem musical, mitologia e filosofia da música. O autor aborda desde as sociedades orientais, que ainda hoje se utilizam de escalas modais, até o colapso do sistema tonal, passando pelo tonalismo, serialismo, entre outras correntes pós-modernas de música.

Wisnik (1999) inicia o capítulo sobre física e metafísica do som com a seguinte afirmação sobre o que é som:

[...] entre os objetos físicos, o som é o que mais se presta à criação de metafísicas. As mais diferentes concepções de mundo, do cosmos, que pensam harmonia entre o visível e o invisível, [...] se constituem e se organizam por meio da música. (WISNIK, 1999, p.28).

Com esta afirmação, o autor se aproxima dos conhecimentos da física para introduzir seu livro sobre sons traçando uma estrada comum para as duas áreas.

Pinto (2010), em sua dissertação, busca novos materiais e métodos para o ensino de física voltado à educação de jovens e adultos, para a utilização, em suas aulas. Apesar de não ser músico, considera que a música gera uma percepção diferenciada para o ensino de física ondulatória, que segundo o autor é a base para estudos da física moderna:

Vale lembrar que o estudo de Física Ondulatória claramente se configura como base para estudos da Física Moderna, seja para apresentar conceitos relacionados ao espectro de ondas eletromagnéticas, das ondas de rádio para além dos raios X, seja em um tipo de abordagem na qual se discuta o Átomo de Bohr, o “colapso do átomo de hidrogênio” e quantização da energia a nível quântico; a dualidade onda-partícula; o Laser; como outros exemplos no campo da física moderna e contemporânea envolvem conceitos de física ondulatória. (PINTO, 2010, p.14).

Após delimitar a pergunta da pesquisa, Quanto da Física existe num instrumento musical? Pinto (2010) busca na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel (1918 – 2008) e na Teoria dos Campos Conceituais de Gerard Vergnaud (1933 –) aporte para embasar sua intervenção junto aos alunos.

Prado (2010) busca na história, mais especificamente no Renascimento, a abordagem interdisciplinar entre matemática, física e música, e considera que neste período, a partir dos estudos de Vincenzo Galilei (1520 - 1591), as relações entre as áreas são intensificadas. Com enfoque histórico-epistemológico, o autor explicita a importância da abordagem interdisciplinar no ensino, demonstrando o enriquecimento da aprendizagem por parte dos educandos.

Com o objetivo de aproximar a capoeira a conceitos da física, a pesquisa de Kandus *et al*, (2006) utiliza-se do instrumento musical berimbau para identificar conceitos como ressonância, harmônicos e ondas estacionárias, evidenciando as relações físicas com conceitos aplicáveis ao instrumento em questão, e também com o violão. A autora também traça uma breve história da capoeira e a utilização do berimbau para esta prática.

A pesquisa de Kandus trata com bastante propriedade sobre as questões físicas relativas à interpretação de fenômenos ondulatórios aplicados aos instrumentos musicais, um material que não é encontrado facilmente na literatura, segundo o que observa Pinto (2010).

Ainda seguindo a linha da física aplicada à educação, utilizando-se da interdisciplinaridade, com a música temos a pesquisa de Rui (2006), que a realizou juntamente com os professores das disciplinas de Informática, Ciências, Língua Portuguesa e Ensino Religioso. Em sua dissertação, mesmo sem formação em música, destaca a importância dos conhecimentos musicais:

Os instrumentos musicais nos proporcionaram, mais uma vez, exercitar os conceitos já explorados em aulas anteriores, tais como: sons agudos e graves, sons fortes e fracos, além de explorar o conceito de timbre e o fato da percepção dos sons variar de pessoa para pessoa. (RUI, p.29, 2006)

Rui (2006) ressalta também que houve um maior interesse por parte dos alunos quando participaram efetivamente, utilizando-se de suas vivências musicais no decorrer das aulas, e além da utilização de instrumentos convencionais, destaca a criação de um aparato experimental para a produção de ondas estacionárias onde havia a possibilidade de variar as frequências de acordo com o desejado.

Borges e Rodrigues (2006) reproduziram um instrumento musical criado por Pitágoras (580 a.C. - 497 a.C.) para, com o auxílio do computador e softwares, analisar as ondas sonoras produzidas pelo monocórdio⁵. É de suma importância levar em conta as mais diversas fontes sonoras, o que gerará diferentes percepções, servindo para a comparação das ondas sonoras de diversas fontes e aprofundar o conhecimento dos alunos.

Ao criticar a abstração que o ensino de matemática sofreu, e ainda sofre, durante anos, Barnabé (2011) busca diferentes abordagens para o ensino de matemática, mais especificamente quando trata dos conceitos de razões e proporções no ensino médio. O autor busca na interdisciplinaridade entre matemática e música um enriquecimento no ensino de matemática e a inserção da música como conteúdo escolar, após a aprovação da Lei Federal 11.769/08. O autor obteve como resultados uma maior autonomia e senso crítico por parte dos educandos, na construção de seus conhecimentos.

⁵ Pitágoras (565 a.C – 496 a.C), filósofo e matemático, dedicou parte de seus estudos aos estudos de intervalos musicais, o que resultou no instrumento conhecido como monocórdio, que consiste em uma única corda que reproduzirá o som da fundamental, e, de acordo com o posicionamento do cavalete central, apenas uma parte da corda vibra, obtendo diferentes intervalos musicais. (GOMES, 2010)

Donoso (2008), com muita propriedade, afirma que a Música aliada com a Física auxilia na ampliação dos conhecimentos e motivação dos educandos:

O elo entre a física e a música constitui um importante fator motivador para o aprendizado, pois estimula os estudantes a encararem a Física através de uma visão mais ampla e interdisciplinar. Acreditamos também que o ensino da Física dos instrumentos musicais em cursos de formação de professores de Ensino Médio contribuiria para abordagens didáticas mais ricas e abrangentes. A aproximação entre ciência e arte oferece uma experiência desafiadora e possibilitam uma discussão estimulante para estudantes e professores (DONOSO *et al.* 2008).

As pesquisas apresentadas por Prado (2010) e Barnabé (2011) são mais relevantes por terem como o foco no *ensino X aprendizagem escolar*, além de possuírem uma afinidade teórica, pois ambos destacam e concordam sobre a importância da criação de novas possibilidades metodológicas e diferentes materiais para o ensino.

1.2 INTERDISCIPLINARIDADE E RELAÇÕES ENTRE FÍSICA E MÚSICA

Vários autores versam sobre a interdisciplinaridade, dentre os quais destacamos Fazenda (1996), Trindade (2008), Pombo (2005) Freire (2010), Coimbra (2000), Barnabé (2011), Minayo (1994), entre outros. Estes autores apresentam a interdisciplinaridade como uma possibilidade de enriquecimento e diálogo entre as áreas do conhecimento.

Os caminhos da interdisciplinaridade têm uma longa trajetória, suas manifestações, práticas e nomenclaturas não são unânimes. Na Antiguidade Clássica, as preocupações eram holísticas, buscavam interpretar e conhecer o mundo natural: “o museu de Alexandria, encarnou por mais de meio século o projeto de agrupamento das ciências e das letras, das artes e das técnicas, reunindo estudiosos e tecnologias de todas as áreas” (MINAYO, 1994, p.44).

Platão (429 – 347 a. C.) e Aristóteles (384 – 322 a. C), com suas preocupações em dar unidade ao saber, desenvolveram suas sínteses e visões particulares de mundo, integrandos os saberes (COIMBRA, 2000).

Outro exemplo claro de integração de saberes era a *Artes Liberales* ou *Septivium*, durante o Medievo, o conhecimento, uma espécie de saber universal, se organizava em dois blocos: O *Quadrivium* era o primeiro, que se constituía pela Astronomia, Aritmética, Geometria e Música, e de forma complementar, o segundo bloco era conhecido como *Trivium*, constituído pela Retórica, Dialética e Gramática, considerado uma construção superior.

Em poucas disciplinas, O *septivium* abarcava muitos dos conhecimentos que, posteriormente, durante a Renascença, foram sendo fracionados organizados em ciências Independentes (COIMBRA, 2000). Apesar da separação e organização das ciências durante o Renascimento, ainda existia uma preocupação com a unidade do saber.

Foi o **paradigma cartesiano-newtoniano** responsável pelo desencadeamento das infundáveis especializações e pela visão mecanicista do mundo. A natureza, como uma máquina a ser conhecida, deve ser “desmontada” por estudos cada vez mais específicos dos seus elementos. Hoje em dia, é esse paradigma responsabilizado pela excessiva fragmentação e dispersão do saber, mesmo que esse não tenha sido o escopo dos seus criadores. (COIMBRA, 2000, p. 61, grifo do autor),

Não devemos ignorar o papel da era industrial, e posteriormente do positivismo para a continuidade da fragmentação e disciplinarização dos conhecimentos. Sobre a influência do positivismo na fragmentação dos conhecimentos, Minayo (1994, p. 46) considera que

[...] o positivismo tornou-se hegemônico como paradigma do saber e as disciplinas passaram a se afirmar no esplêndido isolamento de suas questões e de suas próprias metodologias, fazendo da linguagem das ciências rigorosas uma espécie absoluta. A pulverização do saber em setores cada vez mais limitados lançou os cientistas numa solidão paradoxal na medida em que perderam o sentido de uma causa comum que os reunia, ou seja, o sentido da vida e da verdade do universo como um todo.

E complementa ainda que “o século XIX marcou um recuo interdisciplinar” (MINAYO, 1994, p. 46). A pulverização do saber traz resultados a sociedade contemporânea, alguns positivos outros negativos.

O saber fragmentado é obra de uma inteligência dispersa que pode ser considerada como tendo perdido a razão. Daqui resulta um desequilíbrio que atinge toda a personalidade humana. Esta alienação científica é, sem

dúvida, uma das causas do mal-estar da civilização contemporânea. (GUSDORF, 1986 apud PRADO, 2010, p 29).

O fato é que, em pleno século XXI, devemos superar o modelo industrial e positivista na educação, acreditamos que a disciplina isolada não consegue abranger o conhecimento e explicar fenômenos do mundo que cerca o educando, e quando o faz é de forma parcial, sob uma única ótica.

Mais do que ter o foco na transmissão de informações, devemos oferecer ao educando uma visão global do conhecimento, explicar fenômenos pautados na realidade, mostrar explicitamente as relações dos conteúdos. E acima de tudo, ter claro o homem que se quer formar.

Devemos fugir do paradigma do “ensino bancário⁶” e compreender que “ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção.” (FREIRE, 1998, p. 52). Neste sentido, formar é muito mais que treinar o educando para o desempenho de exercícios separados, acreditando que o aluno por si só irá fazer as relações entre os conteúdos.

Ir além da concepção disciplinar é necessário para que estes processos ocorram de forma satisfatória. Existe, entre os autores, uma preocupação quanto à utilização do termo interdisciplinaridade de forma errônea, pois “percebe-se que muitas vezes há uma banalização, um “modismo” no que se refere ao uso deste termo, ocasionando uma produção de trabalhos e mais trabalhos sem que haja uma verdadeira ligação entre as áreas”. (BARNABÉ, 2011, p.43).

O modismo e as visões e conceitos equivocados criam uma névoa sobre o conceito de interdisciplinaridade. Faz-se mister ainda a diferenciação entre multi, pluri, inter e transdisciplinaridade, Pombo (2005) urde uma possibilidade: segundo ela, a compreensão dos termos passa diretamente em reconhecer que:

[...] por detrás destas quatro palavras multi, pluri, inter e transdisciplinaridade, está uma mesma raiz - a palavra *disciplina*. Ela está sempre presente em cada uma delas. O que nos permite concluir que todas elas tratam de qualquer coisa que tem a ver com as disciplinas. Disciplinas que se pretendem juntar: *multi*, *pluri*, a ideia é a mesma: *juntar* muitas, pô-las *ao lado* uma das outras. Ou então articular, pô-las *inter*, em inter-relação, estabelecer entre elas uma *ação recíproca*. O sufixo *trans* supõe um *ir além* uma ultrapassagem daquilo que é próprio da disciplina. Aceitar a minha proposta como base de trabalho, como hipótese operatória, é aceitar que há qualquer coisa que *atravessa* a pluridisciplinaridade ou multidisciplinaridade, a interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade. Que essa qualquer coisa é,

⁶ Sobre ensino bancário, maior detalhamento sobre esta discussão buscar: FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 17.ed. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1987.

em todos os casos, uma tentativa de romper o caráter estanque das disciplinas. (POMBO, 2005, p. 5, grifos da autora).

Pensar em práticas interdisciplinares é colocar em xeque a concepção de escola tradicional, é propor uma ruptura, passa por repensar o espaço educativo, físico e conceitual

A prática interdisciplinar pressupõe uma desconstrução, uma ruptura com o tradicional e com o cotidiano tarefeiro escolar. O professor interdisciplinar percorre as regiões fronteiriças flexíveis onde o 'eu' convive com o 'outro' sem abrir mão de suas características, possibilitando a interdependência, o compartilhamento, o encontro, o diálogo e as transformações. Esse é o movimento da interdisciplinaridade caracterizada por **atitudes entre o conhecimento**. (TRINDADE, 2008, p. 82, grifo nosso).

A interdisciplinaridade se dá na prática, e para além da prática, ela se dá com a atitude interdisciplinar.

O que se designa por interdisciplinaridade é uma atitude epistemológica que ultrapassa os hábitos intelectuais estabelecidos ou mesmo os programas de ensino. Nossos contemporâneos estão sendo formados sob um regime de especialização, cada um em seu pequeno esconderijo, abrigado das interferências dos vizinho, na segurança e no conforto das mesmas questões estéreis⁷. (GUSDORF apud FAZENDA, 1991, p. 24).

Tanto a interdisciplinaridade é uma atitude epistemológica que ela pode ser entendida de uma forma bastante ampla. Como a

Interação existente entre duas ou mais disciplinas. Essa interação pode ir da simples comunicação de ideias à integração mútua dos conceitos diretores da epistemologia, da terminologia, da metodologia, dos procedimentos, dos dados e da organização referentes ao ensino e à pesquisa. (MICHAUD, 1972 apud FAZENDA, 1996, p. 27).

Com isso, fica claro que não pretendemos, neste trabalho, defender o abandono das disciplinas, mas, sim, apontar um diálogo interdisciplinar, de forma a aproximar os saberes específicos das áreas, provenientes dos diferentes campos de conhecimento, em uma fala audível e compreensível aos diferentes interlocutores (BRASILEIRO, 2004).

Quando trata da criação de conhecimento musical, Freire (2010, p. 85) aponta que a interdisciplinaridade é uma necessidade para as pesquisas desta área e que os pesquisadores devem rediscutir os limites das pesquisas em música

⁷ Carta enviada por Georges Gusdorf à Ivaní Fazenda, registrada em FAZENDA, I. C. A. **Interdisciplinaridade**: um projeto em parceria. São Paulo: Loyola, 1991.

[...] já que não se trata de uma simples mudança superficial de perspectiva, mas de uma mudança profunda e conceitual. A interdisciplinaridade aparece, assim, como uma necessidade, e não como um artifício. A prática da interdisciplinaridade não pressupõe a descaracterização dos diferentes campos de conhecimento, e sim a interação entre eles, essa abordagem torna-se particularmente interessante sob o enfoque pós-moderno, pois possibilita transitar através de limites antes considerados definitivos.

Vindo ao encontro do que fora exposto, Coimbra (2000, p. 66) coloca que a ciência deve buscar o conhecimento articulado e contextualizado e, portanto

A interdisciplinaridade, doravante, é uma vocação necessária para a Ciência, como tal; não apenas para os seus cultores e aplicadores. A verdadeira Ciência não para em si; não se contenta com os objetos particulares de um saber, por mais valioso e indispensável que seja ele, porquanto tal objeto não é isolado de um contexto. [...] A interdisciplinaridade é, ao mesmo tempo, requisito e sinal de um mundo diferente: novos procedimentos científicos e técnicos, e novo estilo de civilização.

Sendo a interdisciplinaridade benéfica para ambas as áreas e o som uma área de conhecimento entre a física e a música, o partilhar de conhecimento entre as áreas viria agregar ao conhecimento do educando.

1.3 A IMPORTÂNCIA DE EXPERIMENTAR

Vários compositores apontam a importância do aprender música experimentando o fazer musical; muitos deles dedicaram-se à pesquisa educacional em música, e desenvolveram pedagogias ativas para o ensino de música. Entre eles, destacam-se Émile Jaques-Dalcroze (1965), Zoltán Kodály (1971), Edgar Willems (1969), Carl Orff (1976), Maurice Martenot (1957), Shinichi Suzuki (1994), John Paynter (2002), Ramond Murray Schafer (2001), Jos Wuytack (1994), entre outros.

Métodos Ativos em Educação Musical priorizam a vivência musical direta e imediata, a manipulação/experimentação sonora, a prática musical coletiva e a vivência corporal da música como base inicial do processo de ensino-aprendizagem musical (BENEDETTI; KERR, 2009, p.86).

O foco principal do processo ativo é o entendimento integrado: nenhum dos eventos é independente ao outro. Eles acontecem de forma concomitante e tem a mesma importância. O equilíbrio e a integração não querem dizer que todas as atividades devem estar contempladas em todas as aulas, elas podem ser distribuídas dentro de um módulo.

Em um processo educacional voltado para a educação musical escolar, o compositor Swanwick (2003) propõe o modelo T.E.C.L.A⁸, que propõe o ensino de música de forma musical, pois

O propósito da música não é, simplesmente, criar produtos para a sociedade. É uma experiência de vida em si mesma, que devemos tornar compreensível e agradável. É uma experiência do presente. Essas crianças estão vivendo hoje, e não aprendendo a viver para o amanhã. Devemos ajudar cada criança a vivenciar a música agora. (SWANWICK; JARVIS, 1990, p.40 apud SWANWICK, 2010, p.72).

Nesta concepção, a música deve ser vivida ativamente, em todas as suas potencialidades de criação, execução, apreciação, etc., e não ser encarada como um há de vir, sem sentido para quem a faz.

Os métodos ativos ainda são pouco utilizados em sala de aula pela falta de instrumentos musicais para o ensino de música nas escolas, também pelo pouco entendimento da proposta, voltando à ideia retrograda⁹ da “livre expressão”, não relacionando a atividade realizada com uma teoria ou um conceito. Através da abordagem ativa da música, os alunos podem, na prática, experimentar os conceitos que serão de importância fundamental para quando forem sistematizados através da literatura.

Assim como preconizam os musico-educadores que se utilizam dos métodos ativos, Toneguzzo *et al.* (1990). Alves-Filho (2000), Sèré (2004) Gil-Perez *et al.* (2006), entre outros, abordam a necessidade de apresentar de forma prática os

⁸ T – Técnica (manipulação de instrumentos, notação simbólica, audição).
E – Execução (cantar, tocar).
C – Composição (criação e improvisação).
L – Literatura (história da música e teoria).
A – Apreciação (reconhecimento de estilos / forma / tonalidade / graus).

⁹ Consideramos a Livre expressão como uma metodologia avaliativa retrograda, pois ela está ligada diretamente à concepção da Educação Artística presente na LDB 5.692/71. Vazquez (2011), ao esmiuçar esta lei, considera que a mesma imprimiu na arte escolar um papel ocupacional. A Lei apresentava a arte como atividade educativa e não como disciplina, e em seu âmago, a concepção de livre-expressão. Com os avanços da arte, escolar exprimidos em novas possibilidades metodológicas e concepções, podemos afirmar que utilizar-se da livre expressão para avaliar práticas artísticas escolares torna esta avaliação anacrônica, antiquada e retrograda.

conceitos físicos para que os alunos se mantenham interessados e motivados nas aulas. “A realização de demonstrações práticas simples na própria sala de aula é a melhor forma de despertar a curiosidade, estimular o debate e aprimorar o senso crítico dos alunos”. (TONEGUZZO *et al.*, 1990, p.227). Nesta mesma concepção, as Diretrizes Curriculares do Paraná (PARANÁ, 2006) preconizam que

[...] é necessário perceber que o experimento faz parte do contexto de sala de aula e que não se deve separar a teoria da prática. Isso porque faz parte do processo pedagógico que os alunos se relacionem com os fenômenos sobre os quais se referem os conceitos a serem formados e significados” (PARANÁ, 2006, p. 20).

Vindo ao encontro do que apresentamos Neves e Pereira (2006), Benjamin (1984), Perelman (1983), entre outros ressaltam a importância da experimentação na educação e que ela ocorra com o emprego do caráter lúdico, indo além da utilização dos experimentos tradicionais¹⁰. Criticando a forma com que são construídos os livros didáticos, pelo seu reduzido espaço para experimentos divertidos e embasados nas vivências diárias dos educandos, Yakov Perelman (1882 – 1942) defende a importância da recreação no ensino de física. O autor considera que

[...] o objetivo fundamental da “Física Recreativa” é o de estimular a fantasia científica o de ensinar ao leitor a pensar na essência da ciência física e de criar na sua memória numerosas associações de conhecimentos físicos relacionados com os fenômenos mais diversos da vida cotidiana e com tudo aquilo que ele mantém assíduo contato. (PERELMAN, 1983, p.9).

Portanto, devemos entender o experimentar em um sentido mais amplo do que somente utilizar-se de experimentos tradicionais, pois podemos lançar mão de várias possibilidades para ensinar a Física, como jogos, brincadeiras e brinquedos, entre outros, e todos estes podem

[...] constituir-se num campo legítimo da investigação pedagógica, buscando saídas para uma ciência que, infelizmente, não se constrói em sala de aula e permanece hermética para a maioria da população escolar. (NEVES; PEREIRA, 2006, p.10).

¹⁰ Segundo Neves e Pereira (2006) o experimentalismo realizado em laboratórios é artificial, e por esta razão se tornando menos eficiente.

Assim como na música, em física, a exploração dos experimentos, brinquedos e brincadeiras não deve se tornar um *laissez-faire*, onde o experimentalismo tem objetivo em si mesmo, tornando-se uma metodologia empirista embasada no experimentalismo abusivo, e que não se ensina, acreditando-se que o faz.

A música é envolta de ludicidade e as propostas pedagógicas ativas para o ensino de música preconizam o fazer musical, ou seja, a experimentação orientada, como forma de aquisição da linguagem musical. Emprestaremos esta ludicidade da música para contextualizar e ensinar conhecimentos físicos e devolveremos às aulas de música outros focos de conhecimentos.

1.4 O SOM E SEUS ELEMENTOS

Elementos formais da música, grandezas físicas do som, propriedades do som, parâmetros do som, etc. são alguns dos nomes que comumente se utilizam para falar de **altura**, **intensidade**, **timbre** e **duração**. Temos observado que, geralmente, nas aulas de música, estes elementos são conceituados a partir de comparações, e explicações vagas por vezes não conseguem exprimir claramente cada elemento, nem sua importância para a música.

A Duração e a Altura são as mais facilmente conceituadas, visto que estão unidas quando há notação em partituras tradicionais, a divisão proporcional¹¹, adotada pela música erudita até o limiar das vanguardas pós-modernas, e ainda presente hoje na maioria das partituras; e a altura das notas de acordo com a posição nas claves, devem ser lidas em um conjunto único.



Figura de Nota 1: Divisão proporcional dos valores rítmicos
Fonte: O autor

Onde o tempo de uma semibreve é equivalente a duas mínimas, que por sua vez, são equivalentes a quatro semínimas e seguindo em progressão geométrica entre os outros valores

Sobre a indissociabilidade de altura e duração, Wisnik (1999, p.21) entende que “em música, ritmo e melodia, durações e alturas se apresentam ao mesmo tempo, um nível dependendo necessariamente do outro, um funcionando como *portador* do outro”. A Altura é “determinada pela frequência das vibrações, isto é, da sua velocidade. Quanto maior a velocidade da vibração, mais agudo será o som” (MED, 1996, p.11).

Outros fatores podem influenciar na percepção da altura, a frequência do estímulo nos permite ordenar e diferenciar sons graves de agudos. “Embora a frequência seja o factor mais importante que determina a sensação de altura existem outros factores a considerar: a intensidade, o espectro a duração, envolvente e presença de outros sons¹²”. (HENRIQUE, 2002, p. 862 [SIC]). Estes fatores auxiliam ou prejudicam a percepção da altura de um som.

A duração, por sua vez, é a “extensão de um som; é determinada pelo tempo de emissão das vibrações” (HENRIQUE, 2002, p.12). Observa-se na Figura 1 que o pianista, ao executar a introdução da Sonata em Lá, de Wolfgang Amadeus Mozart, deve tocar a nota Dó# (277,18 Hz; altura), por um tempo e meio (duração).



Figura 1 - Excerto da sonata em Lá de Wolfgang Amadeus Mozart
Fonte: Do autor

Indo além da questão formal da partitura, porém ainda corroborando com o que fora apresentado, Wisnik (1999, p.20 [SIC]) coloca que “a partir de certo limiar de frequência (em torno de 15 ciclos por segundo, mas estabilizando-se só em cem e disparando em direção ao agudo até a faixa audível de cerca de 15 mil hertz), o ritmo ‘vira’ melodia”, conforme podemos observar na Figura 2.

Os 15 ciclos por segundo se aproximam muito ao que é conhecido como *ritmo alfa*, que funciona para a percepção humana como uma espécie de sinal de

¹² Texto original em Português de Portugal.

sincronização, conduzindo a sensação de tempo, onde a duração deixa de ser percebida e começa a atuar como altura mudando o parâmetro da escuta humana.

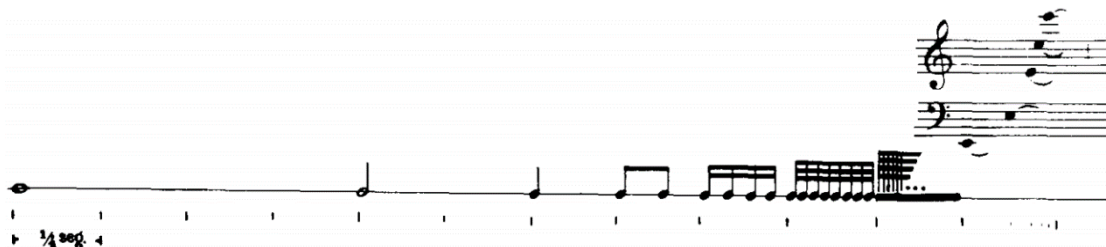


Figura 2 - A Aceleração rítmica progressiva e sua conversão em altura
Fonte: WISNIK, 1999, p. 21

Por sua vez, o timbre é o que caracteriza o som de acordo com sua fonte sonora, um trombone tocando a mesma nota em mesma altura a outro instrumento pode ser reconhecido pela sua ressonância, por suas características timbrais.

Schafer (1991, p. 75), corroborando o que fora colocado anteriormente, entende que o timbre “é essa superestrutura característica de um som que distingue um instrumento de outro, na mesma frequência e amplitude”, vindo ao encontro do que preconiza Wisnik (1999).

Med (1996, p.12) compreende o timbre como a “combinação de vibrações determinadas pela espécie do agente que as produz. O timbre é a ‘cor’ do som de cada instrumento ou voz, derivado da intensidade dos sons harmônicos que acompanham os sons principais”.

A nota de qualquer instrumento, não eletrônico, quando é tocada, nunca soa sozinha; além da frequência fundamental, vibram conjuntamente várias outras frequências mais agudas e rápidas, que dão as características de cada timbre, e a quantidade de frequências que soam junto com a nota fundamental é que confere a característica que propicia o reconhecimento de cada instrumento. “Este feixe de frequências embutido no som, esse espectro de ondas que o compõe, poder ser, como através de um prisma subdividindo nos sons da chamada *série harmônica*” (WISNIK, 1999, p. 24). A série harmônica da nota Dó pode ser observada na Figura 3.

O tipo de ataque¹³ das notas também é fundamental para a percepção do timbre de um instrumento. A dificuldade na caracterização do timbre reside no timbre ser

A mais complexa das características do som e talvez por ser extremamente difícil de quantificar está muito menos 'esclarecida' fisicamente que as sensações de altura e intensidade. Além da inexistência de uma teoria satisfatória sobre o timbre, não existe uma nomenclatura uniforme e consistente para identificar e classificar os timbres. (HENRIQUE, 2002, p. 871).

Sabe-se que, tanto quando mais presente os harmônicos (vide Figura 3), mais rico timbricamente será o som, a intensidade de ressonância entre os harmônicos também altera as características de timbre, a ausência e a presença destas frequências que não escutamos como alturas, porém, fazem parte do som fundamental, são altamente relevantes para a construção da "cor do som". "O timbre traz a cor da individualidade à música. Sem ele tudo é uniforme e invariavelmente cinza, como a palidez de um moribundo". (SCHAFER, 1991, p.76). O timbre é quem fornece diferentes possibilidades aos arranjos musicais, discursos e diálogos.

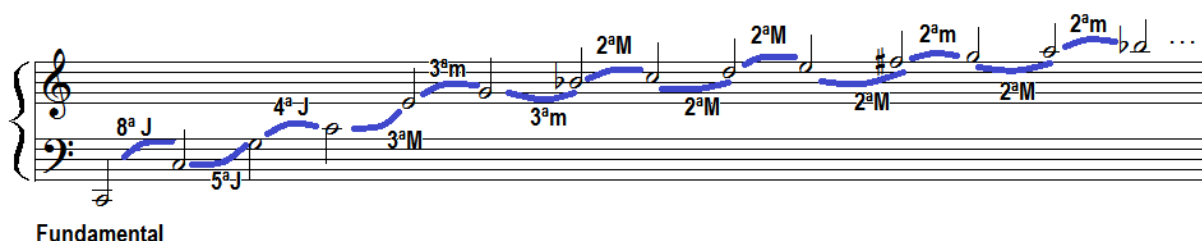


Figura 3 - Serie Harmônica com treze primeiros harmônicos da nota Dó com classificação de acordo com intervalos

Fonte: Do autor

A outra variante que contribuí para a diferenciação de instrumentos e timbres é a intensidade, que é expressa pela maior ou menor amplitude de onda sonora: "a intensidade é uma informação sobre um certo grau de *energia* da fonte sonora" (WISNIK, 1999, p. 25).

A intensidade é responsável pela tensão entre partes da música, pode ser *pp* – pianíssimo, *p* – piano, *mp* – mezzo piano, *mf* – mezzo forte, *f* – forte, *ff* –

¹³ Primeiros instantes da produção de um som.

fortíssimo, e também pelas gradações de *crescendo* e *diminuendos*, e todo o quadro de acentuações locais, pontuações e destaques a critério do arranjador e/ou compositor. A Intensidade é a “amplitude das vibrações; é determinada pela força ou pelo volume do agente que as produz. É o grau de volume sonoro” (MED, 1996, p.12).

Fisicamente, a intensidade pode ser caracterizada como sendo

produto da pressão pela velocidade das partículas, que é equivalente à potência recebida por unidade de área:
Intensidade = Pressão x Velocidade das partículas =

$$= \frac{\text{Força}}{\text{Área}} \times \frac{\text{Distância}}{\text{Tempo}} = \frac{\text{Energia}}{\text{Área} \times \text{tempo}} = \frac{\text{Potência}}{\text{Área}}$$

A intensidade acústica é o valor médio do fluxo de energia por unidade de área perpendicular à direção de propagação. Como se trata de uma potência transmitida por unidade de área, as suas unidades são: W m⁻². Note que a intensidade sonora é uma grandeza vectorial¹⁴.

Os elementos formais da música podem ser explicados tão somente através da música ou através da física, porém, a abordagem interdisciplinar que defendemos pode trazer benefícios à compreensão dos alunos, permitindo que eles façam um maior número de relações entre os conteúdos e sua vivência geral.

¹⁴ Texto original em Português de Portugal.

CAPÍTULO 2 PITÁGORAS E A MÚSICA

Neste capítulo, apresentaremos Pitágoras de Samos (565 a.C – 496 a.C), filósofo e matemático, dedicou parte de seus estudos aos estudos de intervalos musicais, o que resultou no instrumento conhecido como monocórdio, além de suas colaborações para o entendimento integrado do Som como um objeto comum entre física, matemática e música. Também trataremos sobre os conceitos de ludicidade e a importância de sua aplicação em sala de aula, além de apresentar o objeto lúdico perelmaniano e a possibilidade de utilização em sala de aula, em uma abordagem interdisciplinar entre as disciplinas de Física e Música.

2.1 PITÁGORAS DE SAMOS: 'TUDO É NÚMERO'

A antiga Grécia foi berço dos mais proeminentes cientistas do mundo antigo, nela nasceram ideias que foram e ainda são discutidas em toda a história mundial. Eves (2008, p.90) coloca que

Sem dúvida nenhuma, os maiores cientistas do mundo antigo vieram da pequena Grécia, uma região de cidades-Estado encarapitadas por sobre uma miscelânea de ilhas rochosas e penínsulas no extremo leste do mar Mediterrâneo, bem nos limites da civilização do Oriente médio

Foi em uma destas ilhas rochosas, a Ilha de Samos, que nasceu Pitágoras (565 a.C. – 496 a.C) (Figura 4). A Ilha de Samos, um século antes do nascimento de Pitágoras, tornou-se a mais rica ilha do mar Egeu, era uma grande potência comercial com territórios colonizados desde a Espanha até o Egito.

Durante a idade do ouro, da antiga cultura grega, os gregos continuavam sua expansão sentido ao mar negro e à península italiana. Na mesma época, eram construídos os primeiros templos em mármore, e os primeiros filósofos começaram a surgir em Mileto.

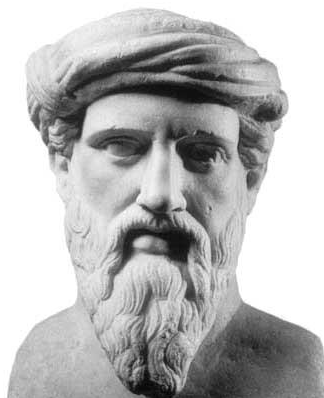


Figura 4 - Busto em mármore atribuído à Pitágoras
Fonte: Disponível em <http://goo.gl/cxyfBv> . Acesso em: 03 mai. 2014

Pouco se sabe concretamente sobre Pitágoras, além de que teria nascido na ilha de Samos, por volta do século VI a.C, em aproximadamente 565 a.C. Seu pai seria um rico mercador local e gravador conhecido como Mnesarcos e que teria tido como professor o filósofo Anaximandro. Anaximandro fora o segundo filósofo da escola de Mileto e dedicou-se à cartografia, astronomia, e credita-se a invenção do relógio solar a ele. (STATHERN, 1998).

Com a expansão Persa, que acabou por dominar as colônias gregas da Jônia, Pitágoras teria deixado a ilha de Samos e viajado pela Babilônia, pelo Egito; especula-se que teria chegado à Índia, onde teria recebido influências e informações matemáticas, religiosas e astronômicas. (GOMES, 2010).

Por volta de 540 a.C. Pitágoras fundou, na cidade de Crotona, a *Escola Pitagórica*, também conhecida como *Irmandade Pitagórica*, que reuniu muitos discípulos interessados nos estudos da Aritmética (no sentido da Teoria dos números), da Geometria, da Astronomia e da Música, que eram um grupo de matérias da *Escola* e que posteriormente foi chamado de *quadrivium* (GOMES, 2010, p. 96)

A falta de clareza sobre os fatos da vida de Pitágoras se deve parcialmente à perda dos documentos da época em que viveu, e também pelos ensinamentos na escola se darem de forma inteiramente oral. Sabe-se que

Várias biografias de Pitágoras foram escritas na antiguidade, inclusive uma de Aristóteles, mas se perderam, uma outra dificuldade para caracterizar claramente a figura de Pitágoras provém do fato de que a ordem que ele fundou era comunitária além de secreta. Conhecimento e propriedade eram comuns, por isso atribuição não era feita a um membro específico da escola. (BOYER, 1996, p.33).

A Irmandade/Escola, caracterizada como uma sociedade secreta, com códigos de conduta muito rigorosos, todos os membros prestavam o juramento de dedicar suas descobertas ao seu fundador, e não as revelar. Era conservadora, comunitária, seus membros eram vegetarianos, também tinha um caráter religioso, idolatravam os números inteiros, pois, segundo a filosofia pitagórica, “a causa última das várias características do homem e da matéria são os números inteiros” (EVES, 2008, p.97).

Temendo a força da irmandade, a autoridade administrativa local ordenou a destruição dos prédios que abrigavam a escola, porém, mesmo dispersos, os pitagóricos existiram pelo menos por mais dois séculos como irmandade. (EVES, 2008).

Os gregos dividiam o conhecimento em basicamente duas grandes áreas denominadas¹⁵ *quadrivium* e *trivium*. O *trivium* era composto pelos estudos de lógica, gramática e retórica; já o *quadrivium* era composto dos estudos em geometria, astronomia, aritmética e música. Segundo os Pitagóricos, a base para o desenvolvimento de estudos e busca por conhecimentos novos era o *quadrivium*.

Investigando as afinidades entre música e matemática, Pitágoras e seus seguidores perceberam que havia relações entre os comprimentos (frações) de uma corda vibrante, ou coluna de ar, e a nota produzida. A alteração de tamanho da parte vibrante de uma corda ou da coluna de ar modificariam as notas resultantes. Cria, então, o Monocórdio. A partir de uma observação partindo da contemporaneidade, Barnabé (2011, p. 23) afirma que o monocórdio seria “o primeiro experimento científico do qual se tem registro na história, onde foi criada uma situação artificial para estudar um fenômeno natural”.

O monocórdio¹⁶ (Figura 5), que como seu próprio nome predispõe, é composto por uma única corda estendida e tensionada em dois cavaletes fixos sobre caixa de ressonância, com um cavalete móvel, que é utilizado para ampliar ou diminuir o comprimento da corda dividindo-a em duas seções.

¹⁵ As denominações em latim foram criadas posteriormente durante a Idade Média.

¹⁶ Do Latin: monochordon em tradução literal “um fio”.



Figura 5 - O Monocórdio de Pitágoras
Fonte: Mingatos, 2006, p.1

Em uma corda tensionada com afinação Dó (263,63 Hz), reduzindo esta à metade, soaria a mesma nota Dó em uma oitava acima (527,26 Hz), em uma relação de divisão de dois para três soaria a nota Sol (391,99 Hz), uma quinta justa (três tons e meio acima da nota fundamental), e com a relação de três para quatro teríamos como nota resultante o Fá (349,23 Hz), uma quarta justa (dois tons e meio acima da nota fundamental) a partir da nota Dó.

Assim, se alguém usa uma corda vibrante com doze unidades de comprimento e a reduz a oito unidades, ela soará uma quinta acima da nota original; se a reduzirmos a seis unidades, ela soará a oitava. Assim, como a oitava e a quinta eram consideradas sons harmônicos, Pitágoras disse que os números 12, 8 e 6 estavam em “progressão harmônica” e considerou isso tão importante que estendeu a ideia à geometria, tendo em razão disso declarado, por exemplo, que o cubo estava em harmonia geométrica porque tinha seis faces, oito ângulos e doze arestas. (RONAN, 1987, p.74)

Um exemplo claro das 12 divisões que trata Ronan (1987) é o braço do violão, viola, guitarra, baixo e outros instrumentos de corda com casas, as separações das casas não são uniformes justamente pelas relações estudadas por Pitágoras no Monocórdio. As porções de corda vibrante para formar uma escala diatônica¹⁷, admitindo a escala de Dó maior como padrão, são mostrados no Quadro 1.

Quadro 1 – Frações de cordas vibrantes para a formação de notas na escala tomando como base a nota dó

Dó	Ré	Mi	Fá	Sol	Lá	Si	Dó
1	$\frac{8}{9}$	$\frac{64}{81}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{16}{27}$	$\frac{128}{243}$	$\frac{1}{2}$

¹⁷ Escala de oito notas, formada por cinco intervalos de tom (Dó-Ré, Ré-Mi, Fá-Sol, Sol-Lá e Lá-Si) e dois intervalos de semitons (Mi-Fá e Si-Dó) entre as notas. É a escala típica da música ocidental de tradição europeia.

(ABDOUNUR, 2003, p.11)

As relações expressas por frações com potência 1, 2 e 3 são consideradas as consonâncias perfeitas, oitava, quinta e quarta, respectivamente, em música são os intervalos Justos.

A música, nas civilizações antigas, apesar de diferentes em cada civilização, serviu de base para o estudo do som, e suas relações, os gregos se ativeram às relações musicais matemáticas; os chineses, por sua vez, se preocupavam mais com os sons e sua relação com o mundo natural, unindo o som ao paladar e à cor em cerimônias religiosas. Ainda hoje, grande parte da música tradicional chinesa é baseada na escala de cinco tons, a escala pentatônica, diferentemente da música hindu, suas escalas possuíam um número de notas variável, de acordo com a região da Índia, entre 22 e 27 notas.

2.2 A LUDICIDADE NO ENSINO

Ao iniciar este tópico, se faz imperativo definir o que entendemos por lúdico. Independentemente da cultura em que se vive, compreendemos que a atividade lúdica é inerente ao ser humano e que existem muitas potencialidades ainda não exploradas na abordagem lúdica em sala de aula,

A palavra lúdico vem do latim *ludus* e significa brincar. Neste brincar estão incluídos os jogos, brinquedos e divertimentos e é relativa também à conduta daquele que joga, que brinca e que se diverte. Por sua vez, a função educativa do jogo oportuniza a aprendizagem do indivíduo, seu saber, seu conhecimento e sua compreensão de mundo. (SANTOS, 2010, p. 2).

Ao considerar que as atividades lúdicas são inerentes ao ser humano, entendemos que a ludicidade é parte da base epistemológica humana, desde a pré-história. Nesta época, havia sinais da ludicidade ligada mais especificamente à cultura, à afetividade e ao lazer. As atividades lúdicas estiveram presentes desde a antiguidade, passando pelos períodos históricos, em cada um deles com objetivos e concepções complementares. (CABRERA, 2006)

A escola atual assemelha-se a um mosteiro, com horários rígidos, onde se prega a disciplina e a ordem a qualquer custo, o divertimento foi excluído do aprendizado, o educando não tem a justa oportunidade de experimentar e buscar a sua forma de construção do conhecimento em nome de uma urgência conteudista, como compreendido por Freire (1998): sem liberdade não há autonomia. O lúdico oportuniza

[...] uma situação educativa cooperativa e interacional, ou seja, quando alguém está jogando está executando regras do jogo e ao mesmo tempo, desenvolvendo ações de cooperação e interação que estimulam a convivência em grupo. (FRIEDMAN, 1986, p. 41)

Os objetos lúdicos propiciam um clima descontraído e divertido em sala de aula, tornando o educando protagonista de sua construção de conhecimento, promove o ensino cooperativo entre os que manipulam tais objetos.

É necessário aprender a brincar, tornar a ter o prazer de explorar, descobrir compartilhar e saciar a sua curiosidade epistemológica: “o lúdico como atividade prazerosa atua no organismo causando sensação de liberdade e espontaneidade” (NEGRINE, 1998, p. 12).

Quanto à necessidade humana da ludicidade, Lucci (1999) considera que

A afirmação central da valorização do brincar encontra-se em Santo Tomás de Aquino: *Ludus est necessarius ad conversationem humanae vitae* – o brincar é necessário para a vida humana. Esta recreação pelo brincar – e a afirmação de Tomás pode parecer surpreendente à primeira vista – é tanto mais necessária para o intelectual, que é, por assim dizer, quem mais desgasta as forças da alma, arrancando-a do sensível. E sendo os bens sensíveis naturais ao ser humano, ‘as atividades racionais são as que mais querem o brincar’. Daí decorre importantes consequências para a filosofia da educação; o ensino não pode ser aborrecido e enfadonho: o fastidium é um grave obstáculo para a aprendizagem. (LUCCI, 1999, p. 3).

A liberdade de exploração permite que, durante o contato, seja saciada a curiosidade, o professor toma postura de provocador, dando condições para que o educando produza a sua inteligência de maneira consciente e espontânea, neste ponto, o lúdico não se trata de mera diversão.

O desafio em descobrir é um ponto que deve ser explorado, toda liberdade e espontaneidade suscitada pelo objeto lúdico de pouco valerá se o educando não se sentir desafiado em descobrir o novo, “o ponto que devemos observar é a busca alternativas [...] que possam desafiar os alunos para que se sintam motivados na

realização das atividades que contribuem para o processo ensino aprendizagem.” (SOUZA; CARVALHO, 2010, p.30). O desafio, quando corretamente dimensionado, pode levar o educando a novas e contínuas buscas por respostas, reconstruindo conceitos, recriando percursos, ampliando suas possibilidades de aprendizagem.

Yakov Perelman (1882 – 1942) foi um grande divulgador do poder lúdico das ciências e criador de várias propostas para o ensino contextualizado, despertando o interesse e tornando o ensino mais atraente para o educando. Por esta visão e pelo seu trabalho em prol da ludicidade, ao defender o ensino interdisciplinar de física e música, rendemos-lhe singela homenagem ao agregar seu nome, suas concepções e práticas ao conceito que cunhamos (*objeto lúdico = objeto perelmaniano*).

2.3 O OBJETO LÚDICO PERELMANIANO EM SALA DE AULA

Comprometidos com a construção da autonomia do ser educando, cientes que educar não é transferir conhecimento, buscando ampliar as possibilidades de construção de seu próprio conhecimento, para que se torne protagonista do seu processo de ensino aprendizagem, e compreendendo a Música e Física campos interdisciplinares com grandes possibilidades de colaborarem entre si para alcançarem os fins acima estabelecidos, propusemos a utilização do Monocórdio como *objeto lúdico perelmaniano*. E aqui será apresentada a forma como foi conduzida a exploração dos objetos, para alcançarmos os objetivos propostos.

Presentes os professores da disciplina de Música e da disciplina de Física em sala de aula, dadas as boas vindas e os procedimentos iniciais, foi lançada a pergunta fenomenológica, sobre a qual os alunos se debruçaram no princípio de aula: “o que é o som?”.

Os educandos foram orientados a escreverem tudo o que sabem ou pensam sobre o conceito em questão, para que servisse de base para a discussão inicial da aula.

Foi dado o tempo necessário para a formulação das respostas no portfólio, retomamos a pergunta inicial e, em um momento de *brain storm*, solicitamos que os educandos apresentassem a, ou as, palavras-chave do que, para ele, definiram aquele conceito em sua concepção. Aqui cabe a ressalva de que os educandos não

desconsiderassem a sua compreensão inicial, e sim continuassem com ela em seus registros, procedendo os registros do que fora exposto pelos colegas.

Nas respostas dadas pelos estudantes, foram listados os elementos formais da música, porém, caso não fossem elencados no quadro, os professores poderiam lançar uma segunda questão: teria o som características ou qualidades específicas? Dado o tempo necessário para a reflexão sobre a segunda questão, e elencados os elementos formais, podemos seguir a diante. É importante ressaltar que esta resposta deve vir dos educandos e não de forma mecânica, inserida pelo professor.

Posteriormente, cada grupo de alunos recebeu um monocórdio (Figura 7) para que pudessem realizar uma exploração livre. O contato inicial com o monocórdio de Pitágoras gerou uma grande curiosidade nos educandos, o que foi aproveitado para guiarmos o percurso da construção de conhecimento dos alunos.

Freire (1998) compreende que os professores devem estimular as descobertas dos educandos, para que possam construir sua autonomia. Inicialmente, apresentaremos o monocórdio como um objeto criado por Pitágoras, para descobrir as relações numéricas entre as notas musicais.

Neste primeiro contato, os alunos foram incentivados a explorar os monocórdios, para que conseguissem, a exemplo do que foi feito por Pitágoras, descobrir as relações existentes.

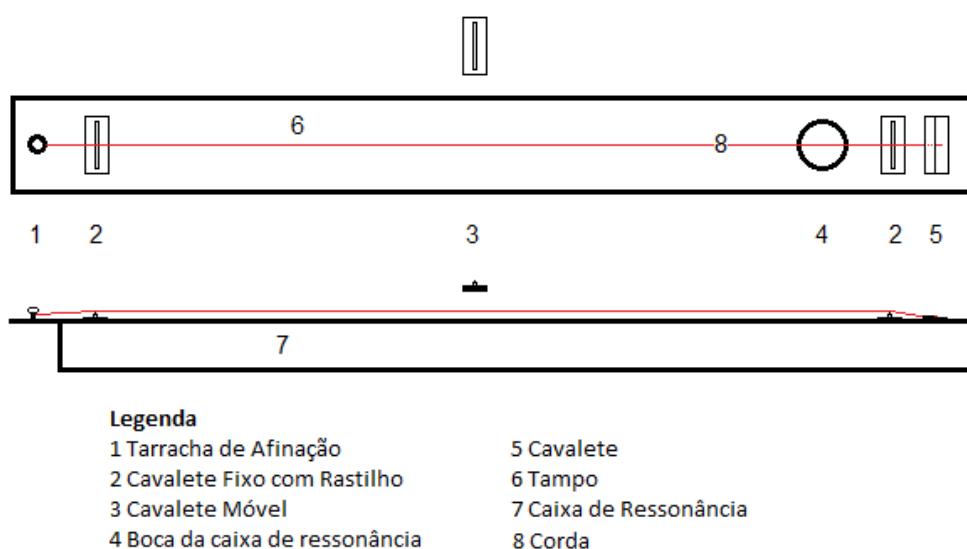


Figura 6 - Desenho esquemático do Monocórdio de Pitágoras

Fonte: Do Autor

2.4 PROPOSIÇÃO DE USO DO MONOCÓRDIO EM SALA DE AULA

Após o momento de exploração do objeto, solicitamos que buscassem construir uma escala musical ou música; para tanto, tiveram que se utilizar de seu conhecimento de construção de escalas musicais e sonoridades para buscar a execução do que fora proposto; a colaboração entre os grupos de educandos foi estimulada, para que construíssem seus conhecimentos em grupo, valorizando a relação interpessoal e a capacidade de resolução de problemas aplicados.

No momento após o contato com o objeto lúdico, falamos sinteticamente da importância de Pitágoras para a música e para a física, de seus estudos e conclusões, compreendendo a relação entre as notas de uma escala musical e as divisões de uma corda vibrante, e, novamente com o monocórdio, solicitamos que eles buscassem os resultados obtidos por Pitágoras ao explorar o monocórdio.

Entremeando este explorar, na diferenciação entre notas graves e agudas, o conceito de altura esteve presente; a fim de colaborar com os diálogos entre educandos e disciplinas, sistematizamos este conceito com abordagem físico-musical, e buscamos diferenciá-lo do conceito de intensidade. Estimulamos os educandos para que explorassem o conceito de intensidade e, após a exploração, a exemplo do que foi realizado com altura, o sistematizamos.

Todos os conceitos partiram da prática para a teoria, assim como conceberam os métodos ativos de educação musical. Inicialmente, os educandos experienciaram o conceito e depois o teorizamos juntos.

Parte dos educandos possuía conhecimentos em instrumentos de corda (violões, guitarras, violas, violinos, etc.), como se formam as notas, e a disposição das mesmas no braço dos instrumentos desta natureza. Estas explorações perpassaram os conhecimentos empíricos, em busca de uma sistematização, e possuem relação com a vida e a cultura do educando, estando, ainda, em consonância com o que apregoa Freire (1998) a respeito do conceito de Física Recreativa e *objeto lúdico perelmaniano*.

Ao construir relações com objetos por eles já conhecidos, estimulamos descobertas e fizemos com que a física e a música tomassem lugar junto às

discussões fora de sala de aula, onde o educando pode compartilhar de forma testemunhal o que foi descoberto por ele durante o processo de aquisição do conhecimento.

Convém lembrar que as explorações que propomos foram guiadas, ou seja, o professor foi guia do processo de construção de conhecimento do aluno, mas este foi livre para que o construísse da forma com que se sentisse mais confortável e seguro. O aluno é livre, mas o ambiente não é permissivo, portanto, o professor continua com autoridade e tem o direito e o dever de impor limites comportamentais (FREIRE, 1998). Não se trata de um *laissez-faire*, ou mesmo a exploração pela exploração. Estas são premissas básicas para que os objetos lúdicos funcionem como meio de promoção da autonomia educacional do estudante.

Porém, a exploração do monocórdio não teve seu final, nesta abordagem, com a conceituação prática, por parte dos educandos, do conceito de altura, a exemplo do que foi feito com intensidade, nele também exploramos o conceito de duração, e como os sons podem ser mais longos ou curtos, as formas para alcançá-lo. Foi simples sistematizar som curto e som longo e adiante retomar este conceito quando tratarmos de criação rítmica e agrupamento de sons. No mesmo sentido, os educandos foram instigados a alterar o timbre do monocórdio, com qualquer material disponível naquele momento. Este passou a ser um momento muito profícuo para caracterizar o que é timbre, e como ele é constituído nos instrumentos e vozes humanas. Todos os conceitos foram construídos e discutidos em uma abordagem físico-musical para que o aluno compreendesse as relações que as disciplinas possuem.

Um objeto lúdico, quando utilizado da maneira correta, apresenta várias possibilidades de exploração, o importante é estar aberto à curiosidade criadora do educando, não amesquinhar o processo educativo em fórmulas e ritos de exploração que conduzem sempre à mesma resposta. Existem várias maneiras de alcançar o conhecimento, cada um traça seu próprio caminho, e respeitar esta individualidade de manipulação é condição *sine qua non* para o sucesso dos objetos lúdicos perelmanianos.

2.5 O MONOCÓRDIO COMO OBJETO LUDICO PERELMANIANO

Sabendo das grandes possibilidades da abordagem interdisciplinar que integra as disciplinas de Física e Música, e da importância da ludicidade no ensino, das potencialidades do ensino ativo e significativo que um objeto lúdico perelmaniano traz em sua utilização em sala de aula, apresentamos aqui as partes e detalhes de construção do Monocórdio como objeto lúdico perelmaniano.

O Monocórdio foi produzido em madeira, respeitando as características de construção de instrumentos de corda, o tampo do instrumento deve ser de madeira de baixa densidade em corte radial (Figura 7). Pela abundância na região de Telêmaco Borba, optamos em utilizar a madeira de pinus (*Pinus elliottii*), para esta parte do instrumento.



Figura 7 - O Monocórdio de Pitágoras com tampo em Pinus de baixa densidade em corte radial
Fonte: Do autor

Para as laterais e fundo do monocórdio (Figura 8) optamos por uma madeira nativa, proveniente de zona de manejo, a cabreuva (*Myrcarpus Frondosus*), também em corte radial, para que as partes do instrumento possuíssem características acústicas adequadas.



Figura 8 – A caixa de ressonância do monocórdio em madeira de Cabreúva de Alta densidade em corte radial.
Fonte: Do autor

Tanto os rastilhos inferior (Figura 9) e superior (Figura 10), quanto a ponte móvel (Figura 12) foram produzidos com osso de boi, que foi usinado para obter a angulatura correta para a fixação das cordas. Para melhor fixação, foram criados estandartes em madeira de cabreúva de alta densidade.



Figura 9 – Monocórdio em detalhe: o cavalete inferior com Rastilho e boca da caixa de ressonância.
Fonte: Do autor



Figura 10 – Monocórdio em detalhe: Tarraxa de afinação e cavalete superior com rastilho
Fonte: Do autor

A tarraxa de afinação (Figuras 11 e 12) foi retirada de uma guitarra, a fim de permitir que se possa alterar a tensão da corda, e, conseqüentemente, a altura da nota resultante. Como corda, utilizamos um fio de Nylon de 0,70mm de diâmetro.



Figura 11 – Detalhe da parte posterior da tarraxa de afinação
Fonte: Do autor



Figura 12 – Ponte móvel
Fonte: Do autor

O Monocórdio possui distância entre as cordas de 100 centímetros, permitindo que as proporções sejam mais facilmente calculadas. E dimensões exteriores de 12 centímetros de largura, 121 centímetros de comprimento e 5 centímetros de profundidade da caixa de ressonância.

CAPÍTULO 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A abordagem interdisciplinar entre as disciplinas de Física e Música, através da exploração do monocórdio como objeto lúdico perelmaniano, nesta pesquisa busca dar voz aos educandos em processo de aprendizagem e compreender, a partir de seus discursos, o conceito de som.

Como apresentamos anteriormente, a necessidade de romper com o paradigma cartesiano industrial na educação é crescente, esta ruptura se dará através de abordagens diferenciadas, que coloquem o educando no centro de seu processo de aprendizagem, onde o ensino seja lúdico, ativo e comprometido com a construção e reconstrução dos conhecimentos dos educandos.

Tendo em vista o exposto, a metodologia que se apresenta como a mais indicada para a presente pesquisa é a Fenomenologia em uma abordagem qualitativa e instrumento de coleta de dados Portfólio.

Na pesquisa qualitativa, são coletados dados descritivos, em que o pesquisador está em contato diretamente com o lócus, ou situação pesquisada (o); este tipo de pesquisa tem predileção pelos processos, buscando retratar a perspectiva do participante.

Quando confrontada à abordagem quantitativa, a qualitativa apresenta-se como a melhor indicada para a presente pesquisa. Dois aspectos corroboram a justificativa desta afirmação. Primeiramente, esta abordagem busca investigar o objeto de estudo a partir de um contexto específico, assim, “os métodos quantitativos supõem uma população de objetos de observação comparável entre si e os métodos qualitativos enfatizam as especificidades de um fenômeno em termos de suas origens e de sua razão de ser” (HAGUETTE 1987, p. 55). Em segundo, cremos que a pesquisa com abordagem qualitativa favorece uma compreensão mais completa do objeto que nos propomos a estudar, em que “um dos desafios atualmente lançados à pesquisa educacional é exatamente o de tentar captar essa realidade dinâmica e complexa do seu objeto de estudo.” (LÜDKE; ANDRÉ, 1986, p.

5). Portanto, cremos que a abordagem qualitativa é a mais indicada aos objetivos propostos.

3.2 FENOMENOLOGIA

A fenomenologia é uma ciência complexa, sendo possível defini-la com diversos adjetivos, mas podemos entendê-la, principalmente, em “sua continuidade histórica dentro da filosofia como também por constituir uma matéria, por si, rica em conteúdos” (NACHMANOWICZ, 2007, p. 19). Outra característica da pesquisa orientada pela fenomenologia é que está pautada na flexibilidade. Nesse sentido, seguir regras rígidas na definição de suas normas torna-se, de certa forma, inflexível, pois no que diz respeito a fenômenos, razão, emoção e à leitura do mundo, não podemos seguir modelos previamente definidos, como os que orientam outras metodologias de pesquisa, principalmente as pautadas em moldes positivistas.

A fenomenologia, com isso, não critica a ciência em seus princípios, mas denuncia a ideia de que o sentido do mundo é dado cientificamente. A ciência deixa a desejar no que se refere às questões da humanidade, pois exclui as questões essenciais do homem, questões que nos mostram o seu modo de ser, promovendo, assim, o distanciamento entre o mundo que eu experiencio e o mundo que me é dado cientificamente (HUSSERL, 1997).

Assim, de acordo com Struchiner (2007), a fenomenologia denuncia o crescente desvio entre o mundo da ciência e o mundo da vida.

A fenomenologia tem por proposta fazer com que reaprendamos a observar o mundo da forma como ele aparece à nós, ou seja, tal como é. Para tanto, é necessário desenvolver uma atitude fenomenológica. É mister, como diria Heidegger (2002, p. 65), "deixar e fazer ver por si mesmo aquilo que se mostra, tal como se mostra a partir de si mesmo". Não se trata de abandonar as descobertas científicas, mas, sim, descobrir novamente o mundo sem as formas teórico-científicas (MARTINI, 1999).

Um dos princípios fundamentais da fenomenologia é o da intencionalidade, processo que entende que os fatos, objetos não são isolados de suas manifestações.

[...] objeto intencional serve o caráter de ser objetivo (tratando-se de um objeto da consciência), intencional é a propriedade de objetos imanentes à consciência, o objeto intencional existe, mas sua relação, seu atributo enquanto objeto da consciência, não possui qualquer externalidade, por isto é imanente, e objetivo (NACHMANOWICZ, 2007, p.40)

Neste sentido, as descrições dos sujeitos e de seus discursos são possíveis através do princípio da intencionalidade. A compreensão da consciência de algo somente pode ser entendida como tal quando se dá em relação ao objeto, sendo ele definido a partir de sua relação com a consciência do sujeito, nos levando ao questionamento fenomenológico 'o que é?', sempre relacionado ao ser em função de seu *logos*. Para Husserl (1977), a intencionalidade da consciência é o modo como ela se orienta a uma situação, ou a cada nova situação, assim definindo novos objetos.

Tomando por base estes conceitos, utilizaros os mesmos para desvelar as concepções dos pesquisados de "o que é isso, o som?", deve iniciar-se o principal trabalho do pesquisador fenomenológico: A redução Fenomenológica.

Para esta etapa, tínhamos em mãos os portfólios dos cinco estudantes pesquisados, que na ocasião estavam devidamente matriculados no segundo ano do ensino médio integrado ao técnico de Mecânica e Informática.

Estes portfólios contêm suas concepções e visões essenciais. A escolha se justifica por ser o instrumento avaliativo costumeiro da disciplina de Música, e fazer parte do cotidiano dos educandos no decorrer das aulas.

Nas anotações, os educandos registram de maneira descritiva o que ocorreu em sala de aula, suas impressões e questões levantadas pelo professor; nas reflexões o educando busca refletir, para melhor compreender as relações dos conteúdos apresentados, baseia-se em seus processos, suas concepções e discussões de que participou, para que construa seu conhecimento.

Na redução fenomenológica é que podemos mudar a atitude-natural em atitude-fenomenológica. Fornecer a compreensão dos discursos em sua totalidade é a principal função da operação de redução fenomenológica, assim, de cada discurso são excluídas características em função de um significado essencial,

neste sentido, “reduzir é reduzir ao nível da consciência, é fazer ver o objeto intencional como ‘se mostra’ e não como ‘existe’.” (NACHMANOWICZ, 2007, p.43).

É necessário, por parte do pesquisador, uma postura de não interferir ou pré-conceber, faz-se mister a redução psicológica ou *epoché* – redução esta que suspende o conceito de mundo, assim sendo, a existência comum dos objetos não mais existe como pronto e indubitável.

Um dos procedimentos principais na fenomenologia husserliana é a redução, isto significa que devemos dedicar maior atenção não nas teorias, mas sim nas coisas mesmas. Prosseguindo no processo reducional, temos a redução eidética, nele buscamos vislumbrar não os objetos concretos, mas sim a essência. Neste sentido, Nachmanowicz (2007, p.45) entende que “a redução eidética empregada por Husserl visa também essências, mas as essências pertencentes a consciência”. A essência é definida pela consciência.

Dando continuidade ao processo fenomenológico, iniciamos a análise Ideográfica, que é a busca por unidades de significado, e é resultado de várias leituras do pesquisador das descrições disponíveis. É a aproximação prima do pesquisador ao fenômeno em busca de uma familiarização, sempre com foco na representação da essência do ser.

Finalizadas as representações ideográficas, iniciamos a análise *nomotética*. Esta baseia-se nas convergências e divergências expressadas nas unidades de significado dos discursos e está vinculada diretamente às interpretações do pesquisador.

Deste processo formam-se novos grupos num *continuum* de interpretações e convergências. “Esta é a etapa final do processo fenomenológico, calcada em cada uma das compreensões ideográficas. Do *nomos* nasce a estrutura geral e psicológica que perpassa” (NEVES, 1991, p.36), o discurso dos sujeitos investigados.

Neste sentido, “a unidade essencial do ser naquilo que ele é; do ser outrora alijado do ouvir, do tematizar e do debater consigo próprio, com suas reflexões, sua condição de ser-para-o-mundo-compreendendo-o” (NEVES, 1991, p.37) brota ao final do processo fenomenológico.

3.2.1 O locus da pesquisa

O Instituto Federal do Paraná (IFPR), instituição pública de ensino técnico e tecnológico, vinculada ao Ministério da Educação (MEC) pela Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica (SETEC), oferta educação profissional de forma exclusivamente gratuita em diferentes níveis de ensino.

Atualmente, o IFPR possui 30 unidades de ensino, entre campus e unidades avançadas, e mais de 23 mil estudantes em 39 cursos técnicos, 18 cursos superiores e três cursos de especialização, na modalidade presencial, além de 11 cursos técnicos e um curso de especialização na modalidade à distância.

A preocupação com a promoção da inclusão social é uma característica do IFPR, pois 70% das vagas de ingresso nos cursos são para alunos cotistas. Além das cotas, as pró-reitorias possuem recursos para ofertar auxílios aos estudantes (transporte, alimentação e moradia), também bolsas de inclusão social e para alunos esportistas. Ampliando as possibilidades da oferta de bolsas e incentivos, o IFPR também oferta bolsas de projetos de pesquisas e extensão, com recursos próprios e em parcerias com o CNPq e a Fundação Araucária. Bolsas e auxílios têm o papel de manter os alunos no campus por mais tempo, e de que, neste tempo, ele participe de projetos e/ou programas que venham complementar sua formação, visando à formação integral do educando.

A formação integral do educando não perde de vista a formação humanística, para que o ensino técnico venha a se desvencilhar da ideia retrógrada do tecnicismo, ou o “paradigma do apertador de parafuso¹⁸”.

O Campus Telêmaco Borba foi inaugurado no ano de 2010 e atualmente possui oito cursos regulares. Os Superiores em Automação Industrial e Análise e Desenvolvimento de Sistemas na modalidade Tecnólogo e Física, na modalidade Licenciatura; os cursos de Florestas, Mecânica, Automação Industrial e Informática para Internet, na modalidade ensino médio integrado ao técnico; e Confecção de Instrumentos Musicais, na modalidade de formação inicial e continuada.

O Campus Telêmaco Borba do IFPR tem grande inserção na microrregião do Tibagi, alcançando as cidades de Ortigueira, Imbaú, Tibagi, Reserva, Ventania,

¹⁸ O paradigma do “apertador de parafusos”, onde o aluno aprende a repetir uma tarefa sem pensar em possibilidades ou ter uma concepção do todo do que está produzindo, é uma peça de reprodução que pode ser substituída a qualquer momento, sem prejuízo ao modelo ao qual está inserido.

Curiuva, Figueira, Sapopema. A escolha de Telêmaco Borba para a implantação do campus foi estratégica, pois a cidade é circundada por cidades de baixo Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), o maior conglomerado de cidades com esta característica em território paranaense.

Mais uma vez se faz presente a missão de qualificação de profissionais que, durante anos, foram deixados à margem do processo educativo formal. A educação inclusiva, apregoada, devolve o direito ao conhecimento e à formação de cidadãos, privilegiando aqueles marginalizados historicamente. Desta forma, poderemos dar início a processo que forme trabalhadores conscientes, críticos e livres, que sejam os sujeitos das transformações almejadas.

3.2.2 Os sujeitos

Os sujeitos desta pesquisa, na ocasião, eram alunos do segundo ano do ensino médio integrado ao técnico em Mecânica e Informática, com idade entre 15 e 17 anos, regularmente matriculados e frequentando as aulas, tendo mais de 75% de presença.

Do universo de 37 estudantes, foram selecionados cinco. Selecionamos os educandos que possuíam conhecimentos prévios musicais anteriores ao ingresso ao IFPR, mesmo que básicos, ou que haviam participado de projetos de cunho artístico musical em algum momento de sua vida acadêmica ou social.

A importância de partir do conhecimento prévio dos alunos é um consenso entre os educadores musicais. Green (2008) atenta que os espaços formais de ensino devem incorporar as práticas informais, adquiridas no convívio social, as mesmas considerações podem ser encontradas em Hentschke e Del Ben (2003), Sebben (2008), Rauski (2015), entre outros.

Também David Ausubel (1918 – 2008) preconiza a importância de o professor conhecer os conhecimentos prévios dos educandos, a fim de que se possa construir novos conhecimentos e experiências a partir deles. Em *Aprendizagem Significativa*, Ausubel (1978) considera que, para a aprendizagem significativa ocorrer, o professor deve conhecer o que o aprendiz sabe sobre o assunto tratado e, a partir deste conceito subsunçor relevante, formar uma teia de informações em que o conceito mais específico se ancora em outras ideias, em

conceitos mais gerais. Estas ideias e conceitos podem ser adquiridos por descoberta ou por recepção.

Ainda, Freire (1998 e 1987) preconiza que é necessário respeitar o conhecimento empírico do educando, sua identidade e individualidade, isto é fundamental para construir a autonomia, é importante saber a realidade social de seus educandos, conhecê-los, discutir as diferentes realidades em sala e aproveitá-las como ferramenta pedagógica.

No próximo capítulo, apresentamos de maneira mais detalhada e individual cada um dos sujeitos desta pesquisa, seu perfil e seus conhecimentos adquiridos em vivências formais e informais.

3.2.3 Coleta de dados

A coleta dos dados de pesquisa se deu através do portfólio, no qual os educandos realizam anotações das aulas diárias das aulas, os processos individuais de compreensão dos conteúdos, suas reflexões diárias, bimestrais e finais.

Autores como Shores e Grace (2001), Sá-Chaves (2000), Seldin e Cols (1998), Vieira (2002), Villas Boas (2005), entre outros, também defendem a utilização do portfólio como método de avaliação. O portfólio torna o educando mais livre e consciente dos processos em que está inserido. O portfólio compreende a reunião dos trabalhos realizados pelos estudantes no decorrer da disciplina, com registros de aulas, visitas, projetos, relatos de pesquisa, auto-avaliações e reflexões da trajetória do educando em determinada disciplina. O portfólio desvincula a avaliação do processo ensino aprendizagem da famigerada "prova", também a abordagem conteudista das aulas.

Nesta pesquisa, os dados sobre os quais nos debruçamos são as anotações e reflexões do dia da aplicação da proposta. Anotações compreendem as atividades que são solicitadas em sala de aula, questões que eles devem se debruçar para construção de conceitos coletivamente, impressões e comentários sobre o tema trabalhado, e os educandos são instruídos a não descartarem suas impressões iniciais, mesmo que não estejam de acordo com o conceito construído coletivamente. Os dois figuram no portfólio, como retrato do processo educativo. Reflexões dão conta das questões fundamentais dos próprios educandos, o que eles

pensam sobre o, ou os temas trabalhados, de que forma aquilo modifica ou não o seu dia a dia e a importância das discussões para um melhor entendimento do tema que fora proposto pelos colegas ou pelo professor.

O portfólio na disciplina de música é um instrumento natural, não sendo implementado artificialmente somente para a avaliação do conteúdo e abordagem proposta. Os alunos já estão habituados com os procedimentos e têm liberdade de produção; cada portfólio é individual, nele são impressas características de escrita, personalidade e produções de seus donos; alguns portfólios são coloridos, desenhados, com comentários dirigidos ao professor, comentários mentais dos próprios alunos, ao se depararem com as situações propostas, etc.

CAPÍTULO 4

A FENOMENOLOGIA EM PRÁTICA

Apresentamos, neste capítulo, os discursos produzidos pelos estudantes quando questionados sobre o conceito de som, e também as impressões sobre a exploração do monocórdio. Excluídas as partes comuns, anotações conjuntas, construídas em sala de aula e exemplificações dadas pelos professores ao elucidar conceitos divergentes. Os estudantes, na ocasião, estavam devidamente matriculados no segundo ano do ensino médio integrado ao técnico em Mecânica ou Informática.

O Estudante 01 tem a intenção de cursar medicina ao término do ensino médio, possui experiência musical, é violinista da congregação religiosa em que faz parte. Atua, na mesma comunidade, como tutor de iniciação ao violino, É bolsista do projeto de criação de diferentes materiais didáticos para o ensino de música. O discurso traz esta experiência musical para buscar um entendimento do funcionamento do monocórdio

O Estudante 02, antes do seu ingresso no IFPR, não possuía contato com instrumentos, é ativo nas aulas, participa das discussões, debatendo diferentes pontos de vista, disciplinado e organizado, possui uma forma característica de cumprir rotinas estabelecidas no portfólio, com anotações em diferentes cores, comentários, perguntas e desenhos dirigidos ao avaliador do portfólio. Seu discurso é pautado pelas informações complementares e observação de pontos que podem ter passado despercebido, em um primeiro momento, aos demais.

O Estudante 03 também é bolsista do projeto de criação de diferentes materiais didáticos para o ensino de música, multi-instrumentista, tem a intenção de cursar bacharelado em produção sonora, ou licenciatura em música, atua como professor de bateria em escolas particulares da cidade. Inicialmente, seu discurso é tradicional, com conceitos socialmente aceitos; porém, na exploração do monocórdio, apresenta uma maior liberdade de escrita ao descrever sua experiência com o objeto.

O Estudante 04 é guitarrista em sua congregação religiosa, toca também violão, e apesar de grande desenvoltura nos instrumentos, tem intenção de cursar engenharia da computação; apesar de, por vezes, negligenciar a disciplina por ter

conhecimentos adquiridos em seu meio social, sempre que solicitado, participa das discussões pertinentes à disciplina. Em seu discurso, utiliza-se, também, de sua experiência para pautar suas investigações, descobertas e relações como o monocórdio

O Estudante 05, em sua infância, fez aulas de violão, porém não deu continuidade aos estudos, foi bolsista do projeto de popularização de diferentes gêneros musicais, através da criação de uma web-rádio, promovido no ano anterior, ainda tem dúvidas quanto ao seu futuro profissional, dividido entre a medicina e o jornalismo. Atento, possui excelente memória tanto para músicas quanto para informações. Ao compreender diferentes músicas e estilos, pauta seu discurso pela modernidade musical, pelas experiências, mesmo que breves, com o violão.

Apresentados os estudantes, passamos à transcrição de seus discursos recolhidos a partir dos portfólios. Não realizamos alterações nos discursos apresentados pelos estudantes. Os discursos foram produzidos no portfólio antes da ação dos docentes. Sendo os discursos dos estudantes o foco principal deste trabalho, optamos por excluir partes comuns, que reproduziam o que foi realizado em conjunto com os professores, a fim de esclarecer ou exemplificar conceitos, não sendo possível análise fenomenológica, pois se tratavam de partes quase que completamente idênticas.

Na sequência, apresentamos a transcrição dos registros de “O QUE É SOM”

TRANSCRIÇÃO DO DISCURSO DO ESTUDANTE 01

O que é o Som?

O som é o requisito mínimo para que haja música, sem som não poderia haver música. Todos os sons podem ser aproveitados para fazer música, desde que se tenha a intenção de fazê-lo. Todos os sons possuem características, que são intensidade, altura, duração e timbre. Cada uma delas deixa o som que se ouve diferente de outros, podendo ser agrupados ou não. Som também é vibração que se transmite no ar e chega aos nossos ouvidos. Intensidade é a característica que diz o quanto aquele som é intenso (ah vá!); melhorando, o quão forte é aquele som, o quão ele se destaca dos outros sons por sua força (tentei achar outra palavra, mas ficava entre forte e intenso). Altura é o quanto agudo ou grave o som é. Timbre é o que me permite separar a sua voz da voz do professor RJ, eu sempre sei quando é um ou é outro que está falando, mesmo sem vê-los, porque cada um tem um timbre de voz diferente, também a altura e intensidade com que falam. Duração é a diferença entre sons rápidos e curtos, e suas combinações.

[parte comum suprimida]

Tentar descobrir algo no monocórdio

Quando o meu grupo pegou o monocórdio, fui remetido direto ao violino, e como eu faço som nele, o princípio é o mesmo, só que no violino o meu dedo divide a corda; no monocórdio a ponte faz esse papel. Quanto menor o espaço entre os cavaletes e onde estou puxando a corda mais agudo será o som. Nunca havia parado para pensar nas relações entre a divisão das cordas e a matemática, na verdade, nem sabia que a metade da corda daria oitava, seria mais simples se eu tivesse aprendido assim no violino, ao invés de tentar tatear o braço até achar onde ficava a oitava. Agora qual a relação das outras notas eu não consegui descobrir, consegui fazer outras notas porque sei como elas soam, mas levando em conta que a oitava é metade da corda, as outras posições também devem ter uma relação de frações.

TRANSCRIÇÃO DO DISCURSO DO ESTUDANTE 02

O que é o Som?

Som é uma onda mecânica que se propaga em meio material. Mesmo quando balançamos um papel, há potencialmente ali uma nota musical, só que não conseguimos ouvi-la porque é um infrassom, a onda continua a se propagar, só que não percebemos ela como um som, não percebemos porque o nosso ouvido está programado para ouvir a partir de certa altura (grave), e parar de ouvir também depois de uma altura (aguda), aí são os ultrassons. Os sons, em geral, possuem características como altura, timbre, intensidade e duração. Essas características é que fazem o som ser som. Cada uma delas altera o som, ou grave ou agudo, ou forte ou fraco, ou longo ou curto, e permite diferenciar um trombone de um piano, por exemplo.

[parte comum suprimida]

O Monocórdio

Percebi que a altura da nota pode ser alterada com o aumento da pressão na tarraxa, quanto mais aperto, mais agudo o som fica, quanto mais solto, mais grave o som fica, e essa alteração não muda somente a altura, o som do instrumento fica diferente também, quando a corda está bem frouxa ela tende a deixar o som mais fraco e o som fica sujo, não fica claro como antes. Outro jeito de mudar a altura da nota é movendo o \wedge solto, quanto menor o tamanho da corda, mais agudo o som, com a diferença que aqui o som não muda muito, nem o volume, nem a clareza do som. Conseguimos fazer uma escala musical nele, apesar de achar que estava um pouco desafinada, e é muito ruim ficar movendo para achar a nota.

TRANSCRIÇÃO DO DISCURSO DO ESTUDANTE 03

O som é uma onda que é transmitida pelo ar até os nossos ouvidos. Em nossos ouvidos, faz vibrar o sistema auditivo, que transmite as informações até o cérebro, que transforma esta vibração em mensagens, que podemos entender e classificar. Além do ar, o som pode ser transmitido também através da água, ou materiais sólidos.

O cérebro classifica o som entre grave e agudo, forte e fraco, e reconhece o que está emitindo aquele som. Se é um som musical ou não. Com o som podemos fazer música, e música é a arte de combinar os sons, mesmo quando queremos silêncio.

[parte comum suprimida]

Monocórdio:

A primeira coisa que vem na cabeça é: que instrumento louco! Uma corda só, como a gente vai fazer música com isso? Essa complicação ajuda a pensar: tem corda, deve ser como um instrumento de corda qualquer, sem as casas das notas, outra complicação. Pelo que os colegas estão fazendo, quanto menor a corda (parte que bate), mais agudo o som. Faz sentido.

O instrumento é difícil afinar, fazer uma escala nele é mais complicado ainda, da metade da corda para a frente fica mais fácil de fazer a escala, a metade inclusive é o mesmo som só que mais agudo as notas ficam mais próximas umas das outras, não precisando mudar tanto a parte móvel para chegar na próxima.

TRANSCRIÇÃO DO DISCURSO DO ESTUDANTE 04

Som é uma onda que se propaga em meios materiais até alcançar os tímpanos dos ouvintes, criando nele uma sensação agradável ou não, de acordo com o objeto que o emite; sons organizados são mais confortáveis ao ouvido humano. O som se divide em Altura, timbre intensidade e duração, cada uma destas divisões dá elementos para a gente classificar o som ouvido.

[parte comum suprimida]

Exploração do monocórdio.

O monocórdio é um instrumento interessante, e fico imaginando o quanto de trabalho se tinha para tocar alguma coisa nele. É necessária uma precisão muito grande para afinar as notas, principalmente porque a parte móvel deve ficar bem certinha no lugar, senão a nota vai ficar desafinada. Um pouquinho pra lá ou pra cá define uma sétima de uma oitava; para fazer uma música inteira, o cara tem que ser fera. Como no violão, quanto menor a corda vai ficando, mais agudo é o som, quanto maior a corda, mais grave, a escala se forma de acordo com esta divisão, da parte que é percutida da corda, podemos mudar o som se tocamos com uma palheta, ou com o dedo, ou moeda, enfim, o jeito de tocar também muda o timbre do som. A tensão da corda também vai variar a nota emitida, mas as formas continuam as mesmas. Se a corda está afinada em Mi, e eu toco a escala de Mi, se eu afinar a corda em La, nos mesmos lugares (da escala de Mi) estará a escala de La. Por isso, se colocarmos mais notas e mais partes móveis, fica mais simples de fazer melodias com o monocórdio.

TRANSCRIÇÃO DO DISCURSO DO ESTUDANTE 05

O som é parte do meio ambiente. Não tem como pensar no mundo sem sons, os sons definem os lugares, uma cidade é uma cidade pelos sons que ela possui, a mesma coisa se aplica a fazendas, todos os ambientes possuem sons característicos que ajudam a defini-lo. Os sons que chegam até nós podem ser classificados em agradáveis (sons organizados) ou desagradáveis (sons desorganizados, ruído) e estes dividem-se de acordo com a altura, intensidade, duração e timbre, as características de cada um dos sons (como eles são). Atualmente, se pode fazer música com sons originalmente não musicais, como sons de carro, bateadeira, geladeiras etc., tudo serve como base para a criação, desde que haja a intenção de usar aquele som para fazer música.

[parte comum suprimida]

Monocórdio

O instrumento é diferente, tinha que ter física no meio!, mas parece interessante, tirar som dele é fácil, o duro é fazer alguma coisa que faça sentido, notas dá pra tirar de qualquer lugar, o duro é fazer sentido!

Existem relações entre o tamanho da corda e a altura da nota, descobrimos que a metade da corda é a oitava, assim como no violão a 12^a casa é a oitava e a metade da corda. Então, há relação com o braço do violão e o monocórdio, é bastante possível porque são instrumentos de corda (jura?!). Parece um instrumento clássico, tipo baixo acústico, violoncelo, que não tem trastes e as notas são feitas com o dedo de quem toca, o dedo faz o papel do traste no violão. Bem legal! E aí, tô certo prof.?

4.1 UNIDADES SIGNIFICATIVAS E COMPREENSÃO IDEOGRÁFICA DOS DISCURSOS

Aqui iniciamos o processo de redução fenomenológica e delineamos o perfil ideográfico dos estudantes. Para tanto, os discursos foram lidos à exaustão, em busca de uma compreensão de seus significados; neste ponto encontram-se as intersubjetividades de estudante e pesquisador.

De cada unidade retiramos uma

[...] compreensão da situação relatada na unidade. Estas unidades são trechos do discurso dos estudantes que respondem a questão inicial proposta, excluídas generalidades ou passagens que pouco, ou nada agregam a caracterização do fenômeno em discussão. Ao final de todas as unidades e de todas as 'compreensões', é feita a compreensão ideográfica do Discurso do Sujeito, onde se procura a representação. (NEVES, 1991, p.79).

A representação das essências.

Estudante 01

Unidade 01

“O som é o requisito mínimo para que haja música [...] Todos os sons podem ser aproveitados para fazer música, desde que se tenha a intenção de fazê-lo”.

Compreensão da unidade 01

O discurso do Estudante 01, neste trecho, apresenta o som como condicionante para o fazer musical, e em conjunto com o aproveitamento de sons, mesmo que não originalmente musicais, para se fazer música desvela um conceito contemporâneo de música.

Em “O Ouvido pensante”, Schafer (1991) descreve uma discussão que conduziu em sala de aula com alguns estudantes, na qual assume o papel de provocador, buscando a compreensão do que é Música e como ela se faz.

- Aluno: – Ele não tem a intenção de fazer música.
 Schafer: – Essa é a resposta que estávamos procurando! Continue
 Aluno: – Bem, você decidiu usar a lata de lixo como um instrumento musical e o lixeiro, não. Essa é a única diferença.
 Schafer: – Exatamente! A palavra que vale é **‘Intenção’**
 (SCHAFFER, 1991, p. 34, grifo nosso)

Neste ponto, expõe a importância da intencionalidade do fazer musical, em que todos os objetos podem ser utilizados para este fim, desde que haja a intencionalidade.

Unidade 02

“Som também é vibração que se transmite no ar e chega aos nossos ouvidos”.

Compreensão da unidade 02

De forma muito simplista, o estudante resume o que trata Stevens e Warshofsky (1965) em "Som e Audição", sobre sensações que o som causa. Os autores consideram que as moléculas, que estão em constante movimento, conduzem a vibração até o aparelho auditivo, que o interpreta. O som, segundo os autores, uma sensação mental do ouvinte, ou seja, é passível de mudanças de ouvinte para ouvinte. Através desta vibração, podemos perceber os sons enquanto sensações, fazer música, ouvi-la e reproduzi-la.

Unidade 03

“Todos os sons possuem características, que são intensidade, altura, duração e timbre. Intensidade é a característica que diz o quanto aquele som é intenso (ah vá!?!); melhorando, o quão forte é aquele som, o quão ele se destaca dos outros sons por sua força (tentei achar outra palavra, mas ficava entre forte e intenso). Altura é o quanto agudo ou grave o som é. Timbre é o que me permite separar a sua voz da voz do professor. RJ, eu sempre sei quando é um ou é outro que está falando, mesmo sem vê-los, porque cada um tem um timbre de voz diferente, também a altura e intensidade com que falam. Duração é a diferença entre sons rápidos e curtos, e suas combinações”.

Compreensão da unidade 03

Neste ponto, o estudante busca definir as características dos sons, a dificuldade em conceituar. As definições de Altura e duração são claras e precisas, já as demais são necessários exemplos e redundâncias. Estes fatos denotam um trabalho de recompor o que fora sempre passado por despercebido enquanto conceitos, mas não como compreensão não verbal. A percepção timbral das vozes dos professores, aliada à percepção da diferença de altura e intensidade das vozes,

nos permite afirmar que ele compreende as características dos sons aplicadas, e as separa com certa dificuldade. A dificuldade na conceituação, especialmente no que se refere a timbre, reside na falta de clareza em dimensioná-lo fisicamente em face às demais características, como altura e intensidade, por exemplo. Além de não haver uma nomenclatura precisa de identificação e classificação para os timbres (HENRIQUE, 2002).

Unidade 04

“Quanto menor o espaço entre os cavaletes e onde estou puxando a corda, mais agudo será o som. Agora, qual a relação das outras notas eu não consegui descobrir, consegui fazer outras notas porque sei como elas soam, mas levando em conta que a oitava é metade da corda, as outras posições também devem ter uma relação de frações.”

Compreensão da unidade 04

As relações realizadas pelo estudante levam em conta sua experiência musical, o seu contato anterior com um instrumento de corda. Dividindo-se a corda em frações vibrantes, teremos diferentes notas musicais, estas divisões são mais ou menos harmônicas entre si, de acordo com a fração que estas relações expressam, (ABDOUNUR, 2003), mesmo não conhecendo claramente as relações, ele busca em seu repertório sensorial a experiência com violino para cumprir a atividade que lhe foi sugerida.

Unidade 05

“[...] fui remetido direto ao violino, e como eu faço som nele, o princípio é o mesmo, só que no violino o meu dedo divide a corda, no monocórdio a ponte faz esse papel. [...] Nunca havia parado para pensar nas relações entre a divisão das cordas e a matemática, na verdade, nem sabia que a metade da corda daria oitava, seria mais simples se eu tivesse aprendido assim no violino, ao invés de tentar tatear o braço até achar onde ficava a oitava”.

Compreensão da Unidade 05

Ao remeter-se ao seu instrumento de iniciação musical, recriar seus conhecimentos e reaplicá-los em outra realidade, o lúdico traça seu papel,

propiciando a apropriação de suas experiências sociais em busca de uma sistematização. Estas relações podem favorecer o interesse dos educandos e o aprendizado significativo, tendo em vista que os educandos sentem-se valorizados em seus conhecimentos. Ao buscar novas interpretações e usos, o objeto lúdico facilita a aprendizagem e propicia uma educação mais significativa na trajetória do educando.

Compreensão ideográfica do Discurso do Estudante 01

O escritor e artista plástico português Almada Negreiros (1839 - 1970) pensava: “Eu sou o resultado consciente da minha própria experiência”. E esta parece ser como podemos compreender o discurso do Estudante 01, remetendo-se a suas experiências, práticas e concepções. Ao definir o que é som, busca um equilíbrio entre os conceitos musicais e físicos, trazendo conceitos modernos e clássicos do que é o som para as duas áreas.

Suas experiências se desvelam ao transcrever o percurso da experimentação do *Objeto Lúdico Perelmaniano*, tentando ser consciente a todo momento em sua exploração, mesmo quando não compreende com certidão as razões matemáticas pelas quais as cordas se dividem em sons, que se transformam em uma escala musical, como conhecemos na música ocidental.

Estudante 02

Unidade 01

“Som é uma onda mecânica que se propaga em meio material. Mesmo quando balançamos um papel, há potencialmente ali uma nota musical, só que não conseguimos ouvi-la porque é um infrassom, a onda continua a se propagar, só que não percebemos ela como um som”

Compreensão da Unidade 01

Neste trecho, podemos perceber a consciência do som como um estudo da área da física, pelos termos utilizados para descrever a pergunta inicial: “o que é som?”. A concepção mais comum esperada era a de o som como uma onda, que se propaga até alcançar os tímpanos e ser compreendida e classificada, porém o estudante 02 apresenta, ao que tudo indica, a compreensão dos limites de Audibilidade infrassom e, conseqüentemente, ultrassom. Dentro dos limites da audição humana, temos o limiar de audibilidade sendo expressa pela função $I=10^{-12}$ W/m ou $10 \text{ Log } \frac{10^{-12}}{10^{-12}} = 0dB$. Em termos práticos, Wisnik (1999) coloca que o ouvido humano compreende um som como altura a partir dos 15 ciclos por segundo, portanto, conseguimos compreender um som a partir desta fronteira.

Unidade 02

“Os sons em geral possuem características como altura, timbre, intensidade e duração. [...] Cada uma delas altera o som, ou grave ou agudo, ou forte ou fraco, ou longo ou curto, e permite diferenciar um trombone de um piano, por exemplo.”

Compreensão da Unidade 02

As características do som são expressas de forma demasiadamente breve, porém, de forma precisa, sem apresentar confusões no que tange conceituação dos mesmos. Isso demonstra, desta forma, que o estudante compreende e consegue aplicar os conceitos, como observaremos na unidade 03.

Unidade 03

“Percebi que a altura da nota pode ser alterada com o aumento da pressão na tarraxa, quanto mais aperto, mais agudo o som fica, quanto mais solto, mais grave o som fica, e essa alteração não muda somente a altura, o som do instrumento fica diferente também, quando a corda está bem frouxa, ela tende a deixar o som mais fraco e o som fica sujo não fica claro como antes. Outro jeito de mudar a altura da nota é movendo o \wedge solto, quanto menor o tamanho da corda, mais agudo o som, com a diferença que aqui o som não muda muito nem o volume, nem a clareza do som.”

Compreensão da Unidade 03

A exploração do Objeto Lúdico foi realizada a partir do que esperávamos, em todas as suas possibilidades; tencionar a corda em busca de outros sons e mover a ponte em busca de diferentes sons e alturas, ao invés de somente utilizar-se uma destas possibilidades, é indício do que compreendemos como uma exploração ativa do objeto. “Som claro” e “som sujo” dizem respeito ao timbre do monocórdio, que é mudado quando há maior ou menor pressão sobre a tarraxa de afinação principal, não se utilizando da ponte móvel para este fim.

A dificuldade em conceituar o timbre se explica pela falta de indícios físicos para a compreensão do mesmo, assim como compreende Henrique (2002). A percepção das frações de corda como possibilidades de alterar a altura do som é presente na compreensão da relação entre o tamanho da corda e a nota resultante, e que isto não modifica significativamente o timbre final do instrumento.

Compreensão ideográfica do Discurso do Estudante 02

Pelo que fora colocado pelo Estudante 02, compreendemos a dificuldade em transformar em palavras, frases e orações, conceitos tão presentes no dia a dia. Sintético e preciso, demonstra domínio sobre o conceito de som e liberdade de conceitos na manipulação do objeto lúdico, relatando observações específicas sobre a variação do timbre do instrumento em sua exploração e como esta se procedia de acordo com a forma de manipulação que era executada, especialmente a diferenciação que se consegue quando se aumenta a pressão de corda e a divide em frações vibrantes, o resultado timbral, de altura e intensidade que se obtém, especificamente com as possibilidades exploradas.

Estudante 03

Unidade 01

“O som é uma onda que é transmitida pelo ar até os nossos ouvidos. Em nossos ouvidos, faz vibrar o sistema auditivo, que transmite as informações até o cérebro, que transforma esta vibração em mensagens, que podemos entender e classificar. Além do ar, o som pode ser transmitido também através da água ou materiais sólidos”.

Compreensão da Unidade 01

Neste trecho do discurso, o estudante 03 faz prevalecer o conceito físico do som. A conceituação a partir da mecânica de ondas e o processamento cerebral fornecem indícios para concluir que, neste trecho, foi suscitada uma compreensão do que é o som a partir de uma experiência sonora. O discurso do estudante 03 aproxima-se com as concepções de Wisnik, quando afirma, em “O som e o sentido”, que “som é onda, que os corpos vibram, que essa vibração se transmite para a atmosfera [...], que o nosso ouvido é capaz de captá-la e que o cérebro a interpreta, dando-lhe configurações e sentidos.” (WISNIK, p.17, 1999). O som existe, para ele, enquanto representações sensórias.

Unidade 02

“O cérebro classifica o som entre grave e agudo, forte e fraco, e reconhece o que está emitindo aquele som. Se é um som musical ou não. Com o som podemos fazer música, e música é a arte de combinar os sons, mesmo quando queremos silêncio”.

Compreensão da Unidade 02

O Estudante enfatiza a função cerebral no reconhecimento das características do som. É o processamento cerebral que dá sentido aos sons e o classifica. Cabe ressaltar o duplo entendimento do conceito de música e silêncio, pois entre si eles são conflitantes. O conceito do que é música é um conceito clássico, no qual a música é a arte de combinar sons, e não um discurso, ou é

pautado pela intencionalidade do ato de fazer música, porém a suspensão do silêncio ou a sua inexistência prática remete a uma concepção contemporânea da utilização dos sons.

Shafer (1991), em “O ouvido pensante”, conduz uma discussão com seus alunos em que a conclusão que se estabelece é que o silêncio só existe enquanto conceito abstrato e não prático; não é possível haver silêncio onde há presença de seres humanos. Este conflito conceitual, porém, não prejudica o andamento do discurso do estudante.

Unidade 03

“A primeira coisa que vem na cabeça é: que instrumento louco! Uma corda só, como a gente vai fazer música com isso? Essa complicação ajuda a pensar: tem corda, deve ser como um instrumento de corda qualquer, sem as casas das notas, outra complicação.”

Compreensão da Unidade 03

A motivação pela aprendizagem pode ocorrer de várias formas diferentes, uma delas é através do desafio, o estudante, apesar das dificuldades apresentadas, não sente repulsa pelo objeto, mas se sente desafiado por ele. O desafio de agregar sentido a um objeto estranho a seu uso corriqueiro o motiva nas descobertas, guia seus percursos e contribui para o seu processo de aprendizagem (SOUZA; CARVALHO, 2010, p.30). O envolvimento na proposta, os relatos dos processos de descoberta indicam a importância da utilização destes objetos em sala de aula. A liberdade de exploração, sem o receio de estar errado, a ludicidade e a novidade de um objeto não conhecido motivam as descobertas e os processos.

Unidade 04

“O instrumento é difícil afinar, fazer uma escala nele é mais complicado ainda, da metade da corda pra frente fica mais fácil de fazer a escala, a metade, inclusive, é o mesmo som, só que mais agudo, as notas ficam mais próximas umas das outras, não precisando mudar tanto a parte móvel para chegar na próxima”.

Compreensão da Unidade 04

As dificuldades apresentadas pelo estudante em seu discurso em nenhum momento prejudicam a sua exploração; um exemplo é a constatação da busca contínua em superá-la, que o leva a perceber que a partir de certo ponto da divisão da corda vibrante as notas resultantes da divisão começam a ficar mais próximas umas das outras, e que este fato se apresenta à medida que as notas vão ficando mais altas. Assim como no braço de um violão ou guitarra, os trastes vão se aproximando conforme as notas são mais altas.

Compreensão ideográfica do Discurso do Estudante 03

O discurso do estudante 03 contém uma dupla visão e transita entre os conceitos clássicos e contemporâneos do que é som e sua utilização. Tem um início mais formal, voltado a responder à questão apresentada pelos professores, e ao decorrer vai se transmutando em texto mais livre e próprio, em que coloca suas questões, reflexões, concepções e dificuldades.

Sua experiência social, e também profissional, o leva a pensar de forma prática, como fazer música com este instrumento, a dificuldade em manter um padrão de afinação, a possibilidade de transpor o conhecimento de outros instrumentos para explicar este.

A segunda parte de seu discurso pode ser introduzida pelo dito popular “O que não te desafia, não te transforma”, pois, para o estudante, a “complicação” é um fator motivante, desafiador. Neste ponto é que opera o objeto lúdico perelmaniano, permitindo esta construção e reapropriação de conhecimentos, e que o estudante busque suas respostas em seu tempo. A resposta das “complicações” é que permite a experiência significativa com o conteúdo e a abordagem proposta.

Estudante 04

Unidade 01

“Som é uma onda que se propaga em meios materiais até alcançarem os tímpanos do ouvinte, criando nele uma sensação agradável ou não, de acordo com o objeto que o emite, sons organizados são mais confortáveis ao ouvido humano. O som se divide em Altura, timbre intensidade e duração, cada uma destas divisões dá elementos para a gente classificar o som ouvido.”

Compreensão da Unidade 01

Ao citar a organização das ondas sonoras, agradáveis ou não, o estudante denota compreender conceitos de altura e timbre, pois o que ele considera como sendo organizações são as estruturas de repetição de padrões que permitem identificar a altura de um som musical, e da mesma forma o timbre em sua característica intrínseca, mesmo sem definir os elementos formais.

Unidade 02

“O monocórdio é um instrumento interessante, e fico imaginando o quanto de trabalho se tinha para tocar alguma coisa nele. É necessária uma precisão muito grande para afinar as notas, principalmente porque a parte móvel deve ficar bem certinha no lugar, porque senão a nota vai ficar desafinada. Um pouquinho pra lá ou pra cá define uma sétima de uma oitava.”

Compreensão da Unidade 02

A ideia de que o monocórdio é um instrumento musical e não um instrumento de medição ou de exploração suscitou a curiosidade de produzir melodias com o instrumento; os desafios de produzi-las nele gerarão curiosidade e a necessidade de recriar percursos. As escalas musicais pitagóricas não possuíam sétimas e oitavas, pois se tratavam de escalas pentatônicas, ou seja, escalas de cinco sons, comparada com a escala Maior da música tonal ocidental, excluem-se os 4º e 7º graus das escalas.

Unidade 03

“Como no violão quanto menor a corda vai ficando mais agudo é o som, quanto maior a corda, mais grave, a escala se forma de acordo com esta divisão, da parte que é percutida da corda, podemos mudar o som se tocamos com uma palheta, ou com o dedo, ou moeda, enfim, o jeito de tocar também muda o timbre do som. A tensão da corda também vai variar a nota emitida, mas as formas continuam as mesmas. Se a corda está afinada em Mi, e eu toco a escala de Mi, se eu afinar a corda em La, nos mesmos lugares (da escala de Mi) estará a escala de si”.

Compreensão da Unidade 03

Nesta unidade, reforçamos o que fora exposto na unidade 01, em que afirmávamos que o estudante possui a compreensão de altura e timbre. Ao compreender que a altura da nota é proporcional ao tamanho da corda, e que mais agudo será o som quanto menor for a fração de corda vibrante, o conceito de altura está incutido, da mesma forma a alteração do timbre, variando-se o objeto de ataque a nota.

A exploração ativa do objeto lúdico forneceu indícios para afirmar que as relações intervalares das frações de corda se mantêm, independentemente da afinação da nota fundamental, ou seja, foi criado um paradigma para aferição entre diferentes tensões de corda e verificar se a hipótese se mantinha. O Objeto Lúdico Perelmaniano desafia a inteligência do educando, possibilitando a construção e desconstrução de seu conhecimento, que deverá ser organizado de forma diversa do que quando iniciada as atividades, permitindo a exploração independente, sem regras fixas ou “receitas” padronizadas.

Compreensão ideográfica do Discurso do Estudante 04

Ao compreender o que é som e explicar, mesmo que nas entrelinhas, alguns elementos formais, o Estudante 04 fundamenta seu discurso sob os conceitos tradicionais, socialmente aceitos e replicados em sua formação musical fora do IFPR.

Esta mesma utilitaridade se dá ao observar o monocórdio e ver nele um instrumento performático. A exploração pautada em seus conhecimentos instrumentais prévios faz com que ele crie referências e novas possibilidades para buscar resultados.

O que parece ser um exemplo banal, na exemplificação com as escalas construídas a partir das notas soltas de Mi e Lá, pode ser buscada em seu instrumento de formação o Violão, cujas notas soltas das cordas 5 e 6 são, respectivamente, Lá e Mi. Novamente reiterando que suas explorações são recriadas a partir de suas experiências e consolidadas tendo-as como fundação.

Estudante 05

Unidade 01

“O som é parte do meio ambiente. Não tem como pensar no mundo sem sons, os sons definem os lugares, uma cidade é uma cidade pelos sons que ela possui, a mesma coisa se aplica a fazendas, todos os ambientes possuem sons característicos que ajudam a defini-lo. [...] Atualmente se pode fazer música com sons originalmente não musicais, como sons de carro, bateadeira, geladeiras etc., tudo serve como base para a criação desde que tenha a intenção de usar aquele som para fazer música.”

Compreensão da Unidade 01

A concepção contemporânea de som e música pauta o discurso do estudante nesta unidade. Os ruídos definem o som do mundo, a tensão entre ruído e som é que constitui a música, o mundo se apresenta através de sons caóticos e desorganizados, o que é entendido como harmônico hoje, foi considerado desarmônico em outras épocas, os ambientes são pautados e descritos por seus sons, ruídos, silêncios. É nessa concepção contemporânea do conceito de som organizado e não organizado de Wisnik (1999) que podemos compreender, em parte, o discurso do estudante 05.

Complementando o que traz Wisnik, temos a concepção de Schafer (1991), que também compreende a música como um ato intencional, independente do objeto que é utilizado para produzi-la.

Unidade 02

“Os sons que chegam até nós podem ser classificados em agradáveis (sons organizados) ou desagradáveis (sons desorganizados, ruído) e estes dividem-se de acordo com a altura, intensidade, duração e timbre, as características de cada um dos sons (como eles são)”.

Compreensão da Unidade 02

Podemos perceber os sons sob duas experiências, a onda complexa ou organizada, e as frequências irregulares que produzem o ruído, o barulho (WISNIK, 1999). Todos os sons são potencialmente musicais, e se preservam os elementos

formais da música ou grandezas do som, mesmo que com alguma mutabilidade no que se refere, principalmente, à altura e ao timbre, que nem sempre é possível haver uma precisão ou clareza no que se refere aos mesmos.

Unidade 03

“Existem relações entre o tamanho da corda e a altura da nota, descobrimos que a metade da corda é a oitava, assim como no violão a 12^a casa é a oitava e a metade da corda. Então, há relação com o braço do violão e o monocórdio, é bastante possível porque são instrumentos de corda”.

Compreensão da Unidade 03

A descoberta da relação entre a divisão das cordas, a percepção da possível correlação entre os instrumentos de corda e o monocórdio, apontam em direção a um processo de associação entre os diferentes instrumentos de corda, a forma com que emitem o som e como se alteram as notas emitidas, estes processos de associação e posterior verificação fornecem indícios de uma exploração ativa e comprometida com a descoberta de novas possibilidades de compreensão do objeto de estudo.

Unidade 04

“Parece um instrumento clássico tipo baixo acústico, violoncelo, que não tem trastes e as notas são feitas com o dedo de quem toca, o dedo faz o papel do traste no violão. Bem legal!”.

Compreensão da Unidade 04

A relação com os conhecimentos prévios do estudante fica evidente. Rui (2006) considera que este é um fator que causa maior interesse e participação efetiva dos educandos nos processos educativos, aproveitar-se destas vivências anteriores auxilia na ampliação e sistematização dos conhecimentos sociais do educando. Ao relacionar o monocórdio com outros instrumentos, o estudante passa a elencar no *hall* de suas lembranças como se faz som nestes instrumentos, e reconstrói processos, recria seus conhecimentos que agora são mais complexos do que eram antes.

Compreensão ideográfica do Discurso do Estudante 05

O discurso do estudante 05 é o mais pautado pela modernidade musical, pelas concepções contemporâneas das vanguardas artísticas do século XX e XXI. Apresenta uma visão ampla do que é som, relacionando-o com as competências musicais e em momentos físicos.

Pensa no som como ingrediente principal da música, como sendo a partir dele que toda a música erudita ou não é criada, desde o percutir do osso nas cavernas em rituais tribais, até as vanguardas estéticas do século XXI, pois coloca que os sons que percebemos, independentemente de quais sejam, podem ser musicais.

O processo de descoberta é pautado pela associação. As semelhanças entre os demais instrumentos musicais e o monocórdio são utilizadas como ponto de partida para sua exploração, assim que verificada a possibilidade de terem conceitos e relações comuns entre si.

4.2 A CONVERGÊNCIA DOS DISCURSOS

Nesta etapa, encontram-se convergências do conjunto das unidades significativas, e tendo como base esta compreensão, busca-se uma compreensão nomotética, "aquela que abrirá possibilidade da compreensão geral" (NEVES, 1991, p.127). Observando as convergências, podemos criar categorias, com as essências captadas.

A partir dos discursos dos estudantes, das unidades de significado e seu entendimento, emergiram cinco categorias de análise que estavam presentes no discurso dos estudantes pesquisados. Estas categorias fazem menção ao fenômeno sonoro e à interdisciplinaridade deste tema, às relações entre o fracionamento das cordas vibrantes e a alteração do som resultante, e ainda, à importância da abordagem lúdica, ativa e significativa que se edificou através da exploração do monocórdio, entendido como objeto lúdico perelmaniano.

As categorias de análise apresentadas na primeira coluna da Tabela 1, são: O Som como campo de estudo da física, o Som como objeto estético da música, o Monocórdio como Objeto Lúdico Perelmaniano, suscitando a criação e recriação de conhecimentos, as relações entre frações de cordas vibrantes e, ainda, o Som como objeto comum entre física e música. Como pudemos observar na seção anterior, de forma mais ampla, os discursos se estabelecem em torno destes temas, visto que todos os estudados apresentam mais que três categorias em seu discurso inicial, recolhido a partir de seus relatos nos portfólios.

É importante observar que as categorias não são excludentes entre si. Um mesmo estudante pode vincular a Física e a Música e outras observações pertinentes ao objeto estudado em mais de uma categoria de formas complementares.

A Tabela 1 está estruturada da seguinte maneira: as categorias na primeira coluna, e cada um dos estudantes nas colunas de dois a seis. Utilizamos unidades de um a cinco, onde U-1 corresponde a Unidade 1, e assim sucessivamente com os outros números em ordem crescente. Em seguida, na Tabela 1, relacionamos os discursos dos estudantes com as categorias de análise.

Tabela 1 - Tabela de Convergência dos discursos agrupadas segundo as categorias*Tabela de Convergências*

CATEGORIAS	CONVERGÊNCIAS				
	Estudante 01	Estudante 02	Estudante 03	Estudante 04	Estudante 05
O Som como campo de estudo da física	U-2	U-1	U-1	U-1	
O Som como objeto estético da música	U-1		U-2		U-1
O Monocórdio como Objeto Lúdico Perelmaniano, suscitando a criação e recriação de conhecimentos	U-5	U-3 - U-4		U-2	U-3
As relações entre frações de cordas vibrantes	U-4	U-3		U-3	U-3
O Som como objeto comum entre física e música	U-3	U-2	U-2	U-1	U-2

Fonte: O autor

As convergências dos discursos em categorias:

Categoria 01:

O Som como campo de estudo da física:

Estudante 01

U-2 – “Som também é vibração que se transmite no ar e chega aos nossos ouvidos”.

Estudante 02

U-1 - “Som é uma onda mecânica que se propaga em meio material. Mesmo quando balançamos um papel, há potencialmente ali uma nota musical, só que não conseguimos ouvi-la porque é um infrassom, a onda continua a se propagar, só que não percebemos ela como um som”

Estudante 03

U-1 - “O som é uma onda que é transmitida pelo ar até os nossos ouvidos. Nos nossos ouvidos faz vibrar o sistema auditivo, que transmite as informações até o cérebro, que transforma esta vibração em mensagens que podemos entender e classificar. Além do ar, o som pode ser transmitido também através da água, ou materiais sólidos”.

Estudante 04

U-1 - “Som é uma onda que se propaga em meios materiais até alcançar os tímpanos dos ouvintes, criando neles uma sensação agradável ou não, de acordo com o objeto que o emite, sons organizados são mais confortáveis ao ouvido humano.”

Compreensão Eidética das convergências da primeira categoria.

O som é uma onda mecânica, esta é a premissa básica em que se galgam inicialmente os discursos; o som é, nesta percepção, o que podemos perceber como sendo um evento sonoro. A atividade cerebral, comum a todos os seres ouvintes, pauta a percepção deste evento sonoro. A onda, então, é transmitida através de um meio material até o sistema auditivo, e, direcionada ao cérebro, é convertida nos mais diversos sinais e transformada em sons e sentidos (WISNIK, 1999). Neste sentido, o som é uma experiência sensória, que nos invade e modifica a percepção do mundo em nosso entorno.

Categoria 02

O Som como objeto estético da música:

Estudante 01

U-1 - “O som é o requisito mínimo para que haja música [...] Todos os sons podem ser aproveitados para fazer música, desde que se tenha a intenção de fazê-lo”.

Estudante 03

U-2 – “Com o som podemos fazer música, e música é a arte de combinar os sons, mesmo quando queremos silêncio”.

Estudante 05

U-1 – “O som é parte do meio ambiente. Não tem como pensar no mundo sem sons, os sons definem os lugares, uma cidade é uma cidade pelos sons que ela possui, a mesma coisa se aplica a fazendas, todos os ambientes possuem sons característicos que ajudam a defini-lo. [...] Atualmente, se pode fazer música com sons originalmente não musicais, como sons de carro, batedeira, geladeiras etc., tudo serve como base para a criação, desde que se tenha a intenção de usar aquele som para fazer música.”

Compreensão Eidética das convergências da segunda categoria.

O século XX foi profícuo ao experimentalismo, às novas tendências, formas e meios de se compor e recompor a música, o som e as formas foram levados às extremidades, o que era abominado nos séculos anteriores foi aproveitado para o fazer musical e ganhou *status* de som musical.

As pausas musicais já não eram silêncios, mas sim espaços cheios de sons, que possibilitariam a compreensão e complementariam as composições. O Modernismo musical trouxe diferentes possibilidades, a utilização e manipulação de sons ambientes, utensílios do cotidiano, entre outros.

A música se modifica neste processo, os sons também, e o resultado são as vanguardas que estão em constante modificação. O som é entendido como sendo o ingrediente básico e a condição *Sine qua non* para haver música, e a ele é dada a importância de promotor da experiência musical.

Categoria 03

O Monocórdio como Objeto Lúdico Perelmaniano, suscitando a criação e recriação de conhecimentos:

Estudante 01

U-5 – “[...] fui remetido direto ao violino, e como eu faço som nele, o princípio é o mesmo, só que no violino o meu dedo divide a corda, no monocórdio a ponte faz esse papel. [...] Nunca havia parado para pensar nas relações entre a divisão das cordas e a matemática, na verdade, nem sabia que a metade da corda daria oitava, seria mais simples se eu tivesse aprendido assim no violino, ao invés de tentar tatear o braço até achar onde ficava a oitava.”

Estudante 02

U-3 – “Uma corda só, como a gente vai fazer música com isso? Essa complicação ajuda a pensar, tem corda deve ser como um instrumento de corda qualquer, sem as casas das notas, outra complicação.”

U-4 – “O instrumento é difícil afinar, fazer uma escala nele é mais complicado ainda, da metade da corda pra frente fica mais fácil de fazer a escala, a metade, inclusive, é o mesmo som, só que mais agudo, as notas ficam mais próximas umas das outras, não precisando mudar tanto a parte móvel para chegar na próxima.”

Estudante 04

U-2 – “O monocórdio é um instrumento interessante, e fico imaginando o quanto de trabalho se tinha para tocar alguma coisa nele. É necessária uma precisão muito grande para afinar as notas, principalmente porque a parte móvel deve ficar bem certinha no lugar, porque senão a nota vai ficar desafinada. Um pouquinho pra lá ou pra cá define uma sétima de uma oitava.”

Estudante 05

U-3 – “Existem relações entre o tamanho da corda e a altura da nota, descobrimos que a metade da corda é a oitava, assim como no violão a 12ª casa é a oitava e a metade da corda. Então, há relação com o braço do violão e o monocórdio, é bastante possível porque são instrumentos de corda”.

Compreensão Eidética das convergências da terceira categoria.

Quando deparados com novas situações, via de regra, lançamos mão de nossas experiências para pautar as possibilidades e descobertas que aquela situação ou objeto nos exige. Não se trata de suscitar memórias, mas sim, experiências que são marcos de nossos aprendizados.

Um pintor, que durante seu percurso formativo e vida profissional utilizou-se somente da tinta óleo para realizar sua obra visual, quando em uma determinada situação possui somente pastel seco para se expressar, apesar das diferenças de técnica e possibilidades, ele irá utilizar seus conhecimentos e experiências adquiridas com a tinta óleo para se expressar.

O que pode parecer simples em um primeiro momento, é desafiador no sentido de não se ater somente a sua experiência anterior, mas recriá-la em busca de novas possibilidades. Isso permite reencontrar percursos, compreendê-los e modificá-los em relação a algo novo que exige um alto poder de abstração, motivação e flexibilidade para transformar sua experiência em outras novas.

Categoria 04

As relações entre frações de cordas vibrantes:

Estudante 01

U-4 – “Quanto menor o espaço entre os cavaletes e onde estou puxando a corda, mais agudo será o som. Agora qual a relação das outras notas eu não consegui descobrir, consegui fazer outras notas porque sei como elas soam, mas levando em conta que a oitava é metade da corda, as outras posições também devem ter uma relação de frações”.

Estudante 02

U-3 – “Percebi que a altura da nota pode ser alterada com o aumento da pressão na tarraxa, quanto mais aperto, mais agudo o som fica, quanto mais solto, mais grave o som fica, e essa alteração não muda somente a altura, o som do instrumento fica diferente também, quando a corda está bem frouxa ela tende a deixar o som mais fraco e o som fica sujo, não fica claro como antes. Outro jeito de mudar a altura da nota é movendo o \wedge solto; quanto menor o tamanho da corda, mais agudo o som, com a diferença que aqui o som não muda muito nem o volume, nem a clareza do som”.

Estudante 04

U-3 – “Como no violão, quanto menor a corda vai ficando mais agudo é o som, quanto maior a corda, mais grave, a escala se forma de acordo com esta divisão [...] A tensão da corda também vai variar a nota emitida, mas as formas continuam a mesma. Se a corda está afinada em Mi, e eu toco a escala de Mi, se eu afinar a corda em La, nos mesmos lugares (da escala de Mi) estará a escala de si”.

Estudante 05

U-3 – “Existem relações entre o tamanho da corda e a altura da nota, descobrimos que a metade da corda é a oitava, assim como no violão a 12ª casa é a oitava e a metade da corda. Então, há relação com o braço do violão e o monocórdio, é bastante possível porque são instrumentos de corda”.

Compreensão Eidética das convergências da quarta categoria.

A vivência, a experimentação direta, a manipulação, é o foco das pedagogias ativas em educação musical. Vários autores advogam a importância destas etapas na descoberta criação de conhecimento, descoberta de conceitos, limites e formas do apreender. Dentre eles, destacamos: Émile Jaques-Dalcroze (1965), Zoltán Kodály (1971), Edgar Willems (1969), Carl Orff (1976), Maurice Martenot (1957), Shinichi Suzuki (1994), John Paynter (2002), Ramond Murray Schafer (2001), Jos Wuytack (1994) entre outros.

Através desta experimentação ativa, as características de altura e timbre são desveladas ao manipular o monocórdio, as percepções vão se entremeando, auxiliando a construção do conhecimento, tendo como meio o objeto lúdico perelmaniano, suas experiências e, também, as descobertas de outros companheiros de experimentação.

É unânime a percepção de que, quanto menor a fração de corda vibrante, maior será a altura (frequência) resultante deste processo, também a aplicação de maior ou menor tensão é condicionante para a percepção de altura. O cavalete móvel do monocórdio permite esta variação, a oitava é o intervalo mais simples de se produzir, os outros foram sendo tateados a partir dela.

No afã de compreender as relações entre frações de corda vibrante e resultado sonoro, a livre experimentação toma lugar de destaque, para que o educando possa, através de suas observações e trocas de experiência, possibilitar sua própria construção de conhecimento.

Categoria 05

O Som como objeto comum entre física e música:

Estudante 01

U-3 - “Todos os sons possuem características, que são intensidade, altura, duração e timbre. Intensidade é a característica que diz o quanto aquele som é intenso (ah vá!?!); melhorando, o quão forte é aquele som, o quão ele se destaca dos outros sons por sua força (tentei achar outra palavra, mas ficava entre forte e intenso). Altura é o quanto agudo ou grave o som é. Timbre é o que me permite separar a sua voz da voz do professor RJ, eu sempre sei quando é um ou é outro que está falando, mesmo sem vê-los, porque cada um tem um timbre de voz diferente, também a altura e intensidade com que falam. Duração é a diferença entre sons rápidos e curtos, e suas combinações”.

Estudante 02

U-2 – “Os sons em geral possuem características como altura, timbre, intensidade e duração. [...] Cada uma delas altera o som, ou grave ou agudo, ou forte ou fraco, ou longo ou curto, e permite diferenciar um trombone de um piano, por exemplo”.

Estudante 03

U-2 - “O cérebro classifica o som entre grave e agudo, forte e fraco, e reconhece o que está emitindo aquele som. Se é um som musical ou não. Com o som podemos fazer música, e música é a arte de combinar os sons, mesmo quando se queremos silêncio”.

Estudante 04

U-1 – “O som se divide em Altura, timbre intensidade e duração, cada uma destas divisões dá elementos para a gente classificar o som ouvido”.

Estudante 05

U-2 – “os sons que chegam até nós podem ser classificados em agradáveis (sons organizados) ou desagradáveis (sons desorganizados, ruído) e estes dividem-

se de acordo com a altura, intensidade, duração e timbre, as características de cada um dos sons (como eles são)”.

Compreensão Eidética das convergências da quinta categoria.

Os elementos formais da música constroem a ponte da interdisciplinaridade entre física e música, nesta abordagem, pois se tratam de conceitos compartilhados entre as áreas. Altura, intensidade, timbre e duração estão presentes em todos os discursos dos estudantes; é esta percepção que delinea, no educando, a possibilidade de vislumbrar uma visão única de um objeto comum, o som. Diferentemente do que se possa imaginar em um primeiro momento, não houve, neste caso, confusão entre nenhum dos elementos. Foram exemplificados a partir de situações reais ou abstratas, compreendidos pelo viés cerebral, e da possibilidade de aproveitamento sonoro na criação musical. Daqui partem as possibilidades de interdisciplinaridade no caso de elementos formais e ondulatória, se cria a possibilidade de alicerçar novas possibilidades metodológicas com efeito prático na compreensão dupla do som, como campo de conhecimento.

4.3 COMPREENSÃO NOMOTÉTICA

Nesta fase buscamos indicar a passagem dos discursos individuais para um discurso geral. Aqui a redução se completa em busca de um ampliar de compreensão.

As Categorias e convergências desvelam a concepção de que o som é um objeto interdisciplinar, nele podemos abarcar uma série de fenômenos musicais e físicos, que podem ser explicados seja por um ou outro viés, porém sendo melhor compreendido quando abordado pelo que é comum em busca das particularidades.

A partir da compreensão unânime da ponte que se edifica entre as áreas, tendo como objeto este tema, devemos ir além e compreender a possibilidade da ampliação dos conhecimentos prévios dos alunos, a reconstrução dos mesmos quando são instigados a produzir ativamente.

As concepções vinculam o som como objeto estético da música e não perdem o foco dos estudos da física. Esta compreensão interdisciplinar advoga a atuação conjunta das duas áreas, unindo-se em busca de reconstruir a máquina natural¹⁹, fugindo das fórmulas arcaicas, negando o ensino bancário, o ensino passivo.

Ao desafiar, instigar, é criado um ambiente propício para a recriar seus percursos, voltar aos conhecimentos adquiridos em suas experiências sociais, rearranja-los, reaplica-los enfim, testar sua capacidade de adaptabilidade.

O *Objeto Lúdico Perelmaniano* propicia este ambiente, o objeto incomum gera a curiosidade que tem como consequência a exploração. A livre exploração possibilita ao educando experimentar, testar limites, em busca de resolver o desafio primeiro. Nestes desafios, onde o educando é tirado de sua zona de conforto, é que se criam os conhecimentos significativos, aqueles que custarão muito mais a serem esquecidos, e se apresentado novamente a um monocórdio ele irá partir do que fora descoberto e experienciado anteriormente para seguir seu percurso de descobertas.

¹⁹ Em referência a Coimbra (2000) ao referir-se ao paradigma cartesiano-newtoniano e a compreensão de que a Natureza é compreendida como uma máquina que deve ser desmontada para compreensão das partes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo do presente trabalho foi o de estabelecer uma prática interdisciplinar entre as disciplinas de Física e Música que tivesse como foco a utilização do monocórdio como *Objeto Lúdico Perelmaniano*. Buscou-se, ainda, a compreensão das concepções dos educandos acerca do conceito de som e como a utilização do *Objeto Lúdico Perelmaniano* auxilia na construção e reconstrução dos conhecimentos dos mesmos.

Para tal fim, o diálogo interdisciplinar entre as áreas de Física e Música foi estabelecido, visando à compreensão das potencialidades da proposta e sua inserção no meio educacional como um potencializador do ensino de ambas áreas, na escola. Autores como Wisnik (1999), Pinto (2010), Kandus *et al.* (2006), Barnabé (2011), Carl Orff (1976), Neves e Pereira (2006), Perelman (1983), Schafer (1991), Freire (1998) nos auxiliaram na compreensão da importância das propostas significativas, lúdicas e ativas de educação, para subverter um componente claramente cartesiano-mecanicista criado e engessado na educação brasileira.

Nesta perspectiva, compreender a importância dada pelos estudantes da utilização do *Objeto Lúdico Perelmaniano* foi de fundamental importância. A partir dos discursos, podemos compreender como este objeto foi importante e impulsionou o aprendizado, de forma a auxiliar na construção e, principalmente, na reconstrução de conhecimentos envolvendo a relação intrínseca entre arte (música) e ciência (física ondulatória).

Na compreensão nomotética, foram relatadas as formas de interação que a utilização do monocórdio como objeto lúdico perelmaniano propiciava às aulas, imprimindo a importância do ser livre para experimentar, de conduzir seus processos, compartilhá-los com seus pares e, por meio deles, modificar o que fora construído. A proposta de utilização do monocórdio parece, pelas análises ideográficas (de cada aluno) e nomotética (geral), ter posto o aluno no centro do processo de aprendizagem, no sentido de colocá-lo com perscrutador do mundo fenomenológico das ondas sonoras e sua compreensão, numa relação indissociável de arte-ciência.

A compreensão da interdisciplinaridade foi alcançada de forma natural, sem recorrência a um quadro discursivo dissociado da realidade, e os educandos

acabaram por perceber, como parece ficar claro nas unidades significativas e no *nomos* dos discursos, a prática intrínseca e mutuamente recorrente das relações entre as áreas (arte-ciência), e puderam aplicá-las dentro de um quadro de construção instrumental. Dar voz aos alunos demonstrou ser a opção mais acertada e o único caminho que este trabalho encontrou para se edificar.

Para que estes resultados alcancem maior amplificação entre os professores, e para que eles conheçam as potencialidades da presente proposta, criamos um *blog*, que trata dos percursos da presente dissertação, dedicado a educandos e professores, bem como àqueles que têm o desejo de se utilizar do monocórdio sob a concepção de sua utilização como objeto lúdico. O *blog* pode ser acessado no endereço <<http://estudosfisicaemusica.blogspot.com.br/>>.

A análise nomotética revelou, mediante as categorias desveladas e, especialmente, pelas convergências dos discursos, a concepção de que o som é, por si só – mas na interpretação subjetiva do sujeito experienciador do fenômeno acústico e musical – um objeto interdisciplinar. E este objeto pode abarcar uma série de fenômenos musicais e físicos, que podem, por sua vez, explicitar uma compreensão fenomenal do mundo sonoro e que propicie uma abertura quase caleidoscópica de suas inúmeras particularidades.

Finalmente, ou *last but not least*, esperamos que este trabalho seja o precursor de outras pesquisas que enfoquem as relações entre ciência e música; e que possa ser de utilidade para as licenciaturas em música e física, de modo a explorarem suas amplas possibilidades. O objetivo é de que os futuros professores compreendam os fenômenos a partir de diferentes pontos interpretativos, construídos a partir dos horizontes descortinados pelas concepções dos estudantes envolvidos no processo ora construído até aqui.

REFERÊNCIAS

ABDOUNUR, O. J. **Matemática e Música**: O pensamento analógico na construção de significados. 3. ed. São Paulo: Escrituras, 2003.

ALVES-FILHO, J. P. **Actividades experimentais: do método à prática construtivista**. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

ARRUDA, W. O. **Wilhelm Conrad Röntgen**: 100 Anos Da descoberta do Raios-X Arq. NeuroPsiqui., v.54, n.3, mar. 1996.

BARNABÉ, F. M. **A melodia das razões e proporções**: a música sob o olhar interdisciplinar do professor de Matemática. 2011. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

BELLOCHIO, C. R. **A Educação musical nas séries iniciais do ensino fundamental**: olhando e construindo junto às práticas cotidianas do professor. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

BENEDETTI, K. S.; KERR D. M. A psicopedagogia de Vygotsky e a educação musical: uma aproximação. In: **MARCELINA. Revista do Mestrado em Artes Visuais da Faculdade Santa Marcelina**, –São Paulo: FASM, Ano 3, v.3, 2. sem. 2009.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução À teoria e aos métodos. Portugal: Porto Editora, 1994.

BORGES, A.T.; RODRIGUES, B.A. O Ensino da Física do Som baseado em Investigações. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 7, n. 2, dez. 2005.

BOYER, C. B. **História da Matemática**. Tradução de Uta c. Marzbach. 2.ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1996.

BRASIL. **Lei de Diretrizes da Educação Nacional n. 5.692, de 11 de agosto de 1971**. Dispõe sobre as Diretrizes e Bases para o ensino de 1 e 2 graus. Diário Oficial da União. Brasília, 12 de ago., 1971.

_____. **Ministério de Educação e Cultura. LDB - Lei nº 9394/96**, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da Educação Nacional. Brasília: MEC, 1996.

_____. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Leis Ordinárias de 2008. Lei nº 11.769/2008. Altera a lei nº 9.394/96, de 20 de dezembro de 1996**, Lei de Diretrizes e Bases da Educação para dispor sobre a obrigatoriedade do ensino de música na educação básica. Brasília, 2008. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Lei/L11769.htm>. Acesso em: 30 set. 2012.

CABRERA, W. B. **A ludicidade para o ensino médio na disciplina de Biologia: Contribuições ao processo de aprendizagem em conformidade com os pressupostos teóricos da Aprendizagem Significativa**. 2006. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2006.

CARVALHO, M. C. M. (Org.). **Construindo o saber: Metodologia científica, fundamentos e técnicas**. 10. ed. Campinas: Papyrus, 2000.

CARVALHO, S. H. M. de. Uma viagem pela física e astronomia através do teatro e da dança. **A Física na Escola**, v. 7, n. 1, p. 11-16, maio 2006.

CAVALCANTE, J. C. L. et al. Física e Música: Uma proposta interdisciplinar. **Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, Manaus, ano 5, n. 9 ago/dez. 2012.

COIMBRA, J de A. A. Considerações sobre a interdisciplinaridade. In: PHILIPPI JR., A. et al. **Interdisciplinaridade em Ciências Ambientais**. São Paulo: Signus Editora, 2000.

DALCROZE, E. J. É. **La Rythmique et la Composition Musical** In: Le Rythme, la Musique et L'Éducation. Laussane: Editions Fœtisch, 1965.

D'AMBROSIO, U. Literacia e materacia: objetivos da educação matemática, **Pátio - Revista Pedagógica**, Porto Alegre, ano I, n.3, nov/1997-jan/1998.

_____. Educação para compatibilizar desenvolvimento e sustentabilidade. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, n. 15, p. 11-20, jan./jun.2007.

_____. **Educação para uma sociedade em transição**. Campinas: Papyrus, 1999.

DONOSO, J.P.; TANNÚS, A.; GUIMARÃES, F.; FREITAS, T.C. A Física do Violino. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 2, 2008.

EVES, H. **Introdução à História da Matemática**. Tradução de Higyno H. Domingues, 3. reimpressão, São Paulo: Unicamp, 2008.

FAZENDA, I. C. A. **Interdisciplinaridade**: um projeto em parceria. São Paulo: Loyola, 1991.

FAZENDA, I. C. A. Interdisciplinaridade-transdisciplinaridade: Visões culturais e epistemológicas. In: FAZENDA, I. C. A. (Org.). **O Que é interdisciplinaridade?** São Paulo: Cortez, 2008.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 7. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1998.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 17.ed. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1987.

FREIRE, V. Pesquisa em Música e Interdisciplinariedade. **Música Hodie**, v. 10, n. 1, p. 81-92, 2010.

FRIEDMANN, A. **Brincar, crescer e aprender**: o resgate do jogo infantil. São Paulo: Moderna, 1996.

GAINZA, V. H. de. **Estudos de Psicopedagogia musical**. São Paulo: Summus Editorial, 1988.

GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A.; TOSCANO, J. C.; MACÍAS, O. Década de la Educación para un futuro sostenible (2005–2014): un necesario punto de inflexión en la atención a la situación del planeta. **Revista Iberoamericana de Educación**, Madrid, v. 40, p. 125–178, 2006.

GOMES, C. R. Pitágoras de Samos: seu mito e sua herança científico – cultural. In: CONGRESSO SCIENTIARUM HISTORIA, III., 2010. **Anais...** Rio de Janeiro, UFRJ, 2010.

GOMES, J. C.; CASTILHO, W. S. Uma visão de como a física é ensinada na escola brasileira, e a experimentação como estratégia para mudar essa realidade. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E EXTENSÃO DO IFTO, 1., 2010, Palmas, v. 1, n.1, 2010. Disponível em: <<http://www.ifto.edu.br/jornadacientifica/wp-content/uploads/2011/06/JICE-2011-anais-eletr%C3%B4nicos.pdf>>. Acesso em: 02

out. 2012. HAGUETTE, T. M. F. **Metodologias qualitativas na sociologia**. Petrópolis (RJ): Vozes, 1987.

HAGUETTE, T.M.F. **Metodologias Qualitativas na Sociologia**. Petrópolis: Vozes, 1987.

HAZEN, R. M. **Física Viva**. v. 2, Rio de Janeiro: LTC, 2006.

HEIDEGGER, M. **Ser e Tempo**. Petrópolis: Vozes, 2002.

HENRIQUE, L L. **Acústica musical**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkan, 2002.

HUSSERL, E. **The Crisis of European Sciences and Transcendental Phenomenology**. Evanston: Northwestern University Press, 1997.

KANDUS, A. et al. A física das oscilações mecânicas em instrumentos musicais: Exemplo do berimbau. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 4, p. 427-433, 2006. KLEINERT, A. August Kundt. **Neue deutsche Biographie**, Berlin, v.13, Duncker & Humblot, 1982.

KODÁLY, Z. **Folk Music of Hungary**. Budapest: Corvina, 1971.

LUCCI, E. A. **A escola pública e o Lúdico**. /Disponível em:<<http://www.hot.Opôs.Com/videtur18/elian.htm>. Acesso em: 10 jan. 2015.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. **Pesquisa em Educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

MARTENOT, M. **Método Martenot**. Solfeo. Formación y Desarrollo Musical. Buenos Aires: Ricordi Americana, 1957.

MARTINI, R. da S. A Fenomenologia e a Epoché. [versão eletrônica]. **Trans/Form/Ação**, v.1, p. 21-22, 1999. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-31731999000100006&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 07 Nov. 2014

MED, Bohumil. **Teoria Musical**. Brasília: Musimed, 1996.

MINAYO, M.C.S. Interdisciplinaridade: funcionalidade ou utopia? **Saúde e Sociedade**, São Paulo, v. 3, n. 2, p. 42-63, 1994.

MINGATOS, Danielle dos Santos. **Matemática e música a partir do estudo do monocórdio e de figuras musicais**. São Paulo. SP. 2006. 1p. Disponível em: <<http://www.ime.ufg.br/bienal/2006/poster/daniellemingatos.pdf>>. Acesso em: 16 abr. 2013.

MORAIS, M. V. G. **Álgebra dos sons**. Trabalho de conclusão de curso. Brasília, Distrito Federal, Brasil: Universidade Católica de Brasília - Departamento de matemática, 2008.

NACHMANOWICZ, R. M. **Fundamentos para uma análise musical Fenomenológica**. 2007. 157 f. Dissertação (Mestrado em Música) - Universidade Federal de Minas Gerais. Faculdade de Música, 2007.

NEVES, M. C. D. **Uma perspectiva para o professor em sua expressão do o que é isto, a ciência?** 1991. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Educação, 1991.

NEVES, M. C. D.; PEREIRA, R. F. (Org.). **Divulgando a Ciência: de Brinquedos, jogos e do vôo humano**. 1. ed. Maringá: Massoni/SPBC-MCT, 2006.

NEGRINE, A. **Terapias corporais: a formação pessoal do adulto**. Porto Alegre: Edita, 1998.

ORFF, C. **The Schulwerk**. Londres: Schott, 1976.

PALNTER, J. **Music in the school curriculum: why bother** British Journal of Music Education, 2002.

PARANÁ, Secretaria Estadual de Educação. **Diretrizes curriculares de Química para a Educação Básica**. Curitiba – PR, 2006.

PENNA, M. **Reavaliações e buscas em musicalização**. São Paulo: Loyola, 1990.

PERELMAN, Y. **Física Recreativa**. 5.ed. Moscou: Editorial Mir, 1983.

PINHO-ALVES, J. **Atividades experimentais: do método à prática construtivista**. 2000. 303 p. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

PINTO, M. M., **A Utilização de Instrumentos Musicais e Aparatos Computacionais como Estratégia de Promoção da Aprendizagem Significativa**

no Campo Conceitual da Física Ondulatória, na Educação de Jovens e Adultos. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

POMBO, O. *et al.* **A Interdisciplinaridade:** Reflexão e Experiência. Lisboa: Ed. Texto, 1994.

PRADO, L. A. G. **Matemática, física e música no renascimento:** uma abordagem histórico-epistemológica para um ensino interdisciplinar. 2010. 110 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, 2010

RONAN, C. A. **História Ilustrada da Ciência.** São Paulo: Jorge Zahar, 1987.

RUI, L. R. **Uma proposta de introdução de conceitos físicos na 8ª série através do Som, e algumas importantes curiosidades e aplicações do seu estudo.** Dissertação (Mestrado) - Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

SÁ-CHAVES, I. **Portfólios Reflexivos:** estratégia de formação e de supervisão. Aveiro: Universidade, 2000.

SANTOS, E. A. C. **O lúdico no processo ensino-aprendizagem.** In: FÓRUM DE EDUCAÇÃO E DIVERSIDADE, IV., 2010. Tangará da Serra: UNEMAT, 2010. Disponível em: <http://need.unemat.br/4_forum/artigos/elia.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2014.

SAVIANI, D. **A nova lei da educação:** Trajetória, Limites e Perspectivas. Ed. Autores Associados. Campinas-SP, 1997

SCHAFER, R. M. **A afinação do mundo:** uma explanação pioneira pela história passada e pelo atual estado do mais negligenciado aspecto do nosso ambiente: a paisagem sonora. São Paulo: UNESP; 2001

SCHAFER, R. M. **O Ouvido pensante.** 1.reimp. São Paulo: UNESP, 1991

SELDIN, P.; COLS, O. Portfólio de ensino. In: SOUZA, E.C.B. **Avaliação de Docentes e de Ensino.** Leituras complementares. v. 5. Brasília: UnB, 1998.

SÈRÉ, Marie-geneviève; COELHO, Suzana Maria; NUNES, Antônio Dias. O papel da experimentação no ensino da Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física,** Florianópolis, v. 21, p.31-43, nov. 2004.

SILVA, C. J. R.; PACHECO, E. M. Institutos Federais: um futuro por armar. In: SILVA, C.J.R. (Org.). **Institutos Federais: lei 11.892 de 29/11/2008: comentários e reflexões**. Natal: IFRN, 2009.

SHORES, E.; GRACE, C. **Manual de portfólio: um guia passo a passo para o professor**. Porto Alegre: Artmed, 2001.

SOUZA, M. T. de; CARVALHO, H. A. de., Considerações sobre avaliação da aprendizagem e a falta de motivação dos alunos. In: PARANÁ. O professor PDE e os desafios da escola pública paranaense. v.1. Curitiba: SEED, 2010.

STEVENS, S, S; WARSHOFKY, F. **Biblioteca Científica Life: Som e Audição**. Rio de Janeiro: Livraria José Olympio Editora, 1965

STRATHER, P. **Pitágoras e seu teorema em 90 minutos**. Tradução Marcus Penchel. Rio de Janeiro: Zahar, 1998.

STRUCHINER, Dutra Cinthia. Fenomenologia: de volta ao mundo-da-vida. [versão eletrônica]. **Revista de Abordagem Gestáltica**, v.13, n.2), 2007. Disponível em: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?pid=S1809-68672007000200009&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em: 7 nov. 2014.

SUZUKI, S. **Educação é amor**. 2.ed. Santa Maria: Palotti, 1994.

SWANWICK, K. **Ensinando Música Musicalmente**. Trad. Alda Oliveira e Cristina Tourinho. São Paulo: Moderna, 2010.

TONEGUZZO, L. *et al.* **Demonstre em aula: gerador de ondas estacionárias em uma corda**. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, 1990.

TRINDADE, D. F. Interdisciplinaridade: um novo olhar sobre as ciências. In: FAZENDA, I. (Org.). **O que é interdisciplinaridade?** São Paulo: Cortez, 2008.

VASQUEZ, A. L. A LDB 5.692/71 e o ensino de arte no Brasil: a arte como ocupação. In: FÓRUM DE PESQUISA CIENTÍFICA EM ARTE, VIII., 2011. **Anais...** Curitiba: ArtEmbap, 2011.

VIEIRA, V. M. de O. Portfólio: uma proposta de avaliação como reconstrução do processo de aprendizagem. **Psicologia Escolar e Educacional**, v.6, n.2, 2002.

VILLAS BOAS, B.M.F. O Portfólio no curso de Pedagogia: ampliando o diálogo entre professor e aluno. **Educ. Soc.**, Campinas, v. 26, n. 90, p. 291-306, Jan./Abr. 2005.

WILLEMS, Edgar. **Las bases psicológicas de la educación musical**. Tradução de ugenia Podcaminsky. Buenos Aires: Editorial Universitaria de Buenos Aires, 1969.

WISNIK, J. M. **O som e o sentido**. 2.ed. São Paulo: Companhia das Letras, 1999.

WUYTACK, Jos; SILLS, J. **Musica activa. An approach to music education**. New York: Schott SMC, 1994.

ZANETIC, J. Física e arte: uma ponte entre duas culturas. **Pro-Posições**, v. 17, n. 1 (49), jan./abr. 2006a.

_____. Física e literatura: construindo uma ponte entre as duas culturas. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, v. 13, suplemento, p. 55-70, 2006b.