



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

Campus de Bauru

Faculdade de Ciências

Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciência

Francisco Nairon Monteiro Júnior

EDUCAÇÃO SONORA:

ENCONTRO ENTRE CIÊNCIAS, TECNOLOGIA E CULTURA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Área de Concentração em Ensino de Ciências, da Faculdade de Ciências da UNESP – Campus de Bauru, como requisito para obtenção do título de Doutor em Educação para a Ciência, sob orientação do Prof. Dr. Washington Luiz Pacheco de Carvalho.

Bauru/SP, 2012

Francisco Nairon Monteiro Júnior

EDUCAÇÃO SONORA: ENCONTRO ENTRE CIÊNCIAS, TECNOLOGIA E CULTURA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Área de Concentração em Ensino de Ciências, da Faculdade de Ciências da UNESP–Campus de Bauru, como requisito para obtenção do título de Doutor em Educação para a Ciência, sob orientação do Prof. Dr. Washington Luiz Pacheco de Carvalho.

Banca examinadora:

Presidente: Prof. Dr. Washington Luiz Pacheco de Carvalho
Instituição: PPGEC-FC/UNESP Bauru e DFQ-FEIS/UNESP Ilha Solteira.

Membro Interno: Prof^ª. Dr^ª. Lizete Maria Orquiza de Carvalho
Instituição: PPGEC-FC/UNESP Bauru e DFQ-FEIS/UNESP Ilha Solteira.

Membro Interno: Prof^ª. Dr^ª. Marisa Trench de Oliveira Fonterrada
Instituição: PPGM-IA/UNESP São Paulo.

Membro Externo: Prof^ª Dr^ª. Maria Eliete Santiago
Instituição: CE/UFPE.

Membro Externo: Prof. Dr. Oscar João Abdounur
Instituição: DM-IM/USP.

Suplente Interno: Prof. Dr. João José Caluzi
Instituição: PPGEC-FC/UNESP Bauru e DF-FC/UNESP Bauru.

Suplente Externo: Prof. Dr. Alexandro Cardoso Tenório
Instituição: DED/UFRPE Recife.

Bauru/SP, 28 de junho de 2012

Monteiro Júnior, Francisco Nairon.

Educação sonora: encontro entre ciências,
tecnologia e cultura / Francisco Nairon Monteiro
Júnior, 2012

315 f. : il.

Orientador: Washington Luiz Pacheco de Carvalho

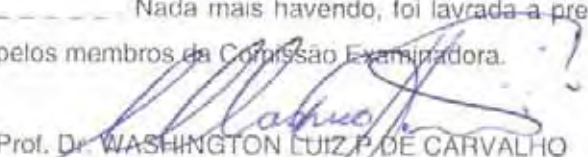
Tese (Doutorado)- Universidade Estadual
Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2012

1. Ciências, tecnologia e cultura. 2. Educação
sonora. 3. Paisagens sonoras. I. Universidade Estadual
Paulista. Faculdade de Ciências. II. Título.

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA TESE DE DOUTORADO DE FRANCISCO NAIRON MONTEIRO JÚNIOR, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA, DO(A) FACULDADE DE CIÊNCIAS DE BAURU.

Aos 28 dias do mês de junho do ano de 2012, às 09:00 horas, no(a) Anfiteatro da Pós-graduação da Faculdade de Ciências, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Prof. Dr. WASHINGTON LUIZ P DE CARVALHO do(a) Departamento de Física e Química / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Prof. Dr. OSCAR JOÃO ABDOUNUR do(a) Instituto de Matemática e Estatística - Departamento de Matemática / Universidade de São Paulo, Profa. Dra. LIZETE MARIA ORQUIZA CARVALHO do(a) Departamento de Física e Química / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Profa. Dra. MARIA ELIETE SANTIAGO do(a) Departamento de Administração Escolar e Planejamento Educacional/Universidade Federal de Pernambuco, Profa. Dra. MARISA TRENCH DE O FONTEERRADA do(a) Departamento de Música / Instituto de Artes de São Paulo, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da TESE DE DOUTORADO de FRANCISCO NAIRON MONTEIRO JÚNIOR, intitulado "Educação Sonora: encontro entre ciências, tecnologia e cultura". Após a exposição, o discente foi arguido oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: APROVADO

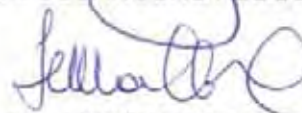
Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que, após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.



Prof. Dr. WASHINGTON LUIZ P DE CARVALHO



Prof. Dr. OSCAR JOÃO ABDOUNUR



Profa. Dra. LIZETE MARIA ORQUIZA CARVALHO



Profa. Dra. MARIA ELIETE SANTIAGO



Profa. Dra. MARISA TRENCH DE O FONTEERRADA

Agradecimentos

Ao Sagrado e Misericordioso Coração de Jesus que, muito embora conhecedor de nossa presunção, nos deu a força necessária para chegarmos até aqui, tornando grande nossa pequenez, reprimindo nossa vanglória, dando-nos a palavra certa na medida certa de nossa necessidade.

Ao imaculado Coração de Maria que, entendendo nossas limitações, se fez ponte para alcançarmos os objetivos traçados, tornando realidade aquilo havíamos sonhado alguns anos atrás.

À nossa família e, em especial, à Netinho, Dore, Lúcia, Luiza e Nido que souberam, cada um na medida de suas possibilidades, sustentar o fardo de nossa ausência, emprestando o apoio nos diversos momentos desta caminhada que também é deles.

Ao nosso orientador e, hoje, amigo, Washington Carvalho, que nos mostrou possibilidades e encarou conosco o desconhecido, enveredando no mundo maravilhoso das paisagens sonoras e da educação sonora, possibilitando momentos preciosos de aprendizado e crescimento enquanto pesquisador e ser humano.

À Lizete Carvalho pelas preciosas sugestões que em muito valorizaram a nossa pesquisa e que, muito além do nosso mundo, mostrou-nos outra dimensão do que é um grupo de pesquisa em ensino, onde o humanismo toma forma nas diversas dimensões dos PGPs e GGP.

Aos novos e inesquecíveis amigos de Bauru, Ilha Solteira e Barra do Bugres, que se tornaram parte de nossa vida e que estarão sempre presentes em nossa memória. Em especial, Fúlvia, Carbone, Marcelo, Geise e Chico, que materializaram o sentido mais profundo da amizade e sem os quais talvez não tivéssemos sobrevivido em São Paulo. Por meio deles, provamos que o verdadeiro afeto não se demonstra, se sente. Sabemos que nunca esqueceremos os inenarráveis momentos vividos juntos.

Às secretárias da pós-graduação pela paciência, dedicação e alegria com as quais se colocaram a serviço dos alunos. Em particular, à Ana Grijo e Denise, pelos sorrisos cativantes e pelas amizades construídas.

À Marisa Trench de Oliveira Fonterrada que nos ajudou a trilhar outros caminhos pelas valiosas sugestões dadas à pesquisa na fase de qualificação. Igualmente, por ter enfrentado o desafio de avaliar numa área distante de sua 'seara', mas que, com esta atitude, trouxe-nos, além de tais contribuições, o momento ímpar da presença de uma especialista em ecologia acústica e música. Não podemos esconder a emoção de ouvir aquela que oportunizou a tantos brasileiros a leitura em português das 'bíblías' dos estudos de paisagens sonoras.

SUMÁRIO

Lista de ilustrações	7
Lista de tabelas	8
Resumo	9
Abstract	11
Introdução	13
1. Um quadro do ensino de acústica.....	18
1.1. Matemática, física, música e paisagens sonoras.....	18
1.2. O ensino da acústica nos livros didáticos de física.....	42
1.3. O ensino da acústica em periódicos nacionais qualificados.....	59
2. Educação dialógica na perspectiva freireana	67
2.1. O problema de pesquisa	85
2.2. O ensino da ciência do som numa perspectiva freireana.....	89
2.3. Metodologia da pesquisa.....	104
3. Ciência, música e tecnologia: as paisagens sonoras em Ilha Solteira	109
3.1. Interfaces construídas nas ações em Ilha Solteira	114
3.2. Sons e lugares do capitalismo financeiro: a impessoalidade do caixa eletrônico	130
3.3. Ciência e história nas ondas da sirene da caixa d'água da Praça dos Paiaguás.....	143
3.4. Sirene escolar: ciência, história, sociologia e subjetividade.....	154
3.5. Objetos eletroacústicos: ciência e arte nos desenhos animados	161
3.6. Ciência, tecnologia e cultura nos caminhos trilhados pelos estudantes	171
4. Das paisagens sonoras à educação sonora: os teatros sonoros em Barra do Bugres.....	184
4.1. Planejamento do curso	184
4.2. Perspectivas de análise presentes nos questionários	196
4.3. Expectativas e compromissos construídos no primeiro encontro.....	203
4.4. Sensibilização e educação nos exercícios de limpeza de ouvidos.....	215
4.5. Da escuta panorâmica à escuta musical	231
4.6. Tempo, história, sons e lugares: uma viagem pelos sons culturais	244
4.7. Tecnologia e cultura na análise sonográfica.....	263
4.8. Os teatros sonoros na educação sonora	272
5. Reflexões conclusivas e perspectivas.....	281
6. Referências.....	298

Lista de ilustrações

Figura 1: tessitura do piano.....	24
Figura 2: tessitura do violão.	30
Figura 3: vibração de um tambor.....	48
Figura 4: esquema biomecânico de funcionamento do ouvido médio.....	53
Figura 5: esquema da escala cromática do texto “Física – Volume Único”.....	56
Figura 6: educação sonora numa perspectiva interdisciplinar.....	87
Figura 7: a ciência da acústica e suas ramificações.....	104
Figura 8: memórias sonoras dos estudantes.....	118
Figura 9: “the science of sound”.....	124
Figura 10: evolução do espaço auditivo da música.	124
Figura 11: características do invólucro representativo de um objeto sonoro	127
Figura 12: Invólucros dos objetos sonoros do caixa eletrônico.....	137
Figura 13: caixa d’água da praça dos Paiaguás em Ilha Solteira/SP.	144
Figura 14: invólucro do objeto sonoro da sirene de Ilha Solteira.....	149
Figura 15: sirene da caixa d’água e construção da cidade de Ilha Solteira.	150
Figura 16: invólucro do objeto sonoro da sirene editado via programa.	159
Figura 17: objetos sonoros eletroacústicos.....	170
Figura 18: importância da audição pensante.	230
Figura 19: medidas dos comprimentos úteis de uma corda de um violão.....	232
Figura 20: diferenças e razões na escala do violão.....	232
Figura 21: cálculo da razão da progressão geométrica.....	236
Figura 22: cálculo das frequência de uma oitava.....	237
Figura 23: este relato tem muito a nos ensinar.	239
Figura 24: um possível início da busca pelo inédito viável.....	240
Figura 25: um obstáculo intransponível.	241
Figura 26: motivação e ludicidade no diálogo entre matemática e música.	242
Figura 27: mapa sonográfico do campus da UNEMAT.	265
Figura 28: sons registrados no mapa sonográfico da UNEMAT.....	269

Lista de tabelas

Tabela 1: escala cromática em Lá.	21
Tabela 2: frequências das notas nas sete oitavas da escala cromática.	22
Tabela 3: notas musicais na faixa de audibilidade humana.	23
Tabela 4: comprimentos cromáticos da flauta de tubos.	27
Tabela 5: harmônicos no violão.	29
Tabela 6: critérios adotados na ficha de avaliação.	45
Tabela 7: critérios de qualificação e categorias de análise.	46
Tabela 8: categorias de análise dos livros didáticos de física.	47
Tabela 9: escala cromática em Lá.	55
Tabela 10: distribuição dos artigos por conteúdos.	60
Tabela 11: cronograma das atividades desenvolvidas na disciplina.	112
Tabela 12: paisagens sonoras analisadas pelos estudantes.	129
Tabela 13: interdisciplinaridade presente nos trabalhos dos grupos.	176
Tabela 14: frequência dos participantes da segunda ação de pesquisa.	196
Tabela 15: interesse dos participantes nas atividades.	201
Tabela 16: potencialidades para o ensino da matemática.	201
Tabela 17: contribuições da matemática para a educação sonora.	201
Tabela 18: contribuições do teatro sonoro para o ensino da matemática.	201
Tabela 19: contribuições da matemática para a paisagem sonora da UNEMAT.	202
Tabela 20: novidades trazidas pelo curso.	202
Tabela 21: síntese entre educação sonora e ensino de matemática.	202
Tabela 22: paisagem sonora do pátio da UNEMAT.	220
Tabela 23: dados do mapa sonográfico da UNEMAT.	268

Resumo:

O ensino de acústica tem se caracterizado por um modo bancário, centrado na transmissão de conceitos científicos prontos, que em muito se distancia do mundo tecnológico e cultural nos quais os alunos encontram-se inseridos. Voltado apenas à construção de uma base teórica para o estudo do som enquanto onda mecânica, pouco contribui para o ideal de formação de cidadãos capazes de entender e atuar na melhoria das paisagens sonoras dos ambientes nos quais convivem. Igualmente distante do mundo da cultura sonora e musical, da tecnologia de áudio e do ambiente acústico, em nada se alinha com o esforço cada vez mais crescente de sensibilização da escuta e da educação sonora, protagonizado pelo educador canadense Raymond Murray Schafer, e que já encontra arrego em diversas experiências de pesquisa e ensino no Brasil, materializadas na educação ambiental, em música, em artes e em geografia. A questão ambiental e, mais especificamente, do ambiente sonoro, parece atravessar muitos dos mundos disciplinares escolares e, portanto, passa a ser responsabilidade dos diversos professores a sua condução enquanto projeto pedagógico.

No intuito de trazer elementos para a reflexão em torno de como a educação científica pode constituir-se enquanto linguagem a concorrer para a educação sonora, desenvolvemos duas ações de pesquisa e ensino, sendo a primeira, tomada como estudo-piloto, desenvolvida com licenciandos em física da UNESP de Ilha Solteira e a segunda com licenciandos em matemática da UNEMAT de Barra do Bugres.

Baseados na tese de a dialogidade freireana é o caminho por meio do qual seres conscientes, ‘estando sendo’ problematizadores do mundo, reconstróem-no e a si mesmos, assumimos, a priori, que as paisagens sonoras constituem um caminho de transversalidade que, nesse modo dialógico problematizador do mundo tecnológico e cultural, pode revelar temas geradores por meio dos quais os licenciandos podem construir elementos conscientizadores das potencialidades da ciência e da matemática como construtoras de autonomia e criticidade em torno da educação sonora.

Nesse percurso, investigamos por meio da análise de tais ações de pesquisa que se deram, nalguma monta, num modo dialógico e problematizador freireano e mediatizado pelo mundo cultural dos participantes, as potencialidades de atividades interdisciplinares em ciências, tecnologia e cultura do som, nas quais as paisagens sonoras surgem como denunciadoras desse mundo cultural e tecnológico que precisa ser problematizado e reconstruído a partir de uma dimensão crítica, onde elementos de autonomia e de conscientização em torno da educação sonora possam ser construídos pelos participantes.

A análise das experiências vivenciadas apontou para a viabilidade da formação de consciências que se coloquem a serviço da melhoria dos ambientes acústicos, na modificação das paisagens nas quais vivemos e que somos corresponsáveis. Igualmente, os conteúdos de ciências e matemática, bem como os inúmeros recursos proporcionados pelas novas tecnologias podem ser postos para auxiliar o revisitar das atividades desenvolvidas, materializando o 'estar sendo' problematizador, de um lado, enquanto pesquisador-professor, na análise dos diálogos, questionários e videoconferências, que tomaram lugar nas ações de pesquisa realizadas, na busca de elementos de autonomia e conscientização e, de outro, enquanto professor-pesquisador na introdução de novos elementos problematizadores, bem como na mediação de novas atividades que podem surgir da reflexão em torno daquelas que foram vivenciadas. Nesse sentido, os exercícios de limpeza de ouvidos e os teatros sonoros mostraram-se promissoras ferramentas didáticas na análise do ambiente acústico, em busca do desenvolvimento de consciências auditivas.

Por fim, a pesquisa apontou como igualmente importante a perspectiva de continuidade, principalmente no tocante ao uso de tais exercícios de limpeza de ouvidos e dos teatros sonoros na educação sonora como problematizadores do mundo cultural e tecnológico. Num sentido mais amplo, vislumbramos a possibilidade do desenvolvimento de um trabalho interdisciplinar que passe pela construção de um diálogo permanente entre os professores envolvidos num projeto educacional que busque a construção de consciências ecológicas sonoras. Estas experiências, além de apontarem para a necessidade de preservar a autonomia como meio de identificar o 'estar sendo' e, a partir desse, colaborar na construção de um discurso interdisciplinar, incorporaram ludicidade e motivação na análise da física e da matemática enquanto linguagens colaborativas na educação sonora. Por outro lado, a síntese freireana entre dialética e humanismo parece apontar para a necessidade de envolvimento do indivíduo, tanto na dimensão racional quanto na dimensão afetiva. Alinhadas com esta dimensão afetiva, as experiências deram mostra de que, muito embora a análise do ambiente acústico constitua-se passo importante, é preciso uma mudança da visão de mundo com respeito à relação de cada um com a paisagem sonora.

Palavras-chave: educação sonora, ciências, tecnologia, cultura, Paulo Freire.

Abstract:

The teaching of acoustics has been characterized by a banking mode, focused on the transmission of scientific concepts ready, which is far away from the cultural and technological world in which students are placed. Directed only to the construction of a theoretical basis for the study of sound as a mechanical wave, contributes little to the ideal training of citizens able to understand and act to improve the soundscapes of the environments in which live. Equally distant from the world of sound and musical culture, audio technology and acoustic ecology, nothing lines up with the ever-increasing effort to raise awareness of hearing and sound education, played by canadian educator Raymond Murray Schafer, and already found support in various research and teaching experiences in brazil, materialized in environmental education, music, arts and geography. Environmental issues and, more specifically, environmental noise, it seems many of the worlds through school disciplinary and therefore becomes the responsibility of the individual teachers to driving while teaching project.

In order to provide elements for reflection on how science education can constitute itself as a language to compete in a sound education, we developed two further research and teaching, the first being taken as a pilot study, carried out with physics students of UNESP in Ilha Solteira, and the second with math students of UNEMAT in Barra do Bugres.

Based on the thesis freirean dialogical is the path through which conscious beings, 'being' problem-solving in the world, rebuild it and themselves, assume a priori that the soundscapes are a way of mainstreaming that this mode dialogical problematizing the world technological and cultural issues may prove generators through which undergraduates can build conscientization elements of the potential of science and mathematics as construction of autonomy and critical education around the sound.

In this way, we investigated through the analysis of such research actions that have, in some rides, so a freirean dialogical and problem-solving and mediated by cultural world of the participants, the potential for interdisciplinary activities in science, technology and culture of sound, in which the soundscapes arise as a telltale of the world cultural and technological needs to be problematized and reconstructed from a critical size, where elements of autonomy and awareness around education sound can be constructed by the participants.

The analysis of the experiences pointed to the feasibility of the formation of consciences which arise in the service of improving the acoustic environment in modifying the landscapes in which we live and we are responsible. Also, the contents of science and

mathematics, as well as the many resources offered by new technologies can be made to assist the activities of the revisit, materializing the 'being' problem-solving on the one hand, while researcher-teacher in the analysis of dialogues questionnaires and video conferences, which took place in the research actions carried out in the search for elements of autonomy and awareness, and another as a teacher-researcher in the introduction of new problem-solving elements, as well as in mediating new activities that may arise from reflection around those who were experienced. In this sense, the exercise of cleaning ears and sound theaters were promising teaching tools in the problematization of acoustic ecology in search of the development of auditory consciousness.

Finally, the survey also pointed out how important the prospect of continuity, especially regarding the use of such exercises, ear cleaning and theater sound on sound educational problem-solving as the world cultural and technological. In a broader sense, we glimpse the possibility of developing an interdisciplinary work that passes through the construction of a permanent dialogue between the teachers involved in an educational project that seeks to build awareness of environmental noise. These experiences, in addition to highlighting the need to preserve the autonomy as a means of identifying 'being', from this, work on building an interdisciplinary discourse, playfulness and motivation incorporated in the analysis of physics and mathematics as a language in education collaborative sound. Moreover, the synthesis of freirean dialectic and humanism appears to indicate the need for individual's involvement in both size and rational for the affective. In line with this affective dimension, experiments have shown that, although the questioning of acoustic ecology to constitute an important step, we need a change of world view with respect to the relationship of each with the acoustic environment.

Keywords: sound education, science, technology, culture, Paulo Freire.

Introdução

A presente pesquisa encerra o momento atual de nosso estágio enquanto professor pesquisador inserido num programa de pós-graduação em educação para a ciência e cuja história e expectativa foi contemplada, estando aqui materializada, graças à existência de um orientador que não apenas encarou a orientação num tema de pesquisa que, até onde revisamos, não possui precedentes, mas também que se envolveu na descoberta desse mundo instigante que envolve ciência, matemática, tecnologia e cultura do som e da música. Nesse sentido, pudemos aquilatar o esforço exigido desse orientador em sair, e muito, do seu círculo de pesquisa, em direção a esse. Na mesma monta, o convite feito aos avaliadores foi um convite para conhecer o momento atual de uma trajetória que nasce bem antes da decisão tomada de enveredar no curso de doutorado. Hoje, depois de caminharmos em diversos mundos disciplinares que, de alguma forma, se relacionam ao universo do som e da música, das inúmeras aulas de instrumentação para o ensino da física e de metodologia para o ensino da física na UFRPE, podemos aquilatar quão numerosas são as vertentes que mereceriam ser investigadas nesse tema e quão importantes são as inquietações que nasceram nesse percurso, qualquer uma delas a merecer igualmente um debruçar-se como problema de pesquisa. Não as ignoramos. Apenas tínhamos que escolher uma, enquanto reles mortal.

Após cuidadosa revisão bibliográfica que incluiu livros didáticos para o ensino fundamental e médio, bem como periódicos em educação em ciência e educação matemática, chegamos a um quadro bastante significativo do ensino de acústica no Brasil e que aponta para a necessidade de melhora, tanto no aspecto conceitual, quanto no metodológico. Contudo, poucos são os pesquisadores e pós-graduandos que se interessam por esse tema. Se, de um lado, os processos seletivos de admissão às universidades dão pouca importância à acústica, o que se reflete diretamente na organização dos conteúdos de física do ensino médio, de outro, os professores de física e licenciandos desta disciplina, quando muito, estudam apenas superficialmente o tema em questão. Além disso, o ensino de tal disciplina na graduação segue a mesma lógica do desenvolvimento de competências científicas, sem qualquer análise de seu valor para a vida das pessoas. Contrastando com esta realidade, há uma recomendação nos 'PCNs' para que o ensino da física esteja em contato com outras linguagens e tecnologias, dentre estas, a cultura do som e da música. Nesse sentido, vemos claramente um descompasso entre o que se pretende e a realidade de escolas, professores e livros didáticos. Nesse sentido, tal ensino poderia ganhar muito se também passasse a considerar o fenômeno sonoro em sua dimensão cultural e tecnológica.

Nossos estudantes lidam com um mundo de informação altamente dinâmico e mutável no qual a informação sonora é peça fundamental. As tecnologias do áudio digital e computacional, hoje cada vez mais disponíveis e acessíveis, são consumidas sem qualquer reflexão sobre seu valor, riscos e danos. A música, antes objeto de arte, é agora algo que pode ser empacotado, comprimido, tomado em amostras, transferido, editado, cortado, remasterizado. ‘Mp3’, ‘wma’, ‘cda’ ‘audio synths’, ‘samplers’, ‘players’, ‘MIDI’, tão presentes na vida das pessoas, podem ter pouco ou nenhum significado para elas, ao mesmo tempo em que sabemos do impacto destas tecnologias nas sociedades e, em particular, na nossa. A responsabilidade social de um ensino capaz de construir competências críticas com respeito ao agir enquanto cidadão imerso nesse mundo de informação parece não pertencer a nenhuma disciplina em particular. Antes disso, parece ter partilha em todos os mundos disciplinares que, de alguma forma, se relacionam com esse universo reflexivo.

Num mundo cada vez mais ruidoso, as pessoas surpreendentemente, tornaram-se mais do que insensíveis. Como se isso já não fosse preocupante, tornaram-se adeptas do barulho, cultuando-o como um ‘totem’. Resignificaram-no enquanto símbolo de poder e de opressão. Quem ainda não teve problemas com um vizinho que o obriga a ‘ouvir’ a música dele ou com as discotecas ambulantes em automóveis dos mais diversos tipos? O som, antes símbolo da divindade, pois, afinal, foi por meio dele que Deus comunicou-se com os homens, conforme relata o ‘Gênesis’, tornou-se, nos nossos dias, um grande problema. Ao mesmo tempo em que nos ensurdecemos, tornamo-nos auditivamente mal educados. Não é difícil imaginar que, no mundo ocidental, muitas pessoas sequer tenham tido a oportunidade ou o convite de pararem para ouvir as nuances de um ambiente calmo, sereno. Impressionante, as sensações que esta experiência causa em muitas delas são negativas, principalmente nas sociedades ocidentais. Diversos relatos de pesquisa indicam sensações tais como ansiedade, terror e solidão. Uma provável explicação está na adaptação aos ambientes ruidosos em que as pessoas vivem. O constante ruído de fundo, ou como denominou Schafer, o som fundamental, é algo incessantemente escutado e que as pessoas acabam habituando-se.

A despeito de quaisquer percepções negativas que as pessoas das grandes e agitadas cidades do mundo moderno possam ter da experiência de ficarem durante certo tempo expostas ao quase silêncio, é preciso uma ação educativa que alerte os alunos para a corresponsabilidade com a qualidade do ambiente sonoro. Todo esse descompasso entre as necessidades do mundo moderno e uma ação de fato significativa pode estar atrelado a uma falta de compromisso da escola com a educação ambiental sonora. Não parece estranho que os primeiros esforços de pesquisa e ensino em direção à educação sonora tenham nascido no

Canadá, em cuja sociedade encontramos um bom referencial do que vem a ser qualidade de vida. Com respeito à escuta pensante, o educador canadense defende que é preciso que a consciência auditiva da população seja ampliada, para que seja capaz de decidir sobre quais sons deseja estimular e quais deseja retirar de suas paisagens sonoras.

Quanto à nossa 'seara', o que dizer, por exemplo, do 'abismo' entre o ensino de acústica por meio de gráficos e osciloscópios e a formação de consciências auditivas? O forte apelo às representações gráficas das diversas qualidades do som, bem como a análise por meio de instrumentos como o osciloscópio retiram a possibilidade do desenvolvimento de competências auditivas na percepção dos sons. Não achamos que o uso de representações no estudo do som não seja importante e deva ser abandonado. Contudo, parece razoável que as pessoas tenham a oportunidade de associarem as experiências auditivas àquelas representações utilizadas. Um exemplo disso é a sensação de batimento quando dois sons se aproximam em altura e cuja representação gráfica é feita por meio da soma de duas funções de seno ou cosseno. Contudo, não é do conhecimento de muitos professores e não encontramos em nenhum dos livros didáticos qualquer relação desse fenômeno com coisas do cotidiano como, por exemplo, a afinação de um instrumento de corda.

A busca por possibilidades e alternativas para um ensino de acústica que possa ter significado para professores e estudantes motivaram a presente pesquisa, bem como o interesse por esse tema. Não nos esquivamos em relatar que a gênese do tema de pesquisa não nasceu nesses últimos três anos, e nem poderia. Nasceu bem antes, mas bem antes mesmo. Infelizmente, não sabemos precisar quando. Só sabemos que sempre gostamos de música ou, pelo menos, da música que aprendemos a gostar. No início da década de 80, durante o ensino médio no Marista, ouvíamos os Beatles nos intervalos das aulas. Ao invés da sirene monótona e irritante, a suave voz do Paul a cantar: "Hey Jude! Don't make it bad. Take a sad song and make it better...". Naquela época, nos intervalos de recreio, aprendíamos os primeiros acordes de violão com os colegas, soltos, sem hierarquia harmônica. Eram aprendidos a esmo. No nosso entendimento, eram apenas acordes. Não havia associação alguma com os graus da escala a que harmonizava. Esta foi a nossa iniciação e tudo mais que se sucedeu veio das 'revistinhas' e de outros curiosos que, como nós, buscavam imitar seu ídolos. Qual jovem daquela época, apaixonado pelo violão, nunca tentou 'arranhar' as canções dos Beatles ou arriscar os arranjos de Geraldo Azevedo? Isso era o comum e era a alegria durante os intervalos das aulas.

Gostaria muito de ter estudado música, de ter estudado violão, mas meu caminho foi em direção a outro mundo que começou na engenharia, mas que se encerrou na licenciatura

em física. Teria sido uma boa época a dos anos 80, com tantos artistas surgindo. U uma ótima oportunidade aprender ao som do ‘14 bis’, ou com tantos outros talentos surgidos no clube da esquina. Lembro da década de oitenta muito mais do que de todas as que a sucederam até hoje. Muito além de toda a nossa afinidade pessoal com o tema, o ensino de acústica, numa perspectiva cultural, capaz de educar as pessoas para a audição, para intervir em sua comunidade, no sentido de assumir a corresponsabilidade com a qualidade de seu ambiente sonoro torna-se uma questão de importância inalienável no mundo contemporâneo. Nos tempos atuais, muito mais que nas últimas décadas, o ensino de acústica torna-se importante na formação do cidadão brasileiro. Se, de um lado, o ensino de música está voltando às escolas, muito embora em meio a um amontoado de interesses conflitantes, de outro, o lidar com o mundo moderno, orquestrado pelo reinado da informação, parece exigir tomada de decisão, autonomia, que passa, em parte, pelo desenvolvimento de uma consciência ecológica sonora, pela necessidade de uma educação sonora que está completamente ausente de nosso currículo.

Muito embora a física, a matemática e a biologia possuam diversas e interessantes imbricações com a cultura do som e da música, bem como constituam disciplinas potenciais no desenvolvimento de um currículo rico em transversalidade na educação sonora, como materializar tais ações de ensino e pesquisa? Que comportamentos e respostas manifestam-se quando licenciandos são levados a posicionarem-se na interface entre ciência e cultura do som e da música? Que prática educativa reflexiva pode instigar a reflexão em torno dos estudos de paisagens sonoras em direção à educação sonora? Que possíveis traços de conscientização e autonomia são revelados quando os licenciandos são incentivados a refletirem sobre a contribuição disciplinar na educação sonora? A que linguagens disciplinares e ou manifestações culturais os licenciandos mostram-se mais à vontade numa atividade de ligação entre ciência, matemática e cultura do som e da música?

Questionamentos como os acima relacionados levam-nos a refletirmos sobre a real condição dos licenciandos em ciências e matemática que, formados a partir da mesma lógica a que fomos submetidos não enxergam, e nem poderiam, a real dimensão de um ensino voltado para a cidadania. Jovens como os licenciandos em física ou em música, ou em qualquer outra licenciatura, consumidores primeiros a que se volta todo investimento da indústria cultural, massificados e submetidos a uma ‘mais valia’ que cria a necessidade antes do produto, são os mesmos que terão a tarefa de formar os que virão depois deles. Isso sem falar no mundo da poluição sonora e visual. A enorme e competente indústria da propaganda que se utiliza do som

para vender as marcas, seja por meio da música eletrônica, toques de celular, mensagens sonoras, etc.

Por esses exemplos e tantos outros que poderiam ser postos aqui, entendemos a importância de uma formação inicial de professores que pense nas ciências e matemática como elementos culturais, permitindo elos que tornem possível problematizá-las na leitura do mundo. Nesse sentido, antes de qualquer esforço de pesquisa voltado a estudantes de ensino fundamental e médio, assumimos como tarefa primeira investigar possíveis potencialidades dos estudos de paisagens sonoras como meio no desenvolvimento de autonomia na formação de consciências críticas na educação sonora de licenciandos em ciências e matemática. É nesse viés de inquietações que desenvolvemos a presente pesquisa e que está aqui apresentada em cinco capítulos. No primeiro capítulo, apresentamos um quadro do ensino de acústica, construído por meio da análise de textos didáticos de ciências do ensino fundamental e de física do ensino médio, incluindo aqueles recomendados pelo PNLEM, bem como dos artigos que abordam os conteúdos em questão, publicados nos mais expressivos periódicos de educação em ciências e educação matemática do Brasil. Tais análises foram realizadas tomando como base um referencial teórico, apresentado no início do capítulo, que trata de algumas das relações entre matemática, física e música, tais como a análise física e matemática da corda vibrante e as concernentes à construção da escala musical de igual temperamento. No segundo capítulo, apresentamos o problema de pesquisa, uma síntese dos conceitos da educação dialógica freireana que foram utilizados ao longo deste trabalho, bem como a metodologia da pesquisa. No terceiro e quarto capítulos, apresentamos as ações de pesquisa desenvolvidas, respectivamente, com licenciandos em física da UNESP de Ilha Solteira/SP e com licenciandos em matemática da UNEMAT de Barra do Bugres/MT, cada uma das quais, seguida da análise dos dados que foram colhidos. No quinto e último capítulo, refletimos sobre os resultados alcançados e conclusões, levantando algumas perspectivas nascidas no percurso da pesquisa.

1. Um quadro do ensino de acústica

1.1. Matemática, física, música e paisagens sonoras

Os livros didáticos de física, bem como os artigos veiculados nos principais periódicos de ensino de física podem revelar um ‘estado’ bastante significativo da forma como os conteúdos de acústica têm sido trabalhados e que, de certa forma, orientam muitas das práticas de ensino levadas a cabo na sala de aula pelos professores. Tais livros didáticos, além de servirem como referência para os professores em seus planejamentos, é o principal recurso utilizado pelos alunos para estudar os conteúdos ensinados na escola.

Desde que o “Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação – FNDE” passou a avaliar os livros didáticos de física, por meio do programa nacionalmente conhecido como “Plano Nacional do Livro Didático do Ensino Médio – PNLEM”, o que se deu a partir de 2006, as escolas públicas passaram a adotar apenas aqueles títulos recomendados, o que acarretou num certo grau de unificação. Com isto, surgiu pelo menos um problema com respeito às possíveis imprecisões conceituais como as apresentadas nesse capítulo, que de alguma forma passaram pelas análises dos especialistas, na medida em que, tais distorções passaram a ser vistas por um número muito maior de estudantes pelo Brasil afora.

Muito embora tais análises, apresentadas nesse capítulo, não sejam centrais para o desenvolvimento de nossa pesquisa, achamos pertinente esclarecer como tais conteúdos são apresentados, bem como os expedientes por meio dos quais tais textos didáticos são analisados e recomendados pelos órgãos competentes. Desta forma, apresentamos nesse capítulo, de um lado, um quadro da forma como os textos didáticos de física para o ensino médio tratam o ensino do som e, de outro, um quadro dos artigos que, de alguma forma, se relacionam com o estudo do fenômeno sonoro, veiculados em periódicos de ensino de física e de educação matemática do Brasil. Para tanto, nesta seção, faremos uma breve apresentação das bases da acústica musical, concernentes à construção da escala cromática igualmente temperada de 12 semitons, bem como das escalas maior e menor natural, com o intuito de familiarizar o leitor das relações entre física, matemática e música nesse contexto, uma vez que, tal aporte será utilizado ao longo das análises dos textos didáticos e artigos. Contudo, queremos deixar claro que os conceitos centrais de nossa pesquisa, ligados aos estudos de paisagens sonoras e da educação sonora, que, diga-se de passagem, são bem mais amplos, serão discutidos ao longo de toda a pesquisa, na medida em que forem aparecendo.

As ligações entre matemática e música são inúmeras, tanto no universo da acústica física, quanto nos desdobramentos de sua aplicação na acústica musical. Os estatutos gerais da acústica musical e, mais particularmente, os estudos relativos ao entendimento dos fundamentos científicos da construção e funcionamento de instrumentos musicais, bem como o entendimento das relações entre os sons musicais, que se situa no universo de estudo da harmonia, utilizam-se da modelagem matemática como processo fundamental na organização das suas ideias. São inúmeros os referenciais científicos que abordam esse tema (BACKUS, 1977; BENADE, 1990; BERG; STOCK, 1995; RIGDEN, 1985). Considerando os estudos psicofísicos relativos ao entendimento das relações entre estímulo físico e resposta fisiológica na percepção do som, é vasta ainda a quantidade de referências que apresentam as interpretações fisiológicas dos estímulos sonoros, evidenciando, em particular, que o entendimento dos conceitos de altura, intensidade e timbre transpassa o universo das ciências e matemática, em direção à fisiologia e percepção (ROEDERER, 1998; ROSSING, 1990).

O desenvolvimento de materiais instrucionais para o ensino da matemática e da física, dentre os quais estão os livros didáticos, parece ainda andar em descompasso com os resultados de pesquisa em educação matemática e em educação em física, veiculados por diversos periódicos nacionais e internacionais. Tais textos didáticos ainda se caracterizam pela veiculação abstrata, longe da realidade dos estudantes e destituída de ligações com experiências cotidianas, servindo muito mais para treiná-los no uso de um formalismo matemático exacerbado e nos croquis de resolução de problemas padrões que são cobrados nos exames de admissão à universidade. Tal modelo tem gerado uma grande dificuldade de aprendizagem, aliada a um desinteresse cada vez mais crescente na disciplina. A seguir apresentamos algumas ligações entre física, matemática e música no contexto da análise da escala cromática, bem como no contexto da construção da escala do braço do violão como forma de materializar um referencial teórico que será útil ao longo das referidas análises.

A estrutura da música ocidental moderna está baseada na escala cromática de 12 semitons e, portanto, doze notas, igualmente temperados. Nesta escala, as doze notas musicais dividem a oitava numa progressão geométrica na qual o 13º termo (que é a oitava, ou seja, a nota de mesmo nome) possui o dobro da frequência da fundamental (primeira nota). A história do desenvolvimento das escalas consiste num dos mais bonitos e intrigantes capítulos da história da ciência. Contudo, ultrapassa o escopo de nosso capítulo o que, naturalmente, impede que seja aqui apresentado. Os fundamentos físicos e matemáticos da divisão do intervalo de oitava numa progressão geométrica (temperamento) serão discutidos agora.

Sabemos que a distinção auditiva em altura entre as notas ocorre pelo fato de que possuem frequências diferentes. O que caracteriza a qualidade de uma nota pura ser “mais alta” ou “mais baixa” é o fato de ela ter maior ou menor frequência. Aqui, não podemos confundir a precisão conceitual com uso corriqueiro da palavra altura, onde tal termo denomina volume, ou seja, a amplitude com que uma fonte sonora vibra, o que está ligado com a quantidade de energia sonora que a fonte emite. Popularmente, quando dizemos “o som está alto”, estamos nos referindo ao volume, quando, cientificamente, deveríamos dizer o “som está intenso”, pois se trata de intensidade e não altura. Desta forma, quanto mais aguda uma nota, maior sua frequência e quanto mais grave uma nota, menor sua frequência.

Podemos, então, definir o intervalo entre duas notas quaisquer como sendo a razão entre suas frequências. Assim temos $I = f_1/f_2$. Por exemplo, o intervalo de quinta justa ocorre quando $I = 3/2$, o de quarta justa quando $I = 4/3$ e o de oitava, quando $I = 2$. Em música, diz-se que quando duas notas estão separadas por um intervalo de oitava, elas são iguais, e, toda escala musical começa e termina na mesma nota musical, separadas por um intervalo de oitava, ou seja, começa com uma nota de frequência f e termina com a mesma nota, agora com frequência $2f$.

Podemos, então, dizer que a estrutura harmônica é baseada nesse padrão de intervalos, conhecido como escala temperada ou escala cromática. A escala cromática possui doze notas. A décima terceira é chamada oitava, a mesma nota musical da primeira, agora com o dobro da frequência, ou seja, a oitava é o intervalo de altura entre duas notas em que uma delas possui o dobro da frequência da outra. Assim, para construirmos a escala cromática, dividimos o intervalo de oitava, o qual inclui 13 notas musicais, numa progressão geométrica de 13 termos (12 intervalos), criando-se, então, doze intervalos iguais em altura, chamados de semitons. Assim, a frequência de cada nota da escala cromática será $\sqrt[12]{2}$ vezes maior que a sua anterior, definindo, como dissemos acima, uma progressão de razão igual a $\sqrt[12]{2}$. A tabela um mostra a escala cromática iniciando-se no ‘Lá’ central do piano (A_0 com $f=220\text{Hz}$) e encerrando-se no Lá de 440 Hz. Observe que são 12 intervalos iguais em altura e não em variação de frequência, uma vez que o intervalo musical é definido como sendo a razão entre as frequências de duas notas, e não a diferença entre estas frequências, o que subjaz à própria definição da progressão geométrica. É interessante observar que, muito embora, a frequência não aumente a mesma quantidade a cada semitom, a percepção desse movimento é de passos iguais em altura.

Tabela 1: escala cromática em Lá.

Nota Musical	Símbolo	Termos da P.G. $\left(a_n = 220 \cdot \left(\sqrt[12]{2} \right)^{n-1} \right)$	Frequência (Hz)	Nome do Intervalo
Lá	A ₃	$a_1 = 220$	220,000	Unísono
Lá sustenido/ Si bemol	A#/Bb ₃	$a_2 = 220 \cdot \left(\sqrt[12]{2} \right) = 233,081880\dots$	233,082	Segunda menor
Si	B ₃	$a_3 = 220 \cdot \left(\sqrt[12]{2} \right)^2 = 246,941650\dots$	246,942	Segunda maior
Dó	C ₃	$a_4 = 220 \cdot \left(\sqrt[12]{2} \right)^3 = 261,625565\dots$	261,626	Terça menor
Dó sustenido/ Ré bemol	C#/Db ₃	$a_5 = 220 \cdot \left(\sqrt[12]{2} \right)^4 = 277,182630\dots$	277,183	Terça maior
Ré	D ₃	$a_6 = 220 \cdot \left(\sqrt[12]{2} \right)^5 = 293,664767\dots$	293,665	Quarta justa
Ré sustenido/ Mi bemol	D#/Eb ₃	$a_7 = 220 \cdot \left(\sqrt[12]{2} \right)^6 = 311,126983\dots$	311,127	Quarta aumentada/ Quinta diminuta
Mi	E ₄	$a_8 = 220 \cdot \left(\sqrt[12]{2} \right)^7 = 329,627556\dots$	329,628	Quinta justa
Fá	F ₄	$a_9 = 220 \cdot \left(\sqrt[12]{2} \right)^8 = 349,228231\dots$	349,228	Quinta aumentada/ Sexta menor
Fá sustenido/ Sol bemol	F#/Gb ₄	$a_{10} = 220 \cdot \left(\sqrt[12]{2} \right)^9 = 369,994422\dots$	369,994	Sexta maior/ Sétima diminuta
Sol	G ₄	$a_{11} = 220 \cdot \left(\sqrt[12]{2} \right)^{10} = 391,995435\dots$	391,995	Sétima menor
Sol sustenido/ Lá bemol	G#/Ab ₄	$a_{12} = 220 \cdot \left(\sqrt[12]{2} \right)^{11} = 415,304697\dots$	415,305	Sétima maior
Lá	A ₄	$a_{13} = 220 \cdot \left(\sqrt[12]{2} \right)^{12} = 440$	440,000	Oitava

O mesmo cálculo é feito para definir os valores das frequências de todas as outras notas musicais, alcançando toda a extensão dos sons musicais emitidos pelos instrumentos e voz humana. A tabela dois mostra os valores das frequências das notas musicais em toda a extensão de sete oitavas, três oitavas acima da do lá central (220 Hz) e três abaixo. Observe que quando percorremos uma oitava (qualquer uma das sete colunas) os valores crescem numa progressão geométrica de $\sqrt[12]{2}$, enquanto que, quando percorremos os valores das frequências das oitavas de uma mesma nota musical (qualquer uma das treze linhas), constatamos que seus valores vão sempre dobrando, o que define uma progressão geométrica

de oitavas com razão 2. Desta forma, temos que qualquer nota da sétima oitava terá uma frequência 64 vezes maior do que a mesma nota da primeira oitava.

Tabela 2: *frequências das notas nas sete oitavas da escala cromática.*

NOTA MUSICAL		INTERVALO MUSICAL	OITAVAS (frequências medidas em Hertz)						
			1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a
A	Lá	Uníssonos	27,500	55,000	110,000	220,000	440,000	880,000	1760,000
A#/Bb	Lá sustenido/ Si bemol	Segunda menor	29,135	58,270	116,541	233,082	466,164	932,328	1864,655
B	Si	Segunda maior	30,868	61,735	123,471	246,942	493,883	987,767	1975,533
C	Dó	Terça menor	32,703	65,406	130,813	261,626	523,251	1046,502	2093,005
C#/Db	Dó sustenido/ Ré bemol	Terça maior	34,648	69,296	138,591	277,183	554,365	1108,731	2217,461
D	Ré	Quarta justa	36,708	73,416	146,832	293,665	587,330	1174,659	2349,318
D#/Eb	Ré sustenido/ Mi bemol	Quarta aumentada ou quinta diminuta	38,891	77,782	155,563	311,127	622,254	1244,508	2489,016
E	Mi	Quinta justa	41,203	82,407	164,814	329,628	659,255	1318,510	2637,020
F	Fá	Quinta aumentada ou sexta menor	43,654	87,307	174,614	349,228	698,456	1396,913	2793,826
F#/Gb	Fá sustenido/ Sol bemol	Sexta maior ou sétima diminuta	46,249	92,499	184,997	369,994	739,989	1479,978	2959,955
G	Sol	Sétima menor	48,999	97,999	195,998	391,995	783,991	1567,982	3135,963
G#/Ab	Sol sustenido/ Lá bemol	Sétima maior	51,913	103,826	207,652	415,305	830,609	1661,219	3322,438
A	Lá	Oitava	55,000	110,000	220,000	440,000	880,000	1760,000	3520,000

Como estabelecido pela própria progressão geométrica, as frequências das notas musicais crescem exponencialmente e, a cada extensão de uma oitava, a frequência dobra. Esse fato é particularmente interessante, pois denota que a variação em frequência cresce do grave para o agudo, muito embora a variação em altura, que é o correlato perceptivo da variação da frequência, permaneça a mesma. Por exemplo, a variação em frequência do semitom A-A#/Bb na primeira oitava da tabela dois é $29,135 \text{ Hz} - 27,500 \text{ Hz} = 1,635 \text{ Hz}$. Por outro lado, quando consideramos a variação em frequência do mesmo semitom A-A#/Bb, agora na sétima oitava mostrada na citada tabela, constatamos que a variação em frequência passa a ser $1864,655 \text{ Hz} - 1760,000 \text{ Hz} = 104,655 \text{ Hz}$. A razão entre as diferenças em frequência nos dois semitons considerados resulta em $\frac{104,655 \text{ Hz}}{1,635 \text{ Hz}} \cong 64,009$. Muito embora a variação do semitom considerado seja 64 vezes maior na sétima oitava, em relação à primeira, a variação em altura permanece a mesma.

A faixa de frequências que abarca as notas musicais emitidas por instrumentos reais compreende apenas um intervalo da faixa de frequências de uma audição humana normal. Nesta, a nota mais grave que pode ser ouvida é o $E_0=20,6 \text{ Hz}$, que se situa uma quarta justa abaixo do $A_0=27,5 \text{ Hz}$, que é, por sua vez, a nota mais grave do piano. Por outro lado, a nota

mais aguda que pode ser ouvida é $D\#/Eb = 19.912,127$ Hz. A tabela três e a figura um mostram, respectivamente, as faixa de frequências da audição humana e a tessitura do piano.

Tabela 3: notas musicais na faixa de audibilidade humana.

Nome da Nota	Nota	Frequência (Hz)	Nota	Frequência (Hz)	Nota	Frequência (Hz)	Nota	Frequência (Hz)
Mi	E ₀	20,602	E ₃	164,814	E ₆	1318,510	E ₉	10548,082
Fá	F ₀	21,827	F ₃	174,614	F ₆	1396,913	F ₉	11175,303
Fá sustenido/ Sol bemol	F \sharp /Gb ₀	23,125	F \sharp /Gb ₃	184,997	F \sharp /Gb ₆	1479,978	F \sharp /Gb ₉	11839,822
Sol	G ₀	24,500	G₃	195,998	G ₆	1567,982	G ₉	12543,854
Sol sustenido/ Lá bemol	G \sharp /Ab ₀	25,957	G \sharp /Ab ₃	207,652	G \sharp /Ab ₆	1661,219	G \sharp /Ab ₉	13289,750
Lá	A ₀	27,500	A ₃	220,000	A ₆	1760,000	A ₉	14080,000
Lá sustenido/ Si bemol	A \sharp /Bb ₀	29,135	A \sharp /Bb ₃	233,082	A \sharp /Bb ₆	1864,655	A \sharp /Bb ₉	14917,240
Si	B ₀	30,868	B₃	246,942	B ₆	1975,533	B ₉	15804,266
Dó	C ₀	32,703	C ₃	261,626	C ₆	2093,005	C ₉	16744,036
Dó sustenido/ Ré bemol	C \sharp /Db ₀	34,648	C \sharp /Db ₃	277,183	C \sharp /Db ₆	2217,461	C \sharp /Db ₉	17739,688
Ré	D ₀	36,708	D ₃	293,665	D ₆	2349,318	D ₉	18794,545
Ré sustenido/ Mi bemol	D \sharp /Eb ₀	38,891	D \sharp /Eb ₃	311,127	D \sharp /Eb ₆	2489,016	D \sharp /Eb ₉	19912,127
Mi	E ₁	41,203	E₄	329,628	E ₇	2637,020	E ₁₀	21096,163
Fá	F ₁	43,654	F ₄	349,228	F ₇	2793,826		
Fá sustenido/ Sol bemol	F \sharp /Gb ₁	46,249	F \sharp /Gb ₄	369,994	F \sharp /Gb ₇	2959,955		
Sol	G ₁	48,999	G ₄	391,995	G ₇	3135,963		
Sol sustenido/ Lá bemol	G \sharp /Ab ₁	51,913	G \sharp /Ab ₄	415,305	G \sharp /Ab ₇	3322,438		
Lá	A ₁	55,000	A ₄	440,000	A ₇	3520,000		
Lá sustenido/ Si bemol	A \sharp /Bb ₁	58,270	A \sharp /Bb ₄	466,164	A \sharp /Bb ₇	3729,310		
Si	B ₁	61,735	B ₄	493,883	B ₇	3951,066		
Dó	C ₁	65,406	C ₄	523,251	C ₇	4186,009		
Dó sustenido/ Ré bemol	C \sharp /Db ₁	69,296	C \sharp /Db ₄	554,365	C \sharp /Db ₇	4434,922		
Ré	D ₁	73,416	D ₄	587,330	D ₇	4698,636		
Ré sustenido/ Mi bemol	D \sharp /Eb ₁	77,782	D \sharp /Eb ₄	622,254	D \sharp /Eb ₇	4978,032		
Mi	E₂	82,407	E ₅	659,255	E ₈	5274,041		
Fá	F ₂	87,307	F ₅	698,456	F ₈	5587,652		
Fá sustenido/ Sol bemol	F \sharp /Gb ₂	92,499	F \sharp /Gb ₅	739,989	F \sharp /Gb ₈	5919,911		
Sol	G ₂	97,999	G ₅	783,991	G ₈	6271,927		
Sol sustenido/ Lá bemol	G \sharp /Ab ₂	103,826	G \sharp /Ab ₅	830,609	G \sharp /Ab ₈	6644,875		
Lá	A₂	110,000	A ₅	880,000	A ₈	7040,000		
Lá sustenido/ Si bemol	A \sharp /Bb ₂	116,541	A \sharp /Bb ₅	932,328	A \sharp /Bb ₈	7458,620		
Si	B ₂	123,471	B ₅	987,767	B ₈	7902,133		
Dó	C ₂	130,813	C ₅	1046,502	C ₈	8372,018		
Dó sustenido/ Ré bemol	C \sharp /Db ₂	138,591	C \sharp /Db ₅	1108,731	C \sharp /Db ₈	8869,844		
Ré	D₂	146,832	D ₅	1174,659	D ₈	9397,273		
Ré sustenido/ Mi bemol	D \sharp /Eb ₂	155,563	D \sharp /Eb ₅	1244,508	D \sharp /Eb ₈	9956,063		

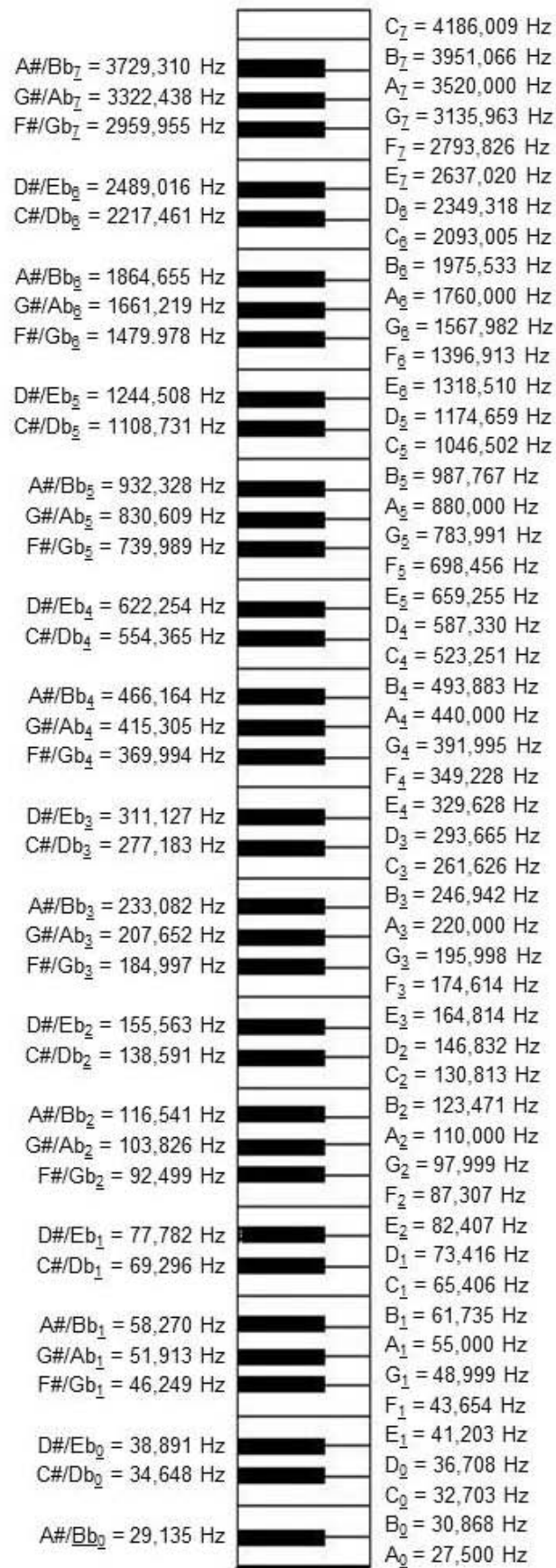


Figura 1: tessitura do piano.

Todos os valores das frequências das notas musicais utilizados nesta pesquisa foram calculados tomando por razão da progressão geométrica o arredondamento da dízima não periódica que resulta da $\sqrt[12]{2}$ para 1,0594630943592952645618252949463.

Com o advento dos instrumentos sintetizadores e da música computacional, os limites das frequências das notas musicais expandiram-se tanto para o grave quanto para o agudo, alcançando os limites da audição humana. Isto tornou possível a execução de melodias em oitavas que não eram alcançadas por instrumentos musicais tradicionais.

Com base nos mesmos argumentos discutidos acima, podemos planejar a confecção de interessantes instrumentos musicais artesanais, tais como a flauta de tubos, consistindo numa boa oportunidade para refletir sobre a teoria física subjacente ao estudo dos tubos sonoros, modos normais de vibração de um tubo sonoro e a construção de instrumentos musicais de sopro. O desenvolvimento de tais ligações como material didático têm tornado possível, além de uma aula mais reflexiva, unir numa mesma ação educativa ciência e culturalidade. Uma vez que os instrumentos musicais têm suas origens nas culturas, ao longo de suas histórias, seus resgates possibilitam uma reflexão na qual tais artefatos podem ser entendidos como objetos culturais, ou como Raymond Murray Schafer (2001) denomina, corpos sonoros, que se confundem com as culturas próprias de seus povos. A busca incessante de estratégias para o ensino de ciências e da matemática por meio da culturalidade tem tornado tal ensino mais interessante e palpável, possibilitando ainda conduzir a uma relação mais dialética e crítica na problematização de tal realidade. Alinhados com esta preocupação, buscamos trilhar o caminho da busca de formas de possibilitar, além do domínio de todo o formalismo científico-matemático no âmbito da acústica, o encontro entre linguagem científica e cultura em direção à construção de competências auditivas. Ensinar os conceitos e fórmulas por meio de resolução de problemas abstratos é bem diferente de mirar esse mesmo formalismo como aporte na formação de cidadãos conscientes dos problemas acústicos de sua comunidade e capazes de, a partir desses mesmos referenciais científicos, formarem juízo de valor a respeito da qualidade sonora desses ambientes e, a partir daí, pensarem transformações para sua melhora. Os mesmos aparatos experimentais, já há bastante tempo utilizados no ensino da acústica física, podem ser resgatados a partir dos estudos de paisagens sonoras, agora tomados enquanto instrumentos a permitirem a ponte no entendimento dos diversos objetos sonoros culturais, já conhecidos pela comunidade da qual os estudantes fazem parte.

No caso dos tubos sonoros, as ondas estacionárias ocorrem em duas situações distintas, quais sejam quando apenas uma das extremidades é aberta (tubo fechado) e quando ambas as extremidades são abertas (tubo aberto). No caso de uma flauta de tubos, os tubos são

abertos. Nesse caso, as ondas estacionárias que se estabelecem obedecem a um padrão no qual qualquer harmônico tem um comprimento de onda que é um múltiplo da metade do comprimento do tubo. É oportuno frisar que a condição de que o ventre da onda ocorre exatamente no limite do tubo é apenas uma boa aproximação que torna possível analisar o modelo algebricamente. Rigorosamente, há uma diferença entre o comprimento real do tubo e o comprimento efetivo. Assim, as frequências dos harmônicos que se estabelecerão no tubo estarão de acordo com a relação

$$f_n = \frac{n \cdot v}{2L} \quad \text{Sendo } v = \lambda \cdot f \quad \Rightarrow \quad \lambda = \frac{2L}{n}$$

onde “f” é a frequência do harmônico, “n” a ordem do harmônico, “c” a velocidade do som no meio e “L” o comprimento do tubo.

Sendo $v = \lambda \cdot f$, temos que $\lambda = \frac{2L}{n}$. Desta forma, o primeiro harmônico terá um comprimento de onda ‘ λ ’ que são dobro do comprimento do tubo. O segundo igual ao comprimento tubo, o terceiro a metade de tal comprimento, o quarto terá um comprimento de onda igual à quarta parte do comprimento do tubo e assim por diante. Podemos construir um instrumento com 13 tubos, dispendo-os em duas fileiras, sendo a primeira composta por oito tubos (escala maior) e a segunda pelos cinco tubos restantes.

Para a construção desta flauta artesanal, podemos utilizar bambu, ou ainda tubos de papelão ou plástico, com diâmetro em torno de 1,0 cm. Partindo do tubo de menor comprimento e, conseqüentemente, maior frequência, o qual reproduz a nota mais aguda da escala, podemos calcular os comprimentos dos 12 tubos subseqüentes, numa progressão geométrica de razão $\sqrt[3]{2}$. Por outro lado, podemos escolher o comprimento do menor tubo (maior frequência) para que seja reproduzido, por exemplo, o ‘dó’ de 512 Hz no modo fundamental. Nesse caso, sendo a velocidade de propagação do som no ar igual a 344 m/s, a uma pressão de uma atmosfera e a uma temperatura de 20°C, temos que:

$$v = \lambda \cdot f \Rightarrow 344 = 512 \cdot \lambda \Rightarrow \lambda = 0,671875 \text{ metros}$$

Para o primeiro harmônico, temos que:

$$\lambda = 2L \Rightarrow L = \frac{\lambda}{2} \Rightarrow L = \frac{0,671875}{2} \Rightarrow L = 0,3359 \text{ metros}$$

Tabela 4: comprimentos cromáticos da flauta de tubos.

Nota		Termos da P.G. $L_n = 0,3359 \cdot (\sqrt[12]{2})^{(n-1)}$	Comprimento do tubo (metros)	
			Primeira Fileira	Segunda Fileira
Dó	C	$L_1 = 0,3359$	0,3359	
Dó sustenido/ Ré bemol	C#/Db	$L_2 = 0,3359 \cdot (\sqrt[12]{2})^1 =$		0,3559
Ré	D	$L_3 = 0,3359 \cdot (\sqrt[12]{2})^2 =$	0,3770	
Ré sustenido/ Mi bemol	D#/Eb	$L_4 = 0,3359 \cdot (\sqrt[12]{2})^3 =$		0,3995
Mi	E	$L_5 = 0,3359 \cdot (\sqrt[12]{2})^4 =$	0,4232	
Fá	F	$L_6 = 0,3359 \cdot (\sqrt[12]{2})^5 =$	0,4484	
Fá sustenido/ Sol bemol	F#/Gb	$L_7 = 0,3359 \cdot (\sqrt[12]{2})^6 =$		0,4750
Sol	G	$L_8 = 0,3359 \cdot (\sqrt[12]{2})^7 =$	0,5033	
Sol sustenido/ Lá bemol	G#/Ab	$L_9 = 0,3359 \cdot (\sqrt[12]{2})^8 =$		0,5332
Lá	A	$L_{10} = 0,3359 \cdot (\sqrt[12]{2})^9 =$	0,5649	
Lá sustenido/ Si bemol	A#/Bb	$L_{11} = 0,3359 \cdot (\sqrt[12]{2})^{10} =$		0,5985
Si	B	$L_{12} = 0,3359 \cdot (\sqrt[12]{2})^{11} =$	0,6341	
Dó	C	$L_{13} = 0,3359 \cdot (\sqrt[12]{2})^{12} =$	0,6718	

Tais propostas de atividade, além de aproximarem ciência e música, podem, uma vez resgatados os referenciais adequados, introduzir a culturalidade nas aulas de ciências e matemática. Uma destas possibilidades materializa-se a partir da análise de instrumentos musicais característicos de determinadas culturas, como é o caso da zampoña que em muito se parece com a flauta de tubos aqui discutida. Por outro lado, a análise das escalas musicais pode revelar intervalos característicos de determinadas culturas, ampliando a experiência sonora dos estudantes, educando-os auditivamente para a diversidade das culturas musicais e sonoras.

O som, muito além desses aspectos científicos e matemáticos, possui significado cultural que precisa ser trazido para a educação científica. Entender a relação entre as paisagens sonoras locais e os processos de urbanização e aculturação são aspectos integradores entre ciência e humanismo. Num sentido bem mais amplo do que a formação de competências científicas em relação aos estudos do som enquanto onda mecânica, encontramos a possibilidade da educação da escuta. A educação científica não deve encerrar-se na formação destas competências, mas ir além, vislumbrando ser componente importante na formação de indivíduos auditivamente mais educados. Pensar na educação sonora como possível solução para o enfrentamento dos problemas da acústica ambiental traz nova dimensão no pensar pedagógico em torno do ensino de acústica, seja ela física ou musical. A

educação sonora não é tarefa exclusiva dos educadores musicais, mas um tema cuja transversalidade transpassa diversas disciplinas, ocupando a física e a matemática papel importante nesta tomada de consciência.

A compreensão de que um som produzido por um instrumento musical é composto de tons puros, cuja superposição gera o som característico daquele instrumento é mais do que um princípio teórico, é uma ideia fundamental na aprendizagem do conceito de timbre. De fato, qualquer estratégia de ensino desse conceito deve incorporar reflexões acerca do princípio da superposição. A decomposição de um som complexo em seus harmônicos é chamada de análise de Fourier e o conjunto desses harmônicos é chamado de série harmônica do som analisado. Nesta decomposição, cada um dos harmônicos possui uma frequência própria e tem sua representação a partir de funções de seno ou cosseno.

Os harmônicos presentes na série harmônica de um instrumento musical, bem como a amplitude de cada um desses harmônicos dependem, dentre outros fatores, da forma como o instrumento é tocado, ou seja, da forma como a fonte sonora é perturbada. No caso do violão, a forma como a corda é posta em movimento e o ponto em que é perturbada vão influenciar na composição da série harmônica e, conseqüentemente, no timbre do instrumento. Se a corda é perturbada exatamente na altura do 12º traste, por exemplo, os harmônicos pares não aparecerão na série harmônica, uma vez que, sendo o 12º traste o ponto médio da corda, esse teria que ser, necessariamente, um nó para tais harmônicos.

Suponhamos que $f(t)$ seja uma função periódica de período $T = \frac{1}{f}$ representativa de um som complexo que se deseje analisar harmonicamente. De acordo com o teorema de Fourier, qualquer função periódica pode ser decomposta numa série de funções trigonométricas de seno e cosseno (série de Fourier) da forma:

$$f(t) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos\left(\frac{2n\pi}{T}t\right) + b_n \text{sen}\left(\frac{2n\pi}{T}t\right), \text{ cuja expansão será:}$$

$$f(t) = a_0 + a_1 \cos\left(\frac{2\pi}{T}t\right) + b_1 \text{sen}\left(\frac{2\pi}{T}t\right) + \dots + a_n \cos\left(\frac{2n\pi}{T}t\right) + b_n \text{sen}\left(\frac{2n\pi}{T}t\right)$$

Esses harmônicos, também chamados parciais do som analisado, têm seus coeficientes determinados por meio das equações:

$$a_0 = \frac{1}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} f(t) dt \quad a_n = \frac{2}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} f(t) \cos\left(\frac{2n\pi t}{T}\right) dt \quad b_n = \frac{1}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} f(t) \sin\left(\frac{2n\pi t}{T}\right) dt$$

Em geral, cada harmônico de um som é representado por uma função de seno ou cosseno com coeficiente ‘n’ inteiro que indica o número do harmônico, o qual possui sua frequência e amplitude características. O primeiro harmônico da série é chamado de fundamental, o qual determina a frequência e a altura da nota musical. Assim, quando nos referimos a uma nota musical emitida, por exemplo, por um violão, cuja frequência seja de 440 Hz, devemos entender que esta frequência é a do modo fundamental, do primeiro harmônico. Quando tocamos, por exemplo, a corda de um violão, ela vibra fundamentalmente em toda a sua extensão, produzindo um harmônico fundamental cujo comprimento de onda é igual ao dobro do comprimento da corda. Contudo, pode vibrar, ao mesmo tempo, no segundo modo normal, no terceiro, e assim sucessivamente, com frequências que são, respectivamente, iguais a 2f, 3f e, assim, sucessivamente. Esse conjunto de parciais compõe a série harmônica desta corda do violão. Por exemplo, se tocamos a 6ª corda solta, tangendo-a próximo ao rastilho, a maior parte dos harmônicos serão exibidos. Sendo seu comprimento ‘l’, o comprimento de onda ‘λ’ e a frequência de vibração ‘f’, os seis primeiros parciais de sua série harmônica serão:

Tabela 5: harmônicos no violão.

Harmônicos	λ	f (Hz)	Componente de Fourier	Nota Musical		Intervalo em relação à tônica	Intervalo sobreposto
1º	2l	82,407	$b_1 \sin(\omega t)$	E_2	Mi		
2º	l	164,814	$b_1 \sin(2\omega t)$	E_3	MI	Oitava	Oitava
3º	$\frac{2l}{3}$	246,942	$b_1 \sin(3\omega t)$	B_3	Si	Quinta justa	Quinta justa
4º	$\frac{l}{2}$	329,628	$b_1 \sin(4\omega t)$	E_4	Mi	Oitava	Quarta justa
5º	$\frac{2l}{5}$	415,305	$b_1 \sin(5\omega t)$	$G\#_4$	Sol sustenido	Terça maior	Terça maior
6º	$\frac{l}{3}$	493,883	$b_1 \sin(6\omega t)$	B_4	Si	Quinta justa	Terça menor

A figura dois apresenta de modo esquemático os doze primeiros trastes da escala do braço do violão com suas notas musicais, tomando como base a afinação mais utilizada, ou seja, 1ª corda E (mais fina e mais aguda de todas), 2ª corda B, 3ª corda G, 4ª corda D, 5ª corda A e 6ª corda E (mais espessa e mais grave de todas).

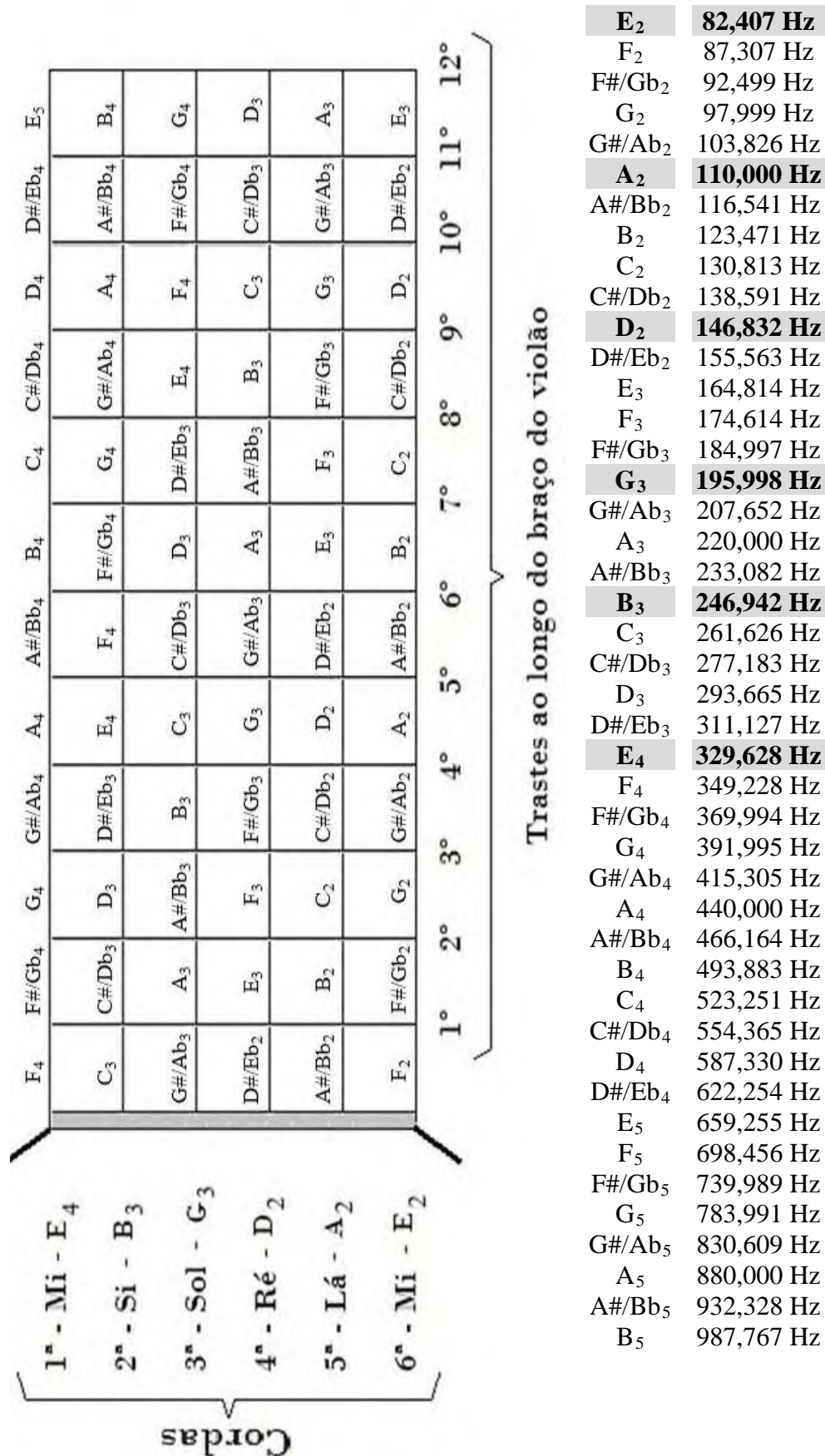


Figura 2: tessitura do violão.

Como podemos observar na citada figura, a tessitura do violão vai do E_2 (82,407 Hz), que é a sexta corda solta, até o E_5 (659,255 Hz) que é nota do 12º traste da primeira corda o que compreende uma extensão de três oitavas. Considerando que a escala do violão, em geral, dispõe ainda de mais sete trastes além do 12º, alcança o B_5 (987,767 Hz). Portanto, o citado instrumento alcança uma extensão de três oitavas e meia.

Os conceitos de série harmônica e espectro sonoro estão intimamente ligados. A série harmônica é o conjunto dos harmônicos (componentes de Fourier) que compõem um som complexo emitido por um instrumento. Por outro lado, tais frequências, consideradas com suas respectivas intensidades, compõem o que chamamos de espectro sonoro ou espectro do som. Dois sons de mesma altura e mesmo volume, com a mesma série harmônica e espectro sonoro diferente, soarão diferentemente aos nossos ouvidos. Além desses dois fatores, outros ainda interferem no timbre de um instrumento musical, tais como as fases dos parciais, o ataque e o decaimento. Outro fator igualmente importante na determinação do timbre de um instrumento musical diz respeito à eficiência das cavidades e de suas caixas ressonantes, tal como ocorre com o piano, o violino e o violão. Num instrumento como esses, o espectro sonoro das cordas pode ser fortemente alterado, dependendo da forma como a caixa do instrumento responde às diversas faixas de frequência ressonantes. Cada uma das faixas de frequência ressonantes é chamada de formante. As caixas ressonantes possuem vários formantes e, dependendo da eficiência de cada formante, alguns harmônicos superiores podem ter suas amplitudes aumentadas a valores, muitas vezes, maiores do que os alcançados pela amplitude inicial do harmônico fundamental. Muitas vezes, as caixas ressonantes possuem tantos modos normais de vibração, tão próximos uns dos outros, que a sua resposta se apresenta quase contínua para toda a série harmônica produzida pelas cordas. Podemos então entender que o timbre é a qualidade psicofisiológica do sistema auditivo que nos permite distinguir dois sons complexos de mesma magnitude e com a mesma frequência fundamental, mas que possam diferir em uma ou mais características físicas, como série harmônica, espectro sonoro, ou outras temporais, como o ataque e o decaimento. A partir desta análise, podemos aquilatar o caráter multidimensional do conceito de timbre. Sua conceituação deve contemplar, obviamente, todos esses detalhes, uma vez que todos influenciam o resultado do som de um instrumento. Qualquer tentativa de conceituação que se limite apenas à série harmônica de um instrumento musical é reducionista. Muito embora a análise acima possa ser rica em detalhes e propicie ao estudante uma análise mais próxima da realidade do conceito de timbre, o que encontramos na maioria dos textos didáticos de ensino

médio que tratam do conceito em questão está longe de uma proposta que permita ao estudante entender o que acontece por traz das afirmações que sugerem defini-lo. Isto é particularmente importante, pois muitos artigos e livros didáticos, como veremos nesse capítulo, insistem em reduzir o citado conceito a fim de torná-lo mais 'didático' e, com isto, acabam por distorcê-lo.

Muito embora todo esse arcabouço físico-matemático esteja bastante longe de uma proposta de educação integradora entre ciência, tecnologia e cultura, sua utilização enquanto linguagem a contribuir na análise do ambiente acústico abre outra perspectiva para a educação científica. Colocar professores de ciências e matemática para conversarem com outros mundos disciplinares em torno da educação sonora como tema transversal não significa afastá-los da linguagem científica, sob risco de tirar seus fôlegos.

Além da série harmônica, outras características do som são também importantes na caracterização do timbre de uma fonte sonora, tais como ataque, corpo, decaimento e transientes. O ataque é a forma como o som se manifesta inicialmente, até alcançar uma certa estabilidade. Por exemplo, podemos produzir diferentes ataques numa corda sonora, se a corda for dedilhada como num violão, percutida como acontece quando batemos com uma haste de madeira na corda de um berimbau ou quando o martelo põe a corda de um piano a vibrar, ou perturbada com um arco tal como acontece com um violino. Em cada um desses casos, a corda é posta a vibrar de uma forma diferente, o que resulta em ataques que modificam o timbre do som produzido. Após esse movimento inicial a corda passa a vibrar com uma certa regularidade ao que se chama corpo. O decaimento é a parte final do som e que caracteriza a forma como o som encerra. O decaimento pode ser lento ou rápido, dependendo da dinâmica do sistema e das características de amortecimento. O som pode possuir transientes, que são sons, geralmente de frequências mais agudas, que ocorrem apenas durante algum tempo e cessam antes do decaimento. Tais transientes podem ser ruídos que aparecem, repentinamente, no ataque e que enriquecem o espectro do som, caracterizando-o enquanto suave ou metálico, por exemplo.

Muito distante do ensino de tais conceitos em si próprios, situar-se-ia uma proposta investigativa onde os estudantes teriam a oportunidade de sentir os sons auditivamente, tentar perceber suas nuances e, só aí, investigar suas representações gráficas, buscando identificar tais nuances a partir de seus registros. Entender o som enquanto onda mecânica, com suas características é bastante diferente da atividade de pesquisa sonora na construção de uma biblioteca de sons e de teatros sonoros, exercícios centrais em nossa pesquisa, descritos no capítulo quatro. Esse trabalho de escolha de sons passa por perceber nuances tais como

ataque, corpo e decaimento, no entendimento da forma como um som manifesta-se no tempo e no espaço. Dar a oportunidade aos alunos de mexer com esses exercícios não vai simplesmente tornar a aula mais lúdica ou prazerosa. Vai possibilitar exercícios fundamentais no desenvolvimento de capacidades auditivas. O percurso trilhado até aqui nos permite ver o ensino de som em, pelo menos, três perspectivas diferentes. A primeira é o ensino instrumental, o que já vem sendo feito normalmente nas escolas e que tem muita relação com as apresentações textuais analisadas nesse capítulo. A segunda é a forma como tal ensino está apresentado nos artigos de periódicos da área, também analisados aqui. A terceira, na qual se insere nossa contribuição enquanto pesquisa, é a que se aventa quando propomos um ensino de acústica para a formação de cidadãos auditivamente conscientes das paisagens sonoras em que vivem, numa perspectiva de formação de consciências auditivas, ao que poderíamos chamar de educação sonora. Aqui, não estamos buscando a valorização do referencial científico-matemático em si, mas a sua contribuição enquanto elemento problematizador na análise do ambiente acústico em que nos inserimos, numa perspectiva integrativa dos saberes em torno da educação sonora. Este caminho, trilhado por nós nesta pesquisa, alinha-se com recentes esforços de pesquisa no âmbito da educação musical que buscam respostas para uma perspectiva do ensino de música voltado para a sensibilização das pessoas com relação às paisagens sonoras e seus problemas, como apresentado no capítulo quatro.

Segundo Schafer, o som enquanto fenômeno mais geral possui uma dinâmica cuja representação gráfica auxilia, de alguma forma, na visualização de tais características, muito embora não se possa perder de vista que a sensibilização da audição é o objetivo fim, por meio da qual tais características possam ser percebidas auditivamente. Desta forma, qualquer som pode ser analisado por meio da representação gráfica. Um som, tomado separadamente, constitui o que Schafer denomina de objeto sonoro, o que difere de qualquer representação que pode ser tomada desse som, tal como os gráficos utilizados na análise física. Tal objeto sonoro tem ligação direta com o evento sonoro. Segundo Schafer (2001, p. 366)

“Objeto sonoro é, então, definido pelo ouvido humano como a menor partícula independente de uma PAISAGEM SONORA e é analisável pelas características de seu envoltório. Embora possa ser referencial (isto é, um sino, um tambor etc.), o objeto sonoro deve ser considerado, basicamente, como uma formação sonora fenomenológica, independentemente de suas qualidades de referência como evento sonoro.”.

Ainda segundo ele (2001, p. 364),

“o evento sonoro, como o OBJETOS SONOROS, é definido pelo ouvido humano como a menor partícula independente da PAISAGEM SONORA. Difere do objeto sonoro na medida em que o último é um objeto acústico abstrato para estudo, enquanto que o evento sonoro é um objeto acústico para estudo simbólico, semântico ou estrutural e é aqui um ponto de referência não abstrato relacionado com um todo de maior magnitude do que ele próprio.

O objeto sonoro pode ser analisado por meio da representação gráfica que pode ser, por exemplo, um gráfico da amplitude do som em função do tempo, mas também ouvido e sentido dentro da paisagem sonora, possuindo, assim, valor estrutural, cultural. O objeto sonoro é uma partícula da paisagem sonora que pode ser analisada por meio da representação gráfica do som emitido por um corpo físico. Apesar de toda riqueza de informações científicas que pode ser levantada a partir da análise do invólucro do de um objeto sonoro, jamais se poderá resgatar sua importância para uma determinada cultura e, portanto, seu valor histórico e antropológico. A percepção do som dentro da paisagem sonora, dos múltiplos objetos sonoros que podem estar presentes num evento sonoro. O estudo do evento sonoro permite o caminho de volta à origem, a análise da relação primeira do homem com o ambiente sonoro, que é a essência dos estudos de paisagens sonoras, ao que Schafer chama de ecologia acústica. Os estudos das paisagens sonoras permitem o reaproximar do homem histórico, cultural. Não perde de vista a identificação do homem com sua comunidade, com seu lugar. Ao longo das páginas desta pesquisa, os conceitos subjacentes aos estudos de paisagens sonoras irão tomando corpo na medida em que forem sendo apresentados.

Muito embora haja todo um esforço por parte dos órgãos governamentais competentes para a melhoria do material didático, muito ainda precisa ser feito para que livros e professores possam dar conta do mundo da vida. A acústica consiste hoje numa teoria científica de tal amplitude que permite a análise dos mais diversos problemas da sociedade contemporânea, estando na base de todos os estudos das ciências biológicas, da terra, engenharia e arte, concernentes à produção, propagação ou recepção do som. Muito embora possua uma base científica fundada na teoria clássica das vibrações mecânicas, seu desenvolvimento histórico multifacetou-se, em direção ao universo diverso da experiência sonora do homem, tanto como ser psicoacústico que interage com o mundo do som por meio da audição e do tato, como desse mesmo homem como ser social, na busca da sonoridade presente na música e na fala. Concebemos aqui experiência sonora como o conjunto das

experiências auditivas de um indivíduo, acumuladas durante a sua vida. Daí, as experiências musicais são apenas um subconjunto desse universo de experiências com som e ruído. Nesse universo podemos incluir o recente desenvolvimento das tecnologias acústicas aplicada à engenharia, arquitetura, medicina e oceanografia, dentre outras. No caso da música e dos instrumentos musicais, tal desenvolvimento tecnológico, que se iniciou com os primeiros instrumentos sintetizadores, revela-se na sua vanguarda com os recentes instrumentos com tecnologia MIDI, cujas possibilidades timbrais são praticamente inesgotáveis. Com um único programa sintetizador é possível criar timbres dos mais diversos. Atuando nos 'faders' virtuais, é possível construir séries harmônicas e ajustando os tempos de ataque e decaimento, bem como adicionando efeitos pós mixagem, como 'delay', 'reverberation', 'chorus' e 'flanger', dentre outros, podemos sintetizar sons nunca experimentados antes. Contudo, parte expressiva dos professores de ciências naturais e, em particular, dos professores de física e matemática, continua alheia à tal desenvolvimento e o ensino da acústica continua confinado a um modo que se encerra no mundo físico e de suas tecnologias, desconsiderando as ligações com a biologia, psicologia, fisiologia, sociologia, medicina e música. Nos manuais de ensino de física, como veremos a seguir, não há sequer menção ao universo das experiências destas áreas de estudo que levaram ao desenvolvimento de tal ciência. Recursos como os relatados acima podem ser importantes ferramentas no desenvolvimento de competências auditivas, em direção à educação sonora.

Quando pensamos a partir das paisagens sonoras do mundo moderno, sejam elas silvestres, do campo ou urbanas, podemos aquilatar o vasto universo de possibilidades que se abrem como um leque de temas históricos, científicos e culturais que podem ser explorados em sala de aula, muitas das quais potencialmente experimentadas pelos alunos, consistindo, portanto, em experiências sonoras relevantes para a aprendizagem. Contudo, não há registro de pesquisas sobre o uso de paisagens sonoras como fonte de debates interdisciplinares no ensino da física do som, muito embora consista numa interessante possibilidade na construção de uma leitura mais ampla acerca do universo da experiência sonora.

Raymond Murray Schafer, compositor, escritor e educador musical canadense, no seu livro "A afinação do mundo" (Título original: "The tuning of the world") (Schafer, 2001) estabelece, de forma pioneira, uma maneira sistemática de estudar a paisagem sonora e sua evolução histórica. A partir do estabelecimento de um corpo organizado de conceitos, dentre os quais o de paisagem sonora e o de ecologia acústica, Schafer se lança na análise histórica das paisagens sonoras, bem como dos fatores científicos, sociais e artísticos envolvidos em suas evoluções, em direção ao estabelecimento das bases de uma nova interdisciplina,

denominada por ele de projeto acústico (2001, p. 366), a qual “requer os talentos de cientistas, cientistas sociais e artistas (em particular, músicos). O projeto acústico procura descobrir princípios pelos quais a qualidade estética da paisagem sonora pode ser melhorada.”. Para Schafer, paisagem sonora é “qualquer porção do ambiente sonoro vista como um campo de estudos. O termo pode referir-se a ambientes reais ou a construções abstratas, como composições musicais e montagens de fitas, em particular quando consideradas como um ambiente.” (SCHAFER, 2001, p. 366). Por outro lado, a ecologia acústica “é, assim, o estudo dos efeitos da paisagem sonora sobre as respostas físicas ou características comportamentais das criaturas que nele vivem. Seu principal objetivo é dirigir a atenção aos desequilíbrios que podem ter efeitos insalubres ou hostis.” (SCHAFER, 2001, p. 364). Muito embora o objetivo de tal empreendimento fosse, e ainda o é, “mostrar de que modo a paisagem sonora havia evoluído no decorrer da história e de que modo as mudanças por que passou podem ter afetado nosso comportamento” (p. 11) e que “as pessoas percebessem que a paisagem sonora é dinâmica, transformável e, assim, possível de ser aperfeiçoada” (p. 11), tendo sua gênese transitado numa interdisciplinaridade alheia ao universo educacional disciplinar, tal empreendimento inspirou diversos trabalhos na educação musical e, agora, inspira nossa presente pesquisa, na busca de alternativas para a formação do licenciado em física, na qual utilizamos diversos dos conceitos e ideias do autor.

Na introdução do citado livro, Schafer (2001, p. 18), afirma que

“O território básico dos estudos da paisagem sonora estará situado a meio caminho entre a ciência, a sociedade e as artes. Com a acústica e a psicoacústica aprenderemos a respeito das propriedades físicas do som e do modo pelo qual esse é interpretado pelo cérebro humano. Com a sociedade aprenderemos como o homem se comporta com os sons e de que maneira esses afetam e modificam o seu comportamento. Com as artes, e particularmente com a música, aprenderemos de que modo o homem cria paisagens sonoras ideais para aquela outra vida que é a da imaginação e da reflexão psíquica. Com base nesses estudos, começaremos a construir os fundamentos de uma nova interdisciplina – o projeto acústico.”.

Considerando especificamente a partir de uma reflexão histórica, a análise das paisagens sonoras, antes do campo, em seguida do vilarejo e, depois, da sociedade urbana pode revelar relações entre ciência, tecnologia e cultura, nas quais o som, enquanto ciência e arte, está presente. No caso da música, sua apropriação mercadológica, bem como as relações entre o desenvolvimento tecnológico e as possibilidades composicionais, adentrando, assim,

numa análise crítica da função da música nas sociedades renascentista e, mais tarde, capitalista, consistindo numa reflexão também no âmbito das relações entre ciência, tecnologia e cultura.

Hoje, particularmente, vivemos um momento histórico no Brasil, uma vez que a música volta a ser conteúdo obrigatório, mas não exclusivo, no ensino fundamental. Desde que a Lei nº 11.769, de 18 de agosto de 2008 (BRASIL, 2008a), foi sancionada pelo então presidente Luiz Inácio Lula da Silva, os sistemas de ensino passaram por um período de adaptação de três anos letivos, afim de que pudessem se adequar às exigências estabelecidas, as quais preveem que a música seja parte integrante do ensino de artes. Tal Lei, que altera o artigo 26 da Lei 9.394/96, mais conhecida como Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), teve, contudo, seu artigo segundo vetado, o qual previa que o “o ensino da música será ministrado por professores com formação específica na área”, segundo Mensagem 622 de 18 de agosto de 2008 (BRASIL, 2008b). Contudo tal veto gerou grande polêmica na área da educação musical e que se estende até os dias de hoje (SOBREIRA, 2008). Segundo a citada Mensagem, “vale ressaltar que a música é uma prática social e que no Brasil existem diversos profissionais atuantes nessa área sem formação acadêmica ou oficial em música e que são reconhecidos nacionalmente. Esses profissionais estariam impossibilitados de ministrar tal conteúdo na maneira em que esse dispositivo está proposto.”

A despeito de toda esta polêmica, não achamos que seja a maneira mais coerente de conduzir o processo, mesmo porque, dentro desse enfoque ciência, tecnologia e cultura, a música passa a ter uma importância capital no desenvolvimento de atividades interdisciplinares, atividades estas que acreditamos serem mais construtivas do que o mero ensino instrumental da música, muito embora tal ensino possa e deva ter lugar dentro de um bojo maior de atividades. Portanto, estamos aqui pensando num profissional capaz de construir práticas interdisciplinares nas quais a música possa ser encarada como um tema transversal. Pensar no som enquanto onda mecânica (física), nota musical (música), comunicação entre seres vivos (biologia), sons naturais (geografia), característicos de determinadas épocas (história), linguagem simbólica (sintaxe e semântica) são apenas algumas possibilidades de podem servir de mote para uma integração entre as diversas disciplinas num projeto pedagógico passível de ser levado a cabo numa escola. Nesse sentido, os estudos de paisagem sonora podem incorporar, numa única análise, conceitos e olhares de várias disciplinas. Esse aproximar permite vislumbrá-lo como tema transversal que pode permitir a conversa entre esses mundos em direção a um pensar pedagógico em torno da educação sonora.

Alinhados ainda com o estudo do som e da música enquanto prática social, parece-nos bastante claro que o conhecimento e utilização da pesquisa etnomusicológica na formação do licenciado em física pode consistir-se num aliado deveras significativo quando se pensa em interdisciplinaridade. Enquanto a física estuda o som enquanto energia que se propaga num meio material, a musicologia empresta outros sentidos, relacionando, por exemplo, som e sonoridade. Segundo Pinto (2001, p. 224),

“o som, fenômeno singular de um determinado instrumento, de um estilo vocal e, do outro lado, a rede de relações possíveis e necessárias entre diferentes sons, relações estas que são responsáveis por fenômenos como a *afinação* e a *escala* – duas abstrações culturais –, merece atenção especial da musicologia e da antropologia musical.”.

O som enquanto onda mecânica se reporta a um universo físico, exato, enquanto que sua seleção e organização é uma leitura específica de uma cultura. Ainda segundo Pinto (2001, p. 223-224),

“Falando-se de antropologia do som, ou sonora, dois elementos surgem à primeira vista: o som enquanto fenômeno físico e, simultaneamente, inserido em concepções culturais, e, do outro lado, a música propriamente dita, isto é, o som “culturalmente organizado” pelo homem. Os dois parâmetros, a acústica e a cultura, ou seja, o som e as sonoridades, respectivamente, estão presentes na pesquisa etnomusicológica do século XX.”

Os estudos de paisagens sonoras se confundem com o universo de estudo da etnomusicologia e, portanto, se apresentam promissores como referenciais de nossa pesquisa. Nesse sentido, parece razoável encarar a música como uma paisagem sonora cultural, uma abstração antropológica e, portanto, rica das expressões de um povo, de uma cultura. Tal entendimento de que existem identidades culturais nos sons e estilos musicais, ou seja, existe um ‘centro territorial’ a partir do qual se pensa as culturas, os sons e os estilos a elas atrelados, consiste apenas numa face da pesquisa musicológica e etnomusicológica e é a que utilizamos em nossa investigação. Contudo, nos últimos tempos vem crescendo a crítica com respeito a esse referencial, mostrando que a produção musical pode ser olhada não do centro, mas a partir das passagens e das ambiguidades estilísticas (CARVALHO; SEGATO, 1994). No decorrer de nossa pesquisa, pudemos aquilatar o quanto foi importante trazer esse

universo da etnomusicologia para as discussões com os licenciandos em física. Por exemplo, na discussão em torno da definição de ruído, sentimos a necessidade de transcender da definição científica, embasada tão somente na periodicidade dos componentes de um som complexo, em direção a um entendimento que levasse em consideração os aspectos culturais, fugindo da objetividade em direção à subjetividade. Aos poucos, ouvindo os licenciandos em física, pensando sobre aqueles velhos conceitos da acústica física (pois demoram muito a mudarem ou serem substituídos), pudemos aos poucos construir algumas atividades que buscaram ligar física e cultura do som e da música. Tal aporte etnomusicológico, subjacente aos estudos de paisagem sonora, embora destituído do alibi da matemática, levou não somente à reflexão em torno dos limites objetiváveis dos modelos científicos envolvidos, que se encerram nas tecnologias deles desenvolvidas, mas também à necessidade de lançar mão de outras formas de ver a mesma realidade, possibilitadas pelas incursões realizadas em torno do estudo de paisagens sonoras. Vale salientar que, muito embora nossa contribuição seja modesta frente ao vasto universo de possibilidades que podem ser exploradas em ciência e cultura, arvoramo-nos em ir além do mero estudo de sistemas oscilantes, da física de instrumentos musicais ou da análise de letras de canções populares. Nesse sentido, esperamos que as falhas e limitações de nossa contribuição possam ser encaradas como plausíveis, uma vez que não há sequer um único trabalho de pesquisa na perspectiva que estamos abrangendo. Como apresentado na seção 1.4, na qual analisamos as publicações em ensino de acústica nos principais periódicos nacionais de educação em ciência e matemática, bem como nos encontros da área, há poucas e vagas incursões no universo das ciências humanas, da culturalidade e da arte.

Se, de um lado, a etnomusicologia se preocupa com as manifestações musicais inseridas em seus contextos culturais, de outro, também se preocupa com a análise das organizações dos sons características das diversas culturas. Nesse caso, a inserção da análise matemática permite identificar os padrões de intervalos das escalas e modos, bem como os padrões de batimento, consonâncias e dissonâncias específicos de cada uma destas organizações culturais. Nesse sentido, revela-se um vasto rol de possibilidades de empreender abordagens no ensino das ciências, numa perspectiva cultural, disseminando a diversidade das sonoridades e desmistificando a ideia da existência de uma música universal. Segundo Wisnik (1989), os livros de história da música quase que invariavelmente veiculam apenas a história da música tonal ocidental, desconectada das ‘músicas’ modais étnicas, o que, de alguma forma, na nossa ótica, acabou materializando-se no imaginário das pessoas.

Esses estudos de paisagem sonora, além de trazerem para a formação do licenciado em física as possibilidades de ligação entre ciência e cultura mencionadas acima, possibilitam ainda um convite à substituição da análise e estudo do som a partir dos registros visuais, convidam-nos à limpeza de ouvidos (SCHAFER, 1993). Se de um lado, o ensino de acústica nos livros didáticos de física dão grande ênfase à análise gráfica, à representação das ondas sonoras por meio dos gráficos que estamos habituados a ensinar, marginalizam completamente o exercício de percepção das grandezas físicas ligadas ao estudo da acústica a partir da escuta. Tal escuta, denominada por Schafer de ‘escuta pensante’ consistiria num interessante recurso que, a despeito de todo significado que pode ganhar na educação científica, seria deveras útil para a vida cotidiana, na educação para a audição. No ensino de música, por exemplo, há uma grande ênfase no treino da audição para cantar com precisão os diversos intervalos constituintes das escalas, nos quais subjaz o conceito de frequência.

Muito embora tais estudos de paisagens sonoras não tenham sido ainda utilizados como referencial de pesquisa no ensino de física no Brasil, já há uma história bastante significativa na pesquisa em educação musical, o que, evidentemente, nos impede de citar aqui sem cometer injustiça. Para além desse universo, podemos encontrar ainda interessantes relatos de pesquisa no ensino de outras disciplinas, como geografia (FERNANDES, 2009; FERNANDES, 2010; TORRES, 2010). É natural que pelo fato de que o pioneiro tenha vindo da educação musical, a apropriação tenha sido pensada, primeiro, por educadores desta área. Contudo, o universo do som e da música se expande para além das fronteiras da educação musical, em direção à formação do cidadão, contemplando uma transversalidade que permite as mais diversas ligações entre ciência, tecnologia e cultura.

A despeito de todo esse universo de ligações entre a acústica enquanto teoria física e seus desmembramentos históricos, a formação dos professores de física e ciências naturais continua desvinculada, de um lado, da história do desenvolvimento da acústica, que poderia ‘trazer à tona’ a natureza interdisciplinar desta ciência e, de outro, de uma prática de ensino que pudesse considerar as múltiplas ligações entre ciência, tecnologia e cultura, incluindo nestas as inserções de caráter cultural e a análise de paisagens sonoras. Temas incisivos e intrigantes como o da indústria cultural e o da música como arte ou ciência passam despercebidos num país onde a indústria fonográfica gerou no período de 2002 a 2007, com a venda de CDs e DVDs musicais, uma receita no valor de 3,4 bilhões de reais, segundo dados extraídos da Associação Brasileira dos Produtores de Disco (ABPD) em 08/04/2010 e que, ao mesmo tempo, experimentou, nos últimos anos, um empobrecimento musical com a massificação de alguns estilos como o baião, o axé e o sertanejo. Uma educação científica que

não forma cidadãos capazes de ler seu momento histórico, precisa ser repensada. Discutir e analisar questões desta natureza pode trazer para a sala de aula esse universo interdisciplinar no qual as ciências naturais e a física, em particular, estão inseridas.

Nos últimos anos, a preocupação de propor planos, estratégias e currículos capazes de trazer para a educação científica uma leitura crítica das relações entre ciência, tecnologia e sociedade revela a necessidade de incluir uma dimensão crítica à formação do cidadão, desmistificando a crença de que a ciência só serve para a educação científica, para a formação dos novos cientistas. Para além desse retrato ideológico construído pela leitura tecnicista da ciência, a formação cidadã passa por educação científica crítica, necessária à análise dos problemas sociais, políticos e econômicos. A educação científica deve servir para capacitar o cidadão comum a analisar criticamente os problemas do meio no qual está inserido. Contudo, com respeito ao ensino interdisciplinar da acústica, as propostas, concernentes as relações entre ciência, tecnologia e cultura, ainda são ínfimas, como veremos nas seções seguintes, nas quais apresentamos uma revisão bibliográfica do ensino de acústica nos periódicos e anais de encontros nacionais qualificados, bem como nos livros didáticos de física.

1.2. O ensino da acústica nos livros didáticos de física

Hoje, quando um músico experimenta as inúmeras possibilidades de um instrumento sintetizador, não dá conta, muitas vezes, de que o programa está ‘rodando’ algoritmos, funções matemáticas no processo de síntese dos timbres que aquele executante utilizará em suas composições. O avanço tecnológico, além de permitir a síntese cada vez mais fidedigna dos timbres dos instrumentos tradicionais, abre um infinito número de possibilidades novas na geração de timbres muitas vezes nunca experimentados na música. É tão tal que, hoje, as grandes empresas de instrumentos musicais eletrônicos possuem laboratórios onde profissionais trabalham no desenvolvimento de séries harmônicas na geração de novas possibilidades de síntese sonora.

A despeito da história de ligação entre ciência e música, cuja riqueza poderia gerar interessantes estratégias de ensino do conceito de timbre, as apresentações textuais presentes nos livros didáticos conservam ainda uma apresentação do citado conceito centrada apenas nos seus aspectos físicos, num modo simplificado e distorcido. Quando muito, identificam a capacidade que um indivíduo possui de reconhecer fontes sonoras à diferença dos harmônicos superiores presentes num som complexo sem, no entanto, considerar os processos fisiológicos e psicológicos envolvidos na interpretação desta diferença física.

Numa pesquisa anterior (MONTEIRO JÚNIOR; MEDEIROS, 1998), na qual objetivamos analisar a apresentação das ‘qualidades fisiológicas do som’ por textos didáticos do 9º ano do ensino fundamental e 2º ano do ensino médio, concluímos que tais conceitos são veiculados quase sempre de forma reducionista e distorcida. Estas distorções conceituais ocorrem sob vários aspectos, negligenciando, inclusive, a consideração dos aspectos fisiológicos e psicológicos. Da análise geral das características presentes nesses livros, destacamos algumas considerações que podem servir de referencial no desenvolvimento de materiais didáticos mais críticos, interativos e abertos à investigação de quem os utilizar.

- a) Há uma forte abstração na apresentação dos conceitos, não havendo preocupação em contextualizar tais conteúdos por meio de situações próximas da vivência dos estudantes. Passaria por aí a necessidade de entrar-se no enorme universo das experiências musicais, que todos possuem em maior ou menor quantidade.
- b) Os conceitos em questão são apresentados de uma forma superficial, considerando apenas os aspectos físicos e negligenciando a riqueza da psicoacústica na discussão das naturezas subjetiva e social dos padrões da harmonia musical.

c) A história da acústica, que poderia servir de base na construção de uma abordagem interdisciplinar, é substituída por uma abordagem árida, caracterizada pela negligência quanto à precisão dos conceitos, espelhando uma lógica aparentemente óbvia, que seria no mínimo, levada ao descrédito se tal conhecimento histórico fosse então evidenciado.

d) Há um uso excessivo de ilustrações, sendo maior nos livros do ensino médio. Estas ilustrações, ao invés de auxiliarem na elucidação dos textos escritos, servem apenas como adorno, cujo objetivo maior é tornar o texto mais atraente e colorido. Algumas vezes aparecem fora do contexto do texto escrito ou com mensagens cientificamente distorcidas.

Não estamos aqui afirmando que o uso de ilustrações não seja importante. Tratar-se-ia de considerar a pertinência, que possam ser interpretados à luz das relações entre os conceitos físicos envolvidos, como os gráficos da intensidade física x intensidade fisiológica, frequência x altura e curvas de timbre de fontes sonoras. Segundo Cox (1996), "há obviamente dificuldades em planejar um livro texto conveniente para crianças numa larga faixa de habilidades. Como os conceitos são colocados em contexto, as palavras usadas e as ideias desenvolvidas precisam levar em conta a idade, a habilidade e a compreensão de cada criança, mas nunca deveriam confundir a precisão científica". Em outras palavras, uma "síntese" não tem necessariamente que resultar numa "distorção". Esses textos didáticos quando fazem uso de ligações com a música, o fazem de forma bastante superficial, limitando-se, quase sempre, a falar das cordas e tubos sonoros, das notas musicais e, quando muito, das escalas maior e menor natural. Contudo, discussões que a nosso ver são centrais como, por exemplo, a relação entre o padrão de intervalos de frequência da escala cromática e as progressões geométricas sequer é citada. A partir desta discussão entre matemática e música, poder-se-ia adentrar na construção das citadas escalas, seus padrões de intervalos e toda a lógica que subjaz à construção dos acordes, em direção às bases do estudo da harmonia musical (MONTEIRO JR; MEDEIROS e MEDEIROS, 2003).

Com respeito às ligações entre ciência, tecnologia e cultura não há qualquer menção nos livros didáticos analisados, a não ser aquela que trata da poluição sonora, a qual aparece em vários textos analisados. Temas como 'música industrial', 'música eletrônica', 'sintetizadores', 'lutheria' e 'as novas tecnologias da música digital' são sequer citados. De uma forma geral, não há qualquer relação das apresentações textuais com os diversos mundos com os quais a acústica, enquanto ciência, se relaciona, retratando um aparente descompasso entre esses livros e o mundo real. Muito embora os textos analisados sejam de edições anteriores a 1998, pouca coisa mudou de lá para cá, conforme descrito na seção seguinte.

A partir de 2006, os livros didáticos de física do ensino médio passaram a ser avaliados pelo FNDE (Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação - www.fnde.gov.br), por meio do programa nacionalmente conhecido como Plano Nacional do Livro Didático do Ensino Médio – PNLEM. Tais livros passaram a ser aqueles recomendados pelo MEC para serem adotados nas escolas. O processo de avaliação e recomendação inicia-se com as inscrições das editoras, as quais apresentam suas obras para serem avaliadas. Estas obras passam pela triagem técnica e física realizada pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo. Os livros que se enquadram no padrão de qualidade física são então enviados para a Secretaria de Educação Básica do MEC, onde é feita a avaliação pedagógica por especialistas. Para cada livro avaliado é feita uma resenha por parte dos especialistas, baseada na ‘ficha de avaliação’ padrão que é utilizada para a análise de todas as obras (BRASIL, 2008c, p. 61-66). Finalmente, os livros selecionados passam a compor o catálogo do PNLEM daquela disciplina, no qual podemos encontrar a resenha de cada livro, bem como o modelo do questionário guia (BRASIL, 2008c). Professores e diretores de cada escola fazem a escolha dentre os livros aprovados para cada disciplina. Os textos escolhidos são então adquiridos pelo MEC e enviados para a escola. No caso da física, o processo ocorreu em 2006 e os livros aprovados puderam ser adquiridos e distribuídos nas escolas públicas pelo MEC para utilização de alunos e professores no ano letivo de 2009. Dentre as obras de física submetidas à avaliação, foram aprovadas e recomendadas seis obras, quais sejam, Universo da Física (SAMPAIO; CALÇADA, 2005a), Física – ciência e Tecnologia (PENTEADO; TORRES, 2005), Física (LUZ; ÁLVARES, 2005), Universo da Física (SAMPAIO; CALÇADA, 2005b), Física (GASPAR, 2005) e Física (GONÇALVES FILHO; TOSCANO, 2005).

A avaliação dos livros didáticos segue pressupostos, dentre os quais, que o texto possa suscitar experiências educacionais significativas, diversificadas e alinhadas com a sociedade em que alunos e professores encontram-se inseridos e que os conteúdos e procedimentos estejam atualizados e compatíveis com os saberes de referência. Noutras palavras, os diversos conteúdos da física devem ser apresentados dentro de contextos reais, o que poderia suscitar reflexões em torno de propostas interdisciplinares, uma vez que a realidade não é disciplinar, nem tampouco amorfa. O conhecimento nasce da realidade e a ela se reporta. Assim, sendo esta o próprio contexto de gênese das teorias científicas, parece razoável afirmar que esses contextos de gênese das ideias científicas são holísticos, multifacetados. As visões disciplinares são apenas faces de uma mesma realidade que é na sua essência complexa, multidisciplinar. Daí, qualquer tentativa de um ensino ligado às ‘coisas’ do cotidiano requer uma análise de transpassa o universo disciplinar da física, adentrando inclusive no mundo das

ciências humanas, biológicas e sociais, quando falamos, por exemplo, em física e cultura (ZANETIC, 2005). A ficha de avaliação utilizada pelos especialistas na análise dos textos de física (BRASIL, 2008c, p. 61-66) é composta de 58 questões, distribuídas da seguinte forma:

Tabela 6: critérios adotados na ficha de avaliação.

CRITÉRIOS	ASPECTOS	QUESTÕES
B - Eliminatórios	B1 – correção conceitual	1 a 2
	B2 – pedagógicos e metodológicos	3 a 6
	B3 – sobre a construção do conhecimento científico	7 a 11
	B4 – sobre a construção da cidadania	12 a 15
C - Qualificação	C1 – correção conceitual e compreensão	16 a 20
	C2 – pedagógicos e metodológicos	21 a 29
	C3 – sobre a construção do conhecimento científico	30 a 37
	C4 – sobre a construção da cidadania	38 a 41
	C5 – sobre o livro do professor	42 a 50
	C6 – gráficos e editoriais	51 a 58

No critério eliminatório, o avaliador responde cada questão com ‘sim’ ou ‘não’ e justifica textualmente sua resposta. Nesse critério, questões sobre erros conceituais e textuais, bem como inadequação metodológica são observadas, podendo resultar na eliminação da obra. No critério de qualificação, os mesmos aspectos do critério eliminatório são observados, além da análise do livro do professor e da estrutura gráfica e editorial. Nesse critério, o avaliador atribui e justifica, para cada questão, o conceito ‘ótimo’, ‘bom’, ‘regular’ ou ‘insatisfatório’. É com base na ponderação dos resultados dos critérios B e C atribuídos pelos especialistas de uma mesma disciplina que é construída a resenha de cada livro avaliado. Tal resenha, por sua vez, servirá de base para os professores e diretores escolherem o livro a ser adotado na sua escola.

Dentre os diversos critérios de qualificação observados na ficha de avaliação dos livros didáticos de física (BRASIL, 2008C, p. 61-66), centramos a atenção em sete deles, aos quais se reportaram às quatro categorias de análise que utilizamos na avaliação do capítulo de acústica:

Tabela 7: critérios de qualificação e categorias de análise.

CRITÉRIOS DE QUALIFICAÇÃO	CATEGORIA DE ANÁLISE
<p>“Apresentação do conhecimento científico de forma contextualizada, fazendo uso adequado dos conhecimentos prévios e das experiências culturais dos alunos, sem tratá-los de maneira pejorativa ou desrespeitosa.” (item 21 da ficha de avaliação). Nesse sentido, o “uso dos conhecimentos prévios e das experiências culturais dos alunos como ponto de partida para a aprendizagem.” deve ser considerado (item 22 da ficha de avaliação). Em particular, os textos devem considerar a “apresentação de conteúdos relacionados a contextos próprios da realidade brasileira.” (item 24 da ficha de avaliação). “Estímulo ao uso do conhecimento científico como elemento para a compreensão dos problemas contemporâneos, para a tomada de decisões e a inserção dos alunos em sua realidade social.” (item 36 da ficha de avaliação). Nesse sentido, os livros didáticos devem contemplar a “proposição de discussões sobre as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, dando elementos para a formação de um cidadão capaz de apreciar criticamente e posicionar-se diante das contribuições e dos impactos da Ciência e da Tecnologia sobre a vida social e individual.” (item 37 da ficha de avaliação).</p>	Contextualização do conteúdo e relações entre ciência, tecnologia e cultura
<p>“Criação de condições para aprendizagem de ciências, particularmente da Física, como processo de produção cultural do conhecimento, valorizando a história e a filosofia das ciências.” (item 31 da ficha de avaliação).</p>	Uso da história e filosofia
<p>“Tratamento conceitual apropriado, atualizado e correto predomina na obra.” (item 16 da ficha de avaliação).</p>	Precisão conceitual

A tabela oito apresenta o resumo comparativo da análise dos textos didáticos com bases nas categorias de análise eleitas acima (MONTEIRO JÚNIOR; CARVALHO, 2011). O texto “Física” (GONÇALVES FILHO; TOSCANO, 2005) não possui nenhum capítulo ou seção dedicado ao estudo do som e, portanto, foi excluído da análise. Por outro lado, uma vez que os textos “Universo da Física 3” (SAMPAIO; CALÇADA, 2005a) e “Universo Física volume único” (SAMPAIO; CALÇADA, 2005b) guardam grande semelhança em suas apresentações do citado capítulo, optamos por analisar apenas o volume 3 dos citados autores. Nesta tabela, incluímos ainda uma categoria de análise que denominamos “paisagens sonoras”

e cujo foco foi o de investigar se nos livros didáticos analisados houve a utilização de paisagens sonoras como forma de contextualização na apresentação do conteúdo em questão. Incluímos ainda outra categoria, a que denominamos educação sonora, na qual buscamos investigar se os títulos analisados esboçaram alguma preocupação com a formação de audições pensantes, com a educação sonora como formação cidadã e política para uma ação concreta em direção à melhoria das paisagens sonoras.

Tabela 8: categorias de análise dos livros didáticos de física.

Categorias de análise	Livros didáticos de física analisados			
	Penteado & Torres	Luz & Álvares	Sampaio & Calçada	Gaspar
Contextualização do conteúdo e relações entre ciência, tecnologia e cultura	EM PARTE	EM PARTE	NÃO	EM PARTE
Uso da história e filosofia	EM PARTE	EM PARTE	NÃO	NÃO
Precisão conceitual	EM PARTE	EM PARTE	SIM	EM PARTE
Paisagens sonoras	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
Educação sonora	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO

1.2.1 Física – ciência e tecnologia (Penteado & Torres)

O texto de Penteado & Torres inicia a apresentação da seção 7 do capítulo 3, intitulada ‘ondas sonoras’ definindo o som como uma onda mecânica longitudinal. Em seguida, compara as características das ondas transversais às das ondas longitudinais, exemplificando com o padrão de compressões e rarefações geradas pela vibração da ‘pele’ de um tambor, propondo, em seguida, a construção de um aparato experimental para visualizar as vibrações de uma onda sonora. Em seguida, faz um interessante resumo da história da medição da velocidade do som, apresentando uma tabela de tal velocidade medida em diversos meios sólidos, líquidos e gasosos. Na sequência, apresenta um esquema do funcionamento do sistema auditivo, apresentando a relação entre frequência & altura e intensidade & volume., exemplificando com a aplicação tecnológica do exame de ultrassom e com um quadro comparativo de alguns sons do cotidiano e seus níveis de intensidade sonora.

A seção 8, intitulada ‘sons musicais’, inicia-se com a diferenciação entre som e ruído, seguida da apresentação da escala maior de dó, diagramada num teclado, com suas respectivas frequências. Na sequência, apresenta o conceito de timbre, exemplificando com as curvas de timbre representativas do diapasão, violão e violão sintetizado. Em seguida, define a ressonância como uma propriedade importante dos sistemas vibrantes, oferecendo alguns exemplos. No fim da seção, apresenta dois sistemas vibrantes, a saber, as cordas e os tubos sonoros, exemplificando com diversos instrumentos musicais.

Muito embora a apresentação do livro em análise seja bastante ilustrada e repleta de exemplos, merece algumas ressalvas com respeito às categorias de análise em questão. A primeira diz respeito ao uso da história. Muito embora tenha feito um interessante relato sobre a história da medição da velocidade do som, ao apresentar a proposta de montagem do aparato experimental discutido acima, não faz menção alguma ao fato de tratar-se de uma reconstrução simplificada de um aparato histórico, denominado ‘phonodeik’ e inventado pelo físico Dayton Clarence Miller em 1916, com o intuito de visualizar as ondas sonoras (MILLER, 1929, p. 78-88). Seria, na verdade, uma ótima oportunidade de discutir o desenvolvimento histórico dos mecanismos de registro do som que levou ao aparecimento do osciloscópio, ligando de uma forma crítica, ciência, história e tecnologia, na qual os interesses econômicos jogaram um papel importante.

Com respeito à contextualização e relações entre ciência, tecnologia e cultura, encontramos ao longo do texto diversas ligações com o cotidiano, como, por exemplo, na apresentação dos instrumentos musicais. Dentre estas ligações, muitas delas procuram utilizar-se de conhecimentos prévios que as pessoas em geral possuem. Contudo, não faz nenhuma menção a temas controversos em ciência, tecnologia e cultura.

Finalmente, no que tange à precisão conceitual, encontramos alguns pontos que merecem ser revisados. Logo no início, ao falar das ondas longitudinais, os autores exemplificam com a vibração de um tambor e utilizam a figura três (PENTEADO; TORRES, 2005, p. 127). Como podemos ver, a figura três passa uma ideia equivocada de que a propagação do som produzido no tambor é unidimensional e em um só sentido, quando, na verdade, tratar-se-ia de uma propagação tridimensional. Mesmo que o autor quisesse representar apenas as frentes de onda que se dão do sentido direito da direção horizontal, ainda não seria como posto na figura, uma vez que estas frentes de onda não seriam planas, mas curvas, persistindo ainda o equívoco.

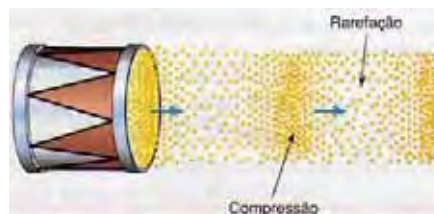


Figura 3: vibração de um tambor.

Na página 130, ao falar da altura de um som, os autores afirmam que “sons com frequência abaixo de 20 Hz são denominados infrassons, e os sons com frequência acima de 20.000 Hz são chamados de ultrassons”, quando, precisamente, deveriam afirmar que as

ondas mecânicas com frequência abaixo de 20 Hz são denominadas infrassons, e as ondas mecânicas com frequência acima de 20.000 Hz são chamadas de ultrassons e explicar porquê.

Na seção 8, ao referir-se à gama de dó, os autores esquecem de dizer que a oitava, que é o intervalo musical no qual a relação entre as frequências é $2/1$, subjaz à construção da escala temperada (escala cromática) que compreende a divisão da oitava em doze partes (13 notas) numa progressão geométrica de razão $\sqrt[12]{2}$. Na verdade, a décima terceira nota da escala temperada é a nota cujo intervalo é o de oitava, sendo a mesma nota musical da primeira. A partir desta escala, são construídas as escalas da música ocidental, inclusive a maior, apresentada no livro.

Na página 141, ao falar da ressonância e das cordas vibrantes, o autor afirma que “quando a corda de um instrumento musical é colocada em estado de vibração, esta se transmite para o ar nas vizinhanças da corda, e uma onda sonora, com frequência igual à da vibração da corda, é originada”. Muito embora isto seja correto, não é, majoritariamente, por esta transferência da perturbação da corda para o ar que ouvimos o som do instrumento, pois tal transferência é pouco eficiente, uma vez que as cordas são relativamente finas. Os instrumentos de cordas possuem caixas ressonantes com tampos cujas áreas são estupidamente maiores que a da corda, otimizando tal transferência. Sem tais caixas ressonantes os sons emitidos por esses instrumentos seriam quase inaudíveis. Ao contrário do que os autores afirmam, a transferência da vibração da corda para a caixa ressonante do violão se dá pelo cavalete, peça de madeira colada no tampo superior, no qual as cordas são fixadas.

1.2.2 Física (Luz & Álvares)

O texto dos autores Luz & Álvares trata do assunto em questão no capítulo 16 e apêndice D do volume 2. Inicia a apresentação definindo o que é o som, o infrassom e o ultrassom. Na sequência, discute velocidade, intensidade e altura de do som e faz uma apresentação bastante detalhada do conceito de timbre, enveredando na análise da fala, do aparelho fonador e do aparelho auditivo humano. No apêndice D apresenta os modelos físicos da corda vibrante e dos tubos sonoros, encerrando com um breve excerto sobre os instrumentos de percussão.

Analisando a contextualização na apresentação do conteúdo, encontramos diversas discussões conceituais utilizando instrumentos musicais (violão, piano, harpa, flauta, etc.), aparatos experimentais em acústica (aparato de Boyle, lâminas vibrantes), aplicações

tecnológicas (sonar submarino), tabelas com dados numéricos (faixa de frequências audíveis para alguns animais, níveis de intensidade sonora), ligações com as ciências biológicas (aparelho auditivo, aparelho fonador, navegação do morcego). Propõe ainda interessantes atividades experimentais utilizando molas, pêndulos, utensílios do lar, bem como a construção de artefatos para o estudo da acústica como, por exemplo, um protótipo de um telefone e um monocórdio. Também não encontramos nenhuma ligação que dissesse respeito a temas controversos ligados à acústica física e musical, como os que foram utilizados nesta pesquisa.

No que diz respeito ao uso da história da ciência, há apenas dois ‘links’. Estas inserções históricas, contudo, servem apenas como ilustrações, ‘links’ factuais que buscam muito mais mostrar ‘curiosidades’ que pouco contribuem para uma aprendizagem crítica. A primeira diz respeito à medição da velocidade do som realizada por cientistas do século XVII, na qual os autores afirmam que foi utilizado um canhão como fonte sonora e que esse se encontrava a uma distância de 20 km de quem mediu o tempo em que o som do tiro do canhão percorreu a citada distância. Contudo, segundo Lindsay (1966, p. 635), tal experimento com o canhão só foi realizado em 1738 (século XVIII e não XVII), provavelmente, sob a direção da Academia de Ciências de Paris, tendo encontrado o valor de 332 m/s para a velocidade do som naquelas condições atmosféricas. A segunda inserção aparece como um quadro à parte do texto principal que traz um breve comentário sobre Alexander Graham Bell, no qual os autores afirmam que era um cientista inglês, quando, na verdade, Bell nasceu em Edimburgo, Escócia, a 3 de março de 1847. Tal deslize está presente desde a edição de 1993.

Dentre as contextualizações utilizadas pelos autores, há pelo menos duas que são reconstruções de aparatos históricos. Na primeira, quando apresentam um esquema simplificado do balão de vácuo, não fazem menção alguma de que tal aparato consiste numa reconstrução de um aparato experimental desenvolvido por Boyle para o estudo da dependência de um meio material para a propagação do som. Na segunda, ao proporem uma montagem simplificada do monocórdio sonômetro, não fazem menção de que tal aparato foi central no desenvolvimento das pesquisas em acústica e que está presente na história da acústica desde os registros pitagóricos (ABDOUNUR, 1999).

Quanto à precisão conceitual, encontramos algumas imprecisões que merecem ser revisadas por parte dos autores. É interessante ressaltar que algumas destas persistem desde a análise que realizamos do presente texto em 1998, sendo, no caso, sua 1ª edição, de 1993. Por exemplo, na seção relativa ao estudo do timbre, os autores afirmam que

“Se tocarmos uma certa nota de um piano e se esta mesma nota (mesma frequência) for emitida, com a mesma intensidade, por um violino, seremos capazes de distinguir uma da outra, isto é, sabemos dizer claramente qual a nota que foi emitida pelo piano e qual foi emitida pelo violino. Dizemos, então, que estas notas têm timbres diferentes. Isto acontece porque a nota emitida pelo piano é o resultado da vibração não só da corda acionada, mas também de várias outras partes do piano (madeira, colunas de ar, outras cordas, etc.) que vibram juntamente com ela. Assim, a onda sonora emitida terá uma forma própria, característica do piano. De modo semelhante, a onda emitida pelo violino é o resultado de vibrações características desse instrumento e, por isto, apresenta uma forma diferente da onda emitida pelo piano. Na fig. 16-39 mostramos, em (a), a forma resultante de uma onda sonora, cuja frequência é 440 Hertz, emitida por um violino e, em (b), a mesma nota (440 Hertz) emitida pelo piano. Então, sons de mesma frequência, mas de timbres diferentes, correspondem a ondas sonoras cujas formas são diferentes. Portanto, podemos dizer que nosso ouvido é capaz de distinguir dois sons, de mesma frequência e mesma intensidade, desde que as formas das ondas sonoras correspondentes a esses sons sejam diferentes. Dizemos que os dois sons têm timbres diferentes”.

Esta transcrição deixa transparecer, muito embora não esteja explícito, que parece tratar-se de uma composição de um tom de frequência única (tom puro) produzido pela fonte (corda do instrumento, por exemplo) e de outros tons produzidos pelas outras partes do instrumento, resultando numa forma de onda diferente para cada fonte sonora. Contudo, isto está em desacordo com a explicação científica para o timbre dos instrumentos musicais, na qual tanto o modo fundamental como a série harmônica que o acompanha são produzidos na fonte sonora, estando reservadas às cavidades ressonantes a amplificação e a duração dos sons produzidos pelas fontes (ROEDERER, 1998, p. 150-206). Assim, as outras partes do instrumento servem como ressonadores para os tons produzidos pela fonte vibrante, variando, assim, suas intensidades.

1.2.3 Universo da Física (Sampaio & Calçada)

O texto Universo da Física (SAMPAIO; CALÇADA, 2005b) apresenta o estudo das ondas mecânicas no capítulo 17. Tal apresentação, contudo, se dá de uma forma bem mais resumida do que aquela da edição de 1985 (CALÇADA; SAMPAIO, 1985), a qual foi objeto de análise da pesquisa discutida na seção 1.2 (MONTEIRO JÚNIOR, 1998). Enquanto nesta edição mais antiga os autores trazem uma seção que discute as qualidades fisiológicas do som,

bem como algumas ligações com a música, a presente edição resume sua apresentação discussão aos conceitos fundamentais das ondas. Iniciando com uma discussão sobre as oscilações e o movimento harmônico simples, introduz, na sequência, o conceito de onda mecânica, pulso, trem de ondas, bem suas propriedades, quais sejam reflexão, refração, difração e polarização, encerrando com o estudo da ressonância e do efeito Doppler.

Durante todo o capítulo não há sequer qualquer uso da história da ciência na apresentação do conteúdo, nem ao menos excertos históricos ilustrativos como os encontrados nos outros livros didáticos analisados. No final do capítulo, ao discutir o fenômeno da ressonância, se utiliza do acontecimento histórico do colapso da ponte pênsil de Tacoma Narrows, ocorrida em 1940 no estado de Washington, Estados Unidos. Muito embora tal fato tenha se tornado num marco histórico de uma catástrofe ocorrida por conta da ressonância, não se constitui num exemplo do uso da história da ciência no ensino.

Com respeito às ligações entre ciência, tecnologia e cultura, não encontramos no citado capítulo qualquer ligação dos conteúdos apresentados com artefatos tecnológicos ou ainda com fatos sociais ou econômicos. Contudo, na apresentação do efeito Doppler, os autores fazem um breve excerto sobre notas musicais com o intuito de construir uma relação entre o conceito de frequência e o de altura de um som para, a partir daí, fazer referência à mudança da altura de um som, dada pelo movimento relativo entre a fonte sonora e um ouvinte. Contudo, tal apresentação parece truncada, não havendo uma discussão mais detalhada da natureza física do som, suas qualidades fisiológicas, nem tampouco das ligações entre os conceitos físicos e aqueles da acústica musical. Utiliza conceitos como altura fisiológica, escala musical sem defini-los. Nesta seção, utilizam ainda uma ilustração composta de uma partitura da serenata de Schubert que em nada se relaciona com o assunto discutido nem auxilia em nada na sua compreensão.

1.2.4 Física (Alberto Gaspar)

O texto “Física – Volume Único” (GASPAR, 2005) dedica o capítulo 24 ao estudo do som. Inicia sua apresentação discutindo a natureza física do som, classificando-o como uma onda tridimensional e longitudinal. Na sequência, apresenta uma análise biofísica do aparelho auditivo, em direção ao estudo das propriedades fisiológicas do som. Na terceira seção, apresenta as propriedades ondulatórias do som, quais sejam reflexão, refração, difração e interferência. Na segunda parte do citado capítulo trata do estudo das fontes sonoras, dos instrumentos musicais de corda, dos instrumentos musicais de sopro e de um estudo básico

das escalas musicais. No final do capítulo, aparece ainda um excerto sobre os instrumentos de percussão, não havendo o aprofundamento emprestado aos outros acima citados.

Com respeito ao uso da história da ciência, não há qualquer registro em todo o capítulo, muito embora alguns instrumentos e aparatos experimentais utilizados pelo autor sejam reconstruções de aparatos históricos. Dentre esses, podemos citar o monocórdio e a sirene de Seebeck (p. 240). Quanto à precisão conceitual, há alguns deslizos que merecem revisão. Logo no início do capítulo, na página 237, na seção intitulada “Biofísica: o aparelho auditivo”, o autor, ao falar da estrutura e das funções das partes desse sistema, afirma que

“Quando um som de determinada frequência atinge o ouvido, suas vibrações, captadas no ouvido externo, são transmitidas pelo tímpano aos três ossinhos, que as comunicam ao ouvido interno. Nesse, as vibrações são amplificadas 30 a 60 vezes pela janela oval, que produz vibrações no líquido contido no labirinto membranoso.”.

A importância do ouvido médio é bem maior do que a citada pelo autor. Além de transmitir as vibrações do ouvido externo para o interno, possui ainda as funções de amplificar estas vibrações e de impedir que sons abruptos, de grande intensidade, alcancem a estrutura interna do ouvido. Diferentemente do que afirma o autor, a amplificação não se dá no ouvido interno, mas, de um lado, no mecanismo de alavanca dos ossículos que produz uma vantagem mecânica e, de outro, na diferença entre as áreas do tímpano e da janela oval, conforme figura quatro (EVEREST, 2001, p. 46).

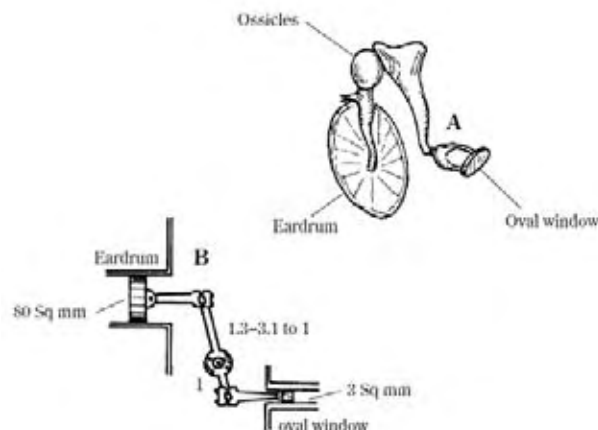


Figura 4: esquema biomecânico de funcionamento do ouvido médio.

Como podemos ver na parte inferior da figura, a razão entre os braços de alavanca varia de $\frac{1,3}{1}$ até $\frac{3,1}{1}$. Por outro lado, a razão entre as áreas do tímpano e ouvido interno é

de $\frac{80 \text{ mm}^2}{3 \text{ mm}^2} \cong 26,7$. Portanto, a vantagem total seria o produto destas duas grandezas, ou seja,

a amplificação da vibração variaria de 34,71 a 82,77 vezes o sinal de entrada, o que resulta numa faixa de variação bem maior do que a informada no texto. Segundo Rossing (1990, p. 67), outra função dos ossículos é a de proteger o ouvido interno de ruídos muito intensos e mudanças súbitas de pressão. Quando um som de grande intensidade atinge o ouvido, ativa dois conjuntos de músculos. Um deles estica o tímpano e o outro puxa o estribo, desfazendo a transmissão entre o tímpano e a janela oval. Esta resposta a sons abruptos é chamada reflexo acústico. Além destas duas funções, há no ouvido médio a trompa de Eustáquio (tuba auditiva no texto analisado), que possui a função de equilibrar as pressões interna e externa, permitindo a livre oscilação do tímpano.

Na página 241, quando o autor descreve as escalas musicais, inicia a apresentação afirmando que “a cada frequência corresponde um tom musical”, quando, na verdade, a cada frequência corresponde um tom puro (frequência única). Os tons musicais são, na verdade, complexos. As notas emitidas por instrumentos musicais são compostas por séries harmônicas que sofrem variações temporais fundamentais na construção das suas características timbrais. Na sequência, afirma que “poucas são as frequências que nos agradam e menor ainda o número de sequências de tons musicais que aceitamos ou utilizamos para compor música”, o que consiste numa incorreção, pois não são as frequências que agradam ou desagradam, mas a relação entre as frequências, ou seja, o grau de consonância ou dissonância. A arte de compor música passa muito pela sensibilidade do músico em ‘jogar’ com a tensão/dissonância e a resolução/consonância. A própria construção dos acordes passa por esta busca de uma música que mexa com quem ouve.

Ainda na mesma seção, o autor, ao definir o intervalo de oitava, afirma que “é o intervalo entre dois tons, em que o mais alto tem aproximadamente o dobro da frequência do mais baixo”, e não exatamente o dobro. Na acústica musical defini-se o intervalo entre duas como sendo a razão entre suas frequências, ou seja, $I = \frac{f_2}{f_1}$. Desta forma, diz-se que quando duas notas estão separadas por um intervalo de oitava, elas são iguais e a razão entre suas frequências é 2, ou seja, uma possui o dobro da frequência da outra. Por outro lado, toda escala musical começa e termina na mesma nota musical, separada por um intervalo de oitava, ou seja, começa com uma nota de frequência “f” e termina com a mesma nota, agora com frequência “2f”. Logo, não se trata, como afirma o texto, de uma razão próxima a 2, mas exatamente 2. Podemos, então, dizer que a estrutura harmônica moderna é baseada nesse

padrão de intervalos, conhecido como escala temperada, ou escala cromática. A escala cromática possui treze notas. A décima terceira é chamada oitava, a mesma nota musical da primeira, agora com o dobro da frequência, ou seja, a oitava é o intervalo de altura entre duas notas em que uma delas possui o dobro da frequência da outra. Assim, para construirmos a escala cromática, dividimos o intervalo de oitava em 12 partes (são 13 notas e, conseqüentemente, 12 intervalos), criando-se, então, doze intervalos iguais, chamados de semitons. Assim, a frequência de cada nota da escala cromática será $\sqrt[12]{2}$ vezes maior que a sua anterior, caracterizando uma progressão geométrica de razão igual a $\sqrt[12]{2}$. A tabela nove mostra a escala cromática iniciando-se no ‘Lá’ central do piano (A_0 - $f=220\text{Hz}$).

Tabela 9: escala cromática em Lá.

Nota	Símbolo	Termos da P.G. $a_n = 220 \cdot (\sqrt[12]{2})^{(n-1)}$	Frequência (Hz)	Nome do intervalo
Lá	A	$a_1 = 220$	220	Uníssonos
Lá sustenido/ Si bemol	A#/Bb	$a_2 = 220 \cdot (\sqrt[12]{2}) = 233,081880\dots$	233	Segunda menor
Si	B	$a_3 = 220 \cdot (\sqrt[12]{2})^2 = 246,941650\dots$	247	Segunda maior
Dó	C	$a_4 = 220 \cdot (\sqrt[12]{2})^3 = 261,625565\dots$	262	Terça menor
Dó sustenido/ Ré bemol	C#/Db	$a_5 = 220 \cdot (\sqrt[12]{2})^4 = 277,182630\dots$	277	Terça maior
Ré	D	$a_6 = 220 \cdot (\sqrt[12]{2})^5 = 293,664767\dots$	294	Quarta justa
Ré sustenido/ Mi bemol	D#/Eb	$a_7 = 220 \cdot (\sqrt[12]{2})^6 = 311,126983\dots$	311	Quarta aumentada/ Quinta diminuta
Mi	E	$a_8 = 220 \cdot (\sqrt[12]{2})^7 = 329,627556\dots$	330	Quinta justa
Fá	F	$a_9 = 220 \cdot (\sqrt[12]{2})^8 = 349,228231\dots$	349	Quinta aumentada/ Sexta menor
Fá sustenido/ Sol bemol	F#/Gb	$a_{10} = 220 \cdot (\sqrt[12]{2})^9 = 369,994422\dots$	370	Sexta maior/ Sétima diminuta
Sol	G	$a_{11} = 220 \cdot (\sqrt[12]{2})^{10} = 391,995435\dots$	392	Sétima menor
Sol sustenido/Lá bemol	G#/Ab	$a_{12} = 220 \cdot (\sqrt[12]{2})^{11} = 415,304697\dots$	415	Sétima maior
Lá	A	$a_{13} = 220 \cdot (\sqrt[12]{2})^{12} = 440$	440	Oitava

Podemos observar na tabela nove que o padrão de intervalos é definido a partir da razão entre as frequências da 13ª e da 1ª nota. Logo, o intervalo de oitava é exatamente 2. A partir desse são calculados, e não medidos, os valores das frequências das outras notas musicais.

Muito embora esta escala cromática defina o padrão de intervalos a partir do qual são construídas as escalas musicais, das quais as mais utilizadas são a maior e a menor natural, nem sempre foi assim. Antes desta divisão da escala em 12 intervalos iguais, houve diversas escalas musicais, com os mais diversos padrões de divisão, constituindo-se numa intrigante e belíssima face da história da acústica (BARBOUR, 1951; BARNER, 1979; GRENFELL, 2005; LINK JR, 1965).

A figura cinco, retirada do texto em questão (p. 241), sugere equivocadamente que a oitava inicia numa nota e termina na 12ª, e não na 13ª, resultando numa razão diferente de 2, conforme sugerido pelo autor. Observe que o intervalo de oitava seria $\frac{Dó_2}{Dó_1} = \frac{523,4}{261,7} = 2$ e não

$\frac{Si}{Dó_1} = \frac{493,9}{261,7} = 1,89$. Na verdade todo o quadro da citada página, intitulado

“Aprofundamento: Escalas Musicais” parece equivocado.

Na tabela a seguir mostramos as frequências de uma oitava da escala cromática em valores decimais, adotando como lá a frequência de 440,0 Hz.

Nota	dó	dó #	ré	ré #	mi	fá	fá #	sol	sol #	lá	lá #	si
f(Hz)	261,7	277,2	293,7	311,2	329,7	349,2	370,0	392,0	415,3	440,0	466,2	493,9

Figura 5: esquema da escala cromática do texto “Física – Volume Único”.

Na sequência, ao falar das cordas vibrantes, o autor afirma que “quando um intérprete toca uma corda, ela assume, espontaneamente, uma ou mais configurações de ondas estacionárias. Na verdade, não há uma espontaneidade. O que determina os harmônicos que vão se estabelecer é a forma como a corda é percutida e o local onde ocorre a percussão. Por outro lado, ao abordar o comportamento físico dos tubos sonoros e discutir os princípios de funcionamento dos instrumentos de sopro (p. 243), afirma que os instrumentos de sopro possuem furos que equivalem a extremidades abertas. Daí, “o mesmo tubo pode reforçar inúmeras frequências diferentes e produzir diversos acordes.”, quando, ao certo, seriam diversas notas musicais, pois os instrumentos de sopro são melódicos e não harmônicos. Mais à frente, o autor se utiliza de uma fotografia de uma harpa de ar, pertencente ao museu de ciências Tecnorama, localizado no município de Águas de Lindóia/SP, composta de 9 tubos, cortados com comprimentos que aumentam numa progressão aritmética. No texto, o autor se utiliza de tal instrumento para exemplificar a construção de uma escala musical. Na verdade, não há nenhuma escala cujas frequências cresçam numa progressão aritmética, constituindo-

se num instrumento de construção extremamente grosseira e equivocada, retratando um total desconhecimento das bases matemáticas subjacentes à construção das escalas musicais ocidentais (MONTEIRO; MEDEIROS; MEDEIROS, 2003). É interessante frisar que tal instrumento está no citado museu há mais de dez anos, tendo, provavelmente, sido visto por uma enorme quantidade de colegas professores de física. Obviamente, um conjunto de tubos que reproduzisse a escala cromática, por exemplo, teria que ter treze tubos, cujos comprimentos diminuíssem numa progressão cuja razão seria $\sqrt[12]{2}$. Para, a partir desses, reproduzir as escalas maior e menor natural, teria que selecionar, respectivamente os 1º, 3º, 5º, 6º, 8º, 10º, 12º e 13º tubos e 1º, 3º, 4º, 6º, 8º, 9º, 11º e 13º tubos.

No que diz respeito às ligações entre ciência, tecnologia e cultura, encontramos apenas duas menções às tecnologias associadas ao estudo do som. Numa delas, o autor discute os princípios da ultrassonografia e na outra, utiliza-se dos princípios de funcionamento do sonar num exercício de aplicação. Na seção 4 (p. 239), intitulada “Música”, o autor tem uma ótima oportunidade de discutir um tema que ao nosso ver é bastante controverso: música, tecnologia e arte. No entanto, ao invés de expor a trama entre arte, ciência e tecnologia, característica da produção musical moderna, limita-se ao equívoco de afirmar que música tecnológica é a “produção de instrumentos e equipamentos sonoros” e artística, a “composição e criação”. Contudo, há alguns interessantes quadros provocativos que convidam o leitor à reflexão, dentre os quais, o que fala sobre o berimbau (p. 241). Enfim, podemos sintetizar a análise apresentada acima caracterizando os quatro textos analisados da seguinte forma:

i. Quanto à contextualização do conteúdo e relações entre ciência, tecnologia e cultura, todos os livros analisados resumem as aplicações às tecnologias cuja ciência da acústica se encontra na base, como o sonar (LUZ; ÁLVARES, 2005; GASPAS, 2005). e a ultrassonografia (GASPAS, 2005; PENTEADO; TORRES, 2005). Contudo, nenhum dos textos analisados incluiu discussões de temas controversos e ou culturais como os propostos nesta pesquisa.

ii. Quanto ao uso da história e filosofia da ciência, os textos o fazem de forma factual, ilustrativa, que serve apenas como excertos históricos ‘interessantes’ que pouco contribuem para o entendimento da natureza da construção do conhecimento científico e para o desenvolvimento de uma consciência crítica na relação entre ciência, tecnologia e cultura.

iii. Quanto à precisão conceitual, observamos que todos os livros analisados apresentam ‘deslizes’ conceituais, principalmente quando se lançam nas ligações entre acústica física e acústica musical. Com respeito às apresentações textuais do conceito de timbre, todos os textos analisados revelam e debruçam-se apenas nas chamadas características estáticas do citado conceito, ou seja, aquelas que dizem respeito apenas às grandezas físicas envolvidas.

iv. Quanto à utilização de paisagens sonoras, não encontramos em nenhum dos textos analisados qualquer análise de paisagens sonoras inseridas em contextos sociais ou históricos, nem tampouco qualquer reflexão acerca das transformações sofridas pelas paisagens sonoras, urbanas ou rurais, e suas relações com ciência, tecnologia e cultura.

v. Quanto à educação sonora, não encontramos em nenhum dos títulos analisados qualquer estratégia de abordagem ou seção voltada para possíveis exercícios de sensibilização da audição ou de desenvolvimento de uma audição pensante voltada para a formação de consciências auditivas acerca das ecologias acústicas, seja por meio da análise de eventos sonoros ou de seus objetos sonoros, seja pela proposta de resgate dos problemas acústicos da escola ou comunidade e reflexão em torno de possíveis ações de melhora. Também não identificamos qualquer perspectiva de utilização dos conteúdos de acústica como linguagem na problematização da ecologia acústica.

A despeito de toda a análise apresentada nesta seção, não achamos que a solução para a educação científica numa perspectiva que busque a transversalidade em direção à formação de sujeitos conscientes da ecologia acústica esteja na melhoria dos livros didáticos. Contudo, melhorar estas apresentações já pode ser um bom começo. Um livro, ou até um capítulo sobre acústica bem escrito, com inserções históricas importantes, bem como com ligações entre ciência, tecnologia e cultura pode ser bem utilizado por um professor que valorize tanto as inserções culturais, quanto as experiências sonoras dos estudantes. De um lado, o som enquanto fenômeno físico e, de outro, o som enquanto cultura. Colocar esses mundos para conversarem pode trazer novas perspectivas para se pensar a educação enquanto prática de liberdade.

1.3. O ensino da acústica em periódicos nacionais qualisados

De modo semelhante, os artigos trazem atividades que, na maior parte das vezes, não propõem ligações entre os universos da física, fisiologia, percepção e música, nem tampouco aquelas de caráter cultural, muito embora possuam apresentações mais amplas do que aquelas encontradas nos textos didáticos analisados. Num levantamento feito nos nove principais periódicos em ensino de física e nos dois de educação matemática do Brasil, observamos que boa parte das pesquisas tem traçado caminhos alternativos para o ensino da mecânica ondulatória, conforme a tabela dez.

Muito embora estejamos preocupados em investigar a apresentação das ondas sonoras e possíveis ligações entre ciência, tecnologia e cultura, realizamos uma revisão mais ampla, abrangendo todos os artigos sobre mecânica ondulatória para, assim, traçar um quadro mais amplo da investigação no qual o estudo do som está incluso.

De acordo com a tabela dez, vemos que apenas 69 artigos foram publicados sobre o ensino de conceitos relacionados ao estudo da mecânica ondulatória em todos os volumes dos periódicos analisados. Consideramos neste levantamento todos os artigos que tinham alguma ligação com conceitos trabalhados no estudo das ondas mecânicas, fossem eles restritos a temas como a mecânica ondulatória, à acústica física ou à acústica musical, ou ainda abordando temas nas interfaces entre ciências exatas, engenharia, arte, biologia ou percepção.

Esses dados refletem que ainda há pouco material instrucional no ensino dos tópicos ligados ao estudo das ondas mecânicas e, em particular, da acústica. Muito embora a quantidade de publicações seja pequena, diversas são as estratégias de ensino utilizadas. Encontramos artigos propondo o ensino dos conteúdos em questão por meio de estratégias problematizadoras (no sentido freireano), demonstrativas, quantitativas, utilizando novas tecnologias, fazendo ligações com o cotidiano ou propondo esquemas simples de montagem de aparatos experimentais. Contudo, não há uma distribuição equitativa dos conteúdos da acústica. Como veremos a partir de agora, enquanto há uma grande concentração de artigos que tratam de temas como velocidade de propagação das ondas mecânicas e do som, movimento harmônico simples, cordas vibrantes, poucos são os artigos que tratam de temas como relação entre frequência e altura, relação entre intensidade física e intensidade fisiológica e conceito de timbre. Por outro lado, as abordagens quase sempre se limitam à análise das situações tomando por base apenas os aspectos físicos, em sintonia com as apresentações tradicionalmente veiculadas pelos livros didáticos.

Tabela 10: distribuição dos artigos por conteúdos.

Ano	Principais periódicos em ensino das ciências e educação matemática										
	FE	AL	C&E	CBEF	C&EN	EN	IEC	RBEF	RBPEC	BO	ZE
1979	x	x	x	x	x	x	x	1	x	x	x
1980	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x
1981	x	x	x	x	x	x	x	1	x	x	x
1982	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x
1983	x	x	x	x	x	x	x	-	x	x	x
1984	x	x	x	1	x	x	x	-	x	x	x
1985	x	x	x	-	x	x	x	-	x	-	x
1986	x	x	x	1	x	x	x	1	x	-	x
1987	x	x	x	-	x	x	x	-	x	-	x
1988	x	x	x	-	x	x	x	-	x	-	x
1989	x	x	x	-	x	x	x	-	x	-	x
1990	x	x	x	-	x	x	x	-	x	-	x
1991	x	x	x	-	x	x	x	1	x	-	x
1992	x	x	x	-	x	x	x	-	x	-	x
1993	x	x	x	-	x	x	x	-	x	-	-
1994	x	x	x	1	x	x	x	-	x	-	-
1995	x	x	x	-	x	x	x	3	x	-	-
1996	x	x	x	1	-	x	-	-	x	-	-
1997	x	x	x	-	-	x	-	1	x	-	-
1998	x	x	1	-	-	x	-	1	x	-	-
1999	x	x	-	-	-	-	-	2	x	-	-
2000	-	x	-	-	-	-	-	1	x	-	-
2001	-	x	-	1	1	-	-	2	-	-	-
2002	-	x	-	-	-	-	-	3	-	-	-
2003	1	x	-	-	-	-	-	-	-	1	-
2004	1	x	-	1	-	-	-	2	-	-	-
2005	2	x	-	2	-	1	-	-	-	-	-
2006	1	x	-	-	-	-	-	1	-	-	-
2007	2	x	-	-	-	-	-	3	-	-	-
2008	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
2009	2	2	-	1	n	-	-	3	1	-	-
2010	2	-	-	-	n	-	-	3	-	1	-
2011	-	-	-	-	n	1	-	9	-	-	1
TOTAL	11	2	1	9	1	2	0	39	1	2	1

Legendas: FE - A Física na Escola (2000); AL – Alexandria (2008); C&E - Ciência & Educação (1998); CBEF - Caderno Brasileiro de Ensino de Física (1984); C&EN - Ciência e Ensino (1996); EN – Ensaio (1999); IEC - Investigações em Ensino de Ciências (1996); RBEF - Revista Brasileira de Ensino de Física (1979); RBPEC - Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciência (2001); BO – Bolema (1985); ZE – Zetetiké (1993). Obs.: O símbolo ‘x’ indica que a revista não existia até aquele ano. O símbolo ‘n’ indica que não houve edição naquele ano. O símbolo “-” indica ausência de artigo naquele ano.

Com respeito aos artigos que tratam do estudo do modelo de propagação das ondas mecânicas e, em particular, do som, há diversos que propõem esquemas para determinação da velocidade do som no ar e em metais (SPEZIALI; VEAS, 1986; SANTIAGO; AZEVEDO; GONÇALVES LEDO, 1991; CAVALCANTE; TAVOLARO, 2003; GRALA; OLIVEIRA, 2005; SAAB; BRINATTI, 2005). Ainda com respeito ao estudo da propagação das ondas mecânicas, Bruno-Alfonso & Florêncio (2004) apresentam uma interessante discussão

conceitual sobre as densidades de energia em ondas mecânicas unidimensionais, identificando limitações nas apresentações desse tópico feitas por dois conhecidos livros didáticos utilizados em cursos básicos de física nas universidades brasileiras. Num outro artigo (BARATTO, 1998), é proposto um modelo de montagem de um aparato útil na visualização das ondas estacionárias, por meio da utilização de um tubo de chamas.

No caso do estudo dos fenômenos oscilatórios em cordas e tubos, encontramos interessantes artigos utilizando estroboscópios na observação de movimentos repetitivos (OCCHIONI; LANÇA; ALMEIDA, 2001; ROSA et al., 2004). Ainda nesta linha, Mello (2007) propõe uma interessante montagem do aparato de Melde para a visualização das ondas estacionárias numa corda elástica (modos normais de vibração) na qual utiliza um alto-falante e um gerador de áudio. Tal aparato consiste de uma reconstrução histórica de um interessante dispositivo desenvolvido pelo físico alemão Franz Melde (1832-1901) para medir a velocidade das ondas transversais, bem como estudar o efeito de grandezas como a tensão e a densidade linear na velocidade de propagação destas ondas. Tal experimento, além de propiciar tal visualização, permite ainda, muito embora o autor não o faça, adentrar no universo da relação entre física e música, discutindo a ligação entre as frequências estacionárias da corda (grandeza física) e as notas musicais, possibilitando a discussão das bases da harmonia (intervalos musicais) e da construção da escala do braço do violão. Tal aparato, utilizado conjuntamente com um estroboscópio, permite ainda a visualização em ‘câmara lenta’ dos nós e ventres das ondas estacionárias estabelecidas. Proposta semelhante é feita por Gómez e Welti (2004), ao estudarem experimentalmente os efeitos provocados pela força viscosa sobre as oscilações forçadas de uma corda esticada e perturbada por uma força externa aplicada em uma de suas extremidades. Num outro artigo, Piubelli et al (2010), a descreve a construção de um dispositivo confeccionado com materiais de baixo custo para simular a dependência da velocidade de propagação de uma onda mecânica em função das características inerciais e elásticas do meio. Noutro artigo, Gomes; Lüdke (2011) apresentam um experimento laboratorial de baixo custo para o estudo das ondas estacionárias em cordas vibrantes, por meio de um aparato eletrônico baseado na realimentação eletromagnética. Segundo os autores, é possível verificar tanto a harmonicidade das ondas estacionárias quanto a relação numérica entre os harmônicos presentes em oscilações obtidas para um dado modo de excitação. Considerando ainda o caso da corda vibrante, Dall’agnol (2011) descreve o comportamento da reflexão e transmissão de um pulso na junção entre duas cordas de densidades lineares de massa diferentes, onde a junção consiste de um pedaço de corda que tem sua densidade linear de massa variando linearmente de uma à outra densidade das cordas

consideradas. Segundo o autor, a reflexão do pulso na junção depende fortemente da razão entre a largura do pulso e o comprimento da junção.

Com respeito à ligação entre física e fenômenos do cotidiano, são poucas as contextualizações encontradas nos artigos analisados. Como exemplo destas ligações, temos o Tsunami, cuja explicação científica tem parte de sua fundamentação na mecânica ondulatória (SANTOS, 2005; SILVEIRA, 2005) e ainda uma abordagem para o ensino médio das ondas formadas na água (SANTOS; BARROS, 2008). Em outro artigo, os autores propõem a montagem de um aparato simples para simular o comportamento e os danos que podem ser causados numa máquina rotativa, desbalanceada, e cujo defeito produza uma das frequências de ressonância do sistema (SOUZA et al., 2007)

No tocante ao estudo do movimento harmônico, encontramos alguns artigos que analisam o comportamento do pêndulo simples, do pêndulo elástico, do pêndulo bifilar (BRITO, 1979; BAZIN; LUCIE, 1981; LIMA; PIACENTINI, 1984; SILVEIRA, 1986; OLIVEIRA, 1995; PALANGANA; PEDREIRA, 1995; MARLETTA; FERREIRA; GUIMARÃES, 2000; SILVA; RAMOS, 2006; CARVALHÃES; SUPPES, 2009; BARBOSA; MORAES, 2010; LUCA; GANSI, 2011), do pêndulo de Newton (SILVA, 2010), bem como a montagem de dispositivos para a medição da frequência do pêndulo (SILVA, 2009). Nesses artigos há uma ênfase na análise da adequação do modelo teórico ensinado num modo verificacionista, por meio de atividades quantitativas que buscam, por exemplo, determinar a relação entre frequência e comprimento, analisar as influências da massa do fio e da amplitude na frequência de oscilação ou medir a aceleração gravitacional. Ainda com respeito ao pêndulo, encontramos um interessante artigo histórico que trata do destino da proposta formulada por Christiaan Huygens defendendo o uso do comprimento de um pêndulo de segundos como um padrão universal (MATTEWS, 2001). Segundo o autor, caso tal padrão tivesse sido adotado, isto teria sido de um valor científico, comercial e cultural inestimável.

Outros artigos analisam o modelo do oscilador harmônico amortecido, considerando, inclusive o caso da não linearidade e da massa variável (ICHIBA; ICHIBA; MAKI, 1999; HICKMANN; LIBARDI, 2001; RODRÍGUEZ, 1995; TOMASI; CAPARELLI, 2001; WELTNER; ANDRADE; ESPERIDIÃO, 1995; BARROS, 2007; RODRIGUES; BUSQUINI; SANTARINE, 2010; CORREA et al, 2011; ARNOLD et al, 2011). Nesse último, por exemplo, é sugerido um modelo que leva em conta o amortecimento das oscilações do pêndulo, com o intuito de detectar a diminuição da amplitude das oscilações e ajustar esses dados a um modelo matemático. Segundo os autores, os resultados demonstram

que o pêndulo simples, composto de esferas de pequeno volume e oscilando com baixas velocidades, pode ser estudado por modelos simplificados. Por outro lado, a metodologia e o modelo matemático mostraram-se compatíveis com o nível de conhecimento de alunos de cursos introdutórios de física e oferecem uma visão mais realista sobre o comportamento do pêndulo. Noutro artigo (BELÉNDEZ et al., 2007), os autores apresentam uma análise matemática do pêndulo simples, apresentando, além da fórmula exata para o período de oscilação, a expressão exata do deslocamento angular em função do tempo, bem como as expressões, para pequenas oscilações, da amplitude de oscilação e da frequência angular.

No que diz respeito à investigação de estratégias de ensino das ondas sonoras utilizando elementos da música, instrumentos musicais e outras relações entre matemática e música, são pouco os artigos que abordam esse tema. Num desses artigos (MORS, 1994), é feita uma interessante análise matemática da previsibilidade de uma melodia, baseada em funções fractais. Para o autor, a melodia por ser composta de sons representados por funções periódicas e, como muitas outras manifestações flutuantes no tempo, tem algo em comum com fenômenos como o fluxo de veículos e o batimento cardíaco. E esse algo em comum é o comportamento em $1/f$ do espectro de potência da função correlação do parâmetro que flutua no tempo. Ainda dentro desta linha, outro artigo (HÜMMELGEN, 1996) traz uma análise física do clarinete. Iniciando sua apresentação com alguns conceitos básicos, como escala musical e onda sonora, considerados a partir da análise matemática e musical, o autor adentra no estudo dos tubos sonoros, em direção à compreensão de que, a partir do entendimento do comportamento de um tubo cilíndrico, é possível compreender o funcionamento do citado instrumento. Discute ainda a influência de alguns detalhes do tubo do instrumento sobre a sua tessitura, como a boquilha e os furos laterais. Da mesma forma que o artigo anterior, esse também não faz qualquer ligação com o ensino da acústica, muito embora o tema em questão seja bastante promissor. Em outro artigo (MONTEIRO JR; MEDEIROS; MEDEIROS, 2003), os autores propõem uma interessante abordagem das funções trigonométricas por meio da música. Iniciando com uma análise das bases matemáticas da construção da escala cromática, mostrando que seu padrão de intervalos constitui-se uma progressão geométrica de razão $\sqrt[3]{2}$, analisam a lógica matemática subjacente à construção da escala do braço do violão, propondo, em seguida, uma interessante atividade no ensino das progressões geométricas, qual seja a construção de um conjunto de tubos sonoros que reproduzam o citado padrão de intervalos, consistindo numa possível atividade educacional. Noutro artigo (GOTO, 2009), são examinadas as bases físicas e matemáticas da consonância das ondas sonoras, estabelecendo-

se uma relação entre suas frequências fundamentais, bem como tais relações se manifesta na estrutura da escala musical. Nesta mesma linha, propõe ainda (MONTEIRO JÚNIOR, 2010) o desenvolvimento de uma abordagem interdisciplinar um estudo das funções trigonométricas por meio da análise da representação matemática do conceito de timbre por meio de duas experiências didáticas que podem ser utilizadas tanto por professores de matemática no estudo das funções trigonométricas quanto por professores de física, no estudo da mecânica ondulatória. Noutro artigo (OLIVEIRA et al, 2011), a música, aliada à tecnologia da web-rádio, são utilizadas como ferramentas no ensino de biologia, sendo analisada a influência no processo de ensino-aprendizagem de alunos da rede pública de ensino. Ainda com respeito à utilização de instrumentos musicais, Kandus; Gutmann; Castilho (2006) apresentam uma breve discussão sobre a propagação de ondas mecânicas em meios elásticos e, em particular ao longo de cordas e no ar, em direção à análise dos princípios físicos de funcionamento de um conhecido instrumento popular: o berimbau. No final, fazem uma referência à ligação entre a capoeira e o instrumento analisado. Contudo, não há a preocupação em utilizar a abordagem desenvolvida para uma possível ação educativa. Ainda dentro desta linha, Donoso et al (2008) apresentam uma interessante descrição da física do violino, analisando os conceitos envolvidos e seu potencial pedagógico. Nesta abordagem, os autores destacam as contribuições de Helmholtz, Savart, Raman e Saunders no estudo do efeito do arco sobre as vibrações das cordas, analisando as propriedades acústicas do instrumento e descrevendo a função de cada uma das partes, como tampos e cavalete, consistindo numa interessante proposta didática. Recentemente, Donoso et al (2010) publicaram outro artigo nesta mesma linha, evidenciando a sofisticação do citado instrumento, bem como o desafio da compreensão de seu comportamento acústico. Há ainda uma interessante proposta de montagem de um gramofone didático, na qual é possível entender os princípios de funcionamento não só desse dispositivo histórico, mas também dos primeiros mecanismos de reprodução do som (MORENO; LOPES; STEIN-BARANA, 2007). Noutro artigo bastante interessante (VAZ; PINHO, 2011), agora em educação matemática, os autores relatam uma alternativa de contextualização do ensino dos números racionais a alunos do ensino fundamental por meio da análise de elementos básicos da música, tais como ritmo, melodia e harmonia, bem como pela análise da formação da escala musical ocidental a partir das experiências de Pitágoras. Segundo os autores, por meio de uma experiência audiovisual, que integra os raciocínios musical e visual ao raciocínio lógico-matemático, é sugerida uma nova abordagem no ensino das frações.

Quanto ao uso de novas tecnologias, o computador tem sido uma ferramenta central na geração, no recebimento e na análise de dados por meio de interfaces de hardware (HAAG, 2001; GRALA, 2005). Além desta utilização como interface na geração e análise de dados, o computador serve ainda como ambiente de simulação. As simulações permitem o estudo de condições que na prática seriam difíceis e, às vezes, até mesmo inviáveis de serem realizadas em um laboratório didático. Permitem ainda que o aluno possa testar outras condições, mudar variáveis, possibilitando uma maior compreensão do fenômeno. Dentro desta perspectiva, Bleicher et al (2002) propõem a utilização didática de um programa comercial para analisar as relações entre frequências nas escalas musicais, bem como ouvi-las por meio da saída da placa de som do computador. É possível inclusive simular efeitos sonoros utilizados frequentemente por músicos, como batimento, trêmulo e 'phaser'. Ainda dentro desta linha, Jácome et al (2002) apresentam um interessante programa educativo voltado para o estudo interativo dos modos normais de vibração de uma cadeia de osciladores acoplados. Nesse ambiente é possível, por exemplo, montar os gráficos do movimento de cada oscilador em separado, aplicando os conteúdos aprendidos nas aulas teóricas de física. Em outro artigo, Silva; Silva; Silva (2004) apresentam um programa desenvolvido para o estudo interativo do fenômeno do batimento, o qual permite tanto a análise qualitativa quanto a quantitativa do citado fenômeno. Com respeito à simulação computacional de um sistema massa-mola, Camiletti; Ferraciolli (2002) apresentam resultados da investigação sobre a integração de ambientes de modelagem computacional ao aprendizado exploratório do citado sistema. Os resultados mostram que os estudantes apresentaram habilidades para desenvolverem um modelo sobre a situação proposta e relacionar o comportamento apresentado pelo modelo com o esperado por eles, bem como alterar o modelo e explicar o comportamento apresentado pelas variáveis. Em outra pesquisa, Borges; Rodrigues (2005) testaram, num grupo de alunos do 1º e 2º anos do ensino médio, a eficácia de um curso sobre a física do som em um ambiente de aprendizagem rico em representações e centrado no uso do computador, no qual as questões desafiavam os grupos a planejarem atividades de investigação para resolver os problemas conceituais envolvidos. Os resultados relatados indicam melhoria no desempenho no pós-teste comparado com o pré-teste e na compreensão dos tópicos abordados no curso.

Muito embora a revista Alexandria não tenha publicado nenhum artigo sobre ciência, matemática e cultura do som e da música, traz uma seção intitulada "Literatura, arte e ciência", na qual são divulgados textos curtos que buscam apontar possibilidades para o ensino de ciências por meio de textos literários, letras de música, pintura, etc., não

consistindo, portanto, em relatos de pesquisa na área. Dentre esses textos, dois dizem respeito à análise de letras de canções populares (Zylbersztajn, 2009).

Como retratado acima, muito embora haja contextualizações das mais diversas para o ensino das ondas mecânicas e do som, há poucas incursões que tratem do ensino de tal conteúdo numa perspectiva que contemple ciência, tecnologia e cultura, na qual as experiências sonoras das pessoas possam ser resgatadas. Contudo, encontramos um interessante artigo (BASTOS; MATTOS, 2009), que liga física e saúde, no contexto da poluição sonora, por meio de atividades interdisciplinares entre física, fisiologia da audição e fonoaudiologia, buscando construir uma leitura mais rica do cotidiano. Como resultado, os autores apontam que os estudantes passam a incluir, em seus enunciados, o conhecimento físico como um critério para tomada de decisão no sentido de uma vida auditiva saudável. Esse parece ter sido o único artigo publicado nos periódicos analisados que possui alguma sintonia com a educação sonora como formadora de consciência política acerca da ecologia sonora, muito embora não haja menção no artigo aos estudos de paisagens sonoras.

Com respeito à utilização de temas controversos relativos à indústria cultural, música e tecnologia, dentre outros, não há nenhuma proposta de debate no universo pesquisado, assim como não há ainda nenhum artigo que se utilize de paisagens sonoras no ensino da acústica.

A partir da revisão feita nesse capítulo, aquilatamos a necessidade de propor uma ação educacional que vá além do universo restrito das ciências, em busca de possíveis ligações com a realidade das pessoas, pensando numa educação para a cidadania e não para a formação os futuros cientistas. Neste sentido, vislumbramos possibilidades de emancipação por meio de uma educação científica como aporte a contribuir na educação da escuta para o ambiente sonoro no qual o indivíduo se insere.

2. Educação dialógica na perspectiva freireana

Neste capítulo não pretendemos descrever Paulo Freire, esgotar suas ideias, conceitos, discorrer sobre sua trajetória, suas controvérsias e a abrangência de seu legado no mundo, nem tampouco, na direção oposta, construir um resumo da sua pedagogia. Queremos sim refletir sobre os elementos/conceitos freireanos que se constituíram necessários à formação de uma base conceitual para as ações que compuseram nossa pesquisa. Obviamente que um resgate das ideias de Paulo Freire, seu legado para a educação e, em particular, para a educação científica, demandaria um espaço e um aporte que ultrapassariam os pretendidos aqui. Porquanto, o discurso aqui presente mais parece um convite à análise dos elementos do pensamento freireano que foram fundamentais durante as ações em sala de aula que desenvolvemos juntamente com os licenciandos em física da UNESP de Ilha Solteira/SP e com os licenciandos em matemática da UNEMAT de Barra do Bugres/PR, tendo em mente o desejo de uma educação voltada para a realidade local, para a cidadania, que possa unir ao ensino de física à dimensão cultural, na busca por uma experiência integradora.

A partir do momento em que pensamos o ensino de acústica a partir do universo cultural, dando ênfase, pela própria natureza dos estudos de paisagens sonoras, à cultura e realidade locais, à tecnologia e informação, à análise histórico-crítica, o aporte freireano se mostra potencialmente significativo. Outra afinidade com tal referencial é a busca por um ensino para a cidadania, referendado pela possibilidade de integração da linguagem científica às leituras histórica, sociológica e artística, pensando a educação científica como linguagem colaborativa na formação de indivíduos capazes de realizar audições pensantes, problematizadores da ecologia acústica. No percurso desta caminhada, sentimos aquilo que suspeitávamos: o quanto é difícil sair do mundo disciplinar que nos formou, ir ao encontro do mundo vivo, da cultura, articular conhecimento formal e linguagem popular. Novamente, encontramos em Freire a sintonia da busca esperançosa pela mudança da ordem das coisas. Num artigo escrito para a Folha de São Paulo, Moacir Gadotti afirma que

“A força da obra de Paulo Freire não está só na sua teoria do conhecimento, mas em ter insistido na ideia de que é possível, urgente e necessário mudar a ordem das coisas. Ele não só convenceu tantas pessoas em tantas partes do mundo pelas suas teorias e práticas, mas também porque despertava nelas a capacidade de sonhar com uma realidade 'mais humana, menos feia e mais justa', como costumava dizer. Como

legado, nos deixou a utopia. As passagens mais bonitas das suas obras são as que ele escreveu sobre sonho e utopia.” (GADOTTI, 2007).

Nesse sentido, qual seja de uma educação como prática de liberdade, que laços podem ser construídos entre os estudos de paisagem sonora e uma pedagogia da esperança para um mundo melhor? Eu diria: os estudos de paisagem sonora permitem construir diversos e interessantes elos entre ciência, tecnologia e cultura e, portanto, podem nascer da aventura de pensarmos o mundo, relações sociais, históricas, econômicas a partir desses elos que as paisagens sonoras têm com o povo de um lugar. Olhamos, neste percurso, para o licenciando, futuro professor de ciências e matemática, que tem em suas mãos o conhecimento científico e é convidado a refletir como empreender uma ação educativa transformadora de seres humanos e de mundo. Se repararmos que a música está presente em nosso cotidiano e que esta presença não é fortuita, e, por outro lado ainda, que nossa relação com o som cotidianamente possui ligações diretas com o meio em que vivemos, com a nossa cultura, aquilatamos a importância de uma educação integradora para a acústica. Uma mudança poderia se dar não nos conteúdos, mas no porquê da educação científica. O que até então se expressa redundante em direção à formação de seres cientificamente pensantes, pode se reconstruir em direção à formação de seres ecológicos, cuidadosos com a paisagem sonora.

No capítulo 1, encontramos elementos para afirmar que as inserções em busca de uma interdisciplinaridade que ligasse a física à cultura do som, quando não ausentes, são limitadas e, algumas vezes, distorcidas. Os livros didáticos, ao aderirem às recomendações do PNLEM quanto à utilização de estratégias de ligação dos conteúdos à tecnologia e à cultura, considerando inclusive a vivência dos estudantes, acabaram por construir inserções nos ‘outros mundos’ que mereceriam melhorias tanto no aspecto conceitual, quanto no estrutural. Segundo estas recomendações,

“A perspectiva de um trabalho ‘interdisciplinar’ poderia ser mais estimulada ao longo da obra. Também é o caso quanto à intenção de se trabalharem as ideias e conceitos alternativos dos alunos, bem como o conhecimento físico por meio de situações instigantes e motivadoras que possam problematizar o processo de aprendizagem.” (BRASIL, 2009, p. 31-32).

Com respeito às considerações de natureza cultural,

“Se as sugestões de atividades experimentais e muitas das questões conceituais contidas no livro do aluno forem realizadas no início ou durante o desenvolvimento do conteúdo, poderão favorecer a discussão desses conhecimentos prévios e experiências culturais.” (p. 37).

Alinhados com estas recomendações, entendemos que muito embora os conteúdos de acústica possam ser preservados, a estrutura precisaria ser modificada, pois os livros ainda continuam com a mesma sequência engessada que em nada se alinha com o desenvolvimento histórico dos conceitos nem tampouco com alguma reflexão pedagógica, mas que apenas repetem a mesma sequência que remonta aos primeiros textos didáticos de física utilizados em décadas passadas no Brasil.

Essa realidade contrasta, por exemplo, com as recomendações presentes nos parâmetros curriculares nacionais, as quais apontam para um ensino da física voltado para a compreensão do mundo e para a cidadania, em substituição a um modelo de ensino propedêutico, abstrato, caracterizado pela “apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas também por isso, vazios de significado.” (BRASIL, 1998, p. 22). A construção de significados numa vertente emancipatória pressupõe a existência de um ambiente dialógico, no qual se busca a problematização dos conceitos em si mesmos e deles com o mundo. Nesse sentido, ação e reflexão não podem ser concebidos separadamente, nem tampouco se pode privar os alunos, na ação educativa, do exercício da crítica e da análise. Não é o conceito em si que deve ser preservado, mas sua valorização na ação-reflexão. Segundo Freire,

“Quando tentamos um adentramento no diálogo, como fenômeno humano, se nos revela algo que já poderemos dizer ser ele mesmo: a palavra. Mas, ao encontrarmos a palavra, na análise do diálogo, como algo mais que um meio para que ele se faça, se nos impõe buscar, também, seus elementos constitutivos. Esta busca nos leva a surpreender, nela, duas dimensões; ação e reflexão, de tal forma solidárias, em uma interação tão radical que, sacrificada, ainda que em parte, uma delas, se resente, imediatamente, a outra. Não há palavra verdadeira que não seja práxis. Daí, que dizer a palavra verdadeira seja transformar o mundo.” (FREIRE, 1970, p. 44).

É, então, no diálogo, no exercício da ação-reflexão que os homens se humanizam, pois a existência enquanto ser humano “é pronunciar o mundo, é modificá-lo.” (p.44). Para Freire, a ação sem reflexão é ativismo, e a reflexão sem ação é ‘blábláblá’. No pensamento freireano, só a palavra autêntica, que nasce desta práxis, pode transformar a realidade. Daí apreende-se a

necessidade de considerar a práxis educativa como elemento contínuo por meio do qual se deve construir a prática docente emancipadora, libetadora. A transformação do sujeito acontece no exercício da práxis de transformação do mundo.

O modelo tecnicista, que revela conceitos engessados, pensado para responder à demanda crescente, em décadas passadas, de um Brasil em processo de industrialização, já não responde mais às necessidades formativas dos alunos inseridos num mundo da informação dinâmico, o qual precisa ser problematizado. A educação que tem por objetivo a formação de especialistas para um mundo capitalista, industrial, na qual as reflexões de natureza histórico-filosóficas são marginalizadas, sofre um deslocamento, no pensamento freireano, na direção de uma educação para a cidadania, “pela humanização, pelo trabalho livre, pela desalienação, pela afirmação dos homens como pessoas” (p. 16), contrapondo-se à desumanização que, muito embora se constitua numa realidade histórica, não é vocação humana.

As significações que tomariam lugar num processo dialógico poderiam ser construídas na articulação da ciência com o mundo da vida em diversos níveis, na reconstrução desses saberes, objetivando resgatar a culturalidade, regionalidade, opondo-se ao processo de globalização, mecanismo capitalista de aculturação. Nesse sentido, a ciência, antes veiculada como conhecimento a suplantando conhecimentos e experiências prévias, passa a ser analisada em seus estatutos, problematizada. Já não cabe a ideia do conceito como produto acabado, nem de uma estrutura conceitual abstrata, como a apresentada nos textos didáticos, mas a adequação destas estruturas às realidades locais, à cultura, ao mundo vivido, o que necessariamente precisa ser antecipado pela busca de um apropriar-se da cultura local, sua linguagem, seus valores. Um apropriar-se não mesquinho, mas visando a comunhão.

O professor que pretende lançar-se numa ação dialógica precisa conhecer, de um lado, possíveis ligações da física com outros conhecimentos formais e, de outro, a cultura local, economia, política, bem como os mecanismos de opressão historicamente impostos e, em particular, os processos de aculturação. Dentre esses, situamos a música como elemento cultural que historicamente tem sido esmagado pela inculcação de produtos industriais da cultura musical opressora ou ainda pela música ‘global’, fácil produto de consumo que serve à indústria da ‘festa’, que cada vez mais se organiza para parecer festa do povo. Igualmente, cada vez mais é preciso dialogar com o mundo cultural. É preciso fazer o convite à reflexão: será que o Rio de Janeiro ainda continua lindo? Itamaracá é ainda uma ilha encantada? Qual o estado da garoa que cai sobre São Paulo nos dias atuais? Será que novos jovens baianos ainda podem passear nas tuas garoas? Tal reflexão nos remete à música "Parceria em marcha lenta",

composta por Magro (MBP-4, 1989) sobre a letra de Luiz Fernando Veríssimo e que faz parte do CD ao vivo “amigo é para essas coisas” de 1991, do grupo musical MPB-4. Nesta música, os autores resgatam as ‘atmosferas’ que rodearam gêneros musicais que foram explorados economicamente nas últimas décadas da música brasileira, viajando desde a bossa praieira até o punk anarquista. Cada uma das cinco estrofes é executada num estilo musical diferente, o que torna imprescindível a escuta da peça.

“1. Da janela do apartamento vejo a praia, o sol e o mar.
E o barquinho, tão bonitinho, a deslizar...

2. Mas da janela do fundo vejo o morro que é um mundo.
E uma cabrocha faceira a rebolar... a rebolar...

3. A turma da pesada vem pro apartamento pra paquerar o broto papo firme do lado
Garota iê-iê-iê, garota rock'n'roll, por ela sou capaz de refazer meu penteado...

4. Vou vender o apartamento. Latifúndio vertical.
Sair do particular pra ir morar no geral, fazendo canção pro povo e figa pra general.

5. E a filha do general... a gente pega, mata e come!
Fiquei no meu apê e tô muito legal. No morro aí atrás têm um traficante genial.
Estou cheirando a beça e queimando cada um poste!
Só eu no meu cantinho e um yamaha transadinho!
A garota ai do lado, seringa, seringa... Overdosou
E o barquinho lá mar, Saboya, Saboya... Afundou.
Fico numa boa, fico firme, fico frio... E que tudo mais vá prá puta-que-o-pariu.”

Nesse modelo de ‘música fácil’, além de toda problematização que pode ser construída em torno da relação entre música e consumo, conceitos fundamentais da acústica podem tomar lugar de forma problematizada, incorporando ao ensino da acústica as questões de natureza cultural. Por exemplo, na análise das construções harmônicas e do andamento, conceitos como frequência, intensidade e batimento podem ser problematizados no âmbito de uma ação política de conscientização em torno dos mecanismos de apropriação dos elementos culturais de um povo, como denuncia a citada música, na qual a vinculação da bossa a uma atmosfera praieira se serviu a um determinado momento histórico brasileiro, assim como a música nordestina a um período de protesto que esteve intimamente ligado à história de luta do povo nordestino pela justiça social, fomentado pelas ações das comunidades eclesiais de base, fundamentadas na teologia da libertação, que se estabeleceu na igreja da América latina.

Dentro da possibilidade de uma educação para a cidadania, a análise de paisagens sonoras não musicais, como os marcos sonoros de uma comunidade, pode consistir em alternativas para a construção de uma identificação do povo com seu espaço geográfico, com seu 'lugar'. Problematizando a ecologia acústica, podemos construir relações, a partir da análise sociológica, histórica, política, econômica, entre o desenvolvimento de uma comunidade e a modificação de suas paisagens sonoras, como a análise das modificações impostas pela industrialização e urbanização. Nesse viés, a educação sonora como meio de sensibilização do indivíduo para os problemas da paisagem sonora parece ter bastante fôlego, o que ressalta o potencial dos estudos de paisagens sonoras numa proposta dialógica. Muito embora os estudos de Schafer na possuam ligação direta com a educação crítica freireana, as ações desenvolvidas nesta pesquisa estabeleceram relações, a nosso ver, bastante significativas. A grande inquietação, contudo, está no 'que fazer' dialógico, constituindo-se numa das vertentes de nossa pesquisa: como promover dialogicidade, respeitando autonomia, na formação de consciências auditivas acerca dos problemas acústicos de nossa comunidade?

Diante desse universo, parece imprescindível que o professor queira e esteja preparado para dialogar com os elementos culturais locais. A cultura e as especificidades da realidade local passam a fazer parte desse processo de ação-reflexão. Tal dialogicidade, contudo, é entendida no pensamento freireano como coletiva. É o diálogo entre sujeitos, mediatizado pelo mundo. Não é inculcação das ideias de um sobre o outro, mas construção coletiva. Cabe aqui reiterar nosso objetivo de considerar as paisagens sonoras como mediadoras desta ação-reflexão na formação do licenciado em física, refletindo sobre as possibilidades e limitações que se materializam quando refletimos sobre nossa prática e a possibilidade de considerar o ensino de acústica a partir do mundo vivido, da cultura do som e da música.

Um exemplo concreto de tal ação dialógica está nas experiências relatadas no livro "Cartas a Guiné-Bissau" (FREIRE, 1977), no qual Freire descreve e analisa a experiência de alfabetização de jovens e adultos que se deu em Guiné-Bissau, no período que sucedeu à independência do domínio português. Nesse percurso, Freire se aproxima da luta, da resistência do povo pela reconstrução de sua identidade, de sua unidade. Descreve a paixão dos militantes envolvidos na transformação econômica, social, política e cultural do país. Ao responder ao convite para dirigir o novo projeto de educação nacional, registra no citado livro seus sentimentos e identificações. Nesse cenário, Freire utiliza, como ponto de partida, as experiências prévias, vivenciadas no Brasil e em outros países, não para torná-las receitas prontas, mas para repensá-las nesse novo desafio. Na primeira carta a Mário Cabral, datada de 26 de janeiro de 1975, na qual começaram as conversações em torno da possibilidade de uma

contribuição a ser dada no setor da alfabetização de adultos em Guiné-Bissau, Freire expõe a preocupação que tal ação seja dialógica, afastando a possibilidade da educação mecânica. Nesta perspectiva libertadora, é preciso que o povo conquiste sua palavra e não a palavra, a partir de suas atividades econômicas e de sua cultura global. Segundo ele,

“Alfabetização de adultos que, numa perspectiva libertadora, enquanto um ato criador, jamais pode reduzir-se a um quefazer mecânico, no qual o chamado alfabetizador vai depositando sua palavra nos alfabetizados, como se seu corpo consciente fosse um depósito vazio a ser enchido por aquela palavra. Quefazer mecânico e memorizador, no qual os alfabetizados são levados a repetir, de olhos fechados, vezes inúmeras, sincronizadamente: la, le, li, lo, lu; ba, be, bi, bo, bu; ta, te, ti, to, tu, ladainha monótona que implica sobretudo numa falsa concepção do ato de conhecer.” (p. 84).

Na segunda carta, Freire reitera a opção dialógica, afirmando “que nada teremos a ensinar ai se não formos capazes de aprender de e com vocês.” (p. 86). A ação dialógica não pode constituir-se de técnicos possuidores da verdade, mas de agentes participantes de um processo a ser construído por e com eles. Não cabe a transferência (transplante) das experiências adquiridas em outras situações, mas a reconstrução destas mesmas pelos novos participantes. Nas reflexões em torno das ações a serem desenvolvidas em Guiné-Bissau, apresentadas na terceira carta, Freire apresenta três áreas de reflexão, que poderíamos chamar de eixos norteadores, quais sejam a aproximação com a realidade de Guiné-Bissau, o pensar e repensar ações anteriores em outros lugares, reinventando as possibilidades e limitações de tais intervenções e o papel da alfabetização de adultos enquanto ação cultural, na reconstrução do país, de sua cultura e da identidade do povo. Para Freire, seria impossível ensinar aos educadores e educandos de Guiné-Bissau sem com eles aprender.

Nesta experiência, Freire instituiu seminários de capacitação, nos quais os educadores locais eram levados a refletirem sobre suas práticas e o papel da cultura do povo, que, muitas vezes, não era a deles, dada a formação escolar reacionária na qual foram formados. Esses seminários eram voltados para a capacitação de novos quadros de educadores, bem como dos antigos, no sentido de perceberem-se possuidores da velha ideologia e, a partir daí, cometerem o que Freire chama de suicídio de classe. Tal suicídio de classe significa um recomeço a partir da causa nacional, da construção de uma nova sociedade. Para esses educadores, formados na ideologia da escola colonizadora, uma oportunidade de se voltarem às origens, experimentarem o que Amílcar Cabral chamou de “reafricanização das

mentalidades”. Tal processo de aculturação é novamente retomado no livro “Pedagogia da Esperança” (FREIRE, 1992), ao referir-se à ditadura haitiana, afirmando que

"Mais uma vez a minoria dominante, com o poder econômico e político em que funda o seu poder de fogo, sua violência destrutiva, esmaga as maiorias populares no Haiti que, indefesas, voltam ao silêncio e à imobilidade. Possivelmente mergulharão nas artes populares, nas suas festas, na sua música, no ritmo de seu corpo, a que jamais deverão renunciar, mas que agora são expressão também de sua resistência." (p. 82).

Novamente vemos aqui a atualidade da crítica freireana no que diz respeito à nossa responsabilidade na promoção de uma prática dialógica na formação de uma consciência crítica acerca dos processos de aculturação aos quais somos submetidos cotidianamente. Quando pensamos no mundo tecnológico atual, no qual nossos alunos nascem, crescem e precisam engajar-se, e para o qual a formação docente e os materiais didáticos há muito já estão defasados, assumimos mais uma vez a responsabilidade de construir uma visão crítica desta realidade e de como o ensino de ciência pode ser conduzido para a construção da cidadania. Ao invés de opor-se à tecnologia, tratando-a como algo prejudicial, danoso à sociedade, é preciso considerá-la como cultura, processo histórico de humanização. Pode ser entendida como mais uma ferramenta para melhor transformação da realidade, não a confundindo, o que acontece, talvez, por falta de um estudo mais criterioso, ou talvez ainda por assumir uma bandeira de luta ‘anticapitalista’ que muitas vezes ‘erra o alvo’, com os processos de opressão capitalista, nos quais está inserida a indústria cultural. Com respeito ao uso da tecnologia a serviço da criação musical, negamos a afirmação frequentemente ouvida de que a música industrial é eletrônica, quando melhor seria dizer que a música industrial possui tanto elementos da cultura de um povo quanto elementos de globalização, fazendo ou não uso da tecnologia de produção musical. Tais elementos da música global podem ser percebidos em muitas das expressões musicais populares brasileiras. O uso de um instrumento musical eletrônico ou de um processo de produção com tecnologia MIDI, por exemplo, não implica render-se à aculturação. Hoje, boa parte dos músicos populares faz uso da tecnologia musical sem, contudo, perderem a ‘essência’ de sua música, a expressão própria da cultura de origem. Segundo Freire,

“Seria outra espécie de irracionalismo, o de conceber a tecnologia como uma entidade demoníaca, acima dos seres humanos. Vista criticamente, a tecnologia não

é senão a expressão natural do processo criador em que os seres humanos se engajam no momento em que forjam o seu primeiro instrumento com que melhor transformam o mundo.” (1976, p. 68).

Parece-nos que o argumento freireano permite incluir não apenas o universo da informática como ferramenta educacional, mas também, numa acepção mais ampla, transpondo para a realidade da nossa pesquisa, o uso problematizado de todo o universo da tecnologia musical no ensino de acústica. O conceito de timbre, por exemplo, continua sendo ensinado, como vimos no capítulo 1, por meio dos mesmos gráficos com que se ensinava há décadas. Noutra vertente, o uso de tais recursos pode produzir interessantes atividades em busca de conhecer melhor o timbre dos sons, sintetizando e analisando, criando e recriando com o uso de sintetizadores virtuais. Nesse sentido, parecem bastante promissoras atividades tais como classificação de sons sobre diversos parâmetros, comparação de sons por meio de critérios específicos e identificação de sons com lugares. Tais atividades, dentre outras, constituem exercícios de educação musical propostos por Schafer e que aqui são pensados a partir da ótica dialógica.

A crítica que Schafer empreende ao uso exacerbado dos recursos gráficos, o que leva a um ensino da acústica física a partir do recurso visual, possui grande sintonia com a crítica freireana. O uso dos gráficos leva à alienação da capacidade de avaliação auditiva, à negação do ser mais. Os professores de física sequer conseguem perceber a mudança dos parâmetros físicos de um som por meio da audição, o que conseguem com relativa facilidade quando observam a manifestação do fenômeno por meio de gráficos. Enquanto ser inconcluso, não atento à possibilidade do desenvolvimento de capacidades auditivas, o estudante passa pelo ensino formal alheio à riqueza interpretativa que pode ser alcançada pelo treino da audição. Ao invés de ver nuances presentes num som por meio de recursos visuais, poderia desenvolver tais capacidades que levariam à identificação e diferenciação de sons pela audição. Para Freire, é preciso, contudo, o reconhecimento crítico da situação imposta e que leva ao ser menos, a uma formação deficiente. Em parte, esse modelo de ensino de física resulta de uma ideologia voltada para a formação tecnológica, negando a possibilidade emancipatória do ser consciente de sua função social e histórica. Os mesmos recursos abstratos já não se adéquam ao mundo ilimitado de sintetizadores e interfaces MIDI, cujo entendimento e utilização estão muito além da capacidade de nossos professores. Textos didáticos, como os analisados no capítulo 1, não nascem de palavras geradoras, gestacionadas da práxis do conhecer e problematizar as paisagens sonoras do universo local e, ao mesmo

tempo, negam aos estudantes a possibilidade da educação sonora, do conhecer o mundo do som por meio das experiências auditivas, diminuindo não só seu valor, mas a importância da cultura na formação cidadã. Como empreender uma ação dialógica se o mundo real das paisagens sonoras nem sequer é tratado nos cursos de licenciatura em física? Como pensar em educação sonora sem se preocupar com ecologia acústica? Parece-nos que a formação continuada apresenta-se como possível espaço de desenvolvimento destas capacidades, na busca de uma prática que leve ao ser mais.

Mas por que a preservação da cultura é tão importante no pensamento freireano? Certamente, a preocupação de Freire não está somente no valor intrínseco da cultura, dos costumes de um povo, mas na valorização de suas identidades, da preservação da diversidade, da história, da tradição que permanece viva enquanto a cultura, igualmente, se perpetua no seio da comunidade. A resposta a esta inquietação se constrói ao longo da obra freireana. As experiências de lutar pelas causas dos oprimidos, de se inquietar com a negação do ser, da humanização, fez nascer sua pedagogia. Nas sociedades em que se constituíram as experiências relatadas em sua obra, pode-se, certamente, aquilatar a importância da cultura como elemento de resistência e, a partir da pedagogia transformadora, do elemento de superação da dicotomia opressor-oprimido. Nas experiências em São Tomé & Príncipe, Freire problematiza o processo de aculturação como ferramenta de opressão do colonizador (opressor) sobre o colonizado (oprimido), ao negar sua identidade cultural.

“Os colonialistas diziam que somente eles tinham cultura. Diziam que antes da sua chegada à África nós não tínhamos História. Que a nossa História começou com a sua vinda. Estas afirmações são falsas, são mentirosas. Eram afirmações necessárias à prática espoliadora que exerciam sobre nós. Para prolongar ao máximo a nossa exploração econômica, eles precisavam tentar a destruição da nossa identidade cultural, negando a nossa cultura, a nossa História. Todos os Povos têm cultura, porque trabalham, porque transformam o mundo e, ao transformá-lo, se transformam. A dança do Povo é cultura. A música do Povo é cultura, como cultura é também a forma como o Povo cultiva a terra. Cultura é também a maneira que o Povo tem de andar, de sorrir, de falar, de cantar, enquanto trabalha. O calulu é cultura como a maneira de fazer o calulu é cultura, como cultural é o gosto das comidas. Cultura são os instrumentos que o Povo usa para produzir. Cultura é a forma como o Povo entende e expressa o seu mundo e como o Povo se compreende nas suas relações com o seu mundo. Cultura é o tambor que soa pela noite adentro. Cultura é o ritmo do tambor. Cultura é o gingar dos corpos do Povo ao ritmo dos tambores.” (FREIRE, 1982, p. 42).

Podemos notar no texto a preocupação com a construção de uma relação dialética entre cultura, humanização e transformação do meio, sendo a primeira a preservação, a perpetuação da experiência histórica de uma sociedade. Nesse sentido, a aniquilação da cultura de um povo consiste, portanto, num modo de destituí-lo da capacidade de identificar-se enquanto nação. É o interromper da sua história. Daí, a importância dos três momentos relatados quando da gestação das ações em Guiné-Bissau. É preciso conhecer os valores e, partindo desses, gerar as palavras geradoras por meio das quais se possa problematizar a realidade numa educação dialógica. Ao se referir, por exemplo, à ditadura haitiana, Freire (1992, p. 82) relata que

“Mais uma vez a minoria dominante, com o poder econômico e político em que funda o seu poder de fogo, sua violência destrutiva, esmaga as maiorias populares no Haiti que, indefesas, voltam ao silêncio e à imobilidade. Possivelmente mergulharão nas artes populares, nas suas festas, na sua música, no ritmo de seu corpo, a que jamais deverão renunciar, mas que agora são expressão também de sua resistência.”

Novamente vemos aqui a força da cultura na preservação da memória e da história de um povo, força necessária à construção de uma práxis pedagógica rica das palavras geradoras, germinadas nos valores culturais e históricos. As experiências primeiras vivenciadas nas favelas do Recife e, posteriormente, durante o exílio, nas ‘callampas’ (favelas) do Chile, levaram Freire aos conceitos marxistas, sem os quais era impossível ler os movimentos culturais desses universos. Ainda aí, nasce o conceito do amor esperançoso, diferente desse amor passivo, característico da síntese carismática da igreja, amor esse que prescinde da luta, na espera passiva de dias melhores e amor aquele que se constitui o motor para a luta, na busca pela libertação que não chegará por acaso, mas na práxis desta busca. Em sua última entrevista, proferida em 17 de abril de 1997 à TV PUC de São Paulo, Freire reitera sua posição contrária à leitura fatalista da história, veiculada pela ideologia opressora, reafirmando que os estados de injustiça precisam ser transformados pela luta e isto só passa a ser possível quando assumimo-nos como sujeitos da própria história. Tal amor esperançoso constitui-se na superação da passividade, no reconhecer-se enquanto cidadão crítico, capaz de buscar o ‘ser mais’ na práxis de sua luta pelos e com os outros. Esse ‘ser mais’, que é o permanente movimento de busca da completude só acontece quando nos percebemos como seres inacabados, em constante processo de humanização.

É interessante observar que, muito embora a educação como prática de liberdade esteja no cerne do pensamento freireano, educar não é garantia de transformação, valendo, talvez pensar sobre o que, de fato, é educar. Na verdade, muitas pessoas se utilizam desta palavra como forma de impor, controlar, manipular, ao invés de coadjuvar na construção de uma verdade coletiva. Possuem, muitas vezes, a visão crítica, os elementos por meio dos quais pode e deve se envolver no processo de transformação do estado de injustiça, opressão, alienação, mas negam esta condição e se acomodam, principalmente quando a condição de injustiça não é imposta a eles. É tão tal que, no mais das vezes, as pessoas se acomodam ao ‘estado de coisas’, num país onde a desigualdade social cresce cada vez mais, ladeada pelo crescimento das igrejas que pregam uma esperança passiva, diferente daquela que se alia à luta pela transformação. Esta contradição se resolve no pensamento freireano a partir da construção de uma práxis da esperança que se fundamenta na luta esperançosa, que se materializa historicamente. Talvez esse seja um dos grandes marcos da obra freireana: o assentamento da luta pela transformação, calcado na relação entre o pensar e o sentir, o cognitivo e o afetivo.

“Pensar que a esperança sozinha transforma o mundo e atuar movido por tal ingenuidade é um modo excelente de tombar na desesperança, no pessimismo, no fatalismo. Mas, prescindir da esperança na luta para melhorar o mundo, como se a luta se pudesse reduzir a atos calculados apenas, à pura cientificidade, é frívola ilusão.” (FREIRE, 1992, p. 5).

A práxis, para ser transformadora, pressupõe um compromisso afetivo com a comunidade, pressupõe o abraçar a causa dos excluídos. Esse amor, como afirmou Freire (1970, p. 45), “Como ato de valentia, não pode ser piegas; como ato de liberdade, não pode ser pretexto para a manipulação, senão gerador de outros atos de liberdade. A não ser assim, não é amor.”. Não cabe, assim, uma esperança sem luta, como ocorreu, durante décadas com a espera do sertanejo nordestino pela chuva de São José, retratada, por exemplo, por Luiz Gonzaga (1964), na música “A Triste Partida”, de autoria de Patativa do Assaré.

“1. Setembro passou, outubro e novembro.
 Já tamo em Dezembro, meu Deus, que é de nós.
 Assim fala o pobre do seco Nordeste com medo da peste, da fome feroz.
 2. A treze do mês ele fez experiência, perdeu sua crença nas pedras de sal.
 Mas noutra esperança com gosto se agarra, pensando na barra do alegre Natal.
 3. Rompeu-se o Natal, porém barra não veio. O sol bem vermeio nasceu muito além.
 Na copa da mata buzina a cigarra. Ninguém vê a barra, pois barra não tem.

4. Sem chuva na terra, descamba Janeiro, depois fevereiro e o mesmo verão.
Entonce o nortista pensando consigo, diz: isso é castigo, não chove mais não.

5. Apela pra Março que é o mês preferido do santo querido, sinhô São José.
Mas nada de chuva, tá tudo sem jeito. Lhe foge do peito o resto da fé.
Agora pensando, ele segue outra tria. Chamando a famia, começa a dizer:
Eu vendo meu burro, meu jegue e o cavalo. Nós vamo a São Paulo viver ou morrer.
Nóis vamo a São Paulo que a coisa tá feia. Por terras alheia nós vamos vagar.
Se o nosso destino não for tão mesquinho, ai pro mesmo cantinho nós torna a voltar.
E vende seu burro, jumento e o cavalo. Inté mesmo o galo venderam também.
Pois logo aparece feliz fazendeiro. Por pouco dinheiro lhe compra o que tem.
Em um caminhão ele joga a famia. Chegou o triste dia, já vai viajar.
A seca terrívi que tudo devora. Ai, lhe bota pra fora da terra natal
O carro já corre no topo da serra, oiando pra terra, seu berço, seu lar.
Aquele nortista partido de pena, de longe acena, adeus meu lugar.
No dia seguinte, já tudo enfadado e o carro embalado, veloz a correr.
Tão triste, coitado, falando saudoso com seu filho choroso, iscrama a dizer:
De pena e saudade, papai sei que morro. Meu pobre cachorro, quem dá de comer?
Já outro pergunta, mãezinha, e meu gato? Com fome, sem trato, mimi vai morrer.
E a linda pequena, tremendo de medo, "Mamãe, meus brinquedo, meu pé de fulô?"
Meu pé de roseira, coitado, ele seca e minha boneca também lá ficou.
E assim vão deixando com choro e gemido, do berço querido, céu lindo e azul.
O pai, pesaroso nos fio pensando e o carro rodando na estrada do Sul.
Chegaram em São Paulo sem cobre quebrado e o pobre acanhado percura um patrão.
Só vê cara estranha, de estranha gente. Tudo é diferente do caro torrão.
Trabaia dois ano, três ano e mais ano e sempre nos prano de um dia vortar.
Mas nunca ele pode, só vive devendo e assim vai sofrendo, é sofrer sem parar.
Se arguma notíça das banda do norte, tem ele por sorte o gosto de ouvir.
Lhe bate no peito saudade de móio e as água nos óio começa a cair.
Do mundo afastado, ali vive preso. Sofrendo desprezo, devendo ao patrão.
O tempo rolando, vai dia e vem dia e aquela famia não vorta mais não.
Distante da terra tão seca mas boa. Exposto à garoa, a lama e o paú.
Faz pena o nortista, tão forte, tão bravo, viver como escravo no Norte e no Sul."

Mesmo tratando-se de um poeta do povo, ignorante e, à época, desconhecido, observe a força da poesia, no que tange a muitas das contundências da pedagogia do oprimido. Primeiro, a fé que se assenta na força divina e nas credices populares e sua negação por meio do castigo divino. Descrente, abandonado pelo poder público que devia atuar, mas, historicamente abandonou-o, só lhe resta o êxodo ou a fome. A indústria da seca que alimentou além da miséria, a alienação do trabalho e o coronelismo, levou a décadas de

estagnação. Já em São Paulo, experimenta, além da alienação do trabalho e dos bens gerados, o preconceito. No fim, exprime toda a inquietação da aniquilação do ser humano.

Muito embora não haja intencionalidade ideológica na letra da canção de Patativa do Assaré, pois, como poeta do povo, apenas retrata a realidade do êxodo nordestino e, muito brilhantemente, reproduz fidedignamente a fé do homem nordestino nos santos católicos, vemos, claramente, o retrato de uma esperança passiva. Esta reflexão contrasta, por exemplo, com a mensagem contida na música do cantor alagoano Djavan (1996), intitulada “seca”, na qual problematiza a intervenção divina nas realidades terrenas.

“A terra se quebrando toda. A fome que humilha a todos.
 Vida se alimenta de dor, que pobre povo sem socorro!
 Porque será que Deus pôs ali o ser pra ser, assim, sofredor?
 Sob a brasa do sol padecer, do desdém do poder fingido.
 Sem saber o que é ser feliz, viver, como se diz: dá medo.
 Apesar de se ter céu azul, o mesmo lá do sul, mesmo Deus.”

Toda esta saga pode ser problematizada a partir destas músicas e das paisagens sonoras nelas impressas e pode ser aprofundada o quanto se precise. Há diversas músicas, poemas, literaturas de cordel que podem servir de fontes, palavras geradoras para uma educação dialógica crítica. Novamente aqui, reporto-me à importância de conhecer a cultura de um povo, sua história como forma de aproximação e incorporação de seus anseios, angústias. Esse aproximar-se do povo, não para se compadecer dele, mas para com ele lutar está fortemente presente nas primeiras obras de Freire. Nasceram das ações nos movimentos de base no Recife, ou, como disse o próprio Freire, na esquina das favelas do Recife. Essas ações tinham uma interseção com a teologia da libertação, cujo trabalho nas Comunidades Eclesiais de Base objetivava uma formação evangélica para a libertação, para a justiça social aqui e agora. Teologia que não entende a formação política como uma distorção da ‘pureza’ teológica, como se esta pudesse existir. “Estão certos os teólogos latino-americanos que, engajando-se historicamente, cada vez mais, com os oprimidos, defendem hoje uma teologia política da libertação e não uma teologia do “desenvolvimento” modernizante.” (FREIRE, 1976, p. 90). Nesse sentido, o amor esperançoso é concreto. Deus nos chama a lutar pelos pobres, opção primeira da igreja, e pela comunhão, igualdade de raça e de cor.

Constituir-se-ia num capítulo à parte, embora fuja ao escopo de nossa pesquisa, a análise das letras das músicas católicas dos anos 70 até os dias de hoje. A ‘palavra’, que era uma bandeira de ação social, de justiça, de igualdade, transforma-se, com a renovação

carismática, numa via de espiritualidade, desligando-se das coisas terrenas. O percurso do deslocamento de uma igreja de protesto, que buscava a união de todos contra a injustiça, marcha pelos pobres, sem teto, sem terra, em direção a uma igreja individualizada, nos moldes do relacionamento do ‘eu’ com Deus, denuncia a intencionalidade de frear qualquer ação litúrgica que pudesse mexer com o ‘estado de coisas’ que se instalou no país. As letras que pregavam união, como, por exemplo, o baião das comunidades, composto e cantado por Zé Vicente nas Comunidades Eclesiais de Base do Ceará, conclamando os fiéis a lutarem contra as injustiças que se espalharam Brasil afora, compunham o tom de protesto característico dos movimentos eclesiais.

"Somos gente nova vivendo a união, somos povo-semente de uma nova nação, ê ê.

Somos gente nova vivendo o amor, somos comunidade, povo do Senhor, ê, ê.

1. Vou convidar os meus irmãos trabalhadores, operários, lavradores, biscateiros e outros mais. E juntos vamos celebrar a confiança, nossa luta na esperança de ter terra, pão e paz, ê, ê.

2. Vou convidar os índios que ainda existem, as tribos que ainda insistem no direito de viver. E juntos vamos, reunidos na memória, celebrar uma vitória que vai ter que acontecer, ê, ê.

3. Convido os negros, irmãos no sangue e na sina, seu gingado nos ensina a dança da redenção. De braços dados, no terreiro da irmandade, vamos sambar de verdade enquanto chega a razão, ê, ê.”.

Esse é apenas um exemplo de muitos cantos que eram entoados e ainda o são, como “a palavra”, um canto litúrgico de aclamação ao Evangelho, no qual os fiéis aprendem que “palavra não foi feita para dividir ninguém. Palavra é a ponte aonde o amor vai e vem. Palavra não foi feita para dominar, destino da palavra é dialogar. Palavra não foi feita para opressão, destino da palavra é a união.”, ou ainda “Pão em todas as mesas”, no qual os fiéis entoam que “As forças da morte, a injustiça e a ganância de ter, de ter, agindo naqueles que impedem ao pobre viver, viver. Sem terra, trabalho e comida, a vida não há, não há. Quem deixa e não age, a festa não vai celebrar.”.

Numa entrevista realizada em 1990, Freire fala sobre o livro *Pedagogia do Oprimido* que, na ocasião, completava 21 anos. Nesta oportunidade, reitera a paixão com a qual escreveu o livro, motivado pela causa dos pobres, pela liberdade, pela justiça social, pela esperança de que a humanização possa ser alcançada pela educação emancipadora de homens. As mudanças que ocorriam à época no leste europeu se deram, muito mais, por conta de “uma

espécie de uma ode à liberdade”, contra o autoritarismo, pelo anseio de liberdade do povo daquela região, uma vez que as experiências ‘socialistas’ (grifo meu) que ali tomaram lugar foram ao custo de um regime fechado e opressor. A crise entre um capitalismo ‘democrático’ e um socialismo ‘a mãos de ferro’. Por outro lado, o capitalismo sobrevive por conta de, apesar de opressor, promotor da estratificação, sustentar-se na democracia. Para Freire, o sonho seria a constituição de um socialismo democrático. Muito embora o livro *Pedagogia do Oprimido* tenha nascido na busca de uma pedagogia para os povos do terceiro mundo, estaria ainda em perfeita sintonia com as realidades de todos os povos que caminham na construção da liberdade e da humanização.

Esse amor, de inspiração teológica, vai ao encontro de um Deus que surge na ação de luta por e com os oprimidos. Um Deus que se materializa na experiência terrena e que leva, por meio do aproximar-se dos necessitados, na luta pela justiça, a uma espiritualidade. Numa entrevista, realizada pela TV PUC de São Paulo em 17 de abril de 1997, Freire afirma que “eu não posso chegar lá a não ser a partir de cá.”. As primeiras experiências nos mangues, nos córregos, nos morros do Recife, nas zonas rurais de Pernambuco, onde trabalhou com camponeses e favelados, foram movidas por uma “lealdade ao Cristo”. Contudo, a realidade dura do favelado, do camponês, a negação do seu ser, fê-lo remeter ao marxismo. E no marxismo, afirma Freire,

“Quanto mais eu li Marx, tanto mais eu encontrei uma certa fundamentação objetiva para continuar camarada de Cristo. Então, as leituras que eu fiz de Marx, de alongamentos de Marx, não me sugeriram jamais que eu deixasse de encontrar Cristo na esquina das próprias favelas. Eu fiquei com Marx na mundanidade à procura de Cristo na transcendentalidade.”.

É nesta realidade que se insere a importância desse amor esperançoso. Contudo, não se constitui numa negação do enfrentamento marxista, mas concretamente uma mudança de atitude frente ao estado de dominação, acreditando na educação como instrumento de transformação de ambos, opressor e oprimido. Em Freire encontramos uma possível síntese entre humanismo e dialética. É o materialismo histórico numa perspectiva emancipadora, a partir de uma educação para a humanização, para o ‘ser mais’.

Como discutimos ao longo desta reflexão, para a educação constituir-se emancipadora, libertadora, é preciso que a palavra seja gestada, construída a partir das experiências culturais da comunidade. É interessante observar que, de forma semelhante, Schafer cria o conceito de esquizonofia. Refere-se à aberração causada pela audição eletroacústica de um som. A tecnologia destitui, separa o som dos mecanismos que o produzem e as paisagens sonoras perdem, portanto, seus significados históricos, culturais. Nessa perspectiva integradora dos

saberes, condição para a problematização, idealiza-se um professor capaz de trazer à tona tal historicidade e culturalidade. Nesse sentido, o conhecimento apriorístico de paisagens sonoras que façam parte da realidade de uma comunidade pode materializar-se em interessantes temas geradores na construção de uma proposta de ensino crítica.

Esta visão contrasta com o modelo tradicional de ensino de ciências. Nesse, os conteúdos são organizados, destituídos de quaisquer contextos históricos, sociais e são ‘depositados’ pelos professores nos depósitos, que são os alunos. Esse modo, ao qual Freire denominou educação bancária, constitui-se no esquema opressor de uma educação alienante. Sua tônica reside no aniquilar a curiosidade, a investigação crítica, a criatividade. Os conteúdos são a verdade o que irá substituir a experiência cotidiana, a cultura. Daí, o ser alienante. Esta educação bancária caracteriza-se por um modo espoliante, na qual apenas conceitos prontos são apresentados, de forma fechada e o estudante, por sua vez, é encorajado a aprender, memorizar. Desses é requisitado responder questões repetitivas que, muitas vezes, não têm ligação alguma com o cotidiano da escola, da comunidade. Nesse modelo, os professores são detentores do conhecimento e os alunos depósitos, os quais não são convidados à análise, ao pensar, tarefa esta exclusiva do professor. O mesmo acontece com os conteúdos e a forma como esses são apresentados, escolhidos e construídos à revelia, muitas vezes impostos a todas as escolas. No caso do Brasil, tais aportes teóricos, além de prontos e fechados, em nada se aproximam das realidades específicas de cada região, de cada estado, nem tampouco consideram as riquezas culturais destas regiões, restando aos estudantes o adaptar-se. É esdrúxulo conceber um texto didático que possa atender a um país continental como o nosso, de cultura rica e diversificada, de climas, vegetações e estações tão diferentes, de realidades socioeconômicas historicamente distanciadas. Bem distante dos moldes da educação bancária, como seria esperançoso um ensino que pudesse nascer dentro da cultura de cada uma das localidades desse imenso território. Capaz de possibilitar o encontro do sujeito com sua história, entender o hoje enquanto um momento de um arco histórico de lutas, desilusões, reafirmações. Além destas fronteiras, abrir espaço para o conhecimento de outras culturas, possibilitando a construção do ser mais. Experimentar as músicas de cada povo, seus timbres, escalas, compassos, dando oportunidade para o alargamento da experiência sonora, empobrecida pela indústria cultural que se estabeleceu no Brasil.

No caso específico da cultura tecnicista, além de autoritária, tem por objetivo a formação de técnicos numa estrutura ‘teilorizada’, na qual a figura do especialista passa a ter importância central. Numa linha de produção, por exemplo, cada técnico é especialista numa etapa, num processo, mas nenhum deles domina a complexidade do todo. Esse exemplo

evidencia outra característica importante da educação bancária, a de formar especialistas que não mais se reconhecem enquanto seres autônomos, mas membros de uma estrutura cuja completude lhes é alheia. Esta crítica parece-nos central, pois sintetiza um dos mecanismos de apropriação capitalista dos bens, qual seja o da separação, disciplinarização do conhecimento. Acho que muitas pessoas já passaram pela experiência de, diante de um assunto novo ‘dado’ pelo professor, lhe indagar sobre a sua utilidade na vida e receber uma resposta do tipo: mais na frente você vai saber para que serve. Novamente aqui encontramos sintonia com a palavra freireana ao identificar a fragilidade argumentativa do professor devida a uma formação acríica e igualmente fragmentada, incapaz, muitas vezes, de uma leitura crítica do material que lhe é imposto, desvelando-o em suas implicações políticas, sociais e econômicas. Nesta perspectiva, o professor leitor crítico é capaz de reconstruir tal material, basicamente alienante, num texto problematizado, situado historicamente, tornando-o texto gerador de uma educação igualmente crítica, que se estabelece permanentemente no movimento dinâmico entre a palavra e o mundo, problematizando-o, objetivando-o, para sua mudança em direção à humanização. Por outro lado, é também inócuo um professor leitor ingênuo que se utiliza de um texto crítico. Não será capaz de, a partir desse, resgatar a dialogicidade com os alunos e com o seu mundo. Certamente por isso que o processo de aculturação é mecanismo de opressão, de negação do ser enquanto gente, enquanto cidadão histórico. Nesse sentido, a leitura crítica do mundo, para Freire, significa decodificá-lo, evidenciando as verdades que não interessam às classes dominantes, politizar o processo de ensino e aprendizagem, dando o mesmo status tanto aos conteúdos que devam ser ensinados, quanto às realidades concretas. É, então, em busca da defesa do ‘ser mais’ que Freire defende uma pedagogia crítica, que busca além do bem ensinar a disciplina, a superação da realidade injusta e da acomodação a esta, contra a ideologia fatalista que estimula a imobilidade dos oprimidos e reduz a prática educativa ao treinamento técnico-científico, que busca a análise crítica da realidade social, política e histórica.

2.1. O problema de pesquisa

As revisões bibliográficas bem como o estado da arte dos livros e artigos levados a cabo nesta pesquisa apontam para um ensino de acústica centrado na linguagem científica, no qual as questões envolvendo ciência, tecnologia e cultura não são levadas em conta. Nesse cenário, as ligações realizadas entre acústica e outras disciplinas, bem como com o mundo tecnológico redundam, quase sempre, em direção ao ensino dos conceitos científicos. Não é de se estranhar propostas do tipo “o uso de instrumentos musicais para o ensino de ondas sonoras” ou “ensinando conceitos de física por meio de letras de canções populares”. É esse o referencial que tem guiado não só o ensino da física do ensino médio, mas, também, e principalmente, a formação dos professores de física nos cursos de licenciatura Brasil afora. Tal proposta muito se distancia da proposta dialógica freirena, na qual os conceitos são construídos e reconstruídos no desvelar a realidade concreta, constituindo-se, portanto, práxis. Nesta, os conceitos científicos concorrem na análise da realidade, enquanto que naquela a realidade redonda em ciência.

Igualmente compartimentalizada e distanciada de tais questões culturais, a formação do professor de física quase nunca busca a ligação dos diversos conteúdos das ciências físicas com estas questões. Tal realidade nos levou a refletir sobre a necessidade de considerar o ensino da acústica a partir de uma proposta interdisciplinar na formação dos professores de física e de ciências naturais. A concepção e o desenvolvimento desta proposta foram guiados pelos eixos a seguir:

- i. A educação científica deve servir tanto para a aprendizagem das teorias e métodos da ciência e de seus desdobramentos tecnológicos, bem como para a formação do cidadão comum, aquele que não vai seguir nenhuma carreira científica. Nesse sentido, tomamos a educação sonora, seja por meio dos exercícios de sensibilização da audição, seja pela análise de paisagens sonoras ou ainda por meio dos teatros sonoros, como atividade meio para a formação de cidadãos auditivamente conscientes, objetivando alcançar o ‘ser mais’ freireano.
- ii. A proposta interdisciplinar deve contemplar tanto o mundo em que a racionalidade técnica predomina, no caso das ciências físicas, biológicas e psicologia, quanto aquele cuja racionalidade prática está presente, tal como as interpretações que as pessoas atribuem às suas experiências sonoras. Nesse sentido, encontramos nas paisagens sonoras um caminho promissor para discussões na interface entre ciência, sociedade e arte.

iii. A análise de problemas controversos relacionados à ciência, tecnologia e cultura, no universo de estudo da acústica, deve dar-se a partir de uma leitura crítica, na qual tanto a visão científica quanto os valores culturais possam se articular. Nesta perspectiva, é preciso respeitar a autonomia como elemento constitutivo da problematização e da práxis na qual estarão presentes tanto os traços do mundo disciplinar, quanto àqueles culturais e em cuja análise encontrar-se-ão as palavras geradoras que guiarão as sínteses e reconstruções na dialogicidade freireana.

iv. A formação do licenciando em física e do licenciado em matemática pode e deve levar em consideração, além das competências para o ensino destas disciplinas, a responsabilidade, compartilhada também pelos professores de outras disciplinas, pela educação sonora. Um indivíduo auditivamente educado pode exercer cidadania, ter autonomia e criticidade para intervir pela melhoria das paisagens sonoras, seja na escola, trabalho ou comunidade.

Hoje, para se entender o fenômeno sonoro enquanto ciência é necessária uma leitura que se estenda para muito além do universo do som como onda mecânica, na qual os mundos físico, matemático, fisiológico e psicológico concorrem como necessidade primeira para tentar abarcar esta realidade. Seria desta forma um andar contrário à especialização, à fragmentação, tentando aprender os passos que a própria história ensinou. Tal proposta nasce justamente da crítica voltada à especialização na formação do professor e do cidadão, uma crítica à compartimentalização do ensino. Segundo Libâneo (2005, p.38),

“Uma das características do novo paradigma de ciência é a interdisciplinaridade, que alguns preferem chamar de “inter-relação entre os saberes científicos”. Há muitas interpretações da interdisciplinaridade, mas poder-se-ia vê-la numa perspectiva epistemológica – integração entre os saberes contra a fragmentação disciplinar – e numa perspectiva instrumental – busca de um saber útil, aplicado, para enfrentamento de problemas e dilemas concretos.”.

Desta forma o aprendizado deve transpor os limites da escola, para além dos moldes tradicionais. Pode servir para o cidadão comum, capacitá-lo para agir conscientemente, decidir, analisar. Para isto, é necessária uma formação escolar em que problemas reais sejam geradores das atividades, motivadores do aprendizado. É preciso buscar uma leitura dos problemas a partir de uma consciência mais ampla e que só pode ser construída se as diversas linguagens forem ensinadas como partes de um mesmo todo. Contudo, cabe à escola

promover o encontro dos mundos. Nesse sentido, as paisagens sonoras podem permitir a construção de temas geradores na problematização do mundo tecnológico e cultural, em direção à construção de autonomia pela formação de consciência auditiva.

É preciso conceber a educação sonora em suas diversas dimensões e, por isto, ligada às diversas dimensões disciplinares do ensino escolar. A ligação entre educação sonora e o ensino de artes, por exemplo, pode dar-se na apreciação das músicas étnicas, em defesa da cultura musical dos povos, constituindo-se resistência à indústria musical que massifica. Quando pensamos no ensino de física e matemática, a educação sonora passa, por exemplo, pela construção e análise de gráficos das várias dimensões do som na paisagem. Quando pensamos em geografia, nos vem à mente a construção de mapas sonográficos dos ambientes em que os envolvidos convivem, dentre outros. A figura seis sintetiza o pensamento multidimensional da educação sonora como um promissor tema transversal na formação de cidadãos auditivamente mais críticos.

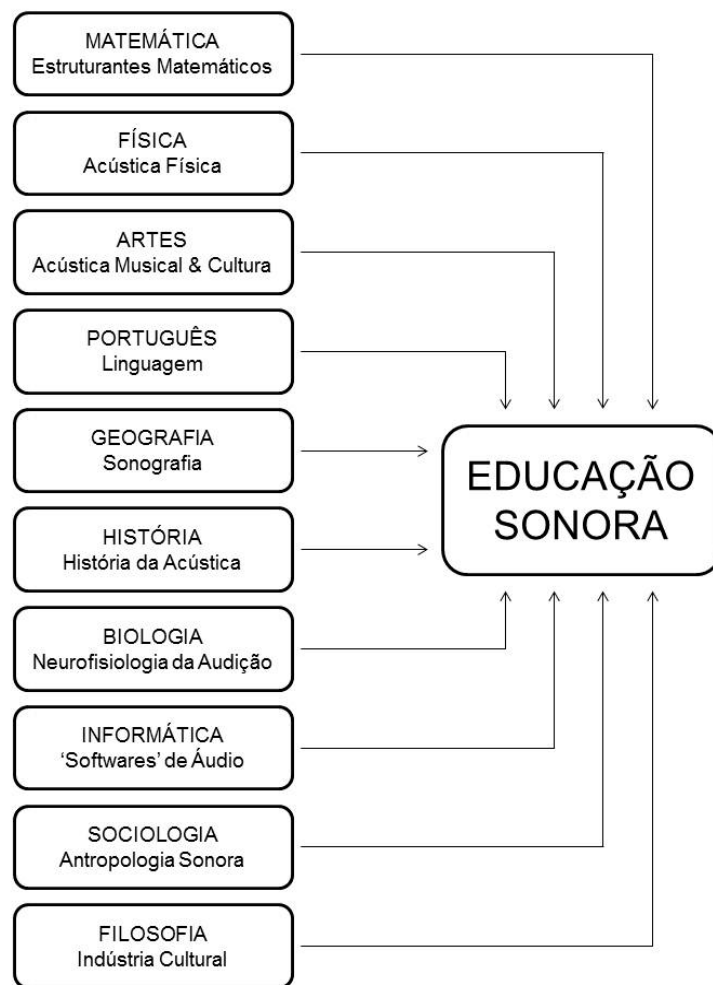


Figura 6: educação sonora numa perspectiva interdisciplinar.

É com esta preocupação de trazer elementos do mundo da vida para a sala de aula que nasceu a presente pesquisa. Resgatar elementos culturais, históricos, da criação musical tanto como elemento subjetivo, quanto da interação com os objetos sonoros naturais, redescobrir as experiências sonoras vividas por meio de novos aportes teóricos, traduzidos a partir de uma releitura coletiva das paisagens sonoras subjacentes, são perspectivas que caracterizam nossa preocupação com a busca de uma ação pedagógica que congregue ciência e arte, paisagem sonora e experiência sonora, razão científica e razão prática.

Desta perspectiva nasce pelo menos um problema que nos parece relevante: como promover uma ação pedagógica dialógica e mediatizada que forneça elementos por meio dos quais licenciandos em ciências e matemática possam pensar nas experiências sonoras como apreensões de eventos sonoros do *continuum* espaço-temporal, frutos da dinâmica característica da paisagem sonora, na qual elementos em ciência, tecnologia e cultura possam ser incorporados? Noutra forma de expressar, investigaremos, por meio da análise dos diálogos e das atividades que esperamos tomarem lugar no modo dialógico e problematizador freireano, mediatizados pelo mundo cultural dos participantes, as potencialidades de atividades interdisciplinares em ciência e cultura do som, nas quais as paisagens sonoras surgem como denunciadoras desse mundo cultural que precisa ser problematizado e reconstruído a partir de uma dimensão crítica, onde elementos característicos de autonomia, criticidade e conscientização em torno da educação sonora possam ser construídos pelos participantes.

Nesta pesquisa, levantaremos a tese de que, baseados no assumir que a dialogidade freireana é o caminho por meio do qual seres conscientes, ‘estando sendo’ problematizadores do mundo, reconstróem-no e a si mesmos, assumimos, a priori, que as paisagens sonoras constituem um caminho de transversalidade que, nesse modo dialógico problematizador do mundo tecnológico e cultural, pode revelar temas geradores por meio dos quais os licenciandos podem construir elementos reveladores das potencialidades da ciência e da matemática como construtoras de autonomia e criticidade em torno da educação sonora.

Para tentar levantar elementos para refletir sobre estas inquietações, desenvolvemos duas ações de pesquisa, sendo a primeira construída com licenciandos em Física da UNESP de Ilha Solteira/SP e a segunda com licenciandos em Matemática da UNEMAT, em Barra do Bugres/MT. Os desdobramentos destas ações estão descritos e analisados, respectivamente, nos capítulos três e quatro desta pesquisa.

2.2. O ensino da ciência do som numa perspectiva freireana

Diante de todo esse universo de reflexão, o qual aponta para uma atitude de mudança da prática docente, como pensar num ensino de acústica que promova a dialogicidade mediada pela culturalidade? Como tornar-se um professor mediador crítico? Como tornar-se um professor leitor crítico, na busca de elementos nas diversas disciplinas e no mundo real para construir estratégias que promovam uma educação igualmente crítica? Decerto, são inquietações que podem ocorrer a qualquer professor que é pesquisador e que, por algum motivo, desperta para a sua própria práxis ou, já tendo feito isto, resolve realizar o suicídio de classe. Na práxis desta ação junto com o povo, redescobre sua intelectualidade, ensinando e, ao mesmo tempo, aprendendo com o conhecimento desse povo, sua cultura e sua história. Descobre-se participando desse ato cognoscente, do qual nascem e renascem caminhos verdadeiros de ação, caminhos esses que, segundo Freire, precisam ser integradores, interdisciplinares.

Enquanto esteve à frente da Secretaria de Educação da Prefeitura Municipal de São Paulo, no período de 1989 a 1992, Paulo Freire pôde por em ação um plano de educação integrador, voltado para o desenvolvimento da cidadania a partir da articulação das diversas linguagens, guiados pelos seguintes princípios:

- i. O currículo deve ser construído a partir do levantamento da realidade vivenciada pela comunidade e, desta, devem surgir os temas geradores. A partir desses temas geradores, surgem os conteúdos e se pensa a interseção entre as diversas disciplinas.
- ii. O estudo de tal realidade deve ser feito sob os vários olhares disciplinares, realizados pelos professores das diversas disciplinas.
- iii. Respeitando-se as especificidades de cada matéria, articular a integração entre elas na análise dos temas geradores. Em tal articulação, devem-se estabelecer relações entre os conteúdos disciplinares, permitindo o desenvolvimento de visões de mundo críticas.

Em tal proposta, parece-nos implícita uma predisposição do professor em aceitar dialogar com outros mundos disciplinares, aprender com outros professores, saindo do seu mundo disciplinar na aventura de criar um ambiente propício a articulações desse tipo. Por exemplo, na definição dos temas geradores, os professores devem estar preparados para

saírem do mundo pronto, organizado e neutro dos conteúdos e livros didáticos para, então, aventurarem-se na construção de uma escola integradora, formadora de cidadãos. É preciso, além desta ‘boa vontade’ um agir pedagógico comprometido com a causa dos excluídos. É preciso estudar, apropriar-se de novas linguagens, alargando as fronteiras para melhor debruçar-se no pensar temas geradores que realmente sejam significativos para a comunidade na qual a escola insere-se.

Libâneo (2002, p. 70-80), faz uma interessante discussão da proposta interdisciplinar como estratégia para a construção de um currículo capaz de inserir-se na realidade de uma comunidade, promovendo uma educação dialógica transformadora, cujas vantagens por ele apontadas são as seguintes (p. 73):

“1- As fronteiras entre as matérias ficam diluídas, em torno de um tema comum. Há um compartilhamento de conhecimentos. 2- Há uma negociação entre os professores para definir conteúdos mais ligados a uma determinada matéria, provocando uma complementaridade de abordagens. 3- Os alunos vão desenvolvendo habilidades comuns a várias matérias, à medida que os professores não trabalham mais isoladamente. 4- Assegura-se a interdisciplinaridade. O aluno vai percebendo a inter-relação dos vários ramos que compõem o conhecimento, isto é, reconhecer os nexos existentes entre as diversas matérias. 5- Assegura-se o equilíbrio entre o geral e o específico, isto é, não se perde a visão específica de cada área.”.

A experiência vivenciada no percurso de nossa pesquisa mostrou-nos que não é fácil olhar e tentar entender qualquer conteúdo disciplinar encerrado nele mesmo. Quando pensamos em educação em ciências numa perspectiva interdisciplinar, o primeiro receio que nos bate à porta é aquele de não conseguirmos êxito. Sentimo-nos como o próprio Pedro, caricaturado pelo Raul Seixas na música “Meu Amigo Pedro” (RAUL SEIXAS, PAULO COELHO, 1976), na defesa de sua identidade cultural. Transcender do mundo ‘careta’ de uma ciência pronta, neutra, própria do saber escolar tradicional, para adentrar no mundo da vida.

“Tente me ensinar das tuas coisas, que a vida é séria, e a guerra é dura.
Mas se não puder, cale essa boca, Pedro, e deixa eu viver minha loucura.
Lembro, Pedro, aqueles velhos dias quando os dois pensavam sobre o mundo.
Hoje eu te chamo de careta, Pedro, e você me chama vagabundo.
Pedro, onde você vai eu também vou. Pedro, onde você vai eu também vou.
Mas tudo acaba onde começou.”.

É preciso que a escola abra espaço para que os alunos possam expor suas inquietações, possam exercer a práxis fundada na garantia da autonomia. A partir de debates, rebuscarem suas experiências considerando também a linguagem escolar que pode, inclusive, ajudar a instrumentalizar o discurso, organizá-lo. Por outro lado, é preciso considerar a arte, a expressão artística em todas as dimensões possíveis, buscando por meio desta e com esta testemunhar a construção das identidades culturais, dos valores do povo. A arte pode ser tomada como atividade meio, na construção de temas geradores capazes de contemplar as diversas disciplinas, mas deve também constituir-se em atividade fim, o ensino da arte como ela mesma.

Esta busca de construir dentro da sala de aula um processo dialógico tem guiado diversas pesquisas em educação em ciências. Se, de um lado, se nutre na possibilidade emancipatória, na medida em que possibilita a construção de um conhecimento por parte de quem aprende, de outro abre espaço para as expressões populares, nas quais, haverá sempre elementos próprios da cultura local, em processo de aculturação, impregnados das marcas da globalização. Nesses movimentos, haverá sempre a oportunidade de eleger temas geradores a partir desses elementos, os quais possuem ligação direta com a história e a identidade do povo, seja na linguagem, na música, no gosto da comida, na religiosidade popular. “O intelectual, o filósofo que quer se unir às massas, deve se apropriar desse conhecimento do senso comum, desse conhecimento do não filósofo, que é um filósofo que se ignora, para então fazer com que seu conhecimento se enriqueça, que sua filosofia adquira um sentido na transformação da vida e da sociedade.” (FREIRE, 1985, p. 31).

Num discurso interdisciplinar não é possível, idealmente, enxergar qualquer uma das disciplinas presentes, pois, nesse nível, elas já não existem enquanto suas teorias e métodos específicos, mas, sim, um discurso unificador, uma reflexão na qual elementos distantes se concatenam em torno da análise de um problema comum. Obviamente que ações dialógicas interdisciplinares na escola em muito se distanciam desse patamar ideal, qual seja o da formação de um cidadão capaz de articular os conhecimentos adquiridos para lidar com o mundo nesse nível. Nesse sentido, é interessante observar que, numa primeira análise, parece razoável que a acústica goze de um potencial interdisciplinar que não se emprestaria a outras teorias físicas, como, por exemplo, o eletromagnetismo e a termodinâmica, dada sua proximidade com os estudos de paisagens sonoras e da música, em particular, possibilitando inserções de naturezas histórica, social, tecnológica, dentre outras. Contudo, os caminhos trilhados nesta pesquisa transportaram-nos a um mirante que nos possibilitou ver que esta relação está tão próxima quanto estão próximas ciência e percepção, seja ela auditiva, visual,

tátil, palatar ou olfativa. Levou-nos a ver que ciência e tecnologia estão imbricadas no mundo da arte mais geral. Como não emprestar esforços de pesquisa na análise do mundo da percepção visual e sua relação com a ciência, tecnologia, sociedade e ambiente? Para muito além das retóricas apresentações feitas por professores e livros didáticos, nas quais a óptica comparece, quando muito, na análise da ortóptica e de instrumentos ópticos como o telescópio e o microscópio, poderíamos considerar, por exemplo, o mundo da informação visual e sua importância numa sociedade capitalista. As mensagens ideológicas que são veiculadas por meio do recurso visual nos meios de comunicação de massa. Como não considerar o império da indústria da beleza numa sociedade de consumo. De outra sorte ainda, poderíamos pensar na relação entre a pintura e a história da humanidade ou, simplesmente a importância dos artistas populares como elemento de resistência no processo de globalização. Nesse sentido, semelhantemente ao problema do som e da música, a análise da luz enquanto ciência e sua relação com o mundo da informação visual abrem espaço a inúmeras possibilidades de abordagens interdisciplinares que podem ir desde a ligação com a pintura (perspectiva enquanto arte e ciência) até seu uso altamente presente no mundo capitalista.

Assim como o sutil jogo entre dissonância/tensão e consonância/resolução confere beleza a uma música, os atributos da mensagem visual também procuram mexer com estatutos da percepção humana. Da mesma forma que o ser humano não aprecia a mesmice, o monótono, retratado, por exemplo, pelo cotidiano de Chico Buarque (1971), também não aprecia, e ainda mais caprichosamente, a experiência sonora monotônica, a melodia inflexível ou a música sem silêncio.

“Não existiria som se não houvesse o silêncio.

Não haveria luz se não fosse a escuridão.

A vida é mesmo assim, dia e noite, não e sim...

Cada voz que canta o amor não diz tudo o que quer dizer,

Tudo o que cala fala mais alto ao coração. Silenciosamente eu te falo com paixão...

Eu te amo calado, como quem ouve uma sinfonia de silêncios e de luz.

Nós somos medo e desejo, somos feitos de silêncio e som.

Tem certas coisas que eu não sei dizer...” (LULU SANTOS, 1996).

Quando pensamos no estudo do calor, nos vem logo à mente a saga do povo nordestino, cuja cultura verte da relação desse homem com o lugar, conhecido como árido e semiárido. Como ignorar toda a potencialidade da relação entre esse homem, sua cultura e sua história e o lidar com a escassez de água e com as altas temperaturas? As paisagens sonoras

retratadas trazem à arte o sentido mais árduo desta sobrevivência histórica. Quanta (cons)ciência pode ser gerada a partir desse cotidiano, da cultura do sertão, seja na pintura, no cordel, nos contos, na música, nas toadas, na forma de vestir-se, de tratar os alimentos. É preciso conhecer, ir a fundo, vivenciar. É esse aproximar-se o primeiro passo da pedagogia freireana. Como não vislumbrar um ensino de termodinâmica a partir das imagens compartilhadas por Djavan na música “seca”, retratada acima? O conhecimento destas paisagens oferece inúmeras possibilidades na construção de temas geradores para uma proposta de educação integradora.

O desenvolvimento de temas geradores capazes de promover debates pode constituir-se numa vertente crítica no ensino de acústica. Obviamente que na formação dos licenciandos em física não há qualquer disciplina cujo perfil sequer aproxime-se desse ideal freireano. Por outro lado, o desenvolvimento de uma nova disciplina, ou melhor, de uma interdisciplina, pode constituir-se num bom começo para que os estudantes possam dialogar, repensar os conceitos aprendidos, relativos ao estudo do som, a partir de uma perspectiva interdisciplinar, cultural, cujo objetivo comum seja a educação sonora do cidadão. Nesse discurso interdisciplinar, a física já não aparece nitidamente, mas apenas como linguagem a concorrer na leitura das paisagens sonoras.

Esta proposta de mudança não dos conteúdos de física, mas da articulação desses conteúdos com o mundo da informação e da cultura, levou ao desenvolvimento de temas estruturados desses conteúdos nas suas abordagens, os chamados temas transversais (BRASIL, 2002). Nesse sentido, os PCN+ indicam a superação ou, pelo menos, a amenização do caráter disciplinar da estrutura educacional brasileira, por meio de temáticas interdisciplinares a serem convocadas nos contextos reais de pesquisa. Em consonância com esta indicação estão as competências a serem desenvolvidas, quais sejam ‘investigação e compreensão’, ‘representação e comunicação’ e ‘contextualização histórica e sociocultural’. Nesse cenário, inaugura um novo ensino de física, voltado para a “formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade.” (p. 59).

No caso específico do ensino da física do som é clara a intencionalidade de atrelar o ensino de tal conteúdo ao mundo real. Para tanto, os PCN+ propõem o tema estruturador “som, imagem e informação”, dentre os seis recomendados para estruturar o ensino da física, indicando que tanto o estudo da ótica, quanto o estudo do som, podem tornar-se espaço adequado para discutir a tecnologia da informação por meio do som e da imagem. No caso específico da acústica, “pode ainda permitir uma interface importante com as artes, a música

em particular, ou, ainda, o reconhecimento dos vários instrumentos associados a diferentes culturas.” (p. 70). Aqui, entendemos novamente que a perspectiva cultural pode dialogar com a física não só no estudo da acústica, mas também no da ótica. Nesse cenário, é importante frisar que tais ligações entre acústica e música devem ir muito além da mera análise de letras de canções (p. 68) que muito embora consista numa interessante estratégia, é muito ínfima diante do vasto universo das ligações possíveis.

Esse tema estruturador tem por objetivo pensar o ensino de acústica numa perspectiva que leve em consideração não só física, como tem sido feito até hoje, mas também sua inserção no mundo contemporâneo, possibilitando a compreensão dos processos de produção, captação e registro de sinais, bem como toda a tecnologia da reprodução de músicas, inclusive os formatos digitais. Nesse sentido, é feito o convite para a compreensão da física “como parte integrante da cultura contemporânea, identificando sua presença em diferentes âmbitos e setores, como, por exemplo, nas manifestações artísticas ou literárias, em peças de teatro, letras de músicas etc., estando atento à contribuição da ciência para a cultura humana.” (p. 68).

O tema “som, imagem e informação” é apresentado em quatro unidades temáticas, relativas à produção, transmissão, armazenamento e reprodução, como transcrito a seguir.

Unidades Temáticas

1. Fontes sonoras

- Identificar objetos, sistemas e fenômenos que produzem sons para reconhecer as características que os diferenciam.
- Associar diferentes características de sons a grandezas físicas (como frequência, intensidade etc.) para explicar, reproduzir, avaliar ou controlar a emissão de sons por instrumentos musicais ou outros sistemas semelhantes.
- Conhecer o funcionamento da audição humana para monitorar limites de conforto, deficiências auditivas ou poluição sonora.

2. Formação e detecção de imagens

- Identificar objetos, sistemas e fenômenos que produzem imagens para reconhecer o papel da luz e as características dos fenômenos físicos envolvidos.
- Associar as características de obtenção de imagens a propriedades físicas da luz para explicar, reproduzir, variar ou controlar a qualidade das imagens produzidas.
- Conhecer os diferentes instrumentos ou sistemas que servem para ver, melhorar e ampliar a visão: olhos, óculos, telescópios, microscópios etc., visando utilizá-los adequadamente.

3. Gravação e reprodução de sons e imagens

- Compreender, para utilizar adequadamente, diferentes formas de gravar e reproduzir sons: discos, fita magnética de cassete, de vídeo, cinema ou CDs.
- Compreender, para utilizar adequadamente, diferentes formas de gravar e reproduzir imagens: fotografia, cinema, vídeo, monitores de tevê e computadores.

4. Transmissão de sons e imagem

- Conhecer os processos físicos envolvidos nos diferentes sistemas de transmissão de informação sob forma de sons e imagens para explicar e monitorar a utilização de transmissões por antenas, satélites, cabos ou por meio de fibras ópticas.
- Compreender a evolução dos meios e da velocidade de transmissão de informação ao longo dos tempos, avaliando seus impactos sociais, econômicos ou culturais.

Como podemos ver nos itens que compõem as unidades temáticas um, dois e quatro, há uma tendência a considerar as ligações entre a acústica e a tecnologia, seja por meio da análise das diversas mídias disponíveis no mercado, nas quais o áudio é gravado e reproduzido, seja na compreensão dos fundamentos dos sistemas de transmissão e recepção de áudio. Muito embora esses temas sejam absolutamente importantes, uma ação dialógica problematizadora deveria passar também pela culturalidade, abrindo espaço, inclusive, para analisar o impacto das citadas tecnologias na sociedade de consumo. Muito embora o uso de novas tecnologias deva ter lugar na escola, é preciso que seu uso seja acompanhado de uma análise crítica, na qual a ação mediadora do professor será sempre indubitável.

Num interessante artigo que foi publicado na revista “A Física na Escola”, intitulado “A contribuição da física para um novo ensino médio” (KAWAMURA; HOSOUME, 2003), há um relato da forma como as ciências e, em particular a física, podem ser ensinadas, de acordo com as recomendações dos PCN e PCN+. Nesse relato, as autoras apontam para a importância de considerar as dimensões sociais, políticas e econômicas na formação científica. Nesta acepção, o ensino de física na escola média deve vislumbrar a formação do indivíduo, independentemente de sua escolha profissional futura. Deve estar igualmente voltado para a compreensão do mundo real, em especial, aos temas atuais do mundo contemporâneo. Para alcançar esses objetivos, as diversas disciplinas foram organizadas em três grandes áreas, quais sejam, ‘linguagens e códigos’ (português, língua estrangeira, artes, educação física, informática e demais formas de expressão), ‘ciências da natureza e matemática’ (biologia, física, química e matemática) e ‘ciências humanas’ (história, geografia

e demais áreas das ciências humanas, como, por exemplo, psicologia, sociologia e filosofia). As competências e habilidades a serem desenvolvidas, devem considerar três dimensões: ‘investigação e compreensão’, ‘representação e comunicação’ e ‘contextualização histórica e sociocultural’. Segundo as autoras,

“Uma delas, interna à própria área, diz respeito à investigação e compreensão propriamente dita dos fenômenos físicos. A outra, para expressar a relação da Física com a área de linguagens e códigos, diz respeito a questões relativas à representação e comunicação em Física, ou seja, à linguagem específica da Física e às formas de expressão próprias ao seu campo. Finalmente, para estabelecer com mais clareza a relação da Física com as Ciências Humanas, há que considerar-se a contextualização sociocultural dos conhecimentos científicos, que incluem os aspectos históricos e sociais envolvidos na produção de seu conhecimento e no desenvolvimento tecnológico.” (p. 24).

Muito embora estas recomendações tragam uma melhora considerável na perspectiva de uma educação integradora, ainda consiste num ideal que se situa muito além das apresentações presentes nos livros didáticos de física para o ensino médio recomendados pelo PNLEM. Igualmente distantes estão as propostas veiculadas pelos artigos publicados nos principais periódicos de educação em ciências analisados no capítulo 1 desta pesquisa.

A articulação das dimensões acima analisadas com os temas geradores freireanos levou-nos a pensar nas paisagens sonoras enquanto um tema gerador que permite inserções no universo da cultura, na análise sociopolítica e histórica, bem como na análise das diversas linguagens que podem concorrer na problematização de um problema real e significativo para uma determinada comunidade. É nessa vertente que construímos as ações de pesquisa com licenciandos em física e em matemática, a qual é, de certo modo, bastante recente no ensino de física, não havendo sequer uma publicação no Brasil e alguns poucos trabalhos encontrados em periódicos internacionais. Dentre esses, citaríamos o artigo intitulado “Soundscapes” (LAWRENCE, 2003), no qual o autor relata a experiência didática na análise de sons e paisagens sonoras utilizando o computador, o qual tem se tornado importante ferramenta na composição, edição e reprodução de áudio e, por isso, não poderia estar à margem das aulas de acústica. Para o autor, o advento das novas tecnologias incita-nos a repensar não apenas como nós ensinamos, mas também o que nós ensinamos. De fato, mesmo com todo o universo dos instrumentos musicais disponíveis, os alunos não têm contanto com nenhuma experiência musical. Mesmo com toda a disponibilidade de novas tecnologias, como

computadores, programas de áudio, controladores MIDI, os alunos não tem oportunidade de sintetizar nem analisar sons. Mesmo com a possibilidade da análise de paisagens sonoras, para a qual se necessita apenas de um gravador de áudio, um computador e um programa editor de áudio, os alunos continuam aprendendo acústica pelos mesmos gráficos estáticos dos livros didáticos que em nada auxiliam na sensibilização da escuta. Nesse sentido, é preciso que o professor saia do mundo fechado da física, em direção à prática dialógica que possa articular as dimensões acima discutidas com o mundo real e que esteja disposto a conhecer os conceitos da acústica física e suas relações com os conceitos da acústica musical. Dentre estas, citaríamos as relações entre intensidade & volume, frequência & altura e série de Fourier & série harmônica. Muito embora isto possa parecer óbvio para um licenciado em física, não o é se considerarmos que o ensino de acústica é, em geral, muito mal tratado. Para um estudo mais detalhado, existem excelentes livros, alguns dos quais oferecendo uma exposição muita ampla, que vai desde os conceitos básicos da mecânica ondulatória até o áudio digital. Há, inclusive, excelentes ‘e-books’, sobre o tema, disponíveis na internet.

Parece-nos necessária a articulação da linguagem científica com outras linguagens para permitir uma prática dialógica integradora, tornando possível a análise interdisciplinar dos problemas reais. Dentre estas linguagens, parece-nos que o conhecimento básico de música seja ferramenta importante. Se ao longo de uma ação duradoura, se puder incentivar o aprendizado de alguns instrumentos musicais, como a flauta (solo), o violão (acompanhamento) e instrumentos de percussão, novas possibilidades integradoras poderão ser postas em prática. Ainda dentro desta perspectiva, seria igualmente interessante um estudo introdutório da psicofísica, a fim de constituir uma base para a análise da percepção auditiva humana. Nesta perspectiva, vislumbramos ainda a prática pura e simples da escuta como exercício primeiro para o desenvolvimento de capacidades de pensar os ambientes acústicos. Neste sentido, a utilização das novas tecnologias do áudio digital, dentre estas, a música computacional, poderia abrir mais um leque de possibilidades no estudo do som. Com um computador básico, um programa de gravação, edição e reprodução de áudio, uma placa de som de boa qualidade para a digitalização e reprodução de áudio, um controlador MIDI, um bom microfone e duas caixas de som amplificadas, seria possível trabalhar com sinais de áudio assim como é feito num estúdio. Existem, na internet, alguns programas que podem ser úteis para começar as atividades. Contudo o ideal seria utilizar uma suíte mais completa como ‘sonar’ ou o ‘cubase’, pois, além de possuírem inúmeros recursos, seus comandos são baseados em algoritmos matemáticos e em conceitos da acústica física e musical. Quanto às placas de som, não recomendamos o uso de placas ‘on-board’ por não possuírem fidelidade na

digitalização dos sinais de áudio. As placas ‘soundblaster’ da ‘creative’ são muito boas, embora sejam destinadas ao entretenimento. Contudo, o ideal seria uma placa específica para ‘homestudio’, tal como as placas da série ‘delta’ ou da série ‘audiophile’ da ‘m-audio’, por possuírem processador próprio, o que diminui consideravelmente o ‘buffer’, não por não sobrecarregarem o processador do computador. Quanto ao controlador MIDI qualquer modelo serve. Contudo, os controladores da ‘Roland’, A-300 PRO, A-500 PRO e A-800 PRO, possuem completa funcionalidade com o ‘sonar’, pois foram desenhados para esta plataforma.

Além de todos estes recursos, é preciso pensar criticamente sobre as paisagens sonoras. É preciso que as paisagens sonoras sejam relevantes para a comunidade, façam parte da sua história. O ideal é que pudessem ser escolhidas pelos próprios alunos, durante as ações iniciais, nas quais os estudos de paisagem sonora devem ser introduzidos e os conceitos relativos a esse estudo apresentados. Os alunos devem desenvolver um vocabulário básico para que a comunicação entre eles possa se estabelecer nas interações entre as diversas dimensões que tomarão lugar numa ação dialógica. Tais paisagens sonoras podem ser sons fundamentais, marcos sonoros, músicas do lugar ou atividades a serem desenvolvidas pelos participantes, tais como mapas sonográficos, exercícios de sensibilização da audição ou teatros sonoros. Ainda nesta dimensão, a análise da historicidade e culturalidade presentes nas músicas, nos instrumentos musicais originais das expressões musicais de uma comunidade, pode revelar aspectos importantes da identidade desse povo. A forma como esses instrumentos são confeccionados, a análise do padrão de intervalos das escalas subjacentes, a identificação dos elementos de globalização/aculturação introduzidos na cultura musical local, o resgate do desenvolvimento da tecnologia acústica, são apenas alguns pontos da pesquisa etnomusicológica que podem estabelecer diálogos entre ciência e conhecimento popular, mediatizados pela história, história da ciência, sociologia, filosofia, etc. Para Freire, o diálogo começa quando o educador-educando se pergunta em torno do que vai dialogar com os educandos-educadores. Não é uma imposição ou entrega de conhecimentos prontos. Antes disso, a educação autêntica se faz do educador-educando com os educandos-educadores, mediatizados pelo mundo, cujo objetivo fundamental é a recuperação da humanidade, da identidade. Num trabalho realmente libertador, “o que se há de fazer é propor aos oprimidos os ‘slogans’ dos opressores, como problema, proporcionando-se, assim, a sua expulsão de ‘dentro’ dos oprimidos.” (FREIRE, 1970, p. 49). É uma luta no sentido de desfazer os medos introjetados pela educação bancária, que abafa a consciência oprimida, que é transformada na ‘vasilha’ em que esses slogans são depositados. Numa tal práxis educativa, são vários os níveis com que se pode vislumbrar uma educação sonora emancipadora, onde o desvelar da

ecologia acústica do lugar pode ser ponto de partida para problematizar as relações entre os seres com o mundo tecnológico, econômico, etc. Aqui, podemos pensar nos conceitos disciplinares não como matéria a ser ensinada, mas como um conhecimento a ser resignificado na experiência concreta, mediatizada por temas geradores que revelem a tensão entre as situações-limite e os atos-limite. Para o educador crítico, o ‘que fazer dialógico’ consiste em propor ao povo por meio de contradições, sua situação existencial, concreta, posta como problema a exigir resposta na práxis de sua superação. Ao invés de expor nossa visão de mundo, devemos entender a deles, pois esta reflete a sua situação no mundo, sua realidade. Segundo Freire, “o que se pretende investigar, realmente, não são os homens, como se fossem peças anatômicas, mas o seu pensamento-linguagem referido à realidade, os níveis de sua percepção desta realidade, a sua visão de mundo, em que se encontram envolvidos seus temas geradores.” (p. 50). O homem, como ser histórico, consegue separar-se de sua realidade e problematizá-la a um nível de consciência que é variável. Ao problematizá-la, a refaz, modificando-a e a si mesmo. Ao mesmo tempo, como ser consciente, vive uma relação dialética entre os condicionamentos e sua liberdade, na qual ocorrem barreiras que precisam ser vencidas. A essas barreiras Freire chama de "situações-limites".

As ‘situações-limites’ delimitam a fronteira entre o universo conhecido, experimentado, daquele outro desconhecido, por isso, temeroso e angustiante. Há diferentes atitudes frente a uma situação-limite: ou a percebe como um obstáculo que não pode transpor, ou como algo que não quer transpor, ou ainda como algo que sabe que existe e que precisa ser rompido e então se empenha na sua superação. Nesse terceiro caso, a ‘situação-limite’ é entendida criticamente e, daí, a vontade de superá-la. Uma vez percebida a ‘situação-limite’, o ser crítico afasta-se dela, objetivando-a. Só após entendê-la em sua essência, destacada da vida cotidiana, se estabelece o que Freire denomina ‘percebido-destacado’. O ‘percebido-destacado’, que não podendo permanecer como está, passa a ser um ‘tema-problema’ que deve ser enfrentado e superado. As ações daí advindas são denominadas ‘atos-limites’, que levam à superação e negação da aceitação dócil e passiva. Quando a práxis leva à superação, alcança-se o ideal do ‘inérito viável’, o qual o sonho utópico sabe que existe, mas não é conhecido e vivido. A superação de um ‘tema-problema’ leva o ser crítico, lutador, a transpor a fronteira entre o ‘ser’ e o ‘ser mais’. Daí, a educação libertadora buscar a humanização, a constante busca do ‘ser mais’. Frente a esse desafio, estar disposto a trilhar esses caminhos, revelar-se enquanto professor pesquisador crítico exige passos largos, de fôlego. É preciso, como afirma Freire, amor, dedicação, paciência. Consiste numa autêntica adesão à causa de libertação dos homens.

Os temas geradores, nascidos na análise histórica das situações-limites, impostas pelos que delas usufruem aos que não a percebem como algo concreto e que precisa ser transposto, devem ser os guias das ações educacionais que vislumbram o 'ser mais'. Tais ações precisam manter relação direta não só com os temas e, também, com os níveis de percepção que os alunos estejam tendo desses temas, ou seja, com as significações temáticas. Estas, culturais em suas essências, precisam entrar em sintonia com o momento histórico vivido.

Podemos apresentar, a partir das considerações freireanas sobre o pensar pedagógico dialético, no sentido de construir e organizar os temas-geradores, algumas considerações que julgamos necessárias ao autopolicimento por parte de um professor pesquisador dialógico:

i. É preciso conhecer, além da realidade, o pensamento-linguagem do povo ao referir-se a ela. Tal exercício constitui-se na primeira etapa da pesquisa do universo temático. Os conteúdos devem ser buscados na realidade mediatizadora, na consciência que educadores-educandos e educandos-educadores constroem desta realidade, dos graus de percepção das situações-limites. Para Freire, o diálogo começa na busca do conteúdo programático, na construção dos temas a partir da investigação temática no âmbito da leitura da percepção conjunta da realidade. A proposta de atividades lúdicas e, ao mesmo tempo, desafiadoras na construção de graus de percepção da ecologia sonora pode ser interessante estratégia na garantia da autonomia na participação dos licenciandos e, com isto, no desvelar os graus de percepção que tais estudantes possuem da realidade problematizada.

ii. Os temas geradores, por estarem ligados às situações-limites, devem objetivar graus de percepção crítica destas situações, suas contradições e suas superações. É na relação linguagem-mundo que estão presentes as temáticas que são significativas e, portanto, os temas geradores por meio dos quais se podem pensar ações dialógicas educativas.

iii. Os temas geradores podem partir do mais geral, de caráter universal para aqueles mais específicos. Nesse sentido, a compreensão crítica da totalidade na qual está inserida a problemática a ser analisada permite uma separação em subtemas cuja análise, além de propor dimensões significativas da realidade, possibilita uma volta mais clara ao tema mais geral. Muitas vezes a captação do todo é, de muito, densa, o que impede sua decodificação. Contudo, tal movimento do abstrato ao concreto pode conduzir à superação do abstrato, levando a uma percepção crítica desse concreto, o que pode constituir-se num desafio a exigir resposta. Esse esforço de ida ao específico e vinda ao geral deve estar presente tanto na fase

da investigação temática quanto na da educação problematizadora. Daí a necessidade de um estudo continuado, por parte do professores-pesquisador, em direção à ampliação da visão de mundo, por meio da incorporação de outras linguagens capazes de trazerem novos olhares, novas dimensões à investigação temática e à educação dialógica. Nesta perspectiva, assumimos os estudos de paisagens sonoras como referencial suficientemente amplo para que possam emergir, na práxis da experiência concreta, temas geradores que possibilitem a construção de níveis de significação (garantida a autonomia) na análise da ecologia sonora.

iv. A investigação do tema gerador se dá por meio de uma metodologia problematizadora que possibilita a inserção dos sujeitos no pensar o seu próprio mundo. Esse pensar decodifica e objetiva a situação, possibilitando entender a realidade na qual estão inseridos os sujeitos, bem como, a nossa imersão, enquanto pesquisador-ator, nesta. Nesta perspectiva, esperamos crescer juntamente com os licenciandos, no agir enquanto professor-pesquisador, na superação dos vícios da escola bancária e da supervalorização do conhecimento científico.

Os temas geradores não se encontram nos sujeitos isolados do mundo, nem nesse separado daqueles, mas nas relações sujeito-mundo. Por isto, a investigação das temáticas significativas não pode prescindir da investigação do atuar dos homens sobre a realidade, da sua práxis. Educação e investigação temática caminham juntas na concepção problematizadora da educação. Segundo Freire,

“Não posso investigar o pensar dos outros, referido ao mundo se não penso. Mas, não penso autenticamente se os outros também não pensam. Simplesmente, não posso pensar pelos outros nem para os outros, nem sem os outros. A investigação do pensar do povo não pode ser feita sem o povo, mas com ele, como sujeito de seu pensar. E se seu pensar é mágico ou ingênuo, será pensando o seu pensar, na ação, que ele mesmo se superará. E a superação não se faz no ato de consumir ideias, mas no de produzi-las e de transformá-las na ação e na comunicação.” (1970, p. 58).

Enquanto pesquisadores envolvidos também nesta realidade, devemos nos fazer sujeitos da mesma metodologia investigativa. Seria ingênuo pensar no sacrifício de uma possível realidade objetiva, pois esta não existe por si só, mas somente na objetivação que se dá no processo investigativo das relações do homem com o mundo. Educação e investigação temática, na concepção problematizadora da educação, tornam-se momentos de um mesmo processo. Uma vez que a conscientização não se materializa quando há o reconhecimento da

situação enquanto problema, mas na efetiva ação transformadora, a tarefa do educador-pesquisador passa pela determinação do problema a ser investigado, que não se limita a uma expectativa, baseada em textos e outras fontes secundárias, mas na efetiva articulação que deve dar-se na análise da palavra-ação dos educandos-educadores e educadores-educandos, mediatizados pelo mundo. Nesse sentido, uma educação sonora conscientizadora torna-se plena quando surgem indivíduos conscientes da importância da melhoria da paisagem sonora por meio de efetivas ações transformadoras. Acontece quando o indivíduo transcende da percepção da paisagem sonora como algo isolado, do qual não faz parte, para uma percepção ecológica, onde se percebe causador e causado, corresponsável pela qualidade sonora dos ambientes em que vive. Percebendo-se imerso nesse meio e consciente que faz parte dele, modificando-o e, ao mesmo tempo sendo modificado por ele, passa a preocupar-se com os problemas acústicos, com os danos à saúde, com as modificações comportamentais dos indivíduos ali inseridos. Percebendo-o como resultado de um processo histórico, percebe a essência dialética desta relação sujeito-paisagem sonora. Problematiza-o e, inquietando-se, surge o anseio de mudança.

Em toda obra de Paulo Freire está muito presente a concepção de mundo do materialismo dialético. Daí o forte engajamento numa análise histórica e cultural das realidades vivenciadas enquanto educador. O problema da desigualdade social, da miséria, a presença forte e viva da favela na sua vida são elementos fortes na gênese de sua pedagogia crítica. Ao contrário do compadecer-se passivo, que espera por uma mudança vinda de fora, constrói uma ação pedagógica de educação política mediatizada pelo mundo e fundada numa síntese entre o materialismo histórico, referencial que subjaz a conceitos como o de conscientização crítica e o de ação dialógica para a libertação, e o humanismo, ao fundar-se numa prática que se assenta no amor e na solidariedade de quem se une aos ‘esfarrapados’ para com eles superar os estados de desumanização, para com eles lutar pela conquista da dignidade que lhes foi negada, na busca de uma educação politizadora como caminho à superação dos estados de opressão, de negação da liberdade. Educação esta, entendida não só como ação dialógica na busca de desvelar as relações de dominação presentes nas sociedades que teve contato, mas na efetiva busca de ações de transformação desta realidade, de humanização.

A inconclusão própria do homem-educador que ‘está sendo’ e que, por isso, ao deparar-se com a dura realidade da favela, ou do peão explorado/sertanejo esquecido, ou ainda do trabalhador que não percebe a ‘mais-valia’ a que está submetido, ou ainda mais do jovem submetido aos fetiches de uma sociedade (e de uma escola) de consumo que não

consegue problematizar e, assim, entender, como a si próprio, possa assumir estas realidades como algo externo a ele, ou, pior, como uma fatalidade. Esse mundo ruidoso que se tornou ‘normal’ aos nossos ouvidos é o retrato da modernidade com seu ritmo acelerado, impensado, que se manifesta na música igualmente acelerada e intensa. Esse mundo do som, turbilhonado e repleto de informações com uma dinâmica altamente mutável, precisa ser problematizado e entendido. A ação enquanto sujeito consciente deve passar pela objetivação da ecologia acústica a que estamos submetidos para, assim, nascerem ações de mudança. Fazemos parte dos ambientes sonoros em que vivemos e somos responsáveis pela sua melhoria.

O discurso fatalista, próprio do educador que não se encontrou com o povo, não tornou sua a causa desses esquecidos pelo mundo, está no cerne da pedagogia do oprimido. Freire problematiza a própria inconclusão desse homem-educador que ‘está sendo’, ao advogar a necessidade, não mecânica, mas intelectual e amorosa de unir-se a esses menos favorecidos, de suicidar-se para com eles lutar. Apesar de toda e qualquer possibilidade de interpretação piegas ou ainda religiosa destas afirmações, esse amor, ainda que crítico, amor-luta, amor-ação, amor-libertação, ainda assim, se solidariza na dor desses cujo grito tem sido abafado por uma sociedade cada vez mais mergulhada nas fantasias globais e destituída de qualquer possibilidade de uma educação crítica e humanizadora.

Na articulação desses elementos freireanos com as necessidades desta pesquisa aquilatamos a responsabilidade de empreender uma ação educativa dialógica no ensino de acústica. Mirando o ideal de uma educação política, voltada para a formação de um professor de ciências capaz de articular os conceitos abstratos com temas geradores significativos para a comunidade na qual se insere a escola, miramos a possibilidade de empreender uma ação dialógica voltada para a formação de consciências ecológicas sonoras, por meio da educação sonora. Contudo, percebemos, no decorrer de nossa pesquisa, que não seria uma tarefa fácil, nem tampouco curta, dadas as muitas dimensões que se apresentam quando analisamos paisagens sonoras. A reflexão em torno da articulação entre ciência e cultura, com a forma como as pessoas lidam com as experiências sonoras, nos levaram a perceber a necessidade de levar a cabo não uma ação isolada, mas o empreendimento de diversas atividades, por meio das quais pudéssemos extrair elementos para uma reflexão em torno do possível desenvolvimento de criticidade e autonomia, por parte dos envolvidos, em torno da educação sonora.

2.3. Metodologia da pesquisa

Quando falamos da acústica física, estamos nos referindo a um ramo da física que trata do estudo do som (BERANEK, 1996). Contudo, tal ciência encontra-se no centro, compõe a base teórica de um grande e imbricado universo de ciências aplicadas que se abrem em direção às ciências da terra, engenharia, biologia e à arte (RAICHEL, 2006), nas quais identificamos diversas dimensões do mundo interdisciplinar da acústica, como representado na figura sete (LINDSAY, 1973, p. 2).

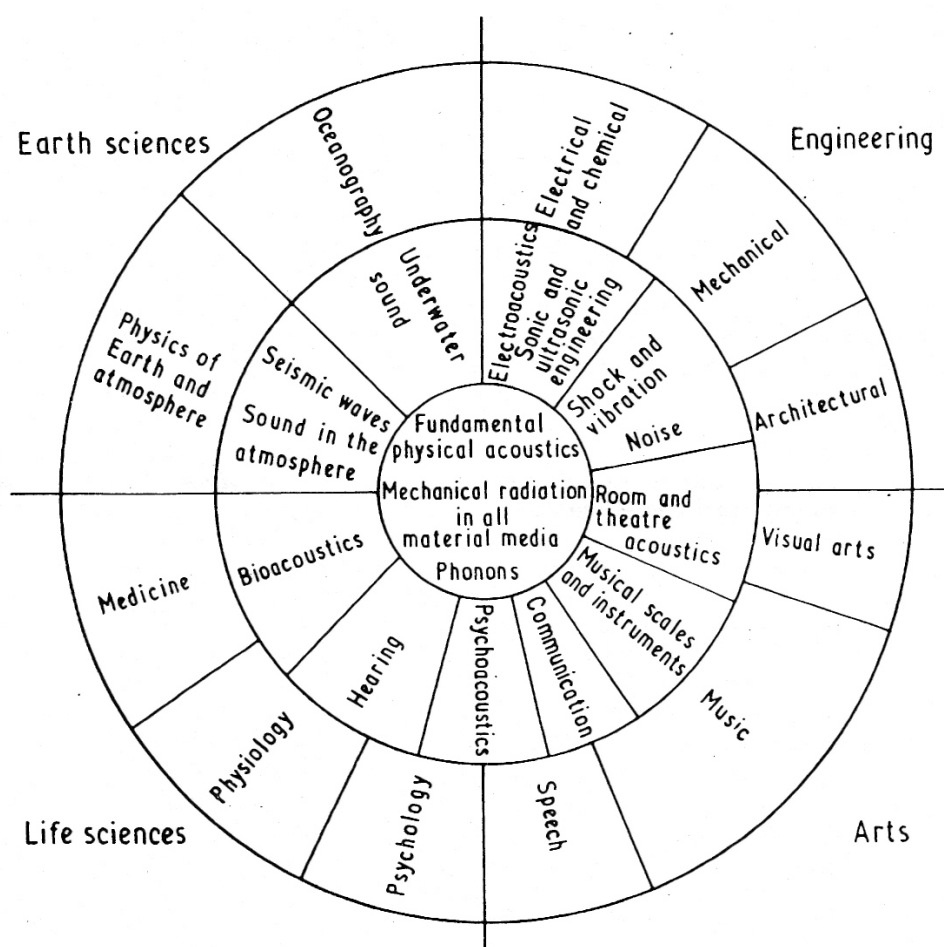


Figura 7: a ciência da acústica e suas ramificações.

A acústica é, contudo, um termo mais genérico, podendo referir-se a qualquer ciência teórica ou aplicada que esteja de alguma forma relacionada ao fenômeno do som e da audição, ou ainda à totalidade do conhecimento desta área. Quase sempre são utilizados termos específicos para referir-se às partes desse universo, como, por exemplo, acústica musical (BENSON, 2007), acústica física e suas tecnologias (WATKINSON, 1998, EVEREST,

2001), acústica ambiental (KOTZEN; ENGLISH, 1999), psicoacústica (ROEDERER, 1998; HOWARD; ANGUS, 2006; DAMASKE, 2008) e as tecnologias do universo do áudio digital (WATKINSON, 1994; STEIGLITZ, 1996). Nesta pesquisa, assumimos esta significação na utilização desses termos.

A acústica física refere-se, então, às leis físicas que descrevem o fenômeno sonoro enquanto onda mecânica, energia que se transfere através de meios materiais pela sucessão de compressões e rarefações (FRENCH, 2001), aparecendo no centro da figura sete. Tal aporte teórico, que se desenvolveu principalmente nos séculos XVIII e XIX, com a gênese e evolução da mecânica dos meios contínuos, impulsionada pela busca de uma representação matemática para a vibração de uma corda (WHELLER; CRUMMETT, 1986) pode revelar que o desenvolvimento de tal ciência esteve intimamente ligado à busca de uma explicação lógica para os princípios da harmonia musical, bem como ao estabelecimento de uma base matemática para o problema da corda vibrante, sendo esta a fonte sonora de grande parte dos instrumentos musicais melódicos da época, estando a família do violino em destaque nesse cenário. O desenrolar desse caso histórico culminou com o estabelecimento das séries de Fourier (LANGER, 1947) como estruturante matemático na representação de sistemas oscilantes, simples e complexos, constituindo-se num dos grandes referenciais da física clássica e num dos mais fundamentais e poderosos teoremas da física matemática, principalmente por conta da sua simplicidade e aplicabilidade (KAMMLER, 2007). Esse caso histórico jogou um papel central no desenvolvimento da mecânica clássica (STOLIK, 2005), das funções matemáticas e das equações diferenciais (KLEINER, 1989; SHENITZER; LUZIN, 1998) e serviu de base para o surgimento de um vasto rol de ciências aplicadas relativas à acústica, muitas delas impulsionadas por interesses capitalistas como, por exemplo, a eletroacústica (WEBSTER, 2002; MANNING, 2003; DE MARCHI, 2005). Com respeito às manifestações culturais, tal interesse mercadológico estigmatizou determinados estilos musicais, criando marcas (JANOTTI JR, 2003; STOKES, 2004; DIAS, 2007), como a música eletrônica (LAZETTA, 1997), a música brega (ARAÚJO, 1988; FAVARETO et al, 2007; BARROS, 2008), o sertanejo (PAVAN, 2006), a dita MPB (SOUZA, 2009) e suas exclusões (BONFIM, 2009) e, mais recentemente, a web music (GAROFALO, 1999; CASTRO, 2005a, 2005b, 2005c).

Tanto a simples construção de um pífano (PINTO, 1997) quanto o complexo comportamento acústico de um violino (CREMER, 1984) podem ser analisados à luz da acústica. Como podemos observar na figura sete, a acústica encontra-se presente, por exemplo, no ramo da arte, na construção de instrumentos musicais (OLSON, 1967;

MCINTYRE; WOODHOUSE, 1978; DENYER, 1992; ROSSING, 1990), no estudo das escalas musicais e na análise harmônica (CHEDIAK, 1986; CHEDIAK, 1987), mas também na engenharia eletroeletrônica, no desenvolvimento de instrumentos musicais eletrônicos (RIGDEN, 1984). Há ainda aqueles ramos que se situam na interface entre ciência e arte, como, por exemplo, a acústica de salas de concerto (BACKUS, 1977; BENADE, 1990; BERG; STORK, 1995). No ramo das ciências biológicas, encontramos, por exemplo, a bioacústica e a neurofisiologia da audição humana (MOORE, 2002; MENNER, 2003). Nas ciências da terra, o estudo dos movimentos sísmicos, das ondas atmosféricas e oceânicas (LOWRIE, 1997; JAMES, 1994). Há ainda uma ramificação que se situa na vanguarda do desenvolvimento da eletroacústica: trata-se da música computacional, cujo vastíssimo território passa pelo desenvolvimento de instrumentos virtuais, timbres, amostras de áudios, interfaces de áudio e MIDI, programas para estúdios caseiros, consoles digitais de áudio e instrumentos musicais para interface MIDI (GIBSON, 1997; OWSINSKY, 1999; MIRANDA, 2002; KATZ, 2002; SHEA, 2005; FONG, 2006; PUCKETTE, 2007).

Tais interfaces da pesquisa de vanguarda permitem ter uma ideia da dimensão desse grande quadro ao qual a acústica física enquanto ciência está ligada. Diante desta realidade tão complexa, exemplificada nos parágrafos acima, podemos aquilatar a responsabilidade de empreender qualquer proposta interdisciplinar de ensino envolvendo ciência, tecnologia e cultura. Quando pensamos nos inúmeros leques de possibilidades que se abrem ao professor que pretende trazer o universo cultural para a ação dialógica em sala de aula, na busca de possíveis temáticas significativas, temos a certeza de que, qualquer que seja a ligação empreendida por esse professor, vai exigir um conhecimento que irá muito além da acústica e da matemática. Conhecimento esse alheio, na maioria das vezes, à formação dos licenciados em física e em matemática. Desta preocupação justifica-se a aceção da interdisciplinaridade que utilizamos nesta pesquisa. Nesse sentido, é preciso pensar na formação continuada como um possível caminho na busca de uma formação interdisciplinar capaz de abordar problemas como o aqui proposto. Parece-nos bastante legítimo que, antes de pensar em qualquer reorganização curricular do ensino de acústica que possa incorporar as diversas dimensões descritas ao longo desta pesquisa em ações dialógicas na formação do cidadão comum no âmbito da educação sonora, é preciso pensar primeiro em como podemos empreender ações igualmente dialógicas na formação do professor de física, articulando as diversas dimensões acima discutidas e o mundo vivo das paisagens sonoras, na busca de significações que possam servir de suporte para pensar numa organização conceitual mais adequada. Como dito, muito embora o quadro da figura sete permita a reflexão em direção à construção de inúmeros temas

de debates que possam guiar uma atividade de formação de professores de física em ciência, tecnologia e cultura, mergulhamos na aventura de ir um pouco mais além, considerando não só tais possibilidades, encerradas nelas mesmas, mas considerando-as na problematização de paisagens sonoras significativas a elas atreladas. Desta perspectiva nasce a preocupação que permeia nossa pesquisa, qual seja a de que forma se pode promover a dialogicidade no ‘estar sendo’ em direção ao ‘ser mais’, preservando a autonomia dos envolvidos e o desenvolvimento de criticidade.

Ao introduzirmos a utilização de paisagens sonoras como fontes de debates, tínhamos, de um lado, a expectativa de que tal estratégia comporia a forma mais natural de trazer os elementos culturais para a sala de aula e, além desses, as relações entre ciência, tecnologia e cultura e, de outro, trazer novos elementos à formação interdisciplinar do futuro professor de física. Como vimos no capítulo 1 desta pesquisa, não encontramos, em nenhum dos livros didáticos analisados ou dos artigos nos mais expressivos periódicos brasileiros de educação em ciências e de educação matemática, qualquer análise crítica de paisagens sonoras inseridas em contextos sociais ou históricos, nem tampouco qualquer reflexão acerca das transformações sofridas pelas paisagens sonoras urbana e rural e suas relações com ciência, tecnologia e cultura. Por outro lado, todo esse universo de ligação possui significado para o ser humano na medida em que faz parte do seu cotidiano. O indivíduo, por estar imerso num ambiente sonoro, experimenta desde sua gestação, a partir do ouvido e também do tato, no caso das baixas frequências, inúmeras situações em que registra imagens do ambiente sonoro envolvido. Contudo, na maior parte das vezes, não está atento aos detalhes das significações que passam a ter importância central no estudo dos ambientes sonoros proposto por Schafer.

Esta é, então, a nossa âncora, o nosso mote: fazer uso de paisagens sonoras no intuito de trazer esse universo para a problematização em sala de aula, na formação de licenciandos em física e matemática. Nestas atividades, interessou-nos a análise dos modos como esses estudantes articulam os conceitos científicos e matemáticos, aprendidos num contexto abstrato, com outras linguagens na problematização do mundo vivo das paisagens sonoras, do som e da música, nas quais procuramos pensar as ações, bem como analisar os resultados destas ações guiados, sempre que possível, pelas seguintes fases da pesquisa temática significativa.

Etapa 1: delimitação da área em que trabalharemos, conhecida por meio de fontes secundárias e levantamento de informações necessárias à decodificação crítica da realidade que os desafia por meio do diálogo com os envolvidos no processo. Esta ação não pode ser

forçada, nem imposta, mas conquistada por meio de um ‘quefazer’ educativo, por meio de uma ação cultural.

Etapa 2: no processo de ação – reflexão – ação..., buscaremos a cisão da totalidade. Na análise das dimensões parciais e, voltando a adentrar na totalidade, buscaremos sua compreensão. Quanto mais se refaz o processo cisão/retotalização/análise, mais se aproxima das contradições da realidade concreta.

Etapa 3: determinar em que nível de percepção dessas contradições encontram-se os indivíduos envolvidos no processo. Estas contradições encontram-se constituindo situações-limites, envolvendo temas e apontando tarefas para os educadores-educandos. Esses devolvem aos educandos-educadores como problema codificado. Estas situações-problema devem representar situações conhecidas, de pequena complexidade e de múltiplas possibilidades de análise que se abrem como leques temáticos em direção a outros temas interativos na compreensão da realidade.

Etapa 4: organizar o conteúdo programático da ação educativa a partir das percepções que os indivíduos fazem das contradições, que, só a partir daí, constituem-se em temáticas significativas. Se de um lado, as contradições e situações-limites a elas atreladas constituem realidades objetivas a partir da visão dos educadores-pesquisadores, a percepção dos indivíduos destas contradições é que, de fato, constituem-se em temáticas significativas que possibilitarão pensar na organização dos conteúdos da ação educativa.

3. **Ciência, música e tecnologia: as paisagens sonoras em Ilha Solteira**

A primeira ação de pesquisa consistiu da concepção e desenvolvimento de uma disciplina piloto, oferecida a alunos da licenciatura em física da UNESP de Ilha Solteira/SP, composta de debates de temas interdisciplinares atrelados à análise de paisagens sonoras, no âmbito do universo do som acima discutido, cujos detalhes serão descritos nesse capítulo. Tomamos esta primeira ação de pesquisa como um estudo-piloto, um laboratório por meio do qual tínhamos a expectativa de levantar elementos característicos de autonomia na problematização dos estudos de paisagens sonoras na construção de transversalidades para a educação científica. Quando do planejamento desta primeira ação, não encontramos materiais auxiliares como artigos e relatos de pesquisa no ensino de acústica na perspectiva que assumimos aqui, nos quais pudéssemos encontrar elementos que nos ajudassem a pensar as primeiras ações, não havendo, inclusive nada a respeito na literatura brasileira de referência. Tivemos que partir do início, inventando situações iniciais para, a partir destas, pensar na consecução dos encontros. Nesse sentido, pensamos numa disciplina voltada a licenciandos em física, interdisciplinar, problematizadora e dialógica, que buscou investigar os seguintes pontos, que nascem naturalmente do problema de pesquisa que por ora investigamos:

Pesquisador-professor:

- i. Possibilidades e limitações da discussão de temas interdisciplinares numa postura problematizadora na construção de discursos críticos na formação do professor de física.
- ii. Significações dadas pelos estudantes na leitura das paisagens sonoras postas à análise.
- iii. Argumentações utilizadas pelos participantes na defesa de suas posições frente aos temas controversos e ou culturais debatidos.
- iv. Traços de autonomia nas atitudes dos estudantes durante o processo.

Professor-pesquisador:

- v. Potencialidade da utilização de textos, vídeos, programas, músicas e instrumentos musicais.
- vi. Significações atribuídas pelos licenciandos nas articulações entre acústica e outras ciências na compreensão do processo de produção, propagação e percepção do som.
- vii. Significações construídas pelos licenciandos na ligação entre acústica e o mundo da cultura do som e da música, no tocante ao desenvolvimento de um discurso integrador, interdisciplinar, com ênfase particular à apropriação dos conceitos de Schafer.

viii. Estratégias interdisciplinares desenvolvidas pelos licenciandos na ligação entre ciência e cultura no âmbito das paisagens sonoras por eles investigadas.

As ligações entre a física e o mundo do som aproximam-se mais naturalmente, no curso de licenciatura da UNESP, em, pelo menos, três disciplinas, quais sejam ‘Física I’, ‘Laboratório de Física I’ e ‘Instrumentação para o Ensino da Física’. Isto porque é nestas disciplinas que a mecânica ondulatória e, ocasionalmente, a acústica física são trabalhadas. Esses conteúdos constituiriam a base física e matemática para estudos interdisciplinares posteriores no universo da acústica, conforme as ementas transcritas a seguir.

- FÍSICA I (Código: 0987): medição; movimento retilíneo; vetores; cinemática: movimento em duas e três dimensões; dinâmica de uma partícula; trabalho e energia; conservação de energia; sistemas de partículas e movimento linear; colisões; rotação; rolamento, torque e momento angular; equilíbrio e elasticidade; oscilações; gravitação; fluidos; ondas; ondas sonoras; temperatura; calor e primeira lei da termodinâmica; trabalho e energia cinética; entropia e segunda lei da termodinâmica.
- LABORATÓRIO DE FÍSICA I (Código: 0991): teoria de erros; gráficos; movimento retilíneo uniforme; movimento retilíneo uniforme variado; lançamento de projéteis; colisões; atrito; choque unidimensional e bidimensional; momento de inércia; oscilações; dilatação térmica; calorimetria; fenômeno de transporte.
- INSTRUMENTAÇÃO PARA O ENSINO DE FÍSICA (Código: 1082): estudo de conceitos físicos; estudo de formas de práticas experimentais; estudos sobre interdisciplinaridade; estudos sobre relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

Por assumirmos como necessário o conhecimento, a priori, dos conteúdos da física relativos à ciência do som, optamos por oferecer, preferencialmente, a disciplina a alunos da licenciatura em física que já tinham integralizado as três disciplinas acima descritas. Com isto, procuramos investigar, dentre os pontos acima descritos, o grau e a forma com que os licenciandos em física conseguem articular tais conteúdos, já vivenciados, à cultura e outras linguagens, num modo integrador. O entendimento do som não apenas como onda sonora, mas, mais holisticamente, como processo psicofísico, passa necessariamente por lançar mão de um arcabouço teórico mais abrangente, no qual a neurofisiologia e a percepção tomam lugar. Se considerarmos a inserção cultural, a experiência sonora que as pessoas adquirem

durante a vida, as paisagens sonoras subjacentes e a música enquanto prática social, os referenciais teóricos subjacentes crescem em quantidade e especialização.

Nas experiências em educação relatadas por Freire, percebemos a sua preocupação em frisar a participação de uma equipe interdisciplinar, não só de professores das disciplinas tradicionais, mas também sociólogos e psicólogos, tanto na participação dos círculos de investigação, quanto na organização dos conteúdos, tomando por base as significações atribuídas pelos educandos, além desses, naturalmente. Muito embora, tal trabalho em equipe tenha se mostrado bastante satisfatório nestas experiências, não se constituiu no caminho trilhado por nós. Ao contrário de articularmos uma equipe de professores no âmbito de uma escola ou da própria universidade, o que seria, sem dúvida, muito enriquecedor, optamos, evitando o risco de não conseguirmos concluir esta fase da pesquisa em tempo hábil, construir uma revisão bibliográfica que tornasse possível trazer para as discussões elementos das diversas dimensões disciplinares às quais a acústica está ligada. Parece-me que o desenvolvimento de um projeto pedagógico em que os estudos de paisagem sonora e a cultura do som e da música compusessem um grande tema transversal constituir-se-ia numa experiência formativa dialógica inovadora. Nesta perspectiva, durante um ou dois anos letivos, os alunos de uma escola pudessem desenvolver pesquisas em grupo, havendo, efetivamente, o compromisso dos professores das diversas disciplinas na participação durante todo o processo. Contudo, consideramos que tal amadurecimento demandaria um período anterior de preparação, amadurecimento para o trabalho interdisciplinar e planejamento que ultrapassaria muito o tempo que disporíamos para a conclusão de nossa pesquisa. Em momento nenhum fugiu-nos a vontade de entrar nesse ‘barco’, mas temíamos que a viagem fosse demasiadamente demorada. Por outro lado, não é menos digno, nem menos prazeroso, nem menos ainda complexo o percurso que estamos trilhando. Confessamos que aprendemos muito com a tarefa que prescrevemos a nós mesmos, qual seja a de trilharmos os caminhos dos outros mundos. Ir aos fóruns, às cátedras, às revistas. Saber um pouco a respeito de como os músicos falam sobre música, os antropólogos sobre os sons antropológicos, os marxistas sobre a indústria cultural, os historiadores sobre o desenvolvimento das teorias da acústica, os ‘luthiers’ sobre a construção dos instrumentos musicais, os psicofísicos sobre a percepção do som, os ‘disk jockeys’ sobre ‘samplers’, trouxe-nos grande prazer, mas, sobretudo, fez-nos enxergar um pouco da magia do sonho utópico de Freire de uma educação libertadora. Tentando trazer esses mundos para dentro da sala de aula, procuramos conceber a disciplina a partir de um eixo que procurou contemplar diversas ligações entre ciência e mundo do som.

Tal disciplina foi trabalhada em três partes, cada uma com duração de 20 horas, e que ocorreram nos meses de julho, agosto e setembro de 2010, conforme discriminado a seguir.

Tabela 11: cronograma das atividades desenvolvidas na disciplina.

	Duração	Período	Local
1ª parte	20h	05 a 09 de julho de 2010	UNESP (Campus de Ilha Solteira/SP)
2ª parte	20h	16 a 20 de agosto de 2010	UNESP (Campus de Ilha Solteira/SP)
3ª parte	20h	13 a 17 de setembro de 2010	UFRPE (Campus de Recife/PE)

Nesta primeira ação, enquanto estudo piloto, procuramos vivenciar a atmosfera de empreender uma ação dialógica em ciência e cultura do som e da música para termos um referencial reflexivo, para construirmos uma subjetividade desta experiência. Sentimo-nos satisfeitos de poder trilhar um caminho até então desconhecido, tanto na materialização do referencial crítico numa ação dialógica, quanto no empreendimento de atividades interdisciplinares de tal amplitude. Mergulhamos então no universo das ações que precisavam ser dialógicas, problematizadoras, desafiadoras, sem, ao mesmo tempo, perder a beleza da cultura, preservando o espaço devido para a linguagem popular. Mergulhamos então no mundo incerto e inconcluso das significações dialetizadas pelas experiências postas à análise e pelo mundo preciso das diversas ciências envolvidas. Diferentemente das experiências evidenciadas por Freire, nossos educandos-educadores, já alunos de curso superior, com um conhecimento já bem estruturado dos conceitos físicos, mostraram-se, desde o início, bastante curiosos com respeito ao que iria acontecer. Alguns, inclusive, externaram certa expectativa positiva por já terem algum conhecimento de música, seja pelo aprendizado de algum instrumento musical, seja pela participação no coral da UNESP de Ilha Solteira. Contudo, na perspectiva de uma educação integradora, todos nós, mesmo enquanto seres inconclusos, porém vastos de experiências sonoras, temos sempre algo a dizer sobre o som e a música. No sentido freireano de dar especial atenção às significações e níveis de conscientização dos educandos-educadores, mais valem tais dizeres sobre música e experiência sonora do que qualquer fala, acadêmica e bem estruturada, de um músico ou físico.

No levantamento, a priori, das informações necessárias ao planejamento dos primeiros encontros, tomamos como conhecido que os licenciandos em física estariam familiarizados com os conceitos da acústica física como, por exemplo, intensidade, frequência e timbre e que o estudo das ondas mecânicas englobava, em algum sentido, o universo do som e dos sons musicais. Tal expectativa não se distancia muito da realidade dos cursos de licenciatura em física que, em geral, possuem disciplinas que estendem o estudo em questão desde o

movimento harmônico simples até os sistemas vibrantes mais complexos como a corda vibrante e o tubo sonoro. Contudo, não tomamos como certo que tais sistemas vibrantes possam ter sido analisados como fontes sonoras de instrumentos musicais e, nesse caso, as frequências naturais, desses oriundas, tomadas como notas musicais. Daí, colocamos à problematização paisagens sonoras, inicialmente naturais e, na sequência, seguindo a linha histórica do desenvolvimento tecnológico, as novas paisagens sonoras advindas do desenvolvimento da sociedade ocidental, primeiro no vilarejo e depois nas cidades. Nesse cenário, escolhemos paisagens sonoras que pudessem ser potencialmente significativas e que contemplassem os seguintes aspectos:

- i. Audição e análise de paisagens sonoras naturais, buscando identificar nestas paisagens os sons fundamentais, aqueles ouvidos continuamente por uma determinada sociedade ou com uma constância suficiente para formar um fundo contra o qual os outros sons são percebidos. Nesta perspectiva, introduzimos, aos poucos, um conjunto de conceitos schafarianos necessários ao estabelecimento de um diálogo em torno dos estudos de paisagens sonoras.
- ii. Análise da influência da ecologia acústica na música de um lugar, resgatando os marcos sonoros característicos desta música e sua relação com os sons fundamentais desse lugar. Aqui estão codificadas relações potencialmente significativas entre a cultura, história e antropologia. A construção de uma consciência em torno dos elementos que são característicos de uma determinada cultura musical parece-nos central na problematização em torno do processo de globalização da indústria de música de massa.
- iii. Reflexão acerca das relações entre as modificações históricas sofridas pelas paisagens sonoras e as evoluções científicas e tecnológicas da sociedade ocidental. Nesse aspecto, estivemos preocupados com o leque de possibilidades discursivas presentes na relação entre os processos de industrialização e a modificação da ecologia acústica de um lugar. Em particular, a relação histórica entre capitalismo e música.
- iv. Análise da influência da evolução da tecnologia no aparecimento de novos estilos musicais de massa como a música eletrônica e, mais recentemente, a música computacional.
- v. Análise da influência da evolução da harmonia na modificação das paisagens sonoras musicais. Esse aspecto, muito embora mais específico do universo da música, pode tomar lugar em algum momento da discussão sobre gêneros musicais.
- vi. Provocar o entendimento da cultura como uma problemática multidimensional, objetivando a superação da abstração conceitual no ensino da física, enveredando no universo dialógico da culturalidade, no qual os conceitos da acústica física possam concorrer com outras formas de analisar o mesmo problema.

Nas seções que se seguem, ao longo desse capítulo, faremos a análise das atividades que foram desenvolvidas nesta disciplina-piloto, inserindo, sempre que necessário, transcrições dos diálogos que julgamos importantes para a referida análise.

3.1. Interfaces construídas nas ações em Ilha Solteira

Após a apresentação inicial feita pelo professor Washington Carvalho, realizamos uma fala introdutória sobre a expectativa em torno do trabalho de iríamos desenvolver juntamente com eles. Nesta conversa, resgatamos um pouco da história do nosso interesse pelo mundo do som e da música, desde a juventude na década de 80, na qual o violão sempre esteve presente nas rodas de amigos. Após a graduação, passamos por um período de dúvida entre fazer um mestrado em ensino de acústica ou em acústica propriamente dita, mas acabamos por abraçar a educação em ciências. Contudo, nunca abandonamos a paixão pelo universo do som e da música. Antes, a dificuldade de se aprender violão, devida tanto à escassez de material disponível quanto ao preço dos instrumentos musicais, se converte nos dias de hoje numa grande facilidade pela enorme variedade de instrumentos musicais disponíveis, como também pela facilidade de acesso às cifras por meio da internet. No entanto, o que era comum há três décadas, a ‘turma’ reunida em torno de violão, está cada vez mais raro. O interesse de juntar o mundo da física com o da música só veio a partir da graduação, por ocasião da disciplina “mecânica clássica 1”, oportunidade em que estudamos com profundidade o problema da vibração de uma corda e cuja solução, infelizmente, se encerrava nos modos normais de vibração, não havendo ligação com a música. A partir daí, empreendemos um esforço de pesquisa no desenvolvimento de estratégias de ensino de acústica que permitissem ligações com o som e música. De ‘lá para cá’, outros elementos foram incorporando-se e, na medida em que ensinávamos e pensávamos sobre esse ensino, esse universo foi avolumando-se, o que nos permitiu chegar aqui com uma proposta de construção de um curso interdisciplinar a partir de nossas vivências, construindo ligações úteis nas nossas aulas, que possam dar vida aos conteúdos estanques, fazer as pessoas interessarem-se por algo que parece estranho a elas. Nesse curso apresentamos e debatemos conceitos de diversas disciplinas, bem como diversas paisagens sonoras, sem nos preocuparmos em ‘enxugar’ e dar uma sequência mais clara ao curso, pois se tratava de uma primeira experiência. Embora ricas nas idas e vindas entre ciência, paisagens sonoras e música, as duas primeiras partes, que ocorreram em Ilha Solteira, foram desenvolvidas de uma forma mais expositiva e menos dialógica. Uma vez que queríamos obter uma resposta do interesse esboçado pelos alunos nas diversas pontes construídas, centramos nossa atenção na análise das interfaces construídas por eles nos trabalhos, que foram apresentados na terceira parte da disciplina, ocorrida em Recife. Nesse sentido, encaramos a experiência como um estudo-piloto. Nesse, trouxemos diversos elementos problematizadores como forma de transportá-los para o universo reflexivo dos

estudos de paisagens sonoras como tema transversal. Dividimos a turma em quatro grupos e os convidamos para tentarem juntar esses mundos em torno da análise de uma paisagem sonora escolhida por eles, deixando-os à vontade para que construíssem as ligações que quisessem.

Uma vez que durante os encontros realizados em Ilha Solteira houve poucos debates, pouco foram os elementos de autonomia esboçados, muito embora os alunos tenham se envolvido bastante, com perguntas e observações. Desta forma, optamos por transcrever e analisar os diálogos que tomaram lugar durante as apresentações dos trabalhos na terceira parte de curso. A análise de tais diálogos levantou muitos elementos significativos das potencialidades das paisagens sonoras na construção de um discurso integrador na educação científica, bem como no desenvolvimento de consciências críticas com respeito à função da educação científica na formação do cidadão.

Pesquisador: Eu queria, nesta fala inicial, expor um pouco da forma como eu pretendo que desenvolvamos esses encontros. Eu estava comentando hoje com os colegas professores do departamento e estava dizendo que quando eu terminei a graduação, eu gostava muito de estudar sobre música e som. O violão era muito importante na época. E lá na década de oitenta, íamos para as praias acampar e a parcela de jovens que tocava era bem maior do que hoje e gostávamos de fazer isso. Quando eu terminei o curso, pensei em fazer mestrado em acústica, mas gostava de ensinar. O que eu aprendia na escola, eu gostava de ensinar. Nunca tinha pensado nesta história de mexer com som, com instrumentos musicais. As coisas foram evoluindo, as tecnologias mais rápido do que eu. Na época, era difícil encontrar um instrumento desse (apontando para o teclado que utilizamos no curso). Sintetizador era uma lenda. Os bons eram importados. Então, para aprender as músicas, tinha que comprar as revistinhas nas bancas: os 'vigus'. Já ouviu falar nessa palavra, estudante 2?

Estudante 2: não.

Pesquisador: violão & guitarra: vigo. Hoje, você vai à internet e encontra qualquer música que você quiser. Hoje, as pessoas já não se interessam mais. A facilidade é muito grande. Eu venho de uma história dessas. Quando eu comecei a pensar nesse mundo da física, quando eu estudei mecânica clássica e tinha aquelas contas da corda, da equação diferencial de segunda ordem, tinha que expandir aqueles coeficiente e chegar às soluções. Até então, esse era um mundo e o da música, das cordas, do violão foram se juntando. Parte desse mundo que eu queria compartilhar com vocês. Eu estou aqui fazendo uma pesquisa que eu acho legal, mas que eu ainda não tenho respostas se é um caminho frutífero ou não. Eu tenho uma expectativa e quero compartilhar nessas sessenta horas. Nós vamos tentar construir um mundo interdisciplinar a partir de nossas vivências. Vamos partir das nossas expectativas, das experiências que nós temos, que vamos chamar de experiências sonoras. Temos muitas experiências. podemos até pensar que não.

Esta primeira impressão de que o curso traria ligações entre ciência e música foi, aos poucos, ampliando-se. Falamos um pouco sobre o que vem a ser música e alguns alunos

compartilharam alguns sentidos distintos. No âmbito do debate dos conceitos desenvolvidos por Schafer (2001), ocorrido no primeiro encontro, demos o ‘pontapé’ inicial.

Pesquisador: toda essa memória guardada, muitas vezes latente, que nós temos, não damos muita atenção. Vamos começar por aí. Vou convidá-los a revisitarem estas experiências sonoras e tentarem, a partir delas, ver as possibilidades de ligação com outras coisas que estudamos, aprendemos, e outras tantas que não tivemos acesso, por um motivo qualquer.

Durante a fala inicial, pedimos que cada licenciando falasse de uma experiência sonora que tivesse sido relevante em sua vida. Esses relatos foram sendo anotados no quadro da sala, bem como intercalados por exemplos dados por nós, de paisagens sonoras que, de certa forma, tinham alguma relação com as que eles iam expondo, muito embora tal conceito de Schafer não tivesse sido ainda apresentado.

Na sequência, propusemos que estas ‘paisagens sonoras’ fossem ordenadas tomando como base uma linha histórica. O intuito de tal experiência foi o de problematizar a relação destas experiências com o desenvolvimento da humanidade, separando as paisagens sonoras naturais daquelas muitas outras que marcaram momentos históricos da constante mudança da ecologia acústica, separando as que eram das que não eram anteriores à revolução industrial.

Estudante 18: eu lembro daquele teclado de brinquedo.

Pesquisador: você tinha um desse? Era um piano.

Estudante 18: tinha. Um teclado daqueles que vem com uns bichinhos. (alunos riem).

Pesquisador: não precisa ser ligado diretamente à música. Pode ser som.

Estudante 3: Uma experiência muito marcante para mim foi quando morei num sítio e eu escutava nos canaviais a queima da cana. Era um som muito marcante (comentários).

Pesquisador: mas você lembra a distância aproximada?

Estudante 3: uns dez metros (espantos e risadas, seguidos de vários comentários).

Pesquisador: dez metros! É perigoso. Lá em Pernambuco inda se faz queimadas. É muito prejudicial, sem considerar a fuligem que se espalha.

Estudante 5: nossa! É um desespero. Suja tudo.

Pesquisador: então... Vamos lá.

Estudante 8: Quando eu ficava na casa da minha avó, ouvia o ronco do meu avô (vários relatos de alunos que roncam e risadas).

Pesquisador: mas você conseguia dormir ou tinha medo?

Estudante 8: eu dormia antes (risadas). Mas quando eu acordava, ficava escutando e não conseguia dormir depois.

Pesquisador: vamos lá.

Estudante13: O barulho de tempestade. Trovões. Quando eu morava na fazenda, notei que o barulho do trovão é muito mais forte. Eu lembro que meu pai tinha medo de tempestade por experiências dele. Quando iniciava a noite e começava o barulho, já começava o trovão e para ele já era problema. Ele deixava muitas velas no chão por que não tinha energia elétrica. Ficava aquele clima dentro de casa e todo mundo no recuo para dormir como se tivesse para acontecer o apocalipse (risadas). Eu nunca tive medo de tempestade. Só por causa deles.

Pesquisador: você falou que morava na zona rural, longe da cidade, numa região silenciosa?

Estudante 13: o som do trovão é mais forte. É muito mais nítido o trovão, o barulho da chuva.

Pesquisador: interessante, não é?

Estudante 13: é. O barulho da chuva. O vento também. É muito melhor (comentários diversos).

Pesquisador: vamos lá!

Estudante 16: o som que toca aqui na praça. Tem sempre os horários certos.

Pesquisador: é a sirene daqui da universidade?

Vários estudantes: não. Na praça em frente à universidade.

Pesquisador: é na caixa d'água da praça?

Estudante 16: é da época da construção da usina.

Pelos exemplos transcritos acima, já dá para ter uma ideia da riqueza de paisagens sonoras que poderiam ser investigadas se déssemos continuidade, organizando as atividades a partir desses exemplos. Contudo, optamos por desenvolvermos as ligações que havíamos preparado. Muito embora não tivéssemos, naturalmente, consciência do resultado, optamos por apresentar todas as ligações que havíamos planejado, pois naquele momento, tínhamos a preocupação de saber qual seria a resposta dos estudantes com respeito a cada 'situação-limite' percebida.

Buscamos ainda separar aquelas que tinham alguma ligação com a música. Surgiu ainda a possibilidade de classificá-las segundo o critério do que é som e do que é ruído, surgindo diversas controvérsias a respeito. No final, ficou de alguma forma claro que estas classificações não são fáceis de serem realizadas, pois os critérios para definir os limítrofes entre som e ruído, música e não música não são tão claros. Contudo, qualquer que seja a classificação adotada, o recurso histórico terá importância fundamental. A figura oito, retirada das filmagens, mostra as anotações realizadas no quadro durante esta atividade.

Como veremos a análise do capítulo quatro, as classificações realizadas de Barra do Bugres, durante a segunda ação de pesquisa, realizada com licenciandos em matemática, gestaram mais comprometimentos afetivos do que estas de Ilha Solteira, uma vez que lá, construímos as ações do curso baseadas nesta atividade inicial, valorizado as inserções dos estudantes até onde eles puderam avançar. Contudo, a experiência em Ilha Solteira também evidenciou diversos sinais de comprometimento afetivo, bem como de preocupação, enquanto

futuros professores de física, em torno de como essa disciplina pode ser útil na formação de cidadãos mais preocupados com a qualidade sonora do ambiente.

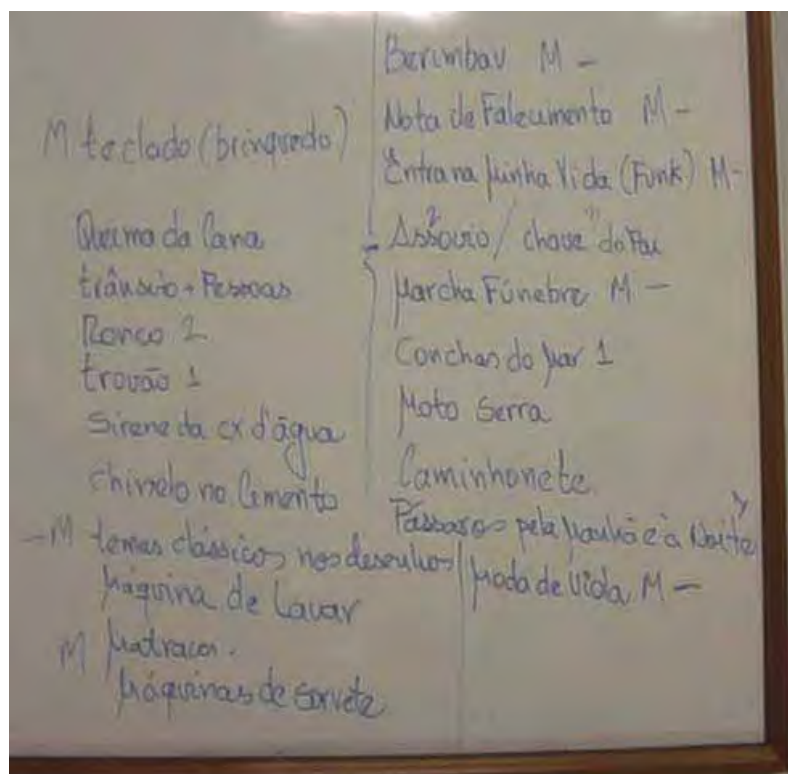


Figura 8: memórias sonoras dos estudantes.

Na medida em que os alunos foram expondo suas memórias sonoras, o clima de ludicidade foi tomando conta da turma, o que ajudou muito a 'quebrar o gelo'. É interessante observar que, das paisagens sonoras relatadas, duas foram objeto de estudo, constituindo-se nos temas analisados pelos grupos dois e quatro.

A forma como o curso foi se ajustando, entre nossas expectativas e as dos outros envolvidos, acabou por revelar a tensão entre o novo e o conhecido. A partir de um determinado momento deu para perceber que precisavam se 'armar' dos novos aportes teóricos, trazidos pela introdução dos estudos de paisagens sonoras ao longo das primeiras duas partes da disciplina. Isto ficou claro nas falas dos estudantes 2 e 4, quando do ciclo de apresentações que se deu em Recife. Segundo o estudante 2, a primeira partes do curso, tentamos "trazer a cultura, relacionar os sons vividos por nós, as paisagens sonoras vividas por nós, trazer para o estudo nosso, para a reflexão da cultura, como aquilo lá influenciou na nossa vida". Segundo o estudante 4, "o que marcou foi que na primeira semana colocamos sons de chaveiros, de abrir a porta, do trovão. Coisas mais da natureza". Neste sentido, ficou também evidenciado que os alunos conseguiram perceber diversas possibilidades de

articulação entre a física e os estudos de paisagens sonoras que ficaram visíveis nos trabalhos desenvolvidos pelos grupos. Segundo o estudante 2, "a segunda semana foi mais da análise em si, da representação gráfica do objeto sonoro. Aprendemos a mexer no programa. No caso é o sonar 8. Aprendemos essa parte da análise do ataque, transientes, corpo, decaimento. Essa segunda parte ficou mais restrita à análise do som em si e às características", o que, para o estudante 4, "foi uma parte mais técnica", e, por isso, mais próxima do que fazer enquanto professores de física.

Muito embora as exposições realizadas por nós tenham, de certa forma, inibido a participação dos estudantes, contribuíram bastante para pensarem na articulação entre discurso científico e cultura. Muito embora tenham escutado mais que falaram, contribuiu para o crescimento dos envolvidos em direção à construção de um diálogo o conhecido e o novo.

Durante o segundo dia da primeira parte da disciplina, pedimos que os estudantes classificassem historicamente as paisagens sonoras trazidas por eles. Iniciamos discutindo os conceitos de objeto sonoro e evento sonoro. Daí, propusemos olhar para os mesmos sons analisados anteriormente, agora postos em seus contextos, analisando-os como eventos históricos que estão diretamente ligados à ecologia acústica. A partir daí, propusemos que olhassem para a historicidade, classificando os mesmos sons com os números 1, 2, 3, 4 e 5, sendo 1 os sons naturais, 2 os sons até a revolução industrial, 3 os sons advindos da revolução industrial, 4 os sons advindos da eletricidade e 5 os sons advindos da acústica computacional. Nesse exercício, objetivamos problematizar a evolução histórica da ecologia acústica, levantando pontos importantes ao entendimento da relação entre som e cultura. No âmbito desta discussão, fomos apresentando diversos conceitos da física, da música e dos estudos de paisagem sonora, sempre que oportuno. Neste percurso, observamos interessantes debates em torno dessa classificação histórica dos sons. Nalguns momentos, controvérsias que ajudaram bastante na compreensão da importância da análise sonora em outras perspectivas além das científicas.

Na sequência, utilizamos os tubos sonoros a fim de problematizar as relações entre som e ruído e na discussão dos conceitos de paisagem sonora e no entendimento da música enquanto uma paisagem sonora particular. Nesta atividade introduzimos o estudo do padrão de intervalos da escala cromática, bem como das escalas maior e menor natural. Aproveitando a discussão em torno dos tubos sonoros, discutimos ainda o comportamento harmônico da corda, seus harmônicos naturais e o timbre característico do violão. Nesta atividade, introduzimos alguns conceitos de física e de música, como frequência e altura.

Continuando o estudo do violão, no terceiro dia adentramos na análise do espectro de frequências do violão, visualizado-o por meio de um analisador de espectro virtual. Nesse sentido, buscamos problematizar a relação entre timbre e série harmônica, conceitos quase sempre distantes nas aulas de física, quando se fala em cordas vibrantes. Além disso, apresentamos algumas possibilidades de utilização de programas editores de áudio no ensino de acústica. Nesse cenário de discussão de fontes sonoras musicais, colocamos à análise algumas paisagens sonoras bastante interessantes e que traziam ligações com cordas e tubos. A primeira delas, *The singing ringing tree*, consiste numa escultura criada por Mike Tonkine e Anna Liu (<http://www.youtube.com/watch?v=4B0hGyKV9qs&feature=related>), localizada em Burnley (Inglaterra) e formada por tubos de aço galvanizado que entram em ressonância com os ventos, formando acordes que preenchem o espaço em redor de uma forma envolvente. A segunda, conhecida como harpa eólica (<http://www.youtube.com/watch?v=UVHQ5wSgUkI>), consiste de um fio de aço esticado e que fica sujeito à ação do vento, entrando em ressonância com diferentes harmônicos para determinadas velocidades do vento. A terceira, conhecida mundialmente como o órgão de Zadar, na Croácia, consiste de uma enorme construção à beira mar da cidade de Zadar, onde um conjunto de tubos é perturbado pelo movimento do vento e das ondas do mar, resultando na emissão de acordes bastante interessantes e envolventes. Nesse contexto, introduzimos os conceitos de ambiente lo-fi e ambiente hi-fi., dada a evidente ação dos sons ambientais nas gravações de vídeo baixadas do youtube.

Ainda no terceiro encontro, utilizamos o oscilador de Melde para visualizar os modos normais de vibração da corda, ao mesmo tempo em que os mesmos harmônicos eram mostrados no violão e no violino, com a ajuda de dois alunos. Com o auxílio de um osciloscópio e a ajuda de um terceiro aluno, pudemos também visualizar as curvas de timbre desses instrumentos. Antes de começar a atividade, toda a parafernália de equipamentos e fios foi apresentada e o esquema de ligação discutido. Na sequência, os harmônicos gerados no violão e no violino puderam ser visualizados no analisador de espectro do SONAR e suas frequências medidas pelo afinador do mesmo programa. Utilizamos ainda um sintetizador para gerar notas musicais dentro da frequências padrão que ajudaram os alunos a afinarem os instrumento e encontrarem os harmônicos nos citados instrumentos. No final, as curvas de timbre do violão e do violino foram gravadas em distintas faixas de áudio do SONAR e analisadas com o recurso de ‘zoom’ na janela de edição de áudio do programa. Nesta oportunidade, gravamos, com o auxílio de um microfone, uma nota musical tocada no violão e, depois, no violino. Tal gravação foi feita utilizando-se uma placa de áudio profissional PCI

M-Audio Delta 1010LT, instalada num computador com boa configuração de hardware, no qual havíamos instalado o SONAR da CAKEWALK, o que garantiu boa fidelidade. Os sons dos diversos corpos físicos analisados foram captados com um microfone ligado a uma das entradas de áudio analógica da citada placa. No caso do violão, foram realizados dois registros, cada um com a nota tocada de forma diferente, com o objetivo de discutir as diferenças, a partir dos conceitos de ataque, corpo, decaimento, transientes e envoltória, conceitos esses apresentados por Schafer no âmbito da discussão sobre objetos sonoros. No caso do violino, demos grande atenção às diferenças causadas pelo fato de tratar-se de uma vibração forçada. Nesse sentido, o controle do arco, a forma como esse perturba a corda terá uma grande influência no resultado da envoltória representativa do objeto sonoro. Ainda nesse estudo, analisamos a curva de timbre de alguns sons de instrumentos sintetizados, com o auxílio de um sintetizador. Aproveitamos a oportunidade de termos, na turma de alunos, dois componentes do coral da UNESP de Ilha Solteira, sendo eles um baixo e uma soprano. No âmbito da discussão da tessitura, realizamos uma série de experimentos, buscando os limites superior e inferior de cada uma destas vozes. Nesta discussão, outros conceitos apareceram, como frequência/altura, amplitude/intensidade, nota e escala musical.

No quarto dia de encontro, adentramos na análise dos gráficos representativos de alguns objetos sonoros de percussão. Iniciamos esta análise discorrendo brevemente sobre as dimensões neurofisiológica, física e cultural/antropológica do conceito de ruído. Uma vez que a definição aprendida por eles nos compêndios de física era a que ruído é um sinal que não tem padrão, ou seja, não possui forma de onda/curva de timbre definida, trouxemos à análise tais dimensões, sendo estas retiradas dos estudos de paisagem sonora. Daí, iniciamos gravando e analisando alguns sons de percussão sintetizados, evidenciando a não existência de padrões repetitivos nos objetos sonoros analisados. Na sequência, colocamos à problematização o fato de os sons da bateria e da percussão não possuírem padrão e ainda assim serem utilizados em música, sem serem instrumentos melódicos. Nesse percurso, objetivamos expandir a concepção de ruído em direção a considerar não apenas a regularidade do sinal sonoro, mas também aspectos antropológicos/culturais, em que se concebe o ruído como som indesejável. Realizamos ainda a escuta de algumas músicas que utilizam percussões reais e sintetizadas e até ruídos retirados de paisagens sonoras, como “primavera nos dentes” do Secos & Molhados, "Speak to me/Breathe", "Time/Breathe" e “Money” do Pink Floyd. No âmbito desta discussão, acrescentamos ainda a análise que Schafer faz da expansão dos graves na música moderna. Apontando para a sensibilidade que o tato possui para as baixas frequências, alertamos para uma característica invariante das músicas

comerciais, qual seja o alto andamento e uma marcação de graves intensa. Em contrapartida, realizamos algumas audições nas quais se evidenciava o equilíbrio das faixas de agudo, médio e grave, como “Uirapuru”, interpretada pelos Cantores de Ébano e “She’s leaving home” dos Beatles.

No âmbito da discussão do conceito de ecologia acústica, da relação do ser humano com paisagem sonora, colocamos à discussão a concepção de música enquanto paisagem sonora idealizada, sendo as notas musicais concebidas como sons filtrados culturalmente. Nesse percurso, realizamos a escuta do “Bourée em mi menor” de Bach (BWV 996), interpretado pelo já falecido (1997) violonista espanhol Narciso Yepes e de “Blackbird” dos Beatles, que tem sua inspiração nessa música de Bach, tomando-a como exemplo da influenciadas raízes musicais que todo músico demonstra em suas composições.

No último dia da primeira parte da disciplina, retomamos o exemplo do órgão de Zadar, mostrado no segundo dia, apresentamos mais três vídeos, baixados durante o curso, cujas gravações foram realizadas com mais fidelidade, já que a filmagem mostrada naquele dia estava com o áudio ruim. Na sequência, apresentamos aos estudantes a proposta de dividir a turma em quatro grupos e cada um escolher uma paisagem sonora de interesse do grupo e, a partir de sua análise, sob as diversas dimensões que acharem sintonia, desenvolver um texto voltado para o ensino de acústica. Convidamos os estudantes a realizarem o registro e análise de uma paisagem sonora que fosse relevante para eles e que refletissem sobre possibilidades de utilização de tal registro numa aula de física no ensino médio em que tal experiência pudesse servir de suporte num ensino interdisciplinar de acústica. Para tanto, dividimos a turma em quatro grupos. Tal esforço de pesquisa dar-se-ia ao longo de todo o curso, na medida em que fossem se sentindo mais seguros na apropriação dos conceitos de Schafer. Realizamos ainda o registro dos e-mails de todos os estudantes, por meio dos quais os textos foram socializados e as orientações realizadas. Reiteramos a necessidade distribuir os cinco alunos que possuíam algum conhecimento de música, ficando pelo menos um em cada grupo. Disponibilizamos também a ilha de gravação e edição de áudio para o uso dos grupos, ficando montada numa sala do DFQ. Os quatro grupos ficaram, assim, definidos:

GRUPO 1: estudantes um, dois, três e quatro.

GRUPO 2: estudantes cinco, seis, sete, oito e nove.

GRUPO 3: estudantes dez, onze, doze, treze e quatorze.

GRUPO 4: estudantes quinze, dezesseis, dezessete e dezoito.

Dentre as sugestões levantadas pelos alunos na avaliação da primeira parte do curso, identificou-se que, em parte, as dificuldades de pensar nas ligações entre ciência e cultura deveram-se ao desconhecimento dos elementos básicos da música e do modelo matemático subjacente à construção da escala cromática. Daí, escolhemos e socializamos os seguintes textos, na expectativa de que pudessem servir como leitura básica para o amadurecimento para as atividades que se seguiram na segunda e terceira partes do curso.

- i. Imagens sonoras do ambiente - educação ambiental e ensino de música (SILVA, 2008)
- ii. Matemática e música: as progressões geométricas e o padrão de intervalos da escala cromática (MONTEIRO JR; MEDEIROS; MEDEIROS, 2003)
- iii. Paisagem sonora e ecologia sonora (NICS, 2002)
- iv. Paisagem sonora (JOSÉ; SERGL, 2004)
- v. Glossário de termos relativos à paisagem sonora (SCHAFER, 2001, p. 363-368)
- vi. Notação das paisagens sonoras (SCHAFER, 2001, p. 175-187)

Iniciamos a segunda parte da disciplina retomando a discussão sobre o andamento das paisagens sonoras escolhidas pelos quatro grupos. Ao longo dos cinco dias, apresentaremos parte dos conceitos relativos ao estudo das paisagens sonoras, socializados com os alunos por meio do texto “Glossário de termos relativos à paisagem sonora” (SCHAFER, 2001, p. 363-368), refletindo sobre possíveis ligações entre esses conceitos e as paisagens sonoras no ensino da física do som. Na sequência, desenvolvemos, durante os cinco encontros desta segunda parte da disciplina, as atividades listadas a seguir. Na medida em que as paisagens sonoras foram sendo apresentadas, sempre que possível abrimos o espaço para que os alunos pudessem falar, expor suas opiniões. É interessante observar que, ao rever as filmagens, notamos uma tênue, mas presente apropriação de conceitos por parte de diversos alunos, não só do referencial de Schafer, mas também da acústica musical.

Retomando o conceito de ecologia acústica, desenvolvemos uma fala introdutória acerca da evolução histórica das paisagens sonoras e, em particular, da evolução da música e da relação do homem com os sons musicais. Nesse sentido, defendemos que a evolução da humanidade foi acompanhada pela evolução da forma como o homem interagiu com os sons. As escalas, as relações consonantes e dissonantes, a estrutura harmônica sofreram modificações ao longo da história. Do ponto de vista antropológico, a história da música poderia ser compreendida como sendo a história da evolução da relação do homem com os sons musicais.

Na sequência, apresentamos um vídeo do Novo Telecurso Ensino Médio, composto de uma primeira aula da disciplina de música. Nesses vídeos, identificamos algumas distorções conceituais, tanto no universo da física, como no da música. No âmbito desta discussão, introduzimos os conceitos de objeto sonoro e evento sonoro dos estudos de paisagens sonoras e alguns elementos básicos da música, como melodia, harmonia, ritmo, duração, andamento, etc.

Na sequência, adentramos na discussão dos conceitos de dinâmica, arranjo e envoltória, na qual realizamos a audição de algumas músicas, visualizando, ao mesmo tempo em que fazíamos a escuta, a dinâmica da música na janela de edição de áudio do Sonar. Na sequência mostramos a “Grande valsa brilhante” de Chopin, “Chicleteiro eu, chicleteiro tu” do Chiclete com Banana, “Açucena Cheirosa” com Luiz Gonzaga, “Papa don't take no mess” de James Brown, “Staying alive” dos Bee Gees, analisando a influência dos objetos sonoros na dinâmica da música.

Ainda nesse cenário, propondo uma reflexão acerca das mensagens presentes nas figuras nove e dez. A figura nove consiste na capa da segunda edição do livro “The science of sound” (ROSSING, 1990). Trata-se de uma interessante montagem que sugere a íntima ligação entre música e ciência, assunto que é, de fato, tratado no livro. A figura dez, por sua vez, retrata a modificação histórica da extensão em frequência e amplitude das paisagens sonoras, retirada do texto de Schafer (1994, p. 116).

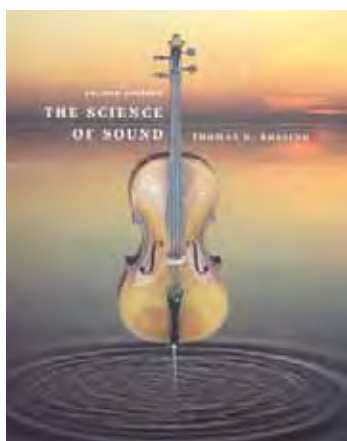


Figura 9: “the science of sound”.

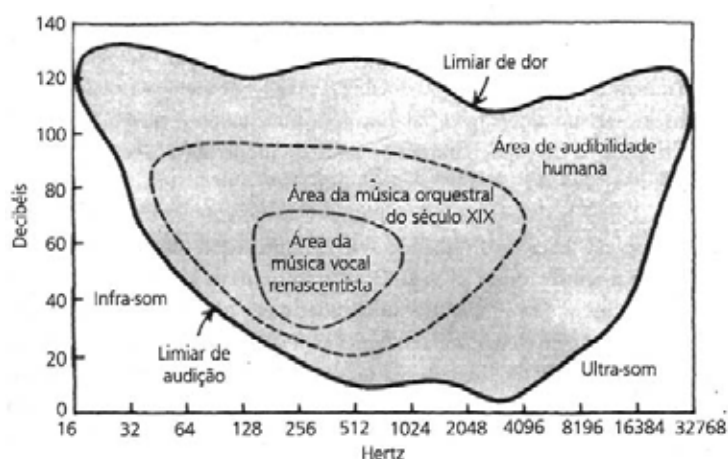


Figura 10: evolução do espaço auditivo da música.

A utilização da música orquestral após o renascimento e o desenvolvimento da eletroacústica nas primeiras décadas do século XX, e, a partir daí, todo o desenrolar da música eletrônica, são alguns dos grandes motores de tal aumento. Em meados do século XX, o desenvolvimento dos primeiros sintetizadores e, mais recentemente da música computacional

conferiu, além da possibilidade de criar novos timbres, um aumento das tessituras dos instrumentos tradicionais. Com um sintetizador é possível, por exemplo, sintetizar o som de um clarinete e tocar melodias tão agudas ou tão graves que não possam ser reproduzidas por um instrumento real.

Na análise das várias dimensões do som, por meio das quais é possível analisar as modificações ocorridas nas paisagens sonoras e, em particular, na música, ao longo da história, Schafer introduz o conceito de espaço auditivo, sendo esse “o espaço em qualquer gráfico que resulte de uma representação gráfica das várias dimensões do som, colocadas uma em oposição à outra.” (2001, p. 364). Um exemplo de tal espaço auditivo é o da figura seis, na qual o autor apresenta a evolução histórica da faixa de frequência e da amplitude até o renascimento e após o renascimento. Segundo Schafer (2001),

“O crescimento em intensidade na música ocidental tem um paralelo crescimento da faixa de frequência. No decorrer dos últimos cem anos, novos instrumentos foram projetados com o objetivo de levar a tessitura sonora para além dos limites da audibilidade em ambas as direções, até que, com a música eletrônica contemporânea e com o equipamento de reprodução em alta-fidelidade, um tessitura completa, compreendida entre aproximadamente 30Hz e 20.000Hz, ficasse disponível para o compositor e para o executante. De maneira aproximada, podemos dizer que, enquanto até a renascença, ou mesmo até o século XVIII, a música ocupava uma área de intensidade e um limite de frequência, tal como está sendo mostrado no centro do gráfico; daquela época para cá, ela vem sendo progressivamente impelida para os limites externos, de modo que praticamente coincide com a área total da audibilidade humana.” (2001, p. 167).

No segundo dia da segunda parte da disciplina, retomamos a discussão em torno dos conceitos de tensão e resolução, que haviam sido introduzidos durante a análise da aula de música do Novo Telecurso Ensino Médio. No âmbito dessa discussão e da crítica em torno da afirmação de que música provoca movimento, veiculada pelo vídeo do telecurso visto no primeiro dia, convidamos o coral da UNESP de Ilha Solteira, sob a regência do professor Márcio Guirado Zuanazzi para cantar a música “Trem das onze” de Adoniran Barbosa. Nesse percurso, centramos a atenção para a escuta das nuances do arranjo entre as diversas vozes, principalmente no que diz respeito às relações entre tensão e resolução. Nesse percurso, o regente fez uma breve apresentação das vozes e de alguns elementos da música que estavam presentes no entendimento do trabalho do coral.

Em seguida, apresentamos o vídeo da segunda aula de música do Telecurso Ensino Médio. Também neste vídeo, identificamos algumas distorções conceituais, tanto no universo da física, como no da música. No âmbito desta discussão, foram trabalhados conceitos da acústica física e da musical, como a relação entre frequência e altura, intensidade e volume. Igualmente ao vídeo anterior (aula um), encontramos diversas imprecisões nas apresentações dos conceitos. Ainda no âmbito da escuta desse vídeo, os conceitos de timbre, série de Fourier e série harmônica foram postos na discussão. No final da discussão mostramos o aumento da tessitura e, conseqüentemente, da experiência sonora do homem com o advento da música eletrônica e, mais recentemente, dos instrumentos virtuais e da música computacional.

Além da série harmônica, outros elementos influenciam no timbre de um instrumento musical. No âmbito do convite a uma escuta mais atenta de músicas para a identificação de objetos sonoros ali presentes, realizamos a audição de um ‘compact disk’, trazido pela aluna Helena, de músicas gregorianas, medievais e góticas. Nesse percurso, debatemos diversos conceitos no âmbito na identificação das nuances dos timbres dos instrumentos que iam aparecendo nas músicas.

No quarto dia da segunda parte da disciplina, apresentamos aos estudantes os processos de gravação, edição e sintetização de áudio no Sonar. Na primeira atividade, realizamos uma apresentação das principais operações no Sonar. Dentre estas destacamos construção de melodias e harmonias na janela de partitura MIDI, gravação de uma faixa de áudio na janela de edição de áudio, zoom, copiar e colar faixa ou trecho de uma música. Na sequência, realizamos a análise de gráficos representativos de objetos sonoros. Neste cenário, procuramos evidenciar a gradativa introdução de objetos sonoros não musicais na música, buscando problematizar a relação entre som e ruído. Para tanto, iniciamos a discussão apresentando três definições de ruído, conforme Schafer discute. Nesse cenário, apresentamos um cálice de vidro, levando-os a refletirem sobre como o cálice pode ser posto em vibração, ou seja, de quantas formas diferentes o cálice pode vibrar e, se em mais de uma, se os sons produzidos são semelhantes. Nesta escuta, gravamos no sonar o som produzido quando o cálice era percutido, quando a borda era friccionada com o arco do violino e quando a borda era friccionada com um movimento circular de um dedo deslizando no seu perímetro. Cada uma destas gravações foi endereçada numa faixa distinta da janela de edição de áudio do Sonar, de forma que os alunos puderam visualizar todas as gravações ao mesmo tempo e discutir as diferenças em termos do ataque, corpo e decaimento, utilizando o recurso de ‘zoom’ do programa. Em tais notações, procuramos identificar o ataque, o corpo e a queda,

bem como possíveis transientes presentes nesse som, conforme mostra a figura onze (SCHAFER, 2001, p. 183).

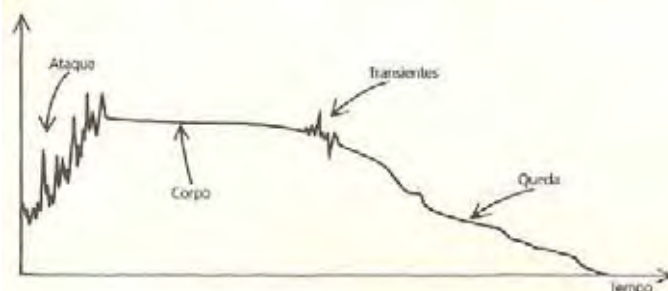


Figura 11: características do invólucro representativo de um objeto sonoro

Na sequência, o estudante 15 ainda conseguiu, perturbando a taça com o arco do violino, fazê-la vibrar no segundo harmônico. Na medida em que íamos realizando as gravações, as escutas e análises, íamos também ensinando os comandos do SONAR que eram utilizados para realizar as operações. É interessante observar que houve um grande interesse por parte dos alunos em aprender e entender as opções de escala da citada janela do programa.

Estudante 3: essas três semanas foram muito interessantes. Fizeram-nos pensar muito melhor a respeito do som, mas como todo pensamento vem também com uma crítica, na parte técnica ficamos bem embasados. Porém, eu achei que no curso, quando o professor for fazer uma próxima aplicação, a sugestão seria que o senhor quando pegasse uma paisagem sonora e transformasse um objeto sonoro e analisasse dentro dessas três semanas, antes de preparar o trabalho, fazer também uma análise com os alunos da parte cultural, da física, do ensino de física, para que os alunos, quando forem fazer o trabalho, tenham também uma preparação nessa parte que eu acho que demoramos muito para ficar nessa parte técnica e acabou faltando-nos um pouco de embasamento. Nossa discussão foi muito superficial, senti um pouco de falta.

Ainda no âmbito da análise das curvas representativas de objetos sonoros, realizamos ainda a gravação, edição e análise do som emitido por um apito de madeira, conseguindo fazê-lo soar em seus primeiro e segundo harmônicos, em termos do ataque, corpo, decaimento e transientes. Na sequência, realizamos a escuta de parte do show de Alcione “Faz uma loucura por mim” no qual é utilizado um instrumento de percussão bastante interessante, o qual produz um grave muito profundo. Trata-se de uma jarra de argila que possui em sua lateral um furo no qual o executante bate, tapando-o com a mão espalmada.

Noutra mostra, realizamos a escuta de parte do show de Djavan, “Milagreiro”, no qual são utilizados dois instrumentos de percussão bastante interessantes, os quais produzem sons graves. Um deles é semelhante àquele utilizado por Alcione e o outro, denominado ‘cajon’, consiste de uma caixa de madeira em forma de paralelepípedo, tendo um furo no centro de sua

face frontal. Nesta escuta, procuramos evidenciar o discurso do citado músico na explicação da forma como arranjou as músicas, privilegiando o silêncio. Na sequência, realizamos a escuta de alguns vídeos do músico, produtor e artesão musical natalino Antúlio Madureira, nos quais ele executa seus instrumentos artesanais cujos timbres são intrigantes. Nesse debate re discutimos a construção da escala cromática, seu padrão de intervalos enquanto uma progressão geométrica de razão $\sqrt[12]{2}$.

No final deste encontro, falamos um pouco sobre a Composição eletroacústica de paisagem sonora. Neste momento, realizamos a mostra do vídeo “Composição eletroacústica de paisagem sonora”, produzida por Abel de Jesus Roland, no âmbito do PIBIC/CNPQ sob a orientação do Prof. Dr. Eloi Fernando Fritsch, docente do Departamento de Música da UFRGS (<http://ufrgsweb.ufrgs.br/node/213>). Tal vídeo foi utilizado por nós como exemplo de uma composição musical do ‘soundscape’, na qual os conceitos de Schafer são trabalhados no contexto da educação musical. Tal experiência suscitou interessantes discussões na apropriação dos conceitos dos estudos de paisagens sonoras, como espaço acústico, espaço auditivo, marco sonoro, ambientes lo-fi e hi-fi, dentre outros. Permitiu ainda o contato com uma experiência de campo na captação de sons das paisagens sonoras em análise. Nesta mostra, na medida em que os equipamentos iam aparecendo, íamos fazendo a interlocução, identificando e explicando suas funções, como mesa de som, monitores de referência, gravadores, microfones, interfaces de áudio e MIDI e controladores MIDI.

O vídeo inicia com uma apresentação dos estudos de paisagem sonora, seus conceitos e antecedentes históricos, desde Pierre Schaeffer até Murray Schafer, autor do conceito de paisagem sonora e que deu início às pesquisas sobre ecologia acústica no final da década de 60, juntamente com outros pesquisadores da Universidade de Simon Fraser, no Canadá.

Na sequência, o vídeo apresenta o conceito de ‘marco sonoro’, que foi o principal foco da pesquisa no ano de 2006 e 2007. A apresentação do trabalho é realizada por meio da explanação de cada uma das quatro etapas da pesquisa. Na primeira, realizou-se um estudo do tema em artigos especializados e a audição de músicas com o mesmo embasamento estético. Na segunda, realizou-se um trabalho de campo que consistiu na captação de sons pela cidade de Porto Alegre, incluindo sons do cotidiano e outros marcos sonoros produzidos pela natureza, incluindo fauna, flora e geografia. Na terceira etapa, os sons gravados foram transferidos para os computadores dos estúdios do CME da UFRGS, nos quais foram catalogados e editados e, a partir daí, iniciou-se a composição de uma paisagem sonora inédita, peça denominada Porto da Águas. Na última etapa consistiu na criação da

espacialização sonora, ou seja, no envio dos sons para diversas caixas de som espalhadas em torno do público, com o intuito de conferir uma maior realidade ao contexto da escuta, possibilitando a imersão dos ouvintes no ambiente sonoro.

No último dia da segunda parte da disciplina, ocorrida no período de 16 a 20 de agosto de 2010, os alunos fizeram a apresentação das propostas de análise das paisagens sonoras que iriam desenvolver para a apresentação na terceira parte da disciplina, que se deu no Departamento de Educação da Universidade Federal Rural de Pernambuco, no período de 13 a 17 de setembro de 2010. Os alunos falaram com respeito ao andamento das escutas realizadas, da paisagem sonora escolhida e do desenvolvimento de uma atividade interdisciplinar no ensino de acústica no ensino médio. Para tanto, cada um dos quatro grupos foi convidado a expor as linhas gerais do seu projeto e o restante da turma convidada a criticar e dar sugestões, juntamente com o professor pesquisador. Na tabela doze encontram-se discriminadas as paisagens sonoras escolhidas pelos grupos.

Tabela 12: paisagens sonoras analisadas pelos estudantes

Grupo 1	Caixa eletrônico de uma agência bancária Título: Uma análise sócio-histórica de uma paisagem sonora por meio de recursos tecnológicos
Grupo 2	Sirene da caixa d'água da Praça dos Paiaguás na cidade de Ilha Solteira/SP Título: A sirene da caixa d'água: um marco sonoro da cidade de Ilha Solteira/SP
Grupo 3	Sirene de uma escola da cidade de Ilha Solteira/SP Título: Sirene Escolar: análise de um ambiente sonoro sob a ótica do referencial de Murray Schafer e as potencialidades no ensino de Ciências/Física
Grupo 4	Músicas clássicas em desenhos animados Título: Ensino de física a partir de temas clássicos (objetos eletroacústicos)

As diversas ligações entre ciência e cultura do som e da música sintetizadas acima acabaram acontecendo de uma forma mais expositiva do que dialógica. Contudo, as respostas dadas pelos estudantes nos trabalhos desenvolvidos e que estão detalhadas nas quatro próximas seções desse capítulo constituíram-se em importantes elementos para pensarmos a consecução da pesquisa.

3.2. Sons e lugares do capitalismo financeiro: a impessoalidade do caixa eletrônico

O primeiro dos quatro trabalhos apresentados na terceira parte da disciplina disse respeito ao resgate da paisagem sonora própria da sala de caixas eletrônicos de uma agência bancária. Na fala introdutória da parte escrita que foi entregue, juntamente com as filmagens, os alunos argumentam que os sons, característicos das diversas paisagens do mundo moderno são ouvidos, cotidianamente, sem merecerem uma devida análise. Segundo eles, “o som é adotado, na maioria das vezes, apenas como uma série de percepções que o ouvido recebe todos os dias, sem merecer uma devida reflexão a respeito do que ouvimos, a qualidade do som, a sua natureza e originalidade. Além disso, as finalidades do som produzido, como a mensagem e ideologia e as possíveis consequências que a recepção do som pode trazer são algumas das ponderações necessárias para a formação de um ouvido crítico.”.

Ao selecionarem esta paisagem sonora, destacaram os aspectos históricos, culturais, sociais e econômicos envolvidos. Evidenciando o sentido ‘lato’ desta tecnologia ao ser destacada toda a ‘teia’ a qual tal paisagem está ligada, revelam uma síntese da história do capitalismo financeiro e as influências desse na sociedade. Noutra dimensão, regatam igualmente o estudo técnico, ressaltando as variáveis envolvidas na percepção desse som. Por meio da análise dos objetos sonoros num programa editor de áudio, permitiram a visualização do fenômeno sonoro, proporcionando maior riqueza de recursos para o estudo de acústica.

Na abertura das apresentações, realizamos um breve comentário, evidenciando a importância de eles relatarem a história envolvida na escolha da paisagem sonora, bem como na sua análise. Convidamos uma professora, pesquisadora da área de educação em ciências, para acompanhar conosco as apresentações dos estudantes e que muito contribuiu no debate dos temas expostos.

Pesquisador: boa tarde. Hoje estaremos realizando a terceira parte do nosso curso. Combinamos que iríamos fazer uma apresentação dos registros das paisagens sonoras que vocês escolheram. Eu queria que quando falassem sobre o trabalho, o quanto possível, falassem da forma como vocês fizeram, o motivo pelo qual escolheram a paisagem analisada, a forma como vocês se organizaram para fazer o trabalho, as dificuldades que apareceram e que interdisciplinaridade vocês utilizaram para ligar a paisagem sonora com o ensino de física. Se houve ligação com a história, se houve ligação com a música, enfim, a forma como vocês utilizaram aquela paisagem para trazer esse mundo interdisciplinar para uma possível aula de física numa escola.

Estudante 2: o título do nosso trabalho é “uma análise sócio- histórica de uma paisagem sonora por meio de recursos tecnológicos”. Nosso trabalho tem por objetivo revelar uma paisagem sonora de um processo de

retirada de dinheiro por meio de um caixa eletrônico localizado na cidade de Ilha Solteira. Esse caixa eletrônico está situado no Banco do Brasil, próximo à churrascaria da giratória. Realizamos uma análise técnica, cultural e biológica da paisagem sonora, a fim de proporcionar um leque de sugestões a respeito do estudo e observação desse som. Além de falar da parte histórica, vamos tentar também trazer os conceitos de física, amplitude, energia, assim como os outros apresentados pelo Schafer.

Estudante 3: na introdução queríamos ressaltar que o som acontece a todo o momento. Faz parte das nossas vidas desde quando entendemos o que é som e por isso envolve fatores culturais, sociais, dentro do nosso cotidiano. Por isso, por meio desse trabalho, queríamos ressaltar que qualquer som do nosso cotidiano, desde a nossa infância, pode ser analisado de uma forma mais ampla, no desenvolvimento de uma audição crítica.

Estudante 2: os sons que ouvimos no nosso dia a dia não são analisados. Não refletimos sobre a influência na nossa vida, na sociedade. Então, com esse trabalho, além de proporcionar essa análise do som, tentamos resgatar a influência de cada, no nosso caso, do caixa eletrônico, as questões do capitalismo, como surgiu, por que surgiu, a eletricidade que levou ao surgimento desse aparelho.

Desde o início, notamos a preocupação com o desenvolvimento do que eles chamaram de uma audição crítica. A paisagem sonora trazida à análise, além de desvelada em seus diversos objetos sonoros, constituiu-se na ponte por meio da qual os estudantes caminharam em direção à análise sócio-histórica, revelando aspectos interessantes da história do capitalismo e da forma como esse aparato tecnológico acompanhou o desenvolvimento das tecnologias subjacentes.

Estudante 3: como o caixa eletrônico envolve dinheiro, vai nas origens do capitalismo. Na idade média, com a queda do feudalismo, nas cruzadas, que eram um tipo de comércio atrás da religião, começa o capitalismo, em que começa a aparecer um estado único, com as primeiras metrópoles: Portugal e Espanha. Essas metrópoles, com o pessoal saindo do campo para a cidade, começaram a adquirir colônias para obter as especiarias, comércio e exploração. Então, nessa época, começaram a surgir trocas de mercadoria, moedas. Precisou-se do ouro e da prata como meios de troca. Então, o capitalismo tem origem nesse momento, a partir do momento que apareceu a compra e a venda de produtos e a moeda. O capitalismo começa a tomar uma dimensão tão grande que o estado, por meio do mercantilismo, começou a ter grande poder. Poucas pessoas começaram a ter um grande poder, por suprirem os bens da sociedade. A parte burguesa que adquiriu bens econômicos, começa a se revoltar com todo esse absolutismo e daí vieram as revoluções industriais. E nesse contexto das revoluções aparece a primeira teoria que é o liberalismo, em que o estado não pode interferir na vida econômica de cada pessoa. Aí foi então que começaram a surgir as classes sociais. Surgiu então a corrente contra o liberalismo, que é o socialismo utópico. O socialismo utópico consistiria numa apresentação do que seria o socialismo, mas sem oferecer sugestões de como ele poderia intervir na sociedade. Então aparecem Engels e Marx com o socialismo científico, consistindo num estudo em cima da teoria capitalista, que começa a apresentar sugestões, tais como a luta da classe. E dessa forma, avançando um pouco mais dos séculos, desde 1500, quando começou a imprensa em Portugal, podemos falar de globalização. Por quê? Porque com a imprensa na Europa vai espalhando essa cultura, essa tradição capitalista. No começo, a uniformização da informação do padrão de

vida foi só beirando a Ásia e a África, mas depois, com o passar do tempo, depois da revolução industrial, a globalização foi tomando maior proporção, de forma que hoje sabemos que é muito uniforme, no modelo de vida ocidental. Em todo o lugar do mundo as pessoas querem adquirir os bens, casa, carro. Dentro desta lógica, é que inserimos o contexto do som. Na globalização, o caixa eletrônico consiste num meio de facilitar a vida das pessoas. Em qualquer lugar do mundo que você vá, você vai lá e retira dinheiro, como retiramos aqui em Pernambuco. Retiramos nosso dinheiro que está lá em Ilha Solteira, que deixamos na conta lá em Ilha Solteira. Passamos a nos questionar em que o caixa eletrônico modifica nossa vida, o quanto ele é facilitador, o quanto ele é prejudicial e o som dele é uma obra que é muito parte disso, e toda a tecnologia envolvida que vem dos conceitos de física. Então este é o cruzamento que construímos.

Nesta fala da estudante 3, o conceito de globalização, que surge como o processo de ‘normalizar’ as práticas capitalistas, criando uma ‘cultura’ generalizada ou globalizada, parece trazer o peso do fenômeno que expropria o povo de sua cultura, de sua identidade, sem precisar de uma escola para isto. Ao mesmo tempo que evidencia as vantagens de tal dispositivo, coloca-o como símbolo do mundo capitalista moderno, desta cultura do consumismo. Na sequência, os estudantes apresentam uma breve história do desenvolvimento do capitalismo, seguida da evolução tecnológica que levou ao aperfeiçoamento do dispositivo.

Estudante 1: É importante ressaltarmos também como era o sistema antes do capitalismo, até chegar ao modelo que temos hoje. Antes existia o feudalismo, depois o mercantilismo, que, depois, evoluiu para o capitalismo. Como a sociedade vivia no feudalismo? Tinha o soberano que era como se fosse o senhor feudal e os vassalos que eram os escravos. Os vassalos trabalhavam para os soberanos e com isso eles recebiam o sal. O sal naquela época era uma moeda de troca. Depois eles pegavam esse sal, iam à feira e trocavam por outros mantimentos, carne, vestimentas, o que eles precisassem. Com o passar do tempo, foi evoluindo para o mercantilismo, onde apareceram outras moedas de troca, feiras onde poderiam trocar o que eles produziam. Se eu era um agricultor e produzisse tomate, eu poderia trocar por batatas ou por outros artefatos. Com o tempo, começou a surgir a questão de que essas trocas não eram muito justas. Por exemplo, eu produzo tomate e troco por batata. Sua batata é melhor que o meu tomate, então começaram a surgir especulações a respeito disso e aí a necessidade de criar o dinheiro, que era a moeda. As primeiras moedas eram em ouro, em prata, em bronze. Cada uma tinha um valor, seu tamanho específico. Depois surgiram as cédulas, até chegar no momento em que estamos, o dinheiro que conhecemos.

Estudante 3: Com respeito aos caixas eletrônicos. John Sheperd-Barron criou o primeiro modelo de máquina de caixa eletrônico. Teve a ideia depois que ficou trancado fora de seu banco e queria saber como poderia fazer para conseguir dinheiro sem que precisasse ter acesso ao seu banco. Nessa reflexão e angústia, lembrou dos caixas que vendiam chocolate. Você colocava lá o número e saía o chocolate. Assim criou o primeiro modelo de caixa eletrônico, em que era apenas um número. O código tinha que ser digitado, pois não havia cartão. É só um número de identificação pessoal que eles chamavam de "pin". Teve, inicialmente, a ideia de colocar seis

dígitos para a senha, mas a esposa dele tinha problema de memória e pediu para que fosse de 4 dígitos. Por isso que ficou um bom tempo, acho que foi esse ano que mudou para 6 dígitos. Ficou muito tempo com 4 dígitos. Toda essa história ele contou numa entrevista para a BBC em 2007, tendo falecido nesse mesmo ano no dia 15 de maio.

Estudante 1: Naquela época não se trocava dinheiro, trocava-se cheques e os cheques tinham uma numeração química, tinha um sensor na máquina que decodificava essa numeração química e daí eram liberados os cheques.

Estudante 2: a quantia do cheque era sempre de uma nota de 10 libras. Não era outro valor no começo. Foi em um banco em Londres que instalaram o primeiro caixa.

Estudante 3: o caixa eletrônico possui um computador e é por meio dele que o caixa é ligado ao banco. Aqui é um esquema do caixa eletrônico que conhecemos. São 6 dispositivos, 2 de entrada e 4 de saída. Os 2 de entrada com leitor de cartão e os de saída... (mostrando a figura no projetor multimídia, a estudante explica o esquema básico de funcionamento do dispositivo).

Estudante 3: só lembrando algumas coisas, tem dois tipos desses processadores hospedeiros ligados tanto ao computador do banco quanto aos caixas eletrônicos simultaneamente. Se for linha de rápida transferência, é uma linha mais agilizada que serve para uma rede muito grande de caixas eletrônicos que seria essa linha de rápida transferência. Ela usa a linha de telefone. O outro tipo chama-se acesso discado, esse é mais para o comércio, para aqueles que não precisam de muitos caixas eletrônicos em rede. Daí é uma coisa bem mais lenta e usa geralmente um provedor de internet, um modem.

Na sequência, os alunos continuam situando detalhes das diversas tecnologias ligadas ao funcionamento dos caixas. Nestas falas, podemos observar a valorização dada à tecnologia do mundo moderno, estando a ciência na base desta pirâmide, reiterando a visão tecnicista e instrumental do ensino de ciências, contrapondo-se àquela visão crítica, externada no início, quando da identificação dos processos de expropriação própria do capitalismo.

Estudante 2: vemos como o surgimento de certos aparatos para facilitar a nossa vida depende muito dos avanços tecnológicos das outras ciências. Não podemos tentar desvincular a física, a engenharia, a ciência da nossa vida, da humanidade. Muita coisa que vai acontecer conosco vai depender também da ciência.

Estudante 3: até o próprio som do caixa eletrônico depende também dessas coisas. Esse barulho todo que ouvimos nesse momento é todo esse processo de separação de notas, descarte da nota errada. A maior fonte de erro não é da máquina, é humana. Para sair uma nota errada, sair mais dinheiro ou menos, é necessário que as notas sejam colocadas em lugares errados. Por exemplo, notas de 10 no lugar das de 50. É bom prestar atenção que a maior fonte de erro é disso, não detectaram outra além dessa.

Na sequência, os alunos passam a analisar os objetos sonoros registrados durante todo o processo de saque realizado num caixa eletrônico de uma agência bancária em Ilha Solteira. Nesta parte notamos o zelo com o qual discorreram sobre os conceitos relativos aos estudos

de paisagem sonora, tais como ambientes lo-fi, hi-fi, espaço auditivo, ruído o que reitera o que dissemos acima. Realizaram uma análise na qual concorreram ciência, tecnologia, paisagens sonoras, mas que faltou a transcendência desta visão instrumental para aquela crítica, dialética, onde outras perspectivas de análise poderiam entrar em cena.

Estudante 2: bom, para análise do som que nós registramos, utilizamos alguns conceitos do livro 'a afinação do mundo' do Schafer e alguns artigos que foram disponibilizados pelo professor Nairon.

Estudante 4: a revolução industrial iniciou na metade do século XVIII. Com a revolução industrial, houve um aumento de tudo isso (referindo-se ao aumento do nível sonoro das diversas paisagens sonoras do mundo moderno). De acordo com dados retirados dos textos, para a análise do ruído, retomamos quatro definições, mas tem mais. Som forte, som não desejável, som não musical, distúrbios de sinais. Nós temos a paisagem sonora e o objeto sonoro. Paisagem sonora é o contexto em geral, no nosso caso podemos falar que nossa paisagem sonora é a do banco. Nosso evento sonoro são os sons gerados pelo caixa eletrônico, os sons que são gerados quando acessamos o dispositivo.

Estudante 2: na revolução industrial, surgiram novas máquinas, como a máquina a vapor, com avanços tecnológicos, técnicos e científicos. Com isso, apareceram novos ruídos, gerados na confecção, trabalho e tudo. Surgiu o culto ao ruído. Tudo se voltou para a revolução industrial, para o desenvolvimento das máquinas, o que levou a esse paradoxo, qual seja da preocupação com a poluição sonora que veio com o desenvolvimento. Nesse sentido, apareceram as definições de ruído e também com a revolução industrial acabou transformando, segundo Schafer, o ambiente hi-fi, que é de alta qualidade, num ambiente lo-fi, que é de baixa fidelidade. O ambiente hi-fi é um ambiente mais tranquilo, é um ambiente que você tem mais clareza do som. Você consegue 'a olho nu' distinguir a pureza de cada som e a característica de cada som. No lo-fi, não conseguimos, devido ao amontoado de sons, um querendo cobrir o outro. Não conseguimos identificar claramente o que cada som é, o que constitui cada som. No nosso caso, o nosso ambiente é lo-fi. Por quê? Além dos ruídos do condicionador de ar da agência, os de carros passando, motos. Não é muito alto, mas se pararmos para analisar onda por onda, veremos que tem muito ruído no registro.

Estudante 4: notação. O que é notação? Conversão do som em sinais visuais. Esse formato do som é analisável em termos do ataque, corpo, transientes e decaimento. São características de quase todos os gráficos, dependendo da amplitude, do tempo e da frequência.

Estudante 2: nesse sentido, a representação gráfica desses três, frequência, amplitude e do tempo, creio que é uma representação acústica do som. Nessa parte da representação do objeto sonoro por meio dos sinais visuais, só é possível fazer uma análise completa do som, relacionando frequência, amplitude e tempo. Existem vários gráficos de amplitude x frequência, amplitude x tempo e frequência x tempo. No nosso caso, a análise é feita a partir do gráfico de amplitude x tempo.

Na metodologia da pesquisa, o estudante 2 faz um interessante resumo das duas primeiras partes do curso, onde revela elementos da percepção que teve das atividades lá desenvolvidas.

Estudante 2: agora apresentaremos a metodologia de pesquisa. Inicialmente, vamos falar sobre a característica do curso. Esse curso foi dividido em três etapas. A primeira etapa de 20 horas foi na primeira semana de julho. Foi aquela apresentação de tentar trazer a cultura, tentar relacionar os sons vividos por nós, as paisagens sonoras vividas por nós, trazer para o estudo nosso, para a reflexão da cultura, como aquilo lá influenciou na nossa vida, etc.

Estudante 4: o que marcou é que na primeira semana colocamos chaveiro, abrir a porta. Colocamos também o som do trovão, coisas mais da natureza. Na primeira semana foi praticamente isso.

Estudante 2: na segunda semana foi mais da análise em si, do objeto sonoro, aprendemos a mexer no programa. No caso é o sonar 8. Aprendemos essa parte da análise do ataque, transientes, corpo, decaimento. Essa segunda parte ficou mais restrita à análise do som em si e às características.

Estudante 4: podemos dizer que foi uma parte mais técnica mesmo.

Estudante 2: e na última etapa, que estamos realizando agora, temos um ciclo de apresentações e de palestras aqui em Recife.

De fato, nos primeiros encontros, trouxemos todo um universo de paisagens sonoras, antes naturais e, depois, humanas e do aparecimento da máquina. Alinhados com o querer inicial de que os estudantes pudessem perceber que a ecologia acústica é rica em seus aspectos históricos, realizamos o exercício inicial de resgate de sons relevantes para eles e a posterior classificação desses sons em naturais, humanos e tecnológicos. Na segunda parte do curso, trouxemos o universo investigativo possibilitado pela utilização de um programa gravador e editor de áudio, na qual colocamos à análise muitas paisagens sonoras musicais que retratavam interessantes aspectos sociais, históricos e políticos, possibilitando a inserção da dimensão crítica. Muito embora os estudantes tenham realizado esse resgate, as inserções por eles construídas incorporaram os estudos de paisagens sonoras num modo ainda instrumental, voltado à análise técnica, afastando-se dos elementos reveladores da presença do poder econômico no mundo moderno, levantados nas falas iniciais. Na sequência, os alunos descreveram os principais passos do processo de gravação do evento sonoro. Nesse relato, podemos notar o cuidado dos envolvidos em preservar a fidelidade da gravação, bem como no tratar com dados. Nesta etapa, passaram verdadeiramente por um processo de lidar com uma situação nova, desconhecida e tiveram que tomar decisões, analisando o problema por meio das variáveis envolvidas.

Estudante 2: quanto ao registro da paisagem sonora, fomos ao banco às 9:00 horas da noite, quando o banco tinha vários caixas eletrônicos em uso. Entramos na agência, esperamos que as pessoas saíssem. Esperamos o momento em que só tivéssemos nós. Apesar da nossa respiração influenciar também, tentamos fechar o nariz lá. Para fazer o processo, colocamos o gravador perto. Quando eu colocava o cartão, ia com o gravador perto.

Quando eu apertava a tecla, ele também ia, na hora da retirada também. Em todo o processo o gravador esteve presente. Mesmo assim o condicionador de ar estava ligado fazendo muito barulho.

Estudante 4: escolhemos a parte noturna devido ao fluxo menor de pessoas, apesar de ter que esperar que uma criancinha parasse de chorar. Foi um processo árduo.

Estudante 2: teve uma situação em que fomos retirar dinheiro na conta e não tinha dinheiro (todos riem). Tivemos que começar outro processo, começar tudo novamente. Essa parte foi muito interessante porque nos questionamos sobre a forma como iríamos gravar os sons. Vamos deixar o gravador parado em tal lugar? Nessa primeira parte, percebemos que os registros de certas operações ficaram pouco intensos. Daí decidimos chegar mais perto e não apertar a tecla com suavidade.

Alguns elementos novos apareceram quando foram analisar o evento sonoro, separando os sinais característicos de cada etapa, desde a digitação até a retirada do dinheiro. Novamente aqui, vemos entrar em cena a valorização do cuidado para não mascarar os dados. Após a audição, demos início à discussão em torno da audição pensante.

Estudante 2: agora é a análise de dados, na qual traremos primeiro o som para ouvir, para então analisar. Só para facilitar, antes de começar, é difícil identificar o que é cada som. A primeira parte é a da introdução e retirada do cartão. Aí vem um período de espera e tem os ruídos do condicionador de ar. Tem o segundo processo que é a digitação, o procedimento que você tem que usar as teclas, digitação de senha, etc. A terceira parte é da confirmação. Insere o cartão e tira o cartão, aí vai ter um tempinho longo de mais ou menos dez segundos de espera, em que só se ouve o ruído do ambiente e logo depois é o processamento de separação e entrega do dinheiro, que é um grande barulho. Pegamos uma máquina um pouco mais antiga, que fazia um barulho maior ainda. Tem a parte do processamento do dinheiro, tem aquela parte da contagem das cédulas, aí novamente ele processa o dinheiro, liberação e retirada do dinheiro. Retiramos o dinheiro com a mão. Basicamente, vocês vão ouvir só um barulho: ‘tec’, ‘tec’ (colocam à audição a paisagem sonora analisada. Durante a audição, alguns alunos riem.).

Pesquisador: vocês ouviram um som um pouco mais peculiar durante o processo?

Estudante 6: o condicionador de ar?

Pesquisador: vamos esquecer o condicionador de ar. Apesar de o ambiente ser lo-fi, precisamos prestar atenção ao sinal sonoro que estávamos analisando. Eles falaram muito da questão da tecnologia e frisaram também a questão de relacionar o som com a tecnologia. Tem um som produzido pela máquina que se relaciona com o mercantilismo.

Estudante 9: a engrenagem?

Pesquisador: não. a engrenagem é outra história que inclusive está bem mais grave. A caixa é um oco. O caixa eletrônico é uma cavidade. Daí houve ressonância lá dentro que até modificou um pouco o som, mas eu estou falando de um detalhe, não sei se é um motor (realizamos a audição novamente e aconteceram diversos comentários entre eles). Vocês já viram aquela máquina que conta dinheiro, que fica no balcão? É muito interessante. (nesse momento, alguém identifica o som). Ali fica mais parecido com o fonema f. Tem uma

diferença que eu estou querendo achar que está relacionada à existência dessa cavidade que está modificando a ressonância (realizamos a audição novamente). Quando o mecanismo está fora, fica mais evidente o som.

Estudante 2: agora é chegada a análise dos dados. Aqui foi a visão geral do gráfico que construímos de todo o processo sonoro. Daí, para analisarmos melhor, nós dividimos em etapas. Essa etapa inicial é a parte de inserção e retirada do cartão. Toda essa verde é digitação de procedimentos e senhas. Essa outra parte, novamente inserção e retirada do cartão. Esse é um tempo de espera e nesse tempo de espera observamos que não houve som, praticamente nenhum, só pequenos ruídos. Não tem produção de nenhuma onda relevante aqui. Depois a contagem de cédulas. Depois essa parte aqui foi subdividida em outras categorias e depois a retirada do dinheiro.

Na sequência, os estudantes expandem cada etapa para mostrarem a análise de cada um dos objetos sonoros, em seu ataque, corpo, decaimento e transientes. A figura doze, retirada do trabalho escrito entregue por eles, mostra cada um dos invólucros de todo o processo.

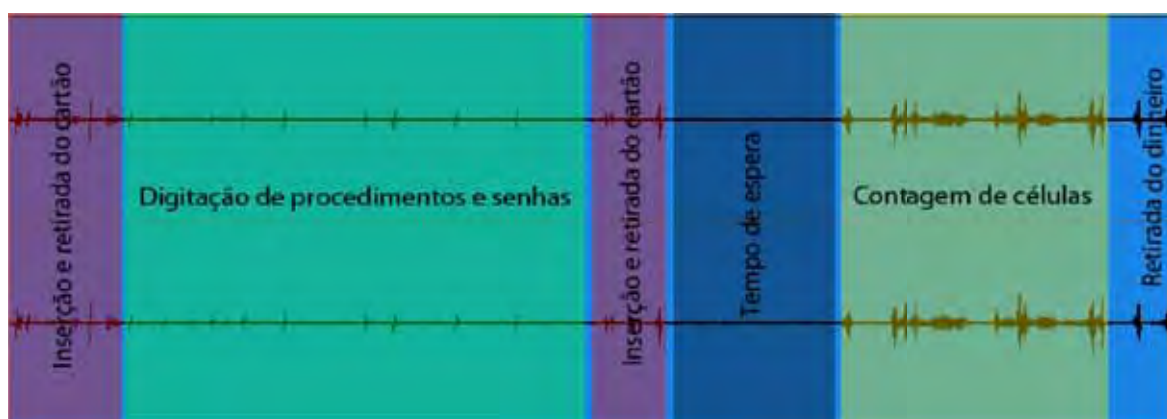


Figura 12: Invólucros dos objetos sonoros do caixa eletrônico.

Apesar das inserções de natureza cultural não terem sido devidamente valorizadas, nem tampouco qualquer reflexão em torno de como a educação científica pudesse contribuir na leitura das relações de poder que estão atreladas à existência de tal paisagem sonora, não podemos desconsiderar o crescimento alcançado pelos estudantes e, menos ainda, o fôlego da pesquisa realizada. O interesse com que se lançaram no desenvolvimento do trabalho, no registro, nos cuidados com o trato dos dados, na alegria com que apresentaram o resultado, que pode ser sentido nas transcrições a seguir, já são, por si, elementos incontestes de que o caminho percorrido deixou marcas positivas.

Estudante 3: o nosso trabalho fica um pouco complexo porque é uma gravação e muitas etapas, fica um pouco denso e é muito estudo também.

Pesquisador: é uma paisagem sonora muito particular. Ela se situa num capitalismo financeiro de vanguarda. Eu não sei, mas me parece que no texto vocês falaram que o caixa eletrônico surgiu como uma forma de se conseguir ter acesso às transações num outro horário, mas depois o caixa serviu também para pagar contas.

Estudante 3: tem o banco 24hs que serve para essas transações. Tem pessoas que compram crédito para o celular.

Pesquisador: tudo isso substitui um funcionário.

Estudante 3: no Japão os caixas eletrônicos não são comuns porque você paga para usar o caixa eletrônico. Lá ninguém quer saber disso (risadas).

Estudante 3: essas três semanas foram muito interessantes. Fizeram-nos pensar muito melhor a respeito do som. Contudo, como toda análise vem com uma crítica, na parte técnica ficamos bem embasados. Porém, eu achei que no curso, quando o professor for fazer uma próxima aplicação, a sugestão seria que o senhor, quando pegasse uma paisagem sonora e analisasse o objeto sonoro, fizesse também uma análise com os alunos da parte cultural, da física, do ensino de física, para que os alunos, quando forem fazer o trabalho, tenham também uma preparação nessa parte. Eu acho que demoramos muito nessa parte técnica e acabou faltando-nos um pouco de embasamento. Nossa discussão foi muito superficial, senti um pouco de falta.

De nossa parte, enquanto pesquisador-professor que enveredou nesse universo, acreditando no potencial integrador dos estudos de paisagens sonoras, fica a lição, o aprendizado de que o caminho deve começar na situação concreta dos envolvidos, de suas necessidades existenciais, da identificação da negação do ‘ser mais’ de que são vítimas. Esta inquietação quanto dos nossos deslizes no ‘que fazer dialógico’, sentida nas reflexões que realizamos durante e depois das duas primeiras partes, parece ter encontrado no discurso da estudante 3 a medida certa de nossa inconclusão e que acreditamos ter ficado, depois desta experiência em Ilha Solteira, menos inconclusa. Se, de um lado, a inconclusão está neles, resultado, em parte, de um ensino instrumental que desvaloriza a ação cultural, de outro, está em nós também. E não podia ser diferente. Aplicando o exercício da práxis freireana como o caminho para superação das inconclusões, só pudemos perceber melhor as lições da ‘pedagogia do oprimido’ quando nos colocamos perante o desconhecido. Foi no percurso da pesquisa que conseguimos conhecer melhor o que é a essência do modificar, modificando-se. Foi no percorrer o caminho que o caminho foi construído.

No debate que sucedeu a apresentação dos alunos, houve um interessante debate entre nós e a professora convidada para acompanhar as apresentações dos trabalhos, no qual, pelo menos, duas perspectivas foram valorizadas.

Professora convidada: pode fazer pergunta?

Pesquisador: sem dúvida.

Professora convidada: são dois comentários. Uma questão é a da física: aonde a física termina? Quais são, por exemplo, as leis fundamentais que estão envolvidas nessa análise? Voltando às leis dentro dessa análise, seria as da mecânica? Nesse caso, vocês teriam que escolher um aparato de leis de Newton, leis de conservação, e fazer uma síntese. O que estava sendo considerado, o corpo que estava sendo isolado, na hora que aperta a tecla... Gostaria de chamar a atenção para essa análise física que termina sempre na escolha de um sistema de leis para explicar e reduzir. Eu estou pensando que é a mecânica mesmo, no caso do som.

Pesquisador: a ideia da paisagem, esse som que nós experimentamos gerações passadas não experimentaram. É um som que é um marco histórico e também um evento sonoro. Eu tenho um corpo físico que é a máquina com toda a sua complexidade. Eu tenho um som que na medida em que você registra e joga lá num gráfico qualquer, eles escolheram amplitude pelo tempo, torna-se um objeto sonoro. Então, nesse momento, você analisa à luz de como a frequência ou o conjunto de frequências se comportam durante o tempo. Os conceitos físicos são esses.

Professora convidada: não é um uso muito técnico da física? Pensando na epistemologia da física, você não tinha que sempre voltar a algumas leis fundamentais? Não sei se o que você está falando é uma análise técnica ou é uma análise das leis fundamentais. Não tem que ligar as leis fundamentais ao que está sendo analisado? Deu para entender a questão da epistemologia? A volta às leis fundamentais.

Pesquisador: eu tenho sentido neste trabalho uma necessidade de superar aquela estrutura na qual nós fomos treinados. Eu falo da acústica. Ela começa como? a acústica começa no movimento harmônico simples, depois fala do pêndulo, depois da mola, até chegar na função de movimento harmônico simples. Depois onda, onda mecânica... Som no terceiro capítulo: o que é o som? Aí, som é... Sons musicais no 4º capítulo. É isso. Quando analisamos situações reais, o som está sendo tratado como uma coisa que acontece em um determinado lugar e num determinado período de tempo e tem uma ligação direta com o mundo das coisas. Esse mundo pode ser histórico, social. O evento sonoro é isso. O evento ele é antropológico, ele é histórico. O objeto sonoro também. O mesmo não pode ser dito de sua representação física, da análise de seu invólucro. Nesse caso específico do evento sonoro (apontando para a representação do evento sonoro do caixa eletrônico), o estudo físico é feito de uma forma visual e o exercício que o Schafer coloca é: vamos começar a treinar para perceber as nuances. Agora, quando eu vou falar de objeto sonoro, aí eu falo de sua representação visual em termos de frequência, amplitude, de tempo.

Professora convidada: se for para ligar com fato de que eles são professores de física, então tem que refletir sobre o que é ensinar física. Quando envolver física, teria que ter um compromisso de voltar, nessa análise, a algum conjunto de leis fundamentais. Não desconsiderando tudo que você falou, mas na hora que você vai reduzir ao olhar disciplinar, que já faz parte da cultura, para mim teria uma exigência de voltar também. Mas não estou negando isso que você está falando.

Pesquisador: sem dúvida. Inevitavelmente o ensino da teoria tem que ser feito.

Professora convidada: não só no ensino. Na hora da análise, recuperar as leis gerais da física.

Pesquisador: quando Schafer coloca a representação do objeto sonoro, em termos do ataque, corpo e decaimento, está implícito, na leitura do livro, que os conceitos estão ali. Obviamente, eles já foram trabalhados com os estudantes aqui. Essa experiência que nós estamos fazendo é para licenciandos em física. Já se pressupõe, e me parece bastante razoável, que esses conceitos já estavam presentes e eles conseguiram ligar. Quando você fala, por exemplo, que o ataque foi suave, significa que o aumento da amplitude demorou mais

tempo que num outro som, num outro sinal que tenha sido analisado antes ou depois. Eu não penso, por exemplo, numa estrutura de conceitos, mesmo porque aquelas que estão lá nos livros são ilusórias. Aquilo ali alguém criou e os livros vem repetindo.

Professora convidada: mas eu estou concordando com isso. Ir e voltar para a estrutura eu ainda vejo que não é física, porque não pode ser entendido como um conjunto de conceitos que estão no livro, entendeu? Tem que fazer desde os gráficos até as leis fundamentais. O problema é depois. Eu estou pensando nas reflexões que construímos nas aulas de estágio. O que é realmente ensinar física? Diferentemente de ensinar qualquer outra coisa, o que caracteriza ensinar física? É a epistemologia da física mesmo.

Pesquisador: permitam-me outra colocação. Não foi objetivo e nem deve ser, no momento, entrar na máquina, saber porque o som foi desse jeito, entrar na mecânica, no eletromagnetismo. Obviamente que o sistema é muito mais complexo, porque lá dentro do caixa tem óptica, tem mecânica, termodinâmica, mas no momento nós estamos preocupados com um objeto em particular: o sonoro, e relacioná-lo com: isso é um objeto sonoro característico de um evento que marca um tempo histórico da humanidade que é o capitalismo financeiro. Não existia antes do capitalismo.

Estudante 13: nós discutimos com os meninos durante a viagem sobre o problema que o nosso grupo teve e o grupo deles, segundo o estudante 2, teve também. Foi que na utilização do programa, conseguir explorar as questões relativas aos conceitos de frequência, amplitude, decibéis e energia.

Estudante 12: é a física do som mesmo.

Estudante 13: é. Aquela física básica do som. Tratar a questão numérica no programa.

Pesquisador: parâmetros.

Professora convidada: parâmetros.

Estudante 13: Tivemos dificuldades no uso do programa. E não tivemos aparelhos, decibelímetros e frequencímetros para isso. Foi uma dificuldade que tivemos explorar os dados quantitativos do objeto sonoro.

Professora convidada: eu defendo que como a física está, é uma parte da cultura também. Mesmo que eu tenha uma parte histórica, depois chegamos com essa reflexão de que como você já se satisfaz. Enquanto um professor de física, qual é o olhar disciplinar dentro da cultura mesmo? não estou negando. Eu acho legal o trabalho.

Professora convidada: outra pergunta que eu não sei se é para responder, mas fiquei interessada na questão do culto ao ruído. Vocês citaram e eu acho importante. Como é essa história do culto ao ruído na análise final? Eu estou falando na valorização quando chegar na análise,. Você falou: acabou. Acabou não. Tem as conclusões, entendeu? (risadas).

Estudante 2: com a evolução industrial, várias máquinas foram surgindo, desenvolvendo outros aparelhos e parece que ficamos presos a esse ruído. Parece que nunca poderemos nos livrar dele. Você vai fazer uma máquina e ela vai produzir um ruído. Começou a ficar uma coisa mais banal, natural.

Pesquisador: naturalizou uma coisa que não é natural.

Estudante 2: tudo se transformou numa coisa natural. Se fossemos fazer, não tem como se livrar mais do ruído. Para você se ver longe, vai morar dentro do mato.

Estudante 1: o ruído começou a ser visto como sinônimo de produção tecnológica.

Estudante 2: como uma coisa normal, uma consequência normal do desenvolvimento.

Estudante 13: igual ao condicionador de ar. Se desligar, sentiremos a diferença.

Pesquisador: dois pontos ainda muito importantes. O Schafer coloca que o ruído como um sinal não regular, que não tem uma curva de timbre estabelecida que se repete ao longo do tempo, de período em período, que é a definição física, científica que é um sinal que não tem padrão, não cabe para uma análise histórica, sociológica. Por quê? Porque ruído, nessa visão mais geral que o Schafer defende, é um som indesejável. O som do violino pode ser ruído. Depende do local em que ele esteja. Enfim, você tornou banal o que não é banal. É símbolo de poder. O cara pega um carro desse, liga o som e coloca na maior altura. É ruído porque está atrapalhando, é indesejável. Quando estamos em casa e o vizinho liga Deus sabe o quê.

Estudante 12: estavam falando da revolução industrial com essas máquinas, com ruídos. Hoje em dia tem o carro elétrico que não faz barulho e tem muitas pessoas sendo atropeladas porque estão acostumadas com o ruído (risadas).

Pesquisador: pronto?

Alunos: pronto (palmas).

Encontramos na fala da professora convidada uma grande parcela de razão quando defende que nós, enquanto professores de física, temos que ensinar física. O exercício de ida e vinda, da cultura para a física e desta para a cultura, alertado na fala, parece indicar esse policiar-se, enquanto pesquisador, para não perder de vista a constante reflexão em torno da prática docente. Contudo, a estrutura de ligação dos diversos conceitos às teorias nem sempre corresponde aos objetos analisados. Faltou-nos, nesse momento, o olhar de pesquisador para trazer à tona as reflexões em torno do que é ensinar física numa perspectiva desta natureza. Da mesma forma, os objetos sonoros, ricos em possibilidades de análises científicas e matemáticas, não podem encerrar-se em si mesmos. O exercício constante de ida e vinda do evento, inserido na paisagem, para o objeto e desse para o evento, deve tornar-se também uma constante. É nesses exercícios de idas e vindas que poderão aparecer as necessidades formativas em busca da superação.

A fala do estudante 13 identifica, precisamente, necessidades formativas autênticas, nascidas da situação-limite com a qual se confrontaram quando lançaram mão do uso dos recursos tecnológicos apresentados durante o curso. Devemos observar que a resposta do grupo frente à situação-limite foi a de enfrentá-la e superá-la. A inquietação presente na fala do citado estudante soa como um alerta para a continuidade, para a busca do ‘ser mais’. Tais necessidades estão a indicar caminhos ao ‘que fazer pedagógico’ frente à situação-limite, no sentido de superá-la. Tais necessidades formativas devem ser as guias das ações educacionais que vislumbrem o ‘ser mais’. No caso concreto do grupo, a identificação das dificuldades com o uso do programa consiste no primeiro passo desse exercício de superação. Numa eventual continuidade da experiência, um bom caminho talvez fosse o de debruçar-se sobre o programa. Nesse exercício, diversos conceitos científicos e matemáticos poderiam ser

significados a partir desta experiência concreta, cultural. A inquietação do aluno 12, nascida da necessidade de levantar parâmetros numéricos na análise dos objetos sonoros, corrobora, e muito, com a necessidade de voltar, de fazer a síntese disciplinar, levantada pela professora convidada. Contudo, não podemos perder de vista que o projeto de educação sonora, voltado, como disse a estudante 3, “para que se tenha um ouvido crítico”, deve ser compartilhado por uma equipe de professores que possa contemplar diversas inserções disciplinares, onde conceitos ou temas, tais como o ‘objeto sonoro de Schafer’ possam permitir o exercício de volta ao mundo disciplinar.

Houve interessantes potencialidades investigativas levantadas no início da apresentação, mas que não foram valorizadas no caminho trilhado por eles. Já havíamos falado acima do conceito de globalização e, na sua fala, a professora convidada, identificou outra interessante potencialidade levantada por eles que consistiu no ‘culto ao ruído’. Naturalizou-se o que não é natural. Nesse sentido, identificamos mais um elo para continuar o ‘estar sendo’ problematizador que, na experiência de Barra do Bugres, foi ampliado, encontrando na educação sonora a possibilidade emancipatória, de resistência à passividade frente à invasão dos ruídos, dos sons indesejáveis em nossas paisagens.

3.3. Ciência e história nas ondas da sirene da caixa d'água da Praça dos Paiaguás

A terceira e última parte desta primeira ação de pesquisa deu-se nas dependências do Departamento de Educação da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Para tanto, os licenciandos da UNESP viajaram de Ilha Solteira até Recife e ficaram hospedados nesta cidade durante a realização da atividade. Tal etapa trouxe para esses uma oportunidade bem mais ampla e rica, na qual puderam conhecer a cidade, o clima, suas atrações, costumes e algumas expressões da cultura nordestina, dentre estas, em particular, um pouco de nossa música. Consideramos tal oportunidade ímpar e em perfeita sintonia com o espírito próprio de nossa pesquisa de trazer a culturalidade para a formação do professor de física. Destarte, o ideal de poder conhecer e experimentar os elementos próprios da cultura de um povo aproxima-se muito com o pensamento freireano de conhecer a cultura de um povo e, portanto, sua identidade para, ao apropriar-se, construir uma educação transformadora. No desenvolvimento dos trabalhos, os alunos mostraram-se bastante interessados e envolvidos, como pôde ser observado nas apresentações das paisagens sonoras por eles investigadas.

O trabalho do grupo 2, formado pelos estudantes cinco, seis, sete, oito e nove consiste da análise de um marco sonoro muito significativo para os cidadãos Ilhenses. Trata-se da sirene instalada no topo da caixa d'água da praça central da cidade (Praça dos Paiaguás), desde a época em que a usina hidrelétrica foi construída e permanece ainda hoje em pleno funcionamento. Segundo o trabalho escrito, os alunos buscaram construir relações entre a história desse marco sonoro, sua ligação com o desenvolvimento socioeconômico do lugar e analisar suas características físicas.

Estudante 7: após o curso em Ilha Solteira, ficou acordado que iríamos apresentar o trabalho sobre o marco sonoro e com o objetivo de fazer a relação entre história e cultura em torno de um marco sonoro de uma comunidade. No nosso caso, da comunidade de Ilha Solteira, que é a sirene da caixa d'água. Analisar sua relação com o desenvolvimento socioeconômico da cidade, bem como suas características físicas.

Na primeira parte do trabalho os alunos resgatam a história da cidade de Ilha Solteira, desde sua origem, evidenciando a importância da sirene na construção da usina hidrelétrica. Na segunda parte, resgatam a história da sirene da caixa d'água de Ilha Solteira, que começa em 1966 com a chegada dos funcionários das empreiteiras que vieram para construir a cidade, que posteriormente serviria de moradia para os operários que trabalhariam na construção da usina hidrelétrica de Ilha Solteira.

A cidade possui diversos bens materiais e imateriais que foram declarados como patrimônio histórico e cultural do município. São eles: a estrela, a praça da emancipação, o monumento da emancipação, o monumento aos barrageiros, a ilha que deu origem ao nome da cidade, a ilha da ferradura, o festival de música popular brasileira, a expressão barrageiro e toda documentação referente ao processo de emancipação político-administrativa. Dentre esses constam ainda a praça dos Paiaguás e a caixa d'água (figura treze), construída nesta praça, e que, no topo da qual, foi colocada a sirene em questão, objeto de pesquisa dos alunos.



Figura 13: caixa d'água da praça dos Paiaguás em Ilha Solteira/SP.

Na segunda parte do artigo, há uma breve inserção histórica factual sobre esse marco sonoro, evidenciando a data de instalação da mesma na caixa d'água e o propósito desse mecanismo. Inicialmente a intensidade sonora da sirene não precisava ser tão elevada, já que os funcionários ficavam apenas na região central, em torno dela. Porém, com a chegada dos operários que vieram para a construção da Usina, a cidade expandiu-se, e foi sentida a necessidade de adaptar a sirene antiga para que um som de maior intensidade fosse emitido.

Estudante 9: um dos moradores falou que, como não tinha eletricidade, a sirene era movida a bateria. Os alojamentos eram perto da caixa d'água para que os moradores fossem alertados às sete horas da manhã, ao meio dia e às seis horas da tarde. A intensidade da sirene e sua forma não eram as mesmas de hoje. Um senhor falou que a intensidade era muito reduzida. Por que não tinha a necessidade da intensidade de ser tão alta? Porque como os moradores dessa construtora não se dispersavam, mas ficavam concentrados em torno da caixa d'água, a intensidade não tinha que ser tão elevada. Seria um desperdício.

A sirene foi instalada com o intuito de “avisar” os funcionários sobre a hora de acordar (07:00 h), hora do almoço (12:00 h) e, finalmente, a hora de encerrar o expediente (18:00 h). Assim como na maioria das empresas que possuem algum tipo de sinal sonoro para informar o início e o término de um turno de trabalho, esses horários foram escolhidos de forma a

aproveitar ao máximo a luminosidade do dia, pois não havia energia elétrica. É interessante observar que a cultura de tocar a sirene da caixa d'água nos mesmos horários continua até hoje, já faz parte do cotidiano da cidade, muito embora muitos cidadãos não tenham ideia alguma do que se trata. Além da análise da importância do som da sirene ao longo da história da cidade, “extraíram” o som de sua paisagem sonora e o estudaram fora do contexto, por meio do invólucro do objeto sonoro, identificando ainda tratar-se de um ambiente Lo-Fi.

Estudante 6: apresentaremos inicialmente a tentativa de buscar o som da caixa d'água que escutamos na cidade de Ilha Solteira.

Estudante 9: a paisagem sonora foi filmada dessa forma para mostrar que a sirene é tocada todo horário de maior movimento, que é justamente para avisar o horário do almoço, o horário do expediente. A forma como filmamos e apresentamos teve o intuito de tornar o registro natural, preservando o som dentro da paisagem, o marco sonoro inserido no local.

Estudante 6: nos artigos que lemos, está colocado que a paisagem sonora é como se fosse uma fotografia do ambiente com o som. Tentamos fazer isso.

Estudante 9: esse primeiro registro foi feito, tomando por base o que a estudante 6 falou, que a paisagem sonora é uma foto sonora do ambiente. Tiramos diversas fotos desse local, gravamos o som e o vídeo também. Juntamos essas duas partes para falar que o resultado seria essa paisagem sonora, tanto a imagem quanto o som da sirene.

Na terceira parte, a saber, metodologia da pesquisa, os alunos descreveram todos os passos seguidos, evidenciando, inclusive, que na primeira gravação, feita da praça, ao pé da caixa d'água, o ambiente, por ser lo-fi, introduziu no objeto sonoro ruídos indesejáveis. Daí veio a ideia de subir até o topo da caixa para, assim, registrar o evento de forma mais pura, isenta de outros sinais.

Passo 1: gravação do evento sonoro. A paisagem sonora foi gravada em um ambiente LO-FI, em que a razão sinal ruído é desfavorável. Como a sirene é tocada em horários em que ocorre maior movimentação de carros e pedestres, optamos por gravar o som produzido pela sirene em cima da caixa d'água, para que um estudo de propriedades físicas (como intensidade sonora, frequência da onda sonora produzida) fosse realizado. Com o intuito de melhor isolar o sinal sonoro da sirene, os alunos subiram até o topo da caixa d'água e com a ajuda do laboratorista do DFQ/UNESP e de um funcionário da prefeitura registraram um evento completo e cujos gráficos estão mostrados a seguir.

Passo 2: levantamento referente ao contexto histórico-cultural que envolve esse marco sonoro. Nesta fase, os alunos perceberam grande proximidade com a física do som.

Passo 3: construção de um referencial teórico referente à física do som, concernente a elementos como intensidade sonora, frequência e altura, que auxiliam na compreensão das modificações pelas quais a sirene necessitou passar para se adequar às necessidades em que a cidade em ligeira expansão estava sofrendo. Toda essa análise é pertinente e suficiente para responder perguntas como: por que a sirene possui essa altura sonora? No que o aumento da intensidade sonora influenciou na vida dos funcionários que trabalhavam nos arredores da caixa d'água? Por que a disposição da sirene na caixa d'água é da forma com que a conhecemos hoje? Enfim, poderíamos formular diversas outras questões que poderiam ser respondidas levando-se em consideração o contexto da situação à luz da teoria física.

Passo 4: edição do invólucro do objeto sonoro e análise do ataque, corpo e decaimento, com a utilização do programa SONAR. É interessante observar que os estudantes foram a fundo na análise do sinal, extraindo interessantes conclusões que sintetizamos da seguinte forma:

- i. O ataque é fortemente influenciado por transientes causados pelo desbalanceamento da estrutura metálica. A não homogeneidade da onda gerada pelo programa deve-se a esse ruído que cessa a partir do momento em que a rotação da ventoinha da sirene se acerta com o eixo de rotação e a vibração provocada por esse desbalanceamento na estrutura para. Daí que não aparece um padrão de onda no ataque.
- ii. No corpo do invólucro do objeto sonoro, encontraram três padrões de onda, que podem ser vistos claramente utilizando-se do 'zoom' na janela de edição de áudio do sonar.
- iii. A busca por padrões de onda no corpo do invólucro do objeto sonoro foi guiada pelo monitoramento auditivo dos transientes. Como pudemos perceber ao longo do texto, os alunos mostraram-se atentos à existência desses transientes desde o início da investigação e, num determinado momento, eles perceberam a sua minimização. É justamente nesta posição do objeto que eles começaram a ampliar. Nesse momento, pudemos aquilatar o esforço dos estudantes em tentar perceber as nuances do som por meio da audição, alinhando-se com um dos grandes marcos do pensamento de Schafer que é a reeducação para a audição. Perceber estas nuances não é simples e principalmente quando estamos habituados a analisar o som a partir dos gráficos, como é o caso dos licenciandos em física.

Quando o grupo começou a apresentar a análise que havia feito do evento sonoro, o estudante 2 pediu a palavra e antecipou que se trataria, igualmente ao do grupo dele, de um ambiente lo-fi. É interessante observar que, com a fala do citado estudante, houve outros relatos evidenciando não escutarem a sirene, inclusive da estudante 6, componente do grupo

que desenvolveu a pesquisa. Esse fato mostrou-se particularmente interessante porque evidenciou, novamente, o que o grupo um havia alertado a respeito do culto ao ruído. As pessoas tornam-se insensíveis e acabam acostumando-se com ambientes nocivos. A exposição passiva naturaliza, muitas vezes, ambientes cuja paisagem sonora está repleta de sons indesejáveis. Mesmo não sendo o caso da sirene da caixa d'água, o fato de os estudantes não perceberem o som da sirene reflete essa condição de indivíduos auditivamente passivos. Nesse momento, colocamo-nos também nesse rol, pois, até então, não havíamos percebido também o som da sirene.

Estudante 2: segundo Schafer, o ambiente analisado é lo-fi também. Tanto é que eu nunca percebi a sirene, e até hoje eu nunca parei para ouvir mesmo. Vai ser a primeira vez que eu vou ouvi-la (todos riem).

Estudante 6: para mim era só ao meio dia. Eu nunca tinha percebido às seis horas da tarde.

Estudante : às vezes eu ouvia, mas nem percebia que era uma sirene.

pesquisador: passa despercebido, mas mexe na nossa vida. Passa despercebido no sentido de que começou, mas terminou. Adaptou-se, mas aquele som, de certa forma, condiciona você a alguma coisa. Schafer diz que é preciso pararmos e nos reeducarmos. Aquela experiência que eu falei na palestra de que se você gravar o ambiente com todo mundo em silêncio e, depois colocar para a audição dos presentes, eles só perceberão porque estarão ouvindo duas vezes o que está acontecendo.

Muito embora o som da sirene seja bastante intenso, os automóveis e outras fontes sonoras contraem a paisagem para junto do ouvinte, dificultando a audição de fontes mais distantes. Mesmo assim, uma audição mais cuidadosa identificará a presença desses sinais. Nesse momento da apresentação, abre-se um debate entre os estudantes, alguns, inclusive, admirados com a existência desse marco sonoro. Momentos como esse, acontecidos durante o curso, reiteram o valor da dialogicidade como possibilidade de construção de níveis de percepção da realidade problematizada. A consciência de que determinados sons podem ser percebidos quando estamos atentos a eles pode consistir no primeiro passo em direção à reeducação da audição. Na sequência, o debate continua em torno da apropriação dos conceitos de Schafer na articulação entre ciência e paisagens sonoras.

Pesquisador: o conceito de marco sonoro está mais evidente no trabalho deles do que no que foi apresentado anteriormente. Quando eles forem analisar o registro, ou seja, o objeto, esse estará destituído de tempo e espaço. Logo o objeto não tem história e essa é a crítica à música eletroacústica. A música nasce numa comunidade, ela tem elementos daquela comunidade, carrega aqueles elementos. A música industrial é morta. Ela não tem tempo, não tem espaço. A mesma coisa é o invólucro do objeto sonoro. Aí eles diferenciam o objeto da paisagem. A paisagem é histórica, antropológica, assim como esse marco sonoro específico tem significado

para pessoas. Eu não sei se eles chegaram a fazer entrevistas com as pessoas mais velhas, as pessoas de média idade, no sentido de investigar a relação desse marco sonoro com a vida dessas pessoas.

Nesse momento, os estudantes colocam a filmagem realizada no momento em que a sirene tocava. A filmagem foi realizada da esquina próxima à praça na qual se encontra a sirene. Desta posição, os estudantes consideraram o ambiente lo-fi, a saber, aquele em que a razão sinal/ruído é desfavorável, ou seja, os sinais se amontoam, tendo como resultado o mascaramento ou falta de clareza dos componentes do som. Gravaram a paisagem sonora quando a caixa d'água soa ao meio dia, que é um horário que o fluxo de pessoas, ônibus e carros é maior por ser a hora do almoço. Por isso o som da sirene ficou um pouco “escondido” pelos carros, motos, caminhões e ônibus que passavam próximo ao gravador.

Estudante 5: a sirene foi instalada em 1966 com a chegada dos operários para a construção da cidade. Essa sirene foi colocada com o intuito de avisar às sete horas seria o início do trabalho, doze horas parada para o almoço e às dezoito horas o final do expediente. Assim como na maioria das fábricas grandes que tem a sirene para esse intuito de avisar aos funcionários os horários de início e término de um turno, a sirene foi colocada com esse mesmo intuito. Naquela época não existia energia elétrica. Ela funcionava à bateria. Essa cultura de tocar a sirene continua até hoje, é um marco sonoro da cidade. Acontece todos os dias e é reconhecida pela sociedade ilhense. A maioria, pelo menos, acredito eu, da população ouve essa sirene tocar nos três horários (risos). Classificamos o tocar da sirene como um evento sonoro e o som da sirene é um marco sonoro. É uma paisagem sonora tocar a sirene porque ela está incluída na sociedade ilhense. É uma característica daquele local, daquela comunidade. Talvez tenha uma sirene que toque em outro lugar, só que não tem as mesmas características desta. É próprio de Ilha Solteira a sirene tocar nesses horários e o motivo dela tocar nesses horários. Só que agora retiraremos a sirene desse local, vamos representá-la em termos do seu invólucro. Vamos descontextualizar a sirene, porque ela tem toda uma abordagem histórica, social com o desenvolvimento da cidade. Só que para analisar, a retiramos desse ambiente, constituindo-se apenas num toque de uma sirene. Não tem nenhuma relação com Ilha Solteira. Não tem nenhuma relação com a construção da cidade. Torna-se uma representação do objeto sonoro. O ambiente em que essa sirene está instalada é lo-fi, tanto que deu para perceber no primeiro vídeo que evidenciamos que o barulho dos carros era, às vezes, mais alto que o da sirene. Esse ambiente lo-fi significa que a razão sinal ruído é desfavorável. O ruído acaba sendo maior que o próprio objeto que queremos observar, a própria paisagem sonora. Então acaba faltando clareza, principalmente quando o carro passa perto da câmera. Ouvimos o carro e a sirene fica praticamente esquecida. Os meninos foram lá na caixa d'água para gravar de perto, para deixar de ter um ambiente tão lo-fi.

Nesse momento os estudantes mostram a representação do objeto sonoro da sirene, registrado no topo da caixa d'água, perto do artefato. A figura catorze, retirada do texto escrito entregue a nós, mostra invólucro do objeto sonoro de um evento do toque da sirene,

seccionado em seu ataque, corpo e decaimento. Antes de falar do objeto sonoro e de sua representação em termos do invólucro em si, os estudantes fizeram uma breve apresentação sobre ondas mecânicas e, em particular, sobre o som enquanto uma onda mecânica longitudinal. Durante esta apresentação, os estudantes mostraram particular interesse sobre o tema, o que parece ter relação com a identificação cultural dos estudantes com a cidade.

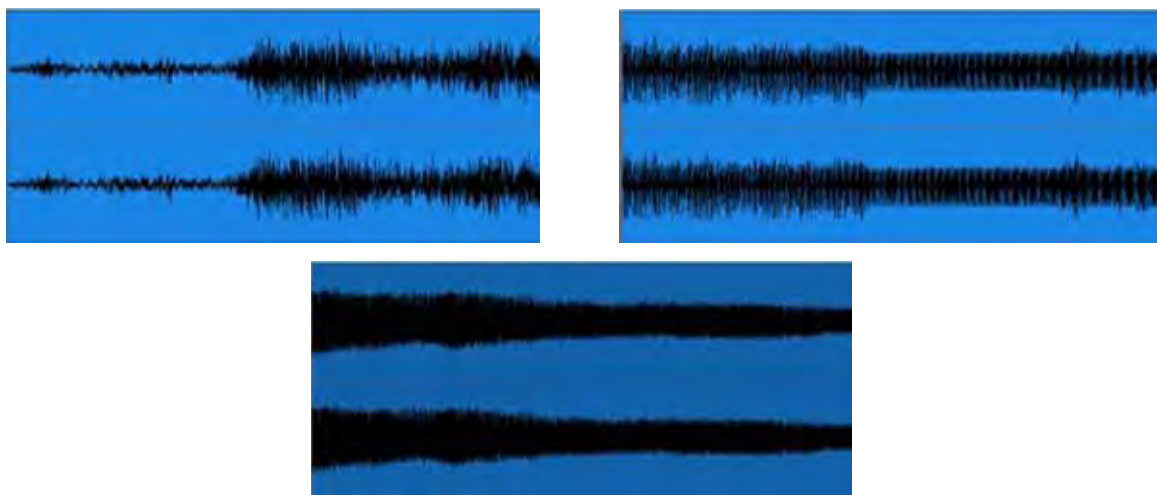


Figura 14: invólucro do objeto sonoro da sirene de Ilha Solteira.

Estudante 17: tiveram a atenção de ver até onde ia o sinal? Por exemplo, alguém que está no zoológico consegue ouvir?

Estudante 6: só não ouve nos bairros novos.

Estudante 8: tanto é que eles tentaram colocar outra sirene lá na caixa nova, mas não conseguiram porque essa sirene foi construída artesanalmente. Eles não acharam esse mesmo modelo, porque quem fez morreu. Não tem como.

Estudante 5: a Ilha foi uma cidade planejada para ser destruída. Não foi planejada para continuar. Só do centro era para ser ouvido, porque não tinha a intenção de que a cidade crescesse mais. Ela seria destruída. Então a sirene foi feita de forma à atingir só o centro, a região central.

Nestas falas, encontramos interessantes elementos de análise nos quais subjazem preocupações oriundas dos estudos de paisagens sonoras, inclusive evidenciando conceitos que não foram discutidos durante o curso. Por exemplo, na fala do estudante 17, é possível identificar particular preocupação com o perfil do som na paisagem, ao que Schafer chamou “espaço acústico”. Já na fala do estudante 8, por sua vez, percebemos a valorização do artefato não pelo artefato em si, mas pelo seu valor histórico, cultural. É obvio que um bom profissional da área poderia construir uma réplica, mas talvez não conseguisse reproduzir todas as nuances que foram acrescentadas pelo construtor original.



Figura 15: sirene da caixa d'água e construção da cidade de Ilha Solteira.

Na análise do invólucro do objeto sonoro, os alunos trataram os dados com muito cuidado, procurando, inclusive, observar eventuais padrões que pudessem aparecer no invólucro do objeto sonoro. Nas falas, relacionaram intensidade com pressão e frequência com comprimento de onda, identificando regiões de instabilidade e regiões onde a forma de onda manteve um padrão durante parte do corpo do invólucro do objeto sonoro. Identificaram ainda transientes causados por folgas da estrutura.

Estudante 9: usamos esse referencial para a análise física das ondas mecânicas. As ondas mais simples são senoidais. Podemos representar essas ondas em padrões senoidais, que é o que tentaremos analisar, ou seja, se existe um padrão para essa onda utilizando o sonar. O intervalo de frequência perceptível ao ouvido humano vai de 20Hz à 20KHz. A frequência que medimos na caixa d'água dava em torno de 500Hz. A frequência máxima medida pelo frequencímetro.

Pesquisador: é uma coisa a se discutir, porque se o corpo tem um ataque assim (demonstramos com um objeto sonoro que possui um corpo bem definido), você consegue um corpo que é uma região de estabilidade, mas se você tiver uma coisa que faça isso (demonstramos com um objeto sonoro cujo corpo seja muito curto), o corpo é bem pequeno.

Estudante 9: ela se mantém durante um bom tempo (os alunos põem à audição a gravação realizada no topo da caixa d'água).

Estudante 9: esse primeiro barulho é o motor começando a funcionar. Não é o som da sirene. Há muita variação na lataria (coloca a audição novamente para podermos identificar o ruído no início da gravação). O motor parece não está bem sentado, então ele parece dar uma variada

Pesquisador: durante o corpo, esse ruído de fundo é o vento tangenciando a cápsula do microfone (colocam à audição novamente).

Estudante 9: mas, mesmo assim, tem umas variações. Tem alguns trechos fora desse padrão de continuidade, da amplitude dessa onda.

Estudante 8: quando fomos medir, a dificuldade foi que estava ventando muito. Procuramos um lugar para que o vento não batesse muito no microfone e vimos que a lataria começou a fazer muito barulho, quando o motor começa a rodar. Aqui é a base do ataque, pode ser considerado tudo ruído da própria sirene que é todo aquele barulho indesejável, que é daquela lataria batendo, porque parece que ela é muito antiga e, às vezes, tem alguma coisa solta.

Estudante 9: se formos analisar, não existe padrão para esse ruído. Essa vibração não tem um certo padrão para ter a continuidade.

Estudante 8: como observamos na análise do corpo do invólucro do objeto sonoro, em certo momento em que a rotação da ventoinha se acerta com o eixo, ou seja, quando ela começa a rodar certinho, esse problema do ruído cessa.

Estudante 9: essa parte em que a sirene começa a emitir o som, esse som é encoberto ainda assim pelo ruído da lataria. Então, você tem esses dois sons caminhando até que comece a estabilização do motor e pare essa vibração da lataria. Mais para frente, conforme a estabilização, a envoltória desta onda fica mais homogênea.

Estudante 8: mesmo estando homogênea, ainda aparecem alguns picos fora desse padrão envoltório. Poderia ser ressonância da própria lataria na produção desse som.

Estudante 9: a sirene é um apito em movimento. O só pode ser ouvido quando ela alcança uma determinada velocidade de rotação, porque entra em ressonância, mas obviamente, por ser antigo, deve ter um monte de folga. Como está em rotação, o negócio bate.

Estudante 8: aqui ela não tem padrão, mas quando expandimos, percebemos que tem algumas interferências que consideramos como transientes.

Pesquisador: Tem hora que o som fica mais intenso e menos intenso. O comprimento de onda vai diminuindo, a frequência está aumentando. Isso aí vai ficando mais perto. Quando entra em ressonância com alguma coisa lá, pode ser até a própria estrutura, ou alguma coisa lá perto, aí acontece um transiente.

Estudante 9: quando começamos a perceber a produção do som pela sirene, começamos a perceber que vai padronizando essa onda. Só que como tem a influência do ruído, os padrões começam a ser minimizados e maximizados justamente por essa sobreposição desse som produzido por esse ruído, por essa vibração.

Estudante 8: o ataque praticamente não tem um padrão. Já o corpo tem um padrão de ondas considerável.

Na parte conclusiva do trabalho, os estudantes externaram interessantes observações sobre o crescimento que alcançaram ao enxergar esse evento sonoro a partir dos estudos de paisagem sonora. Sobre estas, destacamos:

- i. A partir do estudo da sirene foi possível refletir sobre a influência histórica, cultural e econômica que um marco sonoro tem sobre uma determinada comunidade.
- ii. A análise física de um determinado fenômeno pode ser feita levando em consideração a cultura envolvida.
- iii. Essa nova visão no estudo do som proporcionou para nós, como futuros professores, uma maior abrangência de possibilidades ao se abordar tal conceito em sala de aula.
- iv. A ligação entre conceitos físicos e culturais é de grande pertinência, principalmente ao lidarmos com nossos alunos inseridos em contextos culturais variados.

Estudante 9: a partir do estudo científico, foi possível fazer um estudo sobre as influências históricas dessa comunidade, no caso a comunidade de Ilha Solteira e como esse marco sonoro acompanhou o desenvolvimento

dessa cidade. Foi importante, para que pelo menos a análise física de um determinado fenômeno possa ser feita levando em consideração a estrutura envolvida, no nosso caso, o estudo sobre essa sirene. Qual a importância desse som para essa comunidade, para as pessoas mais velhas, para as pessoas mais novas.

Estudante 5: as pessoas mais velhas que trabalhavam lá na usina escutam aquele som e sentem saudade daquela época. Falaram que era boa. As pessoas que chegam lá, escutam e falam: o que é isso? para que isso?

Professora convidada 2: faz três meses que estou lá. Não sabia da existência dessa sirene, não ouço. Independente de serem os mais velhos, os mais novos, essas pessoas não conhecem a história da cidade.

Estudante 8: é bom você trabalhar isso para que todos conheçam para que serve aquilo, o que foi para a história da cidade.

Nos primeiros dias de janeiro de 2011, esse trabalho foi sintetizado e transformado no artigo intitulado “A Sirene da caixa d’água: um marco sonoro da cidade de Ilha Solteira” (SANTOS, 2011), e que foi publicado na versão on-line do Jornal da Ilha. Em tal artigo é apresentada a história desse marco, que se confunde com a história da própria cidade, evidenciando a ligação entre esse e o surgimento da cidade, em função da construção da usina hidrelétrica que leva o mesmo nome. Tal sirene foi fixada na caixa d’água da praça central da cidade, consistindo num importante marco histórico para os cidadãos ilhenses. Marca o início do desenvolvimento social, econômico e cultural dessa comunidade.

Na sequência, o artigo traz uma análise do corpo físico, na qual alguns conceitos físicos aparecem relativos à análise do sinal sonoro. A sirene em questão é um tipo de ventoinha artesanal que gira em um respirador de ar. O som produzido pela entrada e saída de ar é irradiado por cornetas em todas as direções. É interessante observar que nesta análise é dada atenção especial ao comportamento da intensidade e frequência do som, bem como à presença de transientes que, no caso, eram causados pelo desbalanceamento da estrutura e pelo desgaste de algumas de suas peças. Assim que a sirene entra em funcionamento, podemos ouvir o som característico da entrada e saída do ar juntamente com o som produzido pela vibração da sua estrutura metálica. Após algum tempo, a não homogeneidade do som, gerada pela presença desses transientes, desaparece, pois a rotação da ventoinha da sirene se acerta com o eixo de rotação e a vibração provocada por esse desbalanceamento na estrutura cessa. Nota-se, a partir de então, um som mais limpo e que aumenta até atingir a intensidade máxima.

Na terceira e última parte do artigo, é apresentado um resgate da ecologia sonora, construído por meio de entrevistas feitas com cidadãos ilhenses, o que não havia sido feito durante a disciplina. Os testemunhos obtidos por meio destas entrevistas sugerem uma valorização pessoal do marco sonoro, principalmente por pessoas que residem na cidade há

mais tempo e que têm, atreladas à história da cidade, suas próprias histórias de vida. Esse aspecto aponta para a importância do resgate desta relação no âmbito das ações de ensino. A educação para a cidadania passa, também, pela educação para a escuta. Entender-se como participante de uma comunidade passa pelo resgate de seus marcos sonoros e da ecologia subjacente.

Um fato interessante que ocorreu nesse momento foi que, ao divulgar esta publicação, recebi alguns e-mails de colegas professores e alunos do programa, parabenizando pela matéria. Um deles, de um amigo professor de física de Recife, trouxe, consigo um ‘insight’ que não havia ocorrido até então. Nesse e-mail, o professor relata que ao lê-lo, "viajou" aos textos do livro de memórias "Confesso que Vivi" de Pablo Neruda (NERUDA, 1983). De fato, ao ler o citado livro, à luz dos estudos de paisagens sonoras, podemos aquilatar a influência da ecologia sonora na vida das pessoas. A história de uma comunidade pode ser lida a partir da evolução de sua ecologia sonora. Na citada autobiografia, há diversos momentos em que a história é contada por meio das paisagens sonoras que marcaram a vida do poeta. A infância marcada pelos sons naturais, silvestres e marítimos, que, segundo o próprio autor, “começou por praias infinitas e montes emaranhados uma comunicação entre minha alma, quer dizer, entre minha poesia e a terra mais solitária do mundo. Isto foi há muitos anos, mas essa comunicação, essa revelação, esse pacto com o espaço, tem continuado ao longo de minha vida.” (op. cit., p. 21).

Outro fato que chamou a atenção foi que no dia 20/01/2011, treze dias após a publicação do artigo, o mesmo jornal publicou uma nota, reiterando o valor da pesquisa desenvolvida pelos estudantes da UNESP, na qual afirma que

“A sirene foi objeto de pesquisa desenvolvida por alunos do curso de Licenciatura em Física da Unesp de Ilha Solteira e foi apresentada na Universidade Federal Rural de Pernambuco, sob a coordenação do professor Francisco Nairon Monteiro Jr., docente da UFRPE e doutorando pela Unesp. Tal pesquisa buscou evidenciar a influência histórica e cultural que o marco sonoro tem para a sociedade. Por meio de levantamento e da análise das dimensões histórico-social, científica e cultural da paisagem sonora, os pesquisadores procuraram mostrar numa perspectiva educacional, qual a importância jogada pela sirene para os cidadãos, construindo o que o pesquisador canadense Raymond Murray Schafer chamou de ecologia acústica.”.

3.4. Sirene escolar: ciência, história, sociologia e subjetividade

O grupo 3, formado pelos estudantes dez, onze, doze, treze e quatorze compartilhou as particularidades de um evento sonoro que tem muita relação com o passado de todos nós: a sirene escolar. Na pesquisa, buscaram analisar o evento inserido no contexto cultural, carregado de significados, símbolos e que produz nos estudantes diferentes sentimentos, ao mesmo tempo em que nos traz lembranças das mais diversas. Parece-nos que não há evento sonoro mais característico do ambiente escolar do que o aqui analisado.

As sirenes variam de escola para escola. No caso em questão, trata-se de um som produzido por um aparelho eletrônico que, por sua vez, emite som por alta rotação de mecanismos no seu interior. A escola escolhida atende, no decorrer do dia, alunos do ensino fundamental e, à noite, alunos da educação de jovens e adultos. O aparelho emissor do som encontra-se no meio do corredor central, em uma viga de madeira que sustenta a estrutura superior do prédio, próximo ao refeitório e ao segundo pavilhão de salas de aula. A gravação foi feita a uma distância de aproximadamente 50 metros, à noite, nas últimas aulas, com pouco ruído.

Buscaram ainda extrair o som fundamental desta paisagem e analisá-lo enquanto objeto sonoro, o som apenas, a menor parte de todo o contexto. A representação física do som, analisável sob a ótica de conceitos físicos e com auxílio de recursos computacionais. Nesta perspectiva, buscaram a exploração dos estudos de paisagens sonoras na compreensão dos aspectos envolvidos na completude da percepção do som, desde o sujeito que escuta, suas capacidades e sensibilidade, até o som em si, cru e descontextualizado. Uma vez que sons, músicas, efeitos sonoros, ruídos fazem parte do universo de experiências auditivas do ser humano, o resgate de tais elementos para fins educacionais permite que o ensino de ciências ultrapasse as barreiras da fragmentação da disciplina e percorra, de forma transdisciplinar, pelos campos da cultura, dos valores e da subjetividade.

No início da apresentação, os estudantes falam um pouco sobre a paisagem sonora escolhida, atribuindo-a a dois motivos: a familiaridade de todos os integrantes do grupo com o som e a experimentação pelos mesmos de paisagens sonoras semelhantes no decorrer da vida escolar básica; o fato de ser uma paisagem sonora vivenciada por todos os estudantes de determinada escola, o que facilitaria a contextualização na utilização do mesmo para o ensino de acústica. É interessante observar a preocupação em valorizar não só as experiências dos cinco estudantes do grupo, mas também a proximidade com as vivências dos estudantes numa possível utilização desse estudo numa escola. De fato, a paisagem sonora específica de uma

escola transporta-nos no tempo, remete-nos à juventude, e àquela atmosfera que deixou alguma marca em cada um de nós. Esse aproximar ciência, cultura é subjetividade esteve presente nas falas dos envolvidos.

Estudante 12: no nosso trabalho buscamos analisar um ambiente sonoro carregado de significados, símbolos e que, analisado nesse contexto, se configura no que Schafer denomina paisagem sonora. O som que analisamos é o da sirene escolar. Não é um som específico. Aquilo lá para cada um tem certo significado, tem toda uma cultura por trás daquele som. Tomamos alguns cuidados para a gravação, para transformar o ambiente no mais hi-fi possível. Para tanto, gravamos no horário da noite, às dez e quinze da noite. Ao contrário do grupo anterior, que tem às sete horas da manhã, meio-dia e seis da tarde, procuramos um horário que tivesse como diminuir esse ruído, uma vez que não é um horário de entrada de aluno, não é na hora do intervalo, não é na hora de saída, troca de aula. É um horário que tem pouco movimento na rua.

Nas falas, torna-se evidente a preocupação dos estudantes com a qualidade da gravação. No exercício de pensarem a melhor forma, o melhor horário para fazerem o registro do objeto sonoro, operaram com diversos conceitos dos estudos de paisagens sonoras, ao mesmo tempo em que deixam clara a percepção macro da paisagem composta pelo evento que querem analisar. Os sons quase que constantes das falas dos alunos nos corredores e os ruídos indesejáveis, tais como os dos carros que passam pela avenida em frente ao colégio. Observemos a precisão com que tomam a sirene enquanto evento. Torna-se evento a partir do momento em que a atenção volta-se para ela. O evento não é uma classificação adjetiva, a partir de uma propriedade intrínseca do objeto, mas a materialização da percepção da relação do objeto sonoro com o subjetivo. No trabalho escrito, entregue pelo grupo, percebemos a valorização desses aspectos.

GRUPO 3: o horário da gravação e a distância da fonte foram definidos de forma a experimentar a paisagem sonora de forma mais pura, com menos interferência, de modo que o ambiente sonoro seja *hi-fi*, ou seja, onde os sons podem ser ouvidos com mais clareza. Em oposição a um ambiente *hi-fi*, temos o ambiente *lo-fi*, onde os sons são percebidos com menos clareza, há um mascaramento de determinados elementos que compõe a tessitura sonora, o que pode prejudicar a percepção e análise mais consistente da paisagem sonora. A gravação foi realizada com pouca conversa dos alunos, pois trata-se do sinal para a última aula; pelo horário (22:15) e pelo pouco movimento que é habitual da cidade nesse horário, as interferências pelos sons dos automóveis também não foram significativas. Essas características configuraria um ambiente *hi-fi*, porém, por se tratar de um som com volume muito alto e relativamente agudo, o dispositivo eletrônico de captação do som não reproduz com a mesma clareza, qualidade e fidelidade o que se experimenta pessoalmente e, como consideramos esse tipo de experiência (a pessoal) a mais legítima para se configurar uma paisagem sonora, definiremos o ambiente como *hi-fi* e a segunda questão trata-se de questões técnicas de captação para estudo.

Estudante 13: a paisagem sonora é configurada quando você experimenta esse som dentro do contexto. Para nós, enquanto experimentadores do som, essa paisagem sonora passa a existir. Nesse momento, os ruídos internos eram poucos. O latido de cachorro do vizinho que não parava e na hora que o sino tocou ele se acalmou um pouco. Contudo, quando gravamos, passou a ser um objeto eletroacústico, um som digital. Nesse processo, perdemos muito do que nós experimentamos. A ideia de diminuir o agudo, uma vez que a sirene é muito intensa, nos fez perder um pouco dessa característica, muito embora o ambiente tenha sido hi-fi.

Estudante 12: no local onde gravamos, não chegamos perto de onde sai o som. Nós ficamos a 50 metros. O sino fica numa base de madeira próximo ao segundo andar.

Estudante 13: na primeira tentativa, ficamos embaixo da sirene e ficou uma coisa impossível de ouvir.

É interessante observar a exercício com que vão do macro para o micro, ora pensando na paisagem sonora, ora pensando no evento sonoro. Ao referirem-se ao ambiente escolar, à convivência no espaço comum, ou ainda, ao procurarem a melhor forma de registrarem o objeto sonoro, o conceito de paisagem sonora é operado pelos envolvidos. Ao referirem-se às relações subjetivas, históricas e sociológicas da sirene com o seu humano, operam com o conceito de evento sonoro, inaugurando dimensões investigativas e potencialidades integradoras dos estudos de paisagens não observadas nos dois trabalhos anteriores.

GRUPO 3: inicia-se a sucessão das mesmas paisagens sonoras às sete horas e a cada cinquenta minutos ela acontece com o mesmo som fundamental, a sirene, porém significado diferente. A primeira sirene representa o início das atividades escolares do dia. Às sete horas quem está no prédio da escola dirige-se à sala de aula e quem ainda não está, se apressa para chegar. As próximas sirenes são aguardadas com mais ou menos intensidade conforme o grau de envolvimento do aluno na sala de aula: no caso de uma aula pouco estimulante, a espera pela sirene, ou sinal, ou ainda sino, como é popularmente chamada, é grande, pois sugere a proximidade com o intervalo, o fato de “livrar-se” das aulas; caso as aulas tenham outro caráter, sejam envolventes e significativas, a atenção ao sinal do término fica para segundo plano ou perde o valor. A sirene representa o marco que diminui ou aumenta a ansiedade dos alunos, professores e outros que têm sua dinâmica modificada a cada sinal. Seja pela proximidade de uma aula interessante, seja pelo final de uma aula entediante, ou pelo intervalo para encontrar o amigo de outra turma, se alimentar, namorar, ou pelo final, caso o dia já não tenha começado bem, por uma indisposição, problemas em casa ou outro fator. São diversas as motivações que levam cada um a aguardar a ocorrência da sirene escolar e estas motivações estão inseridas em um contexto mais amplo, impressas na dinâmica escolar e influenciadas pelas relações sociais dentro e fora do ambiente escolar. Dentre os valores e elementos culturais que podem influenciar na relação do sujeito com as normas da escola e, conseqüentemente, com a sirene escolar por fazer parte desse rol, podemos citar: concepções de ensino, envolvimento com a formação, concepções da função da escola e do professor, ideias de cidadania, entre outros.

Nesse trecho, percebemos a vasta possibilidade com que aspectos sociológicos, políticos e educacionais podem ser problematizados, tomando o evento como atividade meio.

O instigar esta análise pode ser percebido em diversas falas dos estudantes, como também em algumas crônicas por eles trazidas para o debate. Nesse sentido, o texto apresenta uma discussão histórica que resgata o uso dos sinos enquanto demarcadores de tempo inseridos em contextos sociais e históricos. O sino, constituindo-se ora como marco sonoro, ou seja, como um som específico e representativo para uma sociedade e ora como um sinal sonoro, que objetiva a função de regulação, ordenação, precisão, moldado pelas demandas da sociedade moderna, simboliza o ritmo acelerado que, ao longo da história, modificou a relação do homem com o som. Todos esses exemplos compartilhados pelos estudantes sintetizam um verdadeiro rol de paisagens sonoras históricas que retratam a evolução da relação do homem com o tempo e que se constituiria num tema transversal que poderia ser desenvolvido numa escola.

Estudante 13: passando da análise do som para a relação histórica, a utilização de um som para demarcar o comportamento ela é antiga, muito antiga. O texto que utilizamos fala do sineiro, como o Quasimodo, personagem do filme o corcunda de Notre Dame, que era o sineiro da catedral. Geralmente os sineiros eram surdos, porque eles subiam e ficavam balançando aquela corda. Fala também dos muazins, que são aquelas pessoas que anunciam o nascer do sol nas religiões islâmicas e o momento de orar para Meca. É o som que define a hora de fazer alguma coisa. Aí vem o período medieval, os feudos e a igreja, a influência cristã com sua força. Outro som continuou muito característico das catedrais nas horas de reza. Nesse cenário, os sinos eram absurdamente estridentes e em regiões de planície aquilo se espalhava absurdamente. Em 1200 na Alemanha, surgiu o relógio que começou a ter mais precisão com relação a tempo. As pessoas começaram a ficar mais presas a medição do tempo, que vem junto com a concepção de trabalho, de vida nas cidades. Inicialmente o relógio marcava as horas e em 1600, passaram a ter o relógio dos minutos. Continuou com essa coisa de marcação de hora, só que dessa vez já era uma coisa mais frenética, hora do trabalho, hora de sair, hora de entrar, enfim, produzir mais. Então veio a era do relógio, diminuindo a importância do sino. Começou a ficar em segundo plano, continuou existindo, só que o relógio começou a chamar mais a atenção do que os sinos. Por quê? Porque precisava de certa pontualidade. O contexto começava a exigir essa pontualidade. Então começou a ter relógios em locais estratégicos, tipo o 'big bang'. Um relógio numa região que muitos conseguem ver. Por fim, chega nosso querido despertador que é para aumentar ainda mais essa precisão, aumentar essa rapidez, essa presteza, ao que eles chamam de desconstrutor de sonhos.

Na sequência, os estudantes apresentam uma interessante análise da sirene como símbolo de opressão. Analisando sob a perspectiva sociológica, das tensões entre valores e regras, intenções e prescrições, refletiram sobre o símbolo e o poder que essa sirene goza no contexto escolar, sobre sua função de gerir comportamentos, o que ocorre normalmente sem questionamentos e é legitimado pelas práticas cotidianas.

Estudante 13: é muito bacana que no decorrer da história, várias pessoas já experimentaram a mesma relação do som com alguma coisa para fazer. Na escola experimentamos fim de aula, começo de aula, aqui tem que sair, não adianta tentar passar mais coisas. Tem que parar aqui, e aqui é que começa e outros experimentaram também isso, só que os anseios, o dia a dia era outras coisas que eles queriam, em fim, cada um na sua época. Nós usamos um referencial (SANTOS, 2007) que vem falar dessa sirene como algo muito agressivo e opressor no ambiente escolar, uma herança do período da modernidade, da revolução industrial. A sirene das fábricas, ainda com mais elementos, tais como departamento, delegacia de ensino.

Estudante 10: Uma discussão que surgiu durante o trabalho foi a de que eu estava acostumado, na minha época escolar, a ouvir o sino. Na faculdade, não tem mais sino. Seguimos o tempo pelo relógio. A autonomia de quem entra na universidade é maior do que a de quem está no ensino médio. Essa pessoa é taxada com mais responsabilidade do que a que está no ensino médio. Porque eles precisam de um sinal, nós não.

A análise da sirene em termos do invólucro do objeto sonoro seguiu, mais ou menos, o mesmo modelo utilizado pelos outros grupos. O objeto registrado foi transferido para o computador e com o programa gravador e editor de áudio fizeram a análise do ataque, corpo, decaimento e transientes, bem como em termos da envoltória. Nesta fase de tratar os dados utilizando o programa, os alunos relataram certa dificuldade em lidar com as magnitudes envolvidas, pois não conseguiram encontrar os recursos, muito embora disponíveis, por meio dos quais pudessem medir grandezas como frequência e intensidade sonora.

Estudante 10: vou falar um pouco dessa parte física, na qual tivemos dificuldade em decorrência do programa e em decorrência das gravações. Gravamos o sinal, só que depois, na hora de transferir os dados para o computador, tivemos um atraso. Os outros meninos estavam usando o gravador e só conseguimos pegar muito em cima da hora e, daí, tivemos dificuldade para mexer no programa. Muito embora tenhamos conseguido relacionar ataque, corpo, decaimento e transientes, não conseguimos medir frequência e intensidade.

Estudante 12: até mesmo achar a nota presente.

Estudante 13: vou colocar a sirene completa (os estudantes colocam à audição o som da sirene). Eu quero que vocês percebam o que acontece no corpo, pois tenho a impressão que a sirene era uma sirene cansada e nos certificamos que realmente era uma sirene cansada.

Estudante 12: tem uma hora que parece que ela vai terminar, mas de repente ela alcança uma sobrevida.

Nesse momento, os estudantes alertam-nos para um interessante detalhe que eles perceberam durante a fase da análise. Tratou-se de uma flutuação da amplitude do corpo do invólucro do objeto sonoro, atribuída por eles a uma possível fadiga do equipamento. Esse fato é bastante interessante, pois denota o grau de interesse que tiveram na análise do objeto, emprestando a mesma valorização que deram à análise das outras dimensões envolvidas na análise do evento e da paisagem sonora. Esta componente perceptiva, que relaciona a

experiência auditiva, primeira, com a experiência visual, posterior, alinha-se com a perspectiva dos exercícios de sensibilização da audição desenvolvidos na ação de pesquisa realizada em Barra do Bugres, objeto de análise do próximo capítulo. Nesse sentido, apontamos possibilidades bastante significativas de que os exercícios de análise de eventos sonoros, realizados pelos quatro grupos, além de possibilitarem perspectivas integradoras entre a educação científica, os estudos de paisagens sonoras e a cultura, podem constituir-se em atividades-meio em direção à educação sonora. A busca de ligações entre o que ouviram ‘in loco’ e, posteriormente, na gravação e o que viram na representação em termos do invólucro do objeto sonoro editado no programa, parece ter produzido níveis de percepção da realidade que os transportaram, mesmo com toda a dificuldade relatada no lidar com os aportes tecnológicos disponibilizados, a uma perspectiva mais sensível em torno da ecologia acústica. A figura dezesseis, retirada do texto entregue pelos estudantes, mostra o invólucro do objeto sonoro registrado via programa.

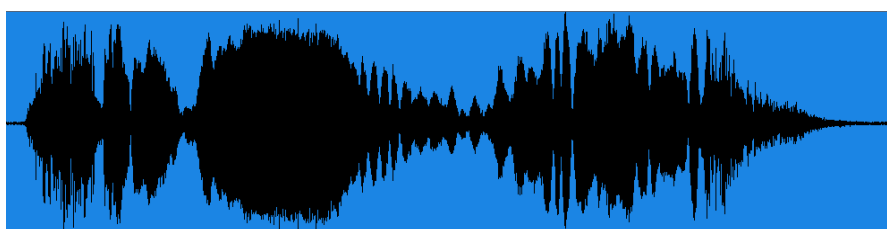


Figura 16: invólucro do objeto sonoro da sirene editado via programa.

Estudante 13: quando você ouve, parece um corpo mais ou menos constante, não é uma coisa constante.

Estudante 10: a partir desse registro, realizamos uma análise mais perto possível, apesar das dificuldades, do referencial do Schafer. Aqui seria o comportamento ondulatório da sirene inteiro (figura dezesseis) durante todo o percurso. Para nós era um som uniforme, depois que começamos a ouvir várias vezes, percebemos que parecia que ia parar, mas voltava. Percebemos esses dois transientes mais nítidos no meio do corpo. A percepção auditiva não indica que tem muita variação. Só conseguimos perceber por meio do sonar. relacionamos esse transiente com a rotação da sirene, porque é uma sirene de alta rotação. Eu acho que a cada giro que ela dar, a cada corte daquele giro, gera um transiente e depois mantém um padrão, pois depois que abrimos essa figura, percebemos que durante cada transiente ela mantém um padrão.

Estudante 13: é como se tivesse um pacote de ondas que alterasse, é um batimento.

Pesquisador: o batimento necessita da presença de dois sons com frequências diferentes para que a interferência entre eles resulte em máximos e mínimos distribuídos temporalmente. Eu tenho a impressão que está falhando, a rotação está diminuindo depois volta. Está com algum problema na rotação. O som baixa de volume e aumenta de volume (Nesse momento, os estudantes são convidados pelo pesquisador a ouvirem especificamente esta parte do corpo e observarem a figura expandida). Ainda não é transiente, porque o transiente seria a sobreposição de um som sobre outro. Um ruído, um transiente que pode ser do corpo, mas pode ser externo, alguém gerou. O que está caindo aí? Está caindo a intensidade, mas a intensidade está caindo

porque a sirene está falhando. É como se ela deixasse de rodar e voltasse a rodar, como é uma coisa que acontece num tempo muito curto, quase não perde a velocidade de rotação.

Estudante 18: eu sempre tive essa sensação quando eu ouvia a sirene da minha escola. Não foi estranho para mim, de que ela aumenta e de repente diminui.

Pesquisador: esse aumento e essa diminuição estão aqui (mostrando o gráfico editado via programa e, depois, expandindo-o), estão registrados aqui. Ele não tem uma uniformidade. Se abirmos, veremos uma curva mais ou menos senoidal. Há uma frequência única, muito aguda. Como o microfone estava fixo, a sirene pode estar perdendo a rotação e voltando.

Estudante 15: pode ter um período de tempo em que haja um aperto do interruptor. Depois pode ter uma variação, durante 15 segundos pode ficar apertando, a partir disso pode começar a perder essa eficiência, por conta da alta rotação.

Pesquisador: se você apertar e soltar, ela para?

Estudante 12: sim (vários acenam positivamente para esta hipótese).

Professora convidada: é o interruptor. Isto desmonta tudo.

Estudante 13: esperem! É automático.

Pesquisador: voltamos pro começo!

Pesquisador: o que está acontecendo é que o som está desaparecendo e aparecendo novamente. Isso tem um motivo. É o mesmo mecanismo da sirene de Ilha Solteira, só que essa é miniatura, é de rotação (comentários diversos).

Estudante 16: por ser de alta rotação, de repente pode aquecer e esse aquecimento pode dar alguma variação?

Pesquisador: eu estou imaginando, eu não vi. Se for um mancal e o mecanismo gira em torno do mancal, pode acontecer alguma coisa desse tipo. Se for um motor de corrente contínua, por exemplo, ele tem aquele carvão, tem os contatos e aquilo pode estar desgastado. Tudo isso pode acontecer. Como o gravador estava parado, então essa hipótese está descartada.

Estudante 17: poderia gravar duas vezes e comparar?

Pesquisador: seria interessante fazer duas gravações e ver se acontece no mesmo lugar. Se for em lugares diferentes, é um sinal de que o problema é eletromecânico.

Continuamos a discussão em torno do comportamento do corpo do som e, depois, do decaimento. Independentemente de que pudéssemos ter chegado ou não a um motivo, mesmo porque a discussão esteve longe de se encerrar, o grande ganho foi o crescimento dos envolvidos no exercício de problematização do objeto sonoro. Perceberem-se capazes de articular o conhecimento científico, os recursos tecnológicos disponíveis e os estudos de paisagens sonoras como forma de trazer a complexidade do mundo cultural para suas práticas enquanto professores de física. A experiência vivenciada por eles, muito embora não tenha tido continuidade, dadas as limitações próprias da pesquisa em curso, já apontou-nos importantes trações da potencialidade de tais ações na construção de um discurso integrador.

3.5. Objetos eletroacústicos: ciência e arte nos desenhos animados

O grupo quatro, formado pelos estudantes quinze, dezesseis, dezessete e dezoito, compartilhou uma interessante análise da relação entre som e imagem no desenho clássico da Disney intitulado “Mickey maestro: o grande concerto”. Nesse percurso, além dos conceitos relativos aos estudos de paisagens sonoras utilizados pelos outros grupos, foi dada uma atenção especial ao conceito de objeto sonoro, bem como à discussão em torno de paisagens sonoras idealizadas. O objeto sonoro pode ser definido por qualquer som específico a ser estudado, retirado de uma paisagem sonora. Pode ser encontrado em qualquer lugar, a qualquer momento, seja qual for sua característica. Porém, quando nos referimos a um objeto sonoro eletroacústico, falamos de algo já pronto, construído, tal como uma música ou uma montagem sonora construída a partir de sons retirados de diversas paisagens sonoras. Das quatro análises apresentadas, esta foi a que gerou mais controvérsias nos debates. Logo no início, os termos utilizados causaram certa dúvida nos outros estudantes.

Estudante 15: boa noite a todos. O nosso trabalho intitula-se "Ensino de física a partir de temas clássicos: objetos eletroacústicos.". Esses temas clássicos serão analisados enquanto objetos eletroacústicos. Não ser abordados os objetos sonoros, o objeto sonoro que baixamos da internet. Achamos vídeos interessantes que vão compor a nossa paisagem sonora. Abordaremos o ensino de física a partir desses temas clássicos em desenho.

Pesquisador: ficou meio misturado aí no começo (risadas). O que é que é paisagem? O que é eletroacústica?

Estudante 17: só para exemplificar antes de entrar no assunto, não fomos a lugar nenhum, não gravamos nenhum som, como os outros grupos fizeram. Trouxemos uma paisagem já pronta, que é o objeto eletroacústico.

Não é um som que nós presenciamos, que nós fomos gravar. Ele foi gravado pela Walt Disney.

Pesquisador: é uma paisagem sonora eletroacústica. Quem é eletroacústico? É a paisagem sonora?

Estudante 18: não.

Pesquisador: não? Ela é natural?

Estudante 18: o objeto sonoro é eletroacústico porque é uma música pronta, não fomos gravar.

Pesquisador: o objeto sonoro é o registro que você faz da paisagem.

Estudante 15: paisagem sonora eletroacústica.

Estudante 17: e a paisagem é a música.

Pesquisador: eles escolheram paisagens que não são eletroacústicos, mas registraram objetos sonoros dessa paisagem que não é eletroacústica. Vocês registraram objetos sonoros de uma paisagem que é eletroacústica.

Estudante 15: eu acho que a nossa explicação não ficou muito clara, mas é isso aí (todos riem).

Estudante 17: a música, por si só, já é uma paisagem idealizada por alguém. No nosso caso, o autor da peça.

Estudante 18: eu fiquei com um pouco de dúvida porque ontem eu entendi que o senhor falou que o nosso objeto sonoro é eletroacústico e a paisagem era idealizada.

Pesquisador: é. Ela é idealizada, mas a música é uma paisagem sonora idealizada. Você compõe sons, você imagina sons, quando você associa esses sons a paisagens, o filme, então é algo idealizado. O filme é uma

paisagem sonora idealizada. Você criou. Você fez associação de sons com imagens. É diferente de uma folha balançando com o vento e o som vindo daquela folha balançando. Outra coisa é associar um som que não é daquele movimento ao movimento. Isso é eletroacústico, é idealizado.

Pesquisador: vocês não vão analisar no gráfico? Aquilo é um invólucro do objeto sonoro. Ali é só o invólucro do objeto sonoro e a paisagem desse objeto também é idealizada.

Estudante 17: é uma paisagem interpretativa da Disney. Qualquer um pode interpretar qualquer outro tipo de imagem em relação a esse objeto.

Pesquisador: o fato desses conceitos estarem próximos dá margem à dúvida, diferente dos outros três trabalhos.

No caso do grupo 4, a paisagem sonora é, em si, eletroacústica. O filme por eles trazido para a análise consistiria no que Schafer denominou paisagem sonora idealizada. Desta paisagem sonora, os estudantes registraram, via programa, os objetos sonoros de alguns instrumentos componentes da orquestra. Esse conceito de objeto eletroacústico ampliou-se muito desde o final do século passado até hoje. O desenvolvimento dos equipamentos de gravação, edição e masterização de áudio foi o grande motor desta evolução conceitual. Todo aquele mundo primeiro de ‘takes’ gravados em fitas, onde cada canal de uma mesa de som era gravado numa fita magnética e, depois, os canais eram equalizados, aplicados os efeitos pré e pós ‘fader’ e enviados todos para uma fita magnética só, chamada fita ‘master’ e, daí, o nome masterização, foi, aos poucos, sendo substituído por processos mais modernos. Hoje, o universo do áudio digital ampliou não só as possibilidades de trabalho profissional, mas possibilitou o acesso do povo a esta tecnologia. Um exemplo são os inúmeros ‘homestudios’ espalhados pelo mundo. Pessoas que tem neles seu ‘hobby’, seja para fazer música, seja para trabalhar com paisagens sonoras. Daí, aquilatamos o vasto de mundo a ser explorado por um professor de física que queira trazer para a sala de aula os estudos de paisagens sonoras. Esta experiência de Ilha Solteira apontou inúmeras possibilidades de lidar com o ‘estar sendo’ problematizador do ensino de acústica que permita a inserção cultural, a inserção dos sujeitos históricos. Por outro lado, os recursos computacionais utilizados pelos estudantes de Ilha Solteira mostraram-se potencialmente significativos, como forma de aproximar mundos disciplinares, tais como o da física, o da matemática e o da música. Ao manipular as diversas ferramentas do programa, os alunos operaram diversos conceitos e, tantos outros poderiam ainda serem introduzidos quando da continuidade da investigação.

Estudante 18: diferentemente dos outros grupos nos quais o objeto sonoro foi capturado de uma paisagem sonora que eles registraram, um objeto sonoro que pode estar num determinado lugar, com qualquer característica. Você pode pegar o som de um carro ou uma sirene, como a sirene da caixa d’água ou da escola.

O nosso difere porque pegamos uma música pronta e a analisou na paisagem sonora do Walt Disney. Ele interpretou, interpretou o William Tell.

Pesquisador: nesse sentido, ele idealizou. É uma paisagem sonora idealizada.

Estudante 18: construiu uma interpretação da música.

Pesquisador: Será que essa interpretação é a mesma do autor da música?

Estudante 18: pode ser que sim ou que não, porque quando criou a ópera, criou a interpretação em si. Tem uma parte da abertura que é uma tempestade e no desenho, que é a nossa paisagem sonora, ele também dá aquela interpretação de tempestade. É a mesma, só que cada um pode ter sua própria imaginação, conforme você escuta. Você não vai imaginar como o Walt Disney fez naquela paisagem. Por isso que ela é idealizada, porque cada um pode idealizar daquela forma.

Esta última fala retrata o crescimento alcançado pelo grupo. Muito embora tivessem começado inseguros, os conceitos foram se acertando e, nesse momento, reconstrói os elementos do debate e sintetiza de forma bastante organizada. Os estudantes tentaram identificar o maestro executor da ópera “William Tell”, de Gioachino Rossini, de 1829, para o filme Disney “Mickey maestro”, cujo título original é “The band concert”, de 1935. Na sequência, os estudantes expõem a relação construída para o ensino de física, os anseios e expectativas quando do desenvolvimento do trabalho. Nestas falas fica clara a preocupação tanto com o aspecto motivador quanto com o resgate da experiência cultural dos alunos.

Estudante 18: aqui eu caracterizei e diferenciei os conceitos no nosso trabalho. O objeto sonoro e a paisagem sonora são eletroacústicos. Farei uma relação entre a aprendizagem da física com a arte do som. Como é que podemos inserir o som no estudo da física. Por que trabalhar desta forma? Qual o sentido? Qual seria a diferença para um aluno a introdução da música no ensino médio, numa aula de mecânica do som? Porque o aluno sente dificuldades quando ensinamos física para ele. Elas criam um bloqueio e se apresentamos uma música, uma coisa que elas estão acostumadas no dia a dia, vai ser muito mais fácil para elas caracterizarem, ficarem mais próximos e aprenderem. Porque conseguiremos relacionar cada fato, frequência, trabalhando com a música. Foi o que ele tentou fazer, porque é um tema clássico, é uma música clássica que geralmente não estamos acostumados a trabalhar, a criança não está acostumada a escutar.

Não podemos deixar de observar, pelo menos dois aspectos inovadores desse trabalho. O primeiro diz respeito à possibilidade de ampliação dos conceitos dos estudos de paisagens sonoras, na medida em que a qualidade de uma paisagem ser eletroacústica foi incorporada ao discurso. O segundo diz respeito à apropriação do conceito de idealização de Schafer para trabalhar com a música. Na construção do filme, a música clássica utilizada entra em perfeita sintonia com as sensações e a dinâmica das diversas cenas, movimentos, velocidades. Igualmente, os sentimentos, tais como o de apreensão e o de felicidade, passados nas cenas,

são potencialmente amplificados pela dinâmica da peça musical. Na análise, identificamos alguma afinidade desse trabalho com as propostas dos teatros sonoros desenvolvidas na segunda ação de pesquisa, objeto de análise do capítulo quatro. O filme não tem ou quase não tem diálogo. A música assume esta tarefa de, juntamente com as imagens, passar a mensagem para o telespectador. Lá nos teatros do capítulo 4, não temos imagens. Só ouvimos o som. A história é toda contada por meio das cenas sonoras. Nesse sentido, houve, por parte do grupo, uma valorização do exercício imaginativo, criativo, coisa cada vez mais rara na sala de aula. Nas falas é possível ainda perceber a valorização de desenhos desta natureza como processo de enculturação, enriquecimento da experiência auditiva dos alunos. Mais que os outros grupos, os alunos colocaram a intenção clara de ligar a experiência vivenciada com a prática docente enquanto professores de física. Durante a apresentação ficou clara a preocupação de problematizar o ‘estar sendo’ professor de física, ponderando a adequação das experiências de inserção dos estudos de paisagens sonoras numa situação real de ensino.

Estudante 18: eu mesma, particularmente, nunca escutei essa música. As crianças geralmente dessa época estão mais acostumadas a escutar funk, pagode. Elas não estão próximas desses temas e me parece que o Walt Disney, colocando esse tema clássico, tenta aproximar as crianças de uma música diferenciada, não restringindo só àquele tipo de música que está tendo agora. Paulo Freire falou que essa relação entre física e os sons pode desencadear uma nova didática a ser apresentada aos alunos, uma vez que apenas demonstrações experimentais da ciência física não são suficientes para despertar o interesse nos alunos.

Diferentemente dos outros grupos, aproveitaram os objetos sonoros retirados do filme para fazer relações não só no universo da física, mas também no da música. Nesse sentido, realizaram uma interessante incursão na análise do conceito de timbre, tão pobremente apresentado nos textos didáticos de física, como analisado no início de nossa pesquisa.

Estudante 15: um dos nossos intuítos, além de ensinar física, é tentar ensinar um pouco de música para quem não conhece, tanto para criança, quanto para o adulto. Indagamos como diferenciar notas iguais em instrumentos diferentes. Como você pode saber se numa música do Vivaldi, por exemplo, está tocando violino e aí começa a tocar uma viola de fundo com o violoncelo fazendo outra voz? E aí nós caracterizamos algumas coisas que achamos pertinentes. O timbre tem relação com a geometria do instrumento.

Pesquisador: outra voz significa outra melodia. Costumeiramente se trata melodia como voz.

Estudante 15: você tem o timbre que é uma característica bem pertinente em cada instrumento. É bem marcante. Não é só ela que caracteriza um instrumento. Tem a tessitura que são as frequências do mínimo até o máximo que o instrumento consegue tocar sem agredir tanto o instrumento quanto o músico. A geometria do instrumento. O bombardão é parecido com o bombardino, só que o bombardão é maior, a boca dele é maior.

Sua geometria é diferente e consegue notas mais graves que o bombardino. É uma característica utilizada para você conseguir diferenciar notas iguais em instrumentos diferentes. E não menos o material também. O saxofone é de metal e usa palheta, o trompete é de metal e não tem palheta. Você toca notas iguais, com iguais frequências, mas com timbre diferente. Analisamos no sonar. Separamos todos os instrumentos que estão presentes na interpretação do Walt Disney e veremos que o formato de onda difere em cada um deles.

A proposta de inserir um ensino de música no estudo de ondas é tida pelos alunos como importante. No trabalho escrito, entregue juntamente com todo o material para análise, os alunos afirmam que

“A sociedade não se preocupa com a relação som-paisagem, que nos circunda em todos os momentos de nosso dia-a-dia. Sons que para um podem ser ruído, para outro podem ser um momento de calma. Incentivar o estudo dos sons é convidar o mundo à criatividade. Assim, todos terão a oportunidade de relacionar a música com tudo que está contido nela, sejam os instrumentos de uma orquestra, que irão compor uma ópera, seja a riqueza de todos os detalhes dos sons da cidade, inseridos em uma paisagem. A importância da música na aprendizagem está diretamente interligada com desenvolvimento da inteligência e do pensamento crítico do aluno. Estimula o raciocínio, exercitando a memória e a atenção.”.

Na apresentação, reiteram esta preocupação com de um ensino de som ligado com o universo da música e da cultura dos envolvidos. Nesse sentido, valorizam que o som, vindo ele de paisagens sonoras naturais ou idealizadas, tem muito a dizer sobre nossa relação com o mundo cultural. Diferentemente ainda dos outros grupos, eles não só problematizam a experiência vivenciada na perspectiva da educação científica, como também oferecem como problema para os outros estudantes que estão assistindo. Nesse cenário, introduzimos também alguns elementos problematizadores.

Estudante 17: nesses temas clássicos, como pegamos um tema do Walt Disney, ampliamos aqui para o cinema. Por quê? Porque o cinema, me desculpe lá o Charles Chaplin, é fascinante. Contudo, mudo é um filme sem som, é nostálgico. Vamos imaginar o ‘Luke Skywalker’ fugindo do ‘Darth Vader’ naquela guerra no espaço sem barulho nenhum. E lá tem explosão, tem raio laser, tem tudo e é descontextualizado. Fisicamente aquilo não é possível, mas tem. E se ficar sem som, com certeza vamos sentir falta, porque fica monótono. Vocês podem assistir “O senhor dos anéis”, que tem um som fascinante. O som traz emoção no filme e esses temas clássicos ficam marcantes. Quando você escuta aquela música depois, sem o filme, você lembra do filme.

Pesquisador: a grande valsa brilhante de Chopin que é a música do “Papa-légua”.

Estudante 17: do “Pernalonga”.

Estudante 17: Isso cria um link bem forte que é até difícil superar. Essas músicas nem sempre têm a interpretação que o autor quis. Eles acabam dando uma interpretação totalmente diferente da que o autor propôs e quando você ouve, você nem lembra do autor. Você lembra do filme, o que não é totalmente uma

perda. Aqui nós levantamos uma questão: é preciso saber física para aproveitar estas reflexões na análise dos filmes? Vocês acham que seria interessante ter um conteúdo mínimo?

Estudante 13: depende do que é a sua intenção de aproveitar. Se for sentir o som, não precisa.

Pesquisador: e se for olhar no sentido contrário? Se utilizar daquele universo lúdico, interessante, para fazer uma aula de física?

Estudante 17: enriquecer a observação do filme.

Estudante 13: isso. Refinar o olhar, aí sim.

Estudante 17: normalmente, a pessoa que faz um filme, presta atenção a alguns fenômenos. O Steven Spielberg não coloca qualquer coisa. Ele estuda para saber. Se você souber realmente qual o sentido das coisas, vai aproveitar muito mais.

Pesquisador: e quando a trilha sonora é produzida para o filme?

Estudante 17: o senhor dos anéis.

Pesquisador: é. Por exemplo, as “Crônicas de Nárnia” um e dois? É interessante que a música final de Nárnia dois, que é de Regina Spektor, cantora russa, não está contida em sua discografia.

Estudante 17: outra coisa são os grandes clássicos do cinema. Se pegarmos aqueles bem famosos, do John Williams, que é um maestro que vive fazendo trilhas para filmes especiais. “E.T.”, “Sete Anos no Tibet”, “Jurassic Park” são todos filmes que têm músicas bem marcantes que você escuta e você lembra das cenas do filme. Quando eu digo que precisa saber física, você acha que George Lucas não sabia nada de física? Ele põe lá no espaço aquele monte de sons, explosões, no intuito de enriquecer o filme e atrair mais o telespectador, mas não está bem contextualizado e o ouvinte, aquele que não sabe nada, vai achar que se explodir alguma coisa no espaço vai se propagar em todo o sistema solar e tudo mais. Não seria interessante.

Estudante 6: sua pergunta se faz pertinente pois é preciso saber um pouco de física para não ser enganado.

Estudante 13: ou utilizar esses problemas para se ensinar física.

Estudante 17: trabalhar, levar para a sala de aula e discutir.

Estudante 15: inclusive é o nosso intuito. Você pega um vídeo, por exemplo, um trecho de “Star Wars” e pergunta se tem alguma coisa que está fora do contexto. Fisicamente, se está tudo bem ou se tem algum erro conceitual.

Estudante 17: no caso do tema do “Mickey Maestro”, editamos para ficar um pouco mais curto, colocamos só a parte que nos interessa que é a tempestade. Começamos o trabalho com uma ideia e viemos para trás e na apresentação nós colocamos na ordem mais ou menos correta. Primeiro pensamos no vídeo, depois quisemos trabalhar música. Extraímos a música, trabalhamos o fim da música. Já extraída a música, trabalhamos em cima da música. Vamos apresentar como ficou e, por último, vamos mostrar o vídeo. A ideia era trazer a música para vocês ouvirem, para verificar se vocês tinham a mesma interpretação da peça, essa sensação de tempestade, uma vez que a da Disney é uma interpretação da Disney, do maestro que fez a interpretação para o desenho. Se alguém não assistiu o desenho, pode ter uma interpretação diferente. É totalmente aberto, é possível. Tem outro desenho da Disney com esta mesma música, chamado “O Redemoinho”, que utilizou o mesmo trecho da peça e tem um pequeno redemoinho que vai correndo. É a mesma música, só que num tom mais alto, com notas mais agudas. No nosso caso, o tom é mais baixo, as notas são mais graves. A ideia do nosso trabalho é trazer essa música que foi tirada do desenho e, por meio do sonar, fazer uma identificação do timbre dos instrumentos contidos na apresentação, que não são muitos.

O exercício pensado pelo estudante muito se alinha com os exercícios de sensibilização da audição, no sentido de trazerem para os alunos a experiência de pensarem sobre os sons que estão escutando. Na continuidade da experiência, os mesmos estudantes poderiam ser convidados a falarem um pouco sobre a sensação que tiveram ao escutar a peça e, posteriormente, a pensarem em algum evento, alguma situação do cotidiano das pessoas que pudesse se encaixar na dinâmica da peça. Outra atividade interessante seria pedir para eles que fizessem um filme que pudesse se encaixar naquela música, indicando que cenas eles colocariam e o motivo da escolha. A análise dos critérios adotados poderia identificar elementos presentes na peça, por meio dos quais os alunos guiaram-se nas suas produções. Muitos desses elementos têm ligações com conceitos disciplinares, de modo que poderiam, a partir da experiência concreta, ser melhor entendidos por meio da articulação desses elementos conceituais disciplinares. Por exemplo, no presente trabalho, conceitos como frequência, intensidade, andamento, tessitura, tonalidade, altura e timbre estiveram presentes nas idas e vindas dos estudantes entre ciência e cultura. Como podemos observar na fala acima, o aluno chamou atenção às diferentes tonalidades em que a peça é executada nos dois filmes, o que poderia constituir-se em mais um interessante exercício de sensibilização da audição, só que, nesse caso, no âmbito de uma paisagem sonora idealizada. Observemos que para chegar nesta análise timbrística dos instrumentos utilizados pelo arranjador, houve passos anteriores, tais como a identificação dos instrumentos, a edição do filme no programa, a retirada de amostras de tais instrumentos por meio do uso do programa, a edição de tais amostras e a identificação do padrão de vibração. Na continuidade da experiência, poderíamos propor exercícios que pudessem articular outras inserções disciplinares na análise do material coletado, tais como a identificação das notas musicais das amostras e a análise dos espectros de tais registros. Nas falas seguintes, outros conceitos vão sendo postos no debate o que tornou a discussão bastante rica.

Estudante 17: eu queria fazer uma relação do que foi comentado aqui com as notas dos instrumentos, mas devido à dificuldade em utilizar o programa para identificar uma nota dentro da música, não foi possível, Infelizmente eu não tenho um ouvido absoluto para identificar. Eu separei só alguns trechos onde foi possível destacar só a flauta, só trompete, só o bombardão e vou mostrar qual é a ideia de timbre que tem lá.

Aqui, o aluno 17 parece ter identificado uma necessidade formativa que residiu na relação entre sua busca e a falta de conhecimento das possibilidades oferecidas pelo programa. A situação-limite percebida denota o crescimento obtido pelo aluno ao identificar

outras possibilidades que, embora não tenham sido exploradas, apontam caminhos a serem seguidos. Os elementos aqui expostos gestaram-se no caminho trilhado por eles. São traços fortes de autonomia que podem ser explorados na continuidade da experiência. Outro aspecto interessante é que eles haviam preparado a apresentação no computador e tinham uma sequência organizada de falas e atos. Contudo, desde o início, o aspecto motivador do tema e sua distância com relação aos outros três trabalhos motivaram diversas falas, o que modificou completamente o que eles haviam planejado, tornando a apresentação mais dinâmica e problematizadora. Além dos conceitos relativos aos estudos de paisagens sonoras, outros conceitos disciplinares estiveram presentes nas falas dos debatedores, inclusive os conceitos de enculturação e aculturação, como registrado nas falas a seguir, incentivadas pelo comentário de alguém presente na sala. A discussão acaba por desembocar num momento reflexivo acerca do pensar as experiências vivenciadas e compartilhadas naquele momento na UFRPE enquanto professores de física que estavam sendo convidados a refletirem sobre o justo valor da educação científica na formação do cidadão. que nos valeu muito como aprendizado sobre o potencial integrador dos estudos de paisagens sonoras como tema a permitir as idas e vindas entre o mundo cultural e o escolar.

Estudante 15: gostei do comentário. Exatamente. Tivemos esta discussão sobre enculturação e aculturação. Eu coloquei na apresentação: enculturação por meio de temas clássicos nos desenhos. Eu fiquei na dúvida se era enculturação ou aculturação. Fomos lembrando das aulas de estágio em que lemos Habermas e tudo mais, e teve o consenso que a palavra certa realmente seria enculturação. Aculturação seria o sentido pejorativo de você chegar num determinado lugar, numa nacionalidade diferente, e tentar colocar a cultura brasileira forçadamente. Você quer impor a sua e tirar a dele.

Estudante 2: vocês vão analisar mais de um objeto sonoro?

Estudante 17: não. É só o da peça de William Tell.

Estudante 2: e qual é o contexto envolvido? O nosso grupo, por exemplo, trouxe o contexto do capital, o outro o contexto da sirene na escola.

Estudante 17: as paisagens sonoras da primeira semana de aula. Cada um teve uma ideia de paisagem sonora. Teve o trovão do aluno 13, teve o sorveteiro e teve os temas clássicos numa paisagem sonora. Nós decidimos trabalhar com os clássicos.

Estudante 2: Qual a relação dessa paisagem sonora com a história, com o contexto sócio-histórico?

Estudante 15: você anda rua você. Você ouve músicas. Funk carioca, por exemplo. Você não tem um acréscimo cultural por meio dessas músicas.

Estudante 17: elas não te trazem nada. A ideia é ensinar física não só com o som, mas levar uma música que traga alguma coisa para o aluno. Uma cultura diferente, uma educação. Isso podemos trabalhar numa sala de aula. Existe o funk e o funk carioca.

Estudante 9: o funk para aquela comunidade não trás nada?

Estudante 17: o funk ali naquela região está associado ao tráfico de drogas, prostituição, meninas que ficam grávidas antes do tempo.

Estudante 2: mas é uma cultura

Estudante 17: mas é boa?

Estudante 2: eu não sei se é boa. A questão não é essa, mas ela trás alguma influência.

Estudante 17: as músicas são pobres

Estudante 15: música clássica é uma música que te acalma, que te faz refletir.

Estudante 6: depende

Estudante 17: a música clássica é rica, ela tem várias coisas. A música funk é pobre, musicalmente falando. O cara pega umas coisinhas, mixa num programinha lá e põe para repetir aquele trecho.

Estudante 2: se fizermos uma análise de tudo que influenciou para se chegar ao funk carioca, teve muita influencia da comunidade, teve influencia que veio do rap, teve influencia que veio do próprio funk. Esse nome não apareceu do nada. Tem uma história ali também. Eu não acho legal você falar que é uma música pobre, uma cultura pobre.

Pesquisador: permitam-me uma colocação. Eu também não conheço de perto, mas acho que o hip hop não é funk carioca. Parece-me que é diferente (vários comentários a favor e contra). O hip hop tem uma cultura envolvida. É uma música que critica certo estado de coisas, que é característico daquela comunidade do Rio de Janeiro. Tem o MC, que é o mestre de cerimônia. Tem o camarada lá que faz uma letra crítica, e me parece que o estudante 17 está se referindo a um tipo de música comercial que não está relacionado com aquela comunidade, mas apenas a festas que estão ligadas a tráfico de drogas, à prostituição. Eu acho que são problemas sociais. Eu acho que a música a que ele (estudante 17) se refere está relacionada a esse tipo de coisa. Já o hip hop não. O estudante 2 falou de outra coisa. Não sei se vocês perceberam. A paisagem sonora idealizada não tem essa ligação histórica como tem o trabalho que vocês fizeram. Obviamente que a música possui na sua essência uma ligação direta com a realidade daquele povo e a música comercial, a música industrial, não. Ela é propositalmente desvinculada da história. Ela é uma coisa que quer vender algo. Então a música que se enquadra nesse sentido, é uma música industrial. Tem essa diferenciação.

Professora convidada: porque a música clássica não pode ser tomada de uma forma suprema simplesmente porque falaram que é legal.

Enquanto que a fala do aluno 2 se assenta na necessidade formativa de consciências sócio-históricas, os estudantes que estavam apresentando o trabalho justificaram a escolha do tema por permitir uma aproximação com uma cultura diferente, diferenciando-se da análise sócio-histórica. Contudo, em ambos os casos percebemos a valorização dos elementos culturais. Se procurarmos entender o que motiva o funk carioca, veremos que a influência da indústria cultural é apenas uma face. Tem os quereres pessoais na expressão própria de cada um dos artistas, bem como os elementos de resistência do favelado que expressa sua revolta com os estados de injustiça por meio destas expressões. Eles vivem aquilo, tem amor por aquilo e ali podem ser encontrados elementos de autonomia. Ali estão seus sentimentos, seus

corações. Há cantores de RAP, por exemplo, que não se vendem à mídia e se separam de propostas mais ‘lights’ como, por exemplo, a de Gabriel o pensador. Na sequência, os estudantes fazem comentários sobre os objetos eletroacústicos registrados no filme e que estão na figura dezessete. Enquanto que os outros três grupos registraram apenas um objeto sonoro, desvelando-o em seus detalhes, esse grupo isolou os instrumentos musicais utilizados na citada peça, desvelando o conceito de timbre por meio da comparação de seus registros. Nesse cenário, valorizam diversas riquezas interpretativas, tais como a comparação da regularidade presente nos objetos sonoros dos instrumentos de sopro, em contrapartida da irregularidade no invólucro do objeto sonoro do prato.

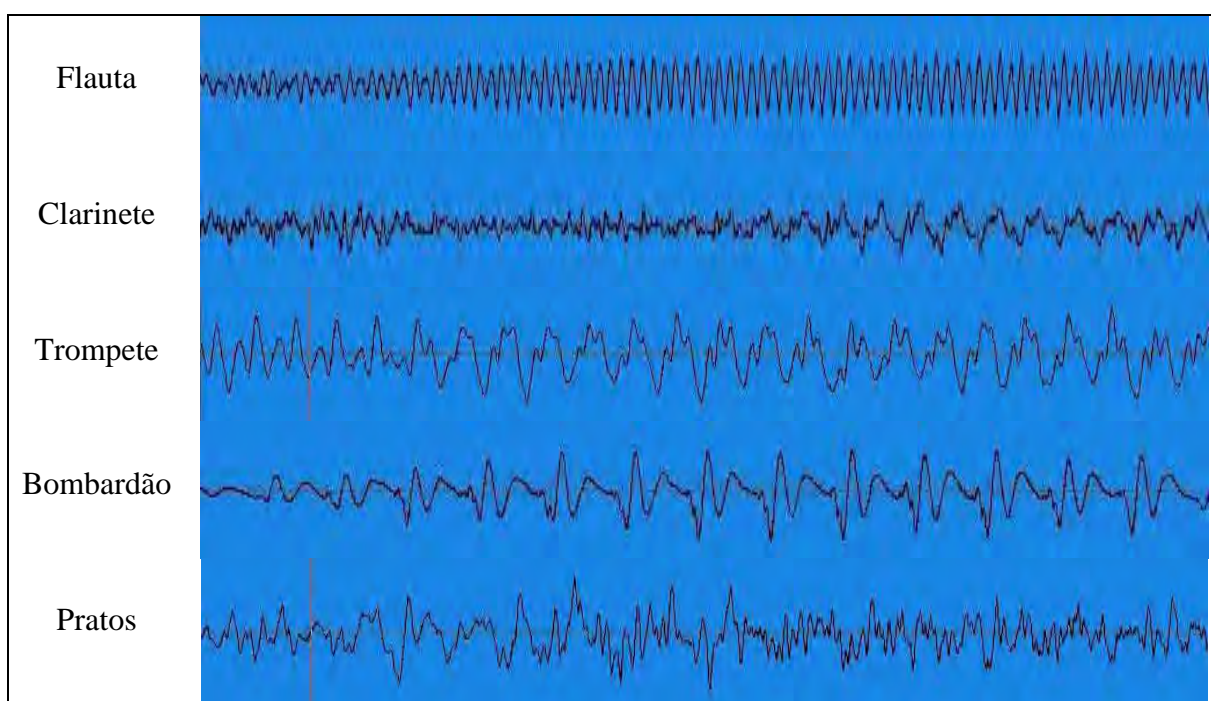


Figura 17: objetos sonoros eletroacústicos.

O resgate da física, realizado por meio da análise dos registros, figura não seguiu o mesmo esquema dos outros grupos. Além da análise em torno do ataque, corpo e decaimento, o conceito de timbre foi valorizado na análise dos diferentes padrões de vibrações observados nos registros. Contudo, nasceram outras possibilidades que não foram percebidas. Citaríamos, por exemplo, os conceitos de tensão e resolução, discutidos durante o curso, que estão presentes em diversas cenas do filme. Os diversos movimentos da dinâmica da orquestra concatenam-se às cenas, valorizando momentos de euforia, tensão e velocidade, muito embora a valorização emprestada pelo grupo no desenvolvimento do trabalho dá mostras de que o tema constituiu-se num ‘percebido-destacado’ que em muito valorizou o caminho trilhado por eles.

3.6. Ciência, tecnologia e cultura nos caminhos trilhados pelos estudantes

No final do curso, abrimos espaço para que os alunos expusessem suas críticas e sugestões sobre as atividades desenvolvidas. Sugerimos ainda que escrevessem sobre o significado pessoal que as experiências vivenciadas produziram, realizando uma síntese do sentido que estava fazendo para cada um a proposta de trazer diversos mundos para o ensino de acústica. Olhando para esse curso enquanto futuro professor de física, que sentido estaria fazendo para cada um deles. Nesse sentido, pedimos para que os estudantes fizessem uma avaliação pessoal do que foi vivido durante o curso, construíssem um relato de como o curso foi percebido por cada um. Daí, passamos a palavra e, aos poucos, os estudantes foram se soltando, identificando as dificuldades encontradas, os pontos positivos e o que precisava ser reorganizado.

O estudante 17, quando se matriculou, achava que o curso seria teórico, sobre acústica e não sobre formação de professores. Na primeira aula, pensou até em desistir, pois achou meio disperso, mas, no decorrer das atividades, foi gostando e passou a se interessar.

Estudante 17: quando me matriculei, achei que o curso seria bem diferente. Não achei que seria na área de educação, para formação de professores. Eu achei que era mais teórico. Depois, conversando com o senhor naquele dia, vi que seria mais na parte da educação. No começo, na primeira aula eu pensei em desistir, achei que estava meio disperso, mas acabei achando bacana.

Sentimento semelhante teve o estudante 2. Para ele, a primeira aula foi muito dispersa e se falou muito sem se chegar a lugar algum. A parte do pesquisador ficou maior do que a do professor mediador. A problematização não foi uma boa estratégia. Quanto às inserções no universo da música, achou muito legal, mas ficou pensando nos colegas que não tinham um conhecimento nesta área.

Estudante 2: na primeira aula ficamos filosofando e não levou a nada. Acho que a parte do pesquisador ficou maior do que a do mediador, o que é inerente à própria pesquisa. Senti isso. Outro aspecto é que pensei que seria mais teórico. Outra coisa é em relação a música. Para mim é tudo legal, mas eu fico pensando em quem não tem esse contato com essa parte da música, quem não tem esse contato com essas notas musicais. Acho que fica um pouco mais difícil de interpretar certas coisas e entender certos nomes.

Esse ponto de vista do estudante 2 foi também compartilhado pelo estudante 19 que, interrompendo a fala do estudante 2, afirmou que entendia muito bem quando as relações

estavam mais próximas da física e que se perdia toda vez que os conhecimentos de música entravam em cena. Nesse momento, perguntei se seria interessante a introdução de um texto básico sobre música antes do curso, ao que foi respondido que sim. Ao perguntar se a ligação entre esses mundos seria importante na formação do licenciando, ele respondeu que seria, mas a forma como foi abordada estava bem acima do patamar de quem está começando.

Estudante 19: com respeito à fala do estudante 2, acho que se expressou bem, pensando no pessoal mais leigo. De certa forma, quando o senhor tentou fazer a relação entre cultura e física, quando o senhor falou da frequência, a partir da física, cheguei à cultura, à música. Só que quando o senhor começou a falar de harmônico, não dos harmônicos, começou a falar das notas do monocórdio, aquilo ali para mim não serviu de nada. Foi uma experiência que não acrescentou em nada, só consegui analisar pontos culturais que o senhor relacionou com a física. Só que, no geral, a coisa ficou meio bagunçada. Na segunda aula, quando o senhor começou a trazer um pouco de física, deu uma clareada. Por isso que estamos falando que teria que ter como pré-requisito um conhecimento básico de música, pois parece que o senhor estava acima do que estávamos entendendo.

Pesquisador: dentro desses conceitos de música, você conseguiu ligar com física?

Estudante 19: alguns sim porque eu estava aprendendo violão, eu estava querendo aprender violão. Então, quando o senhor estava falando das notas eu sabia no violão, mas se eu não tivesse nenhum contato, seria mais difícil.

Pesquisador: Talvez o texto pudesse ter ajudado se tivesse sido dado antes?

Estudante 19: sim.

Pesquisador: mas você acha que aprender isso para levar para sala de aula no futuro, aprender esses outros mundos seria uma experiência interessante ou seria uma coisa tão difícil que não daria para pensar?

Estudante 19: eu acho importantíssimo isso, essa ligação que o senhor está querendo fazer de cultura com a física. Isso aí eu acho de plena relevância, talvez o modo como está sendo dado, talvez não esteja no patamar de quem está começando.

Aproveitando o âmbito da discussão em torno das dificuldades apresentadas no lidar com conceitos da acústica musical, os estudantes cinco e sete compartilharam a mesma opinião de que eram totalmente leigos na área, mas que estavam decididos a começarem a aprender a partir daquele momento. É interessante observar que a situação-limite a eles imposta serviu como estímulo para seguirem em frente.

Estudante 7: nós não somos totalmente leigos na área, só que estamos decidido a começarmos a aprender a partir de agora. Serviu-nos como um estímulo para aprender.

Para o estudante 9, que já tinha um conhecimento sobre música e tocava violão, a experiência foi muito mais gratificante do que para quem nunca teve contato com a música. Perguntamos a ele, que já tem esse conhecimento de física e música, se as dimensões histórica, sociológica, dentre outras deveriam ser levadas para a sala de aula. Na resposta, acenou positivamente, afirmando que nunca tinha parado para pensar nesta ‘ida e vinda’, reforçando a importância das ‘idas e vindas’ entre física e cultura.

Estudante 9: para mim foi muito mais gratificante do que para alguém que nunca teve contato com a música. Só que num segundo momento eu percebi que esse convite à ir para esse mundo também era novidade e vi que era muito importante.

Pesquisador: você, que já tem um conhecimento de física e de música, esses outros aspectos que foram trabalhados dentro da sociologia, dentro da história, você acha que são pertinentes? Você quando for dar aula um dia, poderia usar os estudos de paisagens sonoras como forma de trazer música, física, cultura. Nesse sentido, você acha que é uma ideia maluca ou dá para trabalhar?

Estudante 9: eu nunca tinha parado para pensar nessa ida e vinda, mas eu acho que é interessante essa transição da cultura para física, da física para outras. Ver a relação de um com o outro, pois ficamos mais no teórico, mas quanto à essa transcendência para cultura eu nunca tinha parado para pensar.

Nesse momento, os estudantes cinco e doze interrompem a fala do estudante 9, afirmando que na graduação não há esse tipo de contato.

Estudante 5: aqui na graduação não tem esse contato. Acho que em física 1 passa bem rapidinho essa questão da música, tubos, então serviu bastante. Tem a parte da física, não musical.

Estudante 12: serve para mostrar aos alunos a nossa arte, a cultura que tem, não ficar só ao redor. Mostrar o que acontece também, mostrar não só aquele tipo de música, mas mostrar música lá do Nordeste, lá do Sul. Os tipos de músicas interessantes.

Pesquisador: você acha que não tem conhecimento da acústica musical. Eu não sei música, eu não conheço as notações, as representações da música, os nomes, os conceitos, mas todo mundo tem experiência com música e aí eu coloco no sentido do que a estudante 5 falou, do que o estudante 7 falou e que eu achei muito legal, pois também comecei a querer aprender música quando eu conheci esse mundo, mas não chegou ninguém para mim e fez o que eu estou fazendo agora. Quando eu comecei foi por um acaso, mas eu tenho a impressão que é uma coisa legal, mas de repente eu posso chegar no final da pesquisa e ter a conclusão de que não dá certo. Eu também comecei a querer aprender depois que eu vi esse mundo. Eu não sabia que a música e a matemática e a física tinham andado juntas até Galileu.

Solidarizando-se com as dificuldades apresentadas pelos colegas, apresentou a possibilidade de construção de um método com alguns tópicos de teoria musical. Ao referir-se

à primeira aula, defendeu que o aspecto confuso se deu por ter sido a primeira aula, por ter sido uma experiência, na qual estávamos nos conhecendo, mas evoluiu demais e a última aula foi a imagem desta evolução e que a teoria musical é importante nesse processo. Por outro lado, mesmo tendo doze anos de experiência com música, revelou que não sabia a parte da física de seu instrumento, percebendo a existência de ligações entre ciência e música.

Estudante 15: eu estava pensando que poderia ser montado um método. Alguns tópicos de teoria musical básicos: bemol, sustenidos, o que são as notas musicais, a escala musical, as duas escalas, a ordem, o tempo como realizamos no começo da primeira aula. A primeira aula eu acho que foi uma experiência, fomos nos conhecendo, fomos vendo o que cada um pensava, foi meio confuso por causa disso, mas depois eu acho que evoluiu demais e a aula de hoje foi a imagem dessa evolução. A teoria musical acho que é importante mesmo. Apesar da minha experiência com música, eu não sabia a parte física do meu próprio instrumento. Eu não sabia como era complexo. Foi bom para eu aprender mais uma parte para passar para os alunos.

Na sequência, falamos que não há artigos nos principais periódicos nacionais que digam respeito ao uso de paisagens sonoras no ensino da física, nem tampouco resgatam as múltiplas dimensões com as quais temos tentado trabalhar. Todos os artigos encontrados situam-se na interface entre física, matemática e música, não considerando outras dimensões como percepção, história ou antropologia musical. Daí que esta primeira experiência, apesar das falhas, serviu-nos muito como laboratório para ações futuras.

Pesquisador: no primeiro encontro eu disse que tinha feito uma análise das mais importantes revistas em educação em ciências do Brasil e não havia artigos que retratassem uma experiência em sala de aula juntando esses mundos, da forma como realizamos. Em nenhum artigo há esse lance de usar paisagem sonora, analisar essa questão da história. São todos física, matemática e música. São coisas assim bem pontuais. Eu estou iniciando uma coisa aqui. Essas falhas que vocês identificaram, conforme vínhamos conversando durante a semana, serão importantíssimas para mim. Talvez a ideia de trazer um artigo básico sobre música, as notas, as chaves, o que é partitura para quando formos trabalhar com essas imagens, seja razoável.

Diante do exposto, o estudante 12 defendeu que seria complicado empreender um curso de tal natureza interdisciplinar numa sala de ensino médio. Respondi que, naquele momento, estava pensando na formação inicial do professor de física, mas que defendia que seria possível adotar uma postura desse tipo até no ensino médio. Talvez não com a profundidade do curso desenvolvido com eles. Na réplica, afirmou que se fosse possível fazer estas ligações com paisagens sonoras no ensino de física sem o conhecimento musical, achava que poderia conseguir reproduzir no colégio. Ao ser interrompido pelo estudante 15, que

voltaria a defender a ideia de um texto básico sobre música, retrucou afirmando que se tivesse lido um artigo desse tipo antes, teria sido melhor.

Estudante 12: mas aí eu acho que ficaria complicado dar essa aula no colégio. Eu acho que pesquisa é isso: fazer primeiro aqui, para levar para a sala de aula.

Pesquisador: eu estou pensando, primeiramente, na formação do professor de física. A interdisciplinaridade é o caminho pelo qual se pensa estas ações. Se nós tivermos um professor que ache possível fazer as ligações, no meu entender, não que devamos introduzir com esse nível, nas que isso seja uma postura que se adote na escola.

Estudante 12: eu queria falar assim: é interessante partitura, música, mas eu acho que se você conseguir fazer entender, conseguir fazer esta ligação sem esta parte, eu acho que é um grande passo. Acho que conseguiria reproduzir num colégio. Não que eu não ache interessante, mas se você conseguir sem isso, seria interessante. Se eu tivesse lido um artigo desse antes, teria me ajudado muito.

Estudante 15: mas é a parte de conceitos mesmo, entender os conceitos.

Pesquisador: Quando eu disser: essa tablatura... entende? Aí vocês já sabem o que é tablatura, mas não como eu fiz hoje: isso aqui é uma tablatura, e não uma partitura. A tablatura são as cordas do violão e tal... E eu tenho até críticas com respeito à tablatura. Eu acho que é uma simplificação da linguagem. É uma 'bestificação' da linguagem musical. É prática, é tudo, mas é uma 'bestificação'.

Nesse momento, ninguém mais quis falar. Passei a palavra para o professor orientador que, finalizando a avaliação, afirmou estar torcendo para que desse certo e que os alunos haviam captado o 'espírito' do processo que está envolvido nesse curso. O pesquisador tem a ideia na cabeça, do ponto de vista teórico, mas quando vai para prática, para a aproximação, é que as coisas começam a acontecer. Por outro lado, a ideia de trazer a culturalidade não deveria ser estranha, pois está nos documentos oficiais. Os PCNs falam de interdisciplinaridade, contextualização, relacionar com a vida dos alunos. Ou você faz de conta, ou vai a fundo nas ligações, mesmo que sejam escabrosas.

Orientador: eu torço para que dê certo. Eu acho que o pessoal pegou o 'espírito' da atividade que está em construção, o processo envolvido nesse curso. Temos as coisas do ponto de vista teórico. Imagino quando se fala em ter a teoria na cabeça ir para a prática. Estamos fazendo uma aproximação dessa prática que está idealizada na pesquisa. Nairon tem uma formação muito legal nesta parte, de um lado, em música e, de outro, como professor de um curso de física. Interessa-se muito por essa área de som, acústica. Esse fato de estarmos explorando a culturalidade, na verdade, não deveria ser estranho. Os documentos oficiais falam disso. Os PCNs falam de interdisciplinaridade, contextualização, relacionar com a vida dos alunos, mas vai fazer isso aí para você ver como é que é. Optamos por não ficar dando exemplos caóticos. Esta tentativa de amarrar é escabrosa. Exige de quem está se formando. Esse é o negócio. Além de valorizar algo para a formação de vocês. Vocês têm a chance de devolver para nós, criticamente, qual a potencialidade disso. Do ponto de vista teórico é legal, tudo é possível, mas temos que por os pés no chão. Se é bom, quanto pode ser bom? Quanto é viável esse

negócio? Qual que é a dose? Que tipo de objeções teria? Que tipo de utilização teria? Se de um lado você não está fazendo nada que deveria soar estranho, anormal, mirabolante, de outro lado, quando você vai fazer, você encontra pontos críticos, pontos de tensão. É isso que precisamos ressaltar.

O ideal, pensado por nós, no qual esperávamos que os estudantes envolvidos esboçassem níveis de percepção das experiências compartilhadas durante os encontros em Ilha Solteira que permitissem avançar para além do universo da educação científica deu respostas que nos causaram diferentes inquietações. Se, de um lado, os alunos não se apropriaram de muitas das interfaces postas à análise durante os encontros, de outro, as ligações amadurecidas por eles revelam-nos importantes elos para repensarmos nossa ação enquanto pesquisador. Nos trabalhos desenvolvidos, não encontramos discursos problematizadores que envolvessem indústria cultural, cultura de massa, massificação da arte, instrumentos musicais populares próprios de determinadas culturas, acústica musical, neurofisiologia da audição, dentre outras. Embora tenhamos apresentado elementos que permearam diversas dimensões no estudo interdisciplinar em acústica, notamos uma grande ênfase, a partir da análise dos trabalhos escritos e das apresentações, nos conceitos da acústica física, incorporando a esses elementos dos estudos de paisagem sonora. A tabela treze sintetiza o cruzamento das informações sobre as interfaces conceituais e dimensões interdisciplinares presentes nos trabalhos desenvolvidos pelos grupos.

Tabela 13: interdisciplinaridade presente nos trabalhos dos grupos

DIMENSÕES INTERDISCIPLINARES	GRUPOS			
	1	2	3	4
Análise física dos objetos sonoros	x	x	x	x
Argumentação em torno da acústica musical		x		x
Análise neurofisiologia da audição e da percepção do som				
Ligações com a história da acústica				
Reflexões em torno da relação entre capitalismo e indústria cultural				
Incorporação de elementos da musicologia e etnomusicologia				
Ligações com elementos culturais e sócio-históricos	x		x	x
Utilização de programa de edição de áudio	x	x	x	x
Argumentação em torno da relação entre capitalismo, tecnologia e paisagens sonoras	x	x		
Utilização dos conceitos relativos aos estudos de paisagens sonoras	x	x	x	x

Como é possível perceber na citada tabela, os estudantes avançaram, a partir do universo científico, conhecido e confortável, até onde sentiram segurança para seguirem em frente. O ‘que fazer dialógico’ vislumbra problematizar a realidade em análise, trazendo à

tona as contradições, mostrando-a como problema a exigir resposta na práxis de sua superação. Superar o 'ser menos' de um ensino instrumental, desvinculado da história e distante das respostas a tais contradições exige que, ao invés de expor nossa visão de mundo, devamos entender a deles, seus pensamentos transpostos em linguagem ao se referirem à realidade. Referir-se esse que os revela enquanto seres históricos, culturais. No sentido freireano, já não interessa investigá-los enquanto peças anatômicas, mas seres inseridos em seus contextos de busca, de inquietação. É aí que se encontram envolvidos seus temas geradores. O homem, como ser histórico, consegue separar-se de sua realidade e problematizá-la a um nível de consciência que é variável. Ao problematizá-la, a refaz, modificando-a e a si mesmo. Ao mesmo tempo, como ser consciente, vive uma relação dialética entre os condicionamentos e sua liberdade, na qual ocorrem barreiras que precisam ser vencidas. A essas barreiras Freire chama de "situações-limites". Nesse sentido, o problematizar sua condição enquanto professor de física que é instigado a reconstruir sua visão com respeito ao objetivo da educação científica e, ao mesmo tempo, a articulação de suas leis e conceitos em direção a construção de uma relação dialética com a cultura parece ser o grande enfoque que tentamos valorizar na experiência de Ilha Solteira.

Muito embora tenha ficado evidente, a partir da análise dos trabalhos e discussões que tomaram lugar nos encontros, um alargamento conceitual nos discursos dos estudantes, distanciou-se um pouco do ideal de uma ação que resgatasse o potencial da acústica enquanto linguagem a contribuir na formação de cidadãos auditivamente conscientes do cuidar das paisagens sonoras. Muito embora os conceitos da acústica tenham aparecido em todos os trabalhos, gestaram-se apenas enquanto suporte na análise dos objetos sonoros, quase como um apêndice. Talvez um maior sentido integrador pudesse ter sido alcançado se tivéssemos uma maior clareza, à época, do exercício de pensar as experiências vivenciadas em torno do 'que fazer' enquanto professores de ciências. Na busca do 'ser mais', poderíamos ter buscado repensar a educação científica, buscando deslocá-la desse modo instrumental, em direção a um modo integrador, enquanto linguagem a contribuir nesta análise 'lato' das diversas paisagens postas em cena. Foi quase que uma tônica, nos quatro trabalhos realizados, o sentido retórico que se encerrou na análise física dos objetos sonoros, quando, numa perspectiva dialógica, deveríamos vislumbrar a troca de sentidos, emprestando à formação de consciências auditivas o objetivo fim. Contudo, fica-nos a esperança de que, talvez, se tivéssemos invertido a sequência do curso, colocando como atividade primeira a proposta do trabalho de análise de uma paisagem sonora e, na medida em que as necessidades formativas

fossem aparecendo, as interfaces fossem entrando em cena, poderíamos ter alçado um voo de maior fôlego.

Alguns fatores julgamos terem contribuído para que não alcançássemos esse ideal. Primeiro, o fato de não termos construído um eixo norteador, um objetivo claro a ser seguido, parece ter criado certa atmosfera de diversidade que, dada a falta de maturidade dos alunos e, em certa medida, nossa também, tenha causado certa insegurança. O amálgama de temas e interfaces postas à análise, com uma diversidade enorme de conceitos a quererem conversar com o mundo conhecido da acústica não deu chances para que eles pudessem amadurecer. As situações-limites surgidas podem ter, por isso, causado o medo que os impulsionou a não seguirem em frente. Se, de um lado, demos grande ênfase ao constante exercício de unir acústica, paisagens sonoras e cultura, de outro, pouco investimos na problematização de suas condições enquanto professores de física que estavam ali refletindo sobre como o ensino de ciências poderia contribuir na valorização do ser cultural, na valorização das experiências sonoras dos estudantes, na formação de consciências auditivas críticas.

Um segundo aspecto que nos serviu muito de aprendizado veio da constatação de que muitas das atividades realizadas em sala de aula não nasceram das expectativas dos envolvidos. Nesse sentido, não podiam gerar necessidades formativas por meio das quais os alunos sentissem necessidade de incorporá-las em seus discursos, tornando as 'situações-limites' 'percebidos-destacados' a serem enfrentados e superados. Contudo, os trabalhos desenvolvidos pelos grupos carregaram elementos autênticos de experiências próprias do envolvidos, havendo valorização dos conceitos de Schafer e de alguns elementos culturais. Deram mostra do potencial integrador das paisagens sonoras enquanto tema transversal. Nas análises, concorreram conceitos físicos, schafarianos e leituras culturais da relação dos envolvidos com a paisagem analisada. Desse ponto em diante, faltou-nos um elo que pudesse levar à reflexão em torno do 'que fazer pedagógico', valorizando a experiência vivenciada, reconstruindo-a enquanto um projeto educacional voltado para o exercício de liberdade, onde o ensino de ciências e matemática tivesse muito a contribuir. Tal elemento motivador para busca do 'ser mais' teve sua completude na experiência de Barra do Bugres, onde a educação sonora como prática de liberdade trouxe esse elemento que nos faltou para conduzir reflexões de reconstrução das atividades desenvolvidas. Nesse viés esperançoso de que o primeiro passo foi dado, faltou-nos o amadurecimento para pensar na continuidade de um possível convite à problematização das experiências expostas nos trabalhos desenvolvidos pelos grupos.

Alicerçados nesse sentido integrador da educação sonora, surgiria, pelo menos, uma pergunta: a partir do 'percebido-destacado' evidenciado na análise feita, que próximo passo

poderia ser dado em direção a pensar soluções para os problemas apontados? Nesse viés, talvez muito dos aportes postos à análise durante o curso, sem nenhum vínculo com as experiências culturais dos envolvidos, pudessem ser reconstruídos e, talvez a partir daí, gerassem necessidade autênticas de aprendizagem.

Não vemos, contudo que a experiência foi negativa. Não podemos negar que a experiência vivenciada por cada um deles transportou-os para outra condição de olhar a potencialidade da educação científica, valorizando a inserção do sujeito histórico, dos marcos presentes nas paisagens de suas convivências e dos elementos culturais próprios das paisagens sonoras analisadas. Se não conseguimos ir tão longe na continuidade foi porque nos faltou o amadurecimento necessário, a sensibilidade em sentir o momento da inserção dos diversos elementos trazidos para os encontros. Os estudantes avançaram em direção à construção de discursos nos quais incorporaram interessantes elos entre aquele mundo conhecido da acústica e o novo dos estudos de paisagens sonoras. Em todos os quatro trabalhos, encontramos muitos possíveis temas-problemas a serem revisitados. Muito embora não tenhamos avançado nesse sentido, a experiência vivenciada deu mostras do enorme potencial integrador dos estudos de paisagens sonoras, como meio de desvelar as múltiplas faces de nossa realidade social, econômica. A mais-valia materializa-se quando a educação não se revela como uma ação cultural para a liberdade. O que o aluno aprende na escola não produz o sentido mais esperado por Freire, que é a possibilidade de emancipação, ao perceber-se enquanto cidadão imerso num mundo que precisa ser problematizado e entendido.

O diálogo da educação científica com as dimensões social, política e econômica, gestado nos quatro trabalhos, poderia ter sido rebuscado, vislumbrando o sentido integrador das paisagens analisadas. Contudo, faltou-nos a materialização de um fim educacional que pudesse falar mais do crescimento do sujeito enquanto cidadão. Não perdendo de vista o sentido integrador da educação sonora, como disse a estudante 3, que nossas experiências sonoras possam ser analisadas “de uma forma mais ampla de conhecimento para que se tenha um ouvido crítico”, devemos vislumbrar a busca de um objetivo educacional em que o sujeito histórico seja valorizado em nossa prática docente.

Esse reflexão em torno do sentido da educação científica numa perspectiva freirenana esteve presente no final de todas as quatro apresentações. Nos debates, embora tenhamos dado, em algum momento, um fechamento, pois tínhamos a limitação de tempo que precisaria ser respeitada, o ambiente de interesse em torno dos temas polêmicos levantados mostrou que os debates estariam longe de terminar, caso não tivéssemos esse compromisso. Desse momento, ficou-nos a certeza de que há uma grande diferença entre as atividades

desenvolvidas durante as duas primeiras partes da disciplina e esta terceira. Aqui, os elementos de autonomia estiveram presentes e a dialogicidade nasceu dentro de necessidades autênticas de investigação, a partir de temas trazidos por eles. Nos dois primeiros encontros, a maior parte das interfaces apresentadas por nós não contribuiu para a construção da dialogicidade por meio da qual pudéssemos pensar na continuidade, na inserção de novos elementos.

A figura sete, mostrada na seção 2.3, revela-nos o imbricado e multidimensional mundo no qual o estudo das vibrações e, em particular, o estudo do som, estão presentes. Além disto, aponta inúmeras transversalidades que podem materializar-se em possíveis temas transversais a constituírem temas geradores de atividades dialógicas no ensino interdisciplinar de acústica. Como a figura sugere, tais possibilidades abarcam as ciências da terra, ciências biológicas, engenharia e arte. Contudo, a viabilidade destas atividades, dada a significação atribuída por alunos ou professores, deve ser guiada pelas expectativas desses e não pela ‘vontade’ do pesquisador. De fato, muitas destas possibilidades podem parecer-nos interessantes e motivadoras na construção de um discurso interdisciplinar, mas podem mostrar-se inócuas numa atividade em sala de aula. Para isto acontecer, basta que estejam de algum modo distantes das vivências dos participantes, sejam esses professores, licenciandos ou alunos do ensino médio. É precisamente nesse sentido que Freire advoga a importância de conhecer a realidade dos envolvidos, de analisar continuamente as atividades dialógicas, reorganizar, redirecionar os temas e conteúdos a fim de adequá-los às suas expectativas. Não basta que vislumbremos potencialidades nas diversas interfaces que podem ser construídas em ciência e cultura do som. É preciso que sejam percebidas como tais pelos educandos-educadores, que estejam dentro do seu universo cultural. Nesse sentido, parece-nos bom começo o exercício de tentar conhecer os níveis de percepção que podem ser construídos no processo de problematização da realidade, tendo, por parte do educador-educando, o conhecimento apriorístico de seus elementos e contradições para, a partir desses, iniciar as propostas dialógicas. Por outro lado, identificar, nas diversas atividades problematizadoras, os momentos de autonomia alcançados pelos envolvidos.

Na experiência vivenciada em Ilha Solteira, desenvolvemos um conjunto de atividades que podem ser classificadas segundo a diversidade de conceitos disciplinares envolvidos e ainda segundo as suas proximidades com a acústica física. Muito embora os estudos de paisagens sonoras encontrassem-se no centro de nossa investigação, nas mais diversas interfaces que foram postas ao debate, admitimos a necessidade da análise anterior de situações menos complexas e que envolviam apenas conceitos mais próximos das ciências

físicas. Nesse sentido, algumas atividades diziam respeito apenas a ligações entre física, matemática e música, como os tubos sonoros, o oscilador de Melde e a análise dos padrões de vibração de instrumentos musicais. Nestas atividades, não havia a intenção direta de tratar de temas culturais historicamente contextualizados, mas apenas de promover debates em torno de um discurso unificador na análise de objetos sonoros. Noutra dimensão mais complexa, propusemos a análise crítica de paisagens sonoras, na busca da inserção da culturalidade no ensino das ciências, contextualizada, quando possível, em suas dimensões histórico-social, político-econômica, antropológica, etc. Nesse nível, imbuídos da expectativa de que os discursos disciplinares pudessem concorrer com as outras leituras na construção de um discurso unificador ou, ao menos, interdisciplinar, realizamos diversas incursões dialogando com ciência, música, cultura do som, indústria cultural, etnomusicologia, história da acústica e história da música. Nesta primeira experiência, assumimos a expectativa de que o caminho era por à discussão o maior número possível de paisagens sonoras, nas quais os diversos mundos pudessem concorrer, no sentido de trazer para os encontros inúmeras possibilidades de análise das paisagens sonoras.

Dentre os aprendizados extraídos desta primeira experiência, tomada como estudo-piloto e vivenciada, como dito acima, com o grupo de alunos da licenciatura em Física de Ilha Solteira, queríamos destacar aqueles que nos serviram para pensar, reestruturar o curso para a segunda ação de pesquisa, conforme delineado a seguir.

i. Durante os debates que tomaram lugar nas primeira e segunda parte da disciplina, ficou patente a dificuldade apresentadas por parte relevante dos estudantes quando os conceitos da acústica musical entravam em cena, muito embora, no decorrer do curso, as ligações desses conceitos com o universo conhecido da acústica física facilitou a incorporação das representações mais comumente utilizadas. A partir desta lição, veio-nos a ideia de trabalhar paisagens sonoras, partindo das representações trazidas por eles, para caminhar em direção às conceituações disciplinares e, destas, em direção aos estudos de paisagem sonora. Se, de um lado, os trabalhos desenvolvidos em grupo pelos participantes deram mostra da riqueza dos estudos de paisagem sonora enquanto perspectiva de transversalidade na educação científica, de outro, pouco contribuiu para a inserção cultural dos participantes, no sentido de denunciar suas visões de mundo, seus seres culturais. Muito embora a proposta de desenvolvimento dos trabalhos em grupo tenha permitido certo grau de autonomia, bem como gerado necessidades formativas que, nalgumas vezes, os lançaram para fora do mundo disciplinar das ciências, ao encontro da arte e do som em sua dimensão cultural, o curso, em si, não revelou o mesmo

grau de interesse e participação que se deu na experiência de Barra do Bugres. Muitos dos conceitos e ferramentas apresentados e utilizados durante as aulas não apareceram nas análises das paisagens sonoras escolhidas pelos estudantes. Nesse sentido, parece que o ‘que fazer’ dialógico-problematizador não foi promovido plenamente nas atividades em sala de aula, muito embora os trabalhos apresentem elementos potencialmente significativos para a materialização da ação-reflexão-ação.

ii. Determinadas incursões realizadas no primeiro curso que tinham por objetivo a análise de temas mais complexos, na perspectiva de professores de física, como análise harmônica, indústria cultural, psicofísica, musicologia, antropologia musical e história da acústica foram postas em suspensão no planejamento do segundo curso, mas não descartadas. Assumimos, então, a diligência de, havendo momento oportuno, por à análise algum tema ou tarefa que dissesse respeito a estas questões, a fim de possibilitar reflexões. Da análise da primeira ação de pesquisa, ficou-nos, de certo modo, a impressão de que algumas ligações entre ciência e cultura que guardavam maior grau de distância com relação à linguagem científica não foram incorporadas nos discursos presentes nas análises das paisagens sonoras desenvolvidas pelos estudantes. Muito embora o ideal de que estes desafios fossem ‘enfrentados’, tomados, cada um como um ‘inédito-viável’ a ser superado, não tenha sido alcançado em alguns dos temas problematizados, houve ganhos expressivos na articulação entre discurso científico e culturalidade na formação de cidadãos preocupados com o ambiente sonoro.

iii. Na análise dos trabalhos desenvolvidos pelos estudantes e apresentados na terceira parte da disciplina, no âmbito das paisagens sonoras por eles analisadas, notamos que as interfaces construídas estavam sempre relacionadas aos conceitos físicos e, a partir desses, em direção à incorporação de outras linguagens, mas sempre estando esses em destaque. A análise dos objetos sonoros subjacentes às paisagens sonoras analisadas esteve presente em todos os trabalhos. Nesse cenário, pareceu-nos também bastante pertinente desenvolver um discurso que pudesse iniciar, sempre que possível, no universo das experiências familiares dos envolvidos, sejam estas teóricas ou experimentais. De fato, a recorrente utilização da análise sonográfica dos objetos sonoros de Schafer aponta para a familiaridade de tal ferramenta com o universo conhecido dos conceitos científicos. Tal análise já se constitui em si mesma um avanço em comparação com o modelo de ensino de ciências criticado no capítulo 1, ao permitirem a articulação em ciência e os estudos de paisagens sonoras, crescimento indubitavelmente alcançado pelos estudantes. Contudo, parece-nos ter faltado a sensibilidade

para materializar, a partir de tais análises, reflexões sobre as ações desenvolvidas, o que poderia gerar elementos por meio dos quais pudéssemos planejar a introdução de outros elementos reveladores da transversalidade dos estudos de paisagens sonoras enquanto tema gerador na educação para o ‘cuidar’ do ambiente sonoro.

iv. O fato de termos apresentado diversas paisagens sonoras, abordando interfaces das mais diversas, não contribuiu para a construção de um eixo no qual se pudesse juntar diversas linguagens em torno de uma paisagem sonora comum. Ao expandirmos o universo de paisagens sonoras, o curso ficou naturalmente enriquecido. Contudo, a diversidade não possibilitou um eixo integrador, o que, de certa forma, causou certa insegurança nos licenciandos quando da análise das paisagens sonoras por eles escolhidas. Talvez o afã de trazermos para a sala de aula a beleza do imenso universo da cultura do som e da música e suas leituras a partir dos diversos universos disciplinares possa ter causado certo ‘medo’ do, muito embora belo, desconhecido. Não podemos esperar que, num ‘passe de mágica’, os alunos possam sair do universo disciplinar da física e lançarem-se numa aventura de alçar ligações em estudos de paisagens sonoras nas quais subjazam análises disciplinares tão aparentemente díspares com apenas algumas poucos encontros como os que ocorreram em Ilha Solteira. Contudo, os estudos de paisagem sonora por eles empreendidos e apresentados na terceira parte do curso dão mostra de que, a partir da acústica física, que eles já conhecem formalmente, e de suas expectativas enquanto experimentadores, aos quais foram apresentados conceitos e elementos de outros mundos disciplinares, dentre esses, aqueles de Schafer, a experiência foi deveras válida, o que pode ser aquilatado pelas ligações presentes nos discursos apresentados nos trabalhos entregues por eles.

4. Das paisagens sonoras à educação sonora: os teatros sonoros em Barra do Bugres

4.1. Planejamento do curso

Como forma de possibilitarmos maior visibilidade ao ‘estar sendo’ freireano, vislumbramos eleger, muito embora ainda *a priori*, para a segunda ação de pesquisa, um eixo integrador por meio do qual possamos planejar a ação a ser desenvolvida, sem, contudo, perder de vista o pleno exercício de autonomia por parte dos envolvidos.

A possibilidade de lidar com ligações entre educação científica e os estudos de paisagem sonora num modo que não dificultasse a inserção dos indivíduos enquanto seres culturais passou a ser o tema-problema a ser perseguido por nós na segunda fase da pesquisa. Nesse sentido, iniciamos a busca de novas possibilidades para a articulação de um discurso integrador entre educação científica e os estudos de paisagem sonora, que pudessem contribuir para o planejamento da segunda ação de pesquisa, desenvolvida juntamente com licenciandos em matemática da Universidade Estadual do Mato Grosso - UNEMAT, do campus de Barra do Bugres/MT. Considerando a dificuldade relatada na análise da primeira ação de pesquisa, na qual ficou evidenciada, por parte dos licenciandos, a dificuldade em lidar com conceitos da acústica musical, dentre outros, encontramos um interessante livro de Schafer, voltado para a educação para a escuta, composto de exercícios de tal maneira simples que talvez não dificultassem a comunicação entre os envolvidos. Atividades que, numa perspectiva freireana, pudessem valorizar a autonomia dos estudantes. Tal referencial, intitulado “Educação sonora: 100 exercícios de escuta e criação de sons” (SCHAFER, 2009), nos valeu muito no sentido de pensar novos caminhos, novas possibilidades. A essência do livro é o aprendizado da escuta, a sensibilização para a audição dos sons que nos rodeiam. É a materialização, em termos de uma metodologia, da limpeza de ouvidos. É o exercício da escuta pensante colocado em prática em seus preceitos.

A educação sonora, muito embora não se constitua ainda num campo de estudos bem referenciado, conceituado academicamente, tem sido, nos últimos tempos, objeto de pesquisa por parte de diversos educadores musicais. Nela, encontramos uma perspectiva integradora para o som enquanto ciência e cultura, voltada para a formação de cidadãos conscientes do valor da preservação da qualidade acústica dos ambientes em que vivem. Tendo sua origem nos estudos de paisagens sonoras de Schafer, a educação sonora permite transpor para o

universo da educação a sua preocupação original com a paisagem sonora e sua evolução ao longo da história.

É uma unanimidade entre os pesquisadores da área que a qualidade sonora do ambiente em que vivemos influencia decisivamente a nossa qualidade de vida. Um ambiente ruidoso, repleto de sons indesejáveis pode aumentar consideravelmente o risco de doenças, o estresse, bem como diminuir a capacidade de desenvolvimento humano e social. A preocupação de Schafer em alertar as pessoas para as alterações das paisagens sonoras modernas, rurais e urbanas, encontrou na educação sonora uma possibilidade emancipatória para o cidadão. Mas por que a educação sonora é importante e em que a educação científica pode contribuir nesse sentido? Com respeito ao primeiro desses questionamentos, relacionaríamos, pelo menos, dois motivos que guardam grande sintonia com o pensamento freireano: o primeiro reside na possibilidade de desenvolvimento de uma escuta pensante acerca da paisagem sonora e o segundo, fruto desse primeiro, a formação de cidadãos capazes de intervirem, baseados nesta escuta pensante, na melhoria das paisagens sonoras em que vivem. Quanto ao segundo questionamento, vislumbramos que a ciência pode ampliar as possibilidades de análise das paisagens sonoras, emprestando a dimensão quantitativa e a razão de suas leis a esta análise. Nesse sentido, entendemos que o cuidado com a qualidade do ambiente sonoro deve ser responsabilidade de todos e a perspectiva de educação sonora para esse fim deve, igualmente, ser compartilhada por todos os professores. Além disso, a educação sonora, resguardada por sua potencialidade integradora, pode ser tomada enquanto tema transversal num projeto pedagógico a ser levado a cabo numa escola, ampliando as possibilidades do ensino de física e matemática e aproximando ciência e cultura na análise dos problemas da ecologia acústica. É precisamente enquanto linguagens a contribuir na formação de cidadãos auditivamente sensíveis aos problemas da paisagem sonora que pode se inserir nossa pesquisa. A utilização da moderna tecnologia do áudio digital, dos aparatos experimentais, bem como da diversidade conceitual com que se pode analisar a ecologia acústica, podem tomar nova dimensão por meio da valorização da educação sonora enquanto tema integrador, abrindo novas perspectivas na articulação entre ciência e cultura. A educação sonora vai permitir enxergar os estudos de paisagens sonoras numa dimensão pedagógica que pode se estender além dos contextos e preocupações que conduziram a primeira ação de pesquisa em Ilha Solteira.

Com respeito à educação sonora tomada enquanto tema integrador a permitir transversalidades dentro de um projeto mais amplo de educação ecológica sonora, Schafer deixa claro que suas preocupações transpassam a educação musical, defendendo-a enquanto

responsabilidade não apenas dos educadores musicais. Nesse sentido, o peso da educação científica enquanto contributo na formação de consciências auditivas pode trazer à tona dimensões reflexivas que vão além daquelas advogadas pelos educadores musicais. Permitiria a análise dimensional de problemas da paisagem sonora, bem como de forma mais incisiva, os riscos de ambientes ruidosos, agregando o peso da análise quantitativa do risco à saúde física e mental. É nesse viés que pensamos e conduzimos a segunda ação de pesquisa. Em nenhum momento pensamos em abandonar os recursos utilizados em Ilha Solteira. O sensível avanço da pesquisa deu-se não na substituição de tais aportes por outros, mas no mirar um eixo integrador que se tornou possível por meio da educação sonora.

Os cem exercícios do citado livro podem ser classificados em três grupos. No primeiro estão aqueles cujo objetivo é trabalhar a percepção auditiva e a imaginação. Noutro grupo estão os que buscam investigar a produção dos sons. No terceiro grupo, aqueles que centram a atenção nos sons da sociedade e em formas de melhorar seus ambientes acústicos, planejando torná-los mais agradáveis e saudáveis. É possível enxergar a busca de uma educação auditiva que não se encerra em si mesma, mas como meio de alcançar a educação política. Não consiste apenas na educação, mas nesta para promover mudança, para um agir pela melhoria da qualidade de vida da comunidade. Os estudos de paisagens sonoras articulam, na maioria das vezes, conhecimentos de diversas disciplinas em torno do desvelar os problemas da paisagem sonora, identificando elementos nocivos presentes no ambiente acústico. Tais estudos, muito embora distantes da realidade educacional e, mais ainda, da realidade educacional brasileira, revelam contradições da sociedade capitalista tecnicista que precisam ser problematizadas. A análise histórica da ecologia acústica pode desvelar contradições presentes na relação do homem com o som, onde estão presentes tanto o significado cultural, quanto os processos de aculturação impostos pela globalização. Daí nossa preocupação em transpor esses conhecimentos para dentro da escola. Para Schafer, a educação sonora começa na sensibilização das pessoas para as paisagens sonoras que as rodeiam. É preciso levar os indivíduos a pensarem a respeito do que ouvem, transformando a audição passiva num modo crítico de ler o mundo. Para que esse desvelar tome lugar num modo dialógico, é preciso abrir espaço para a autonomia no 'que fazer' dialógico.

É interessante registrar que mesmo não possuindo um eixo dialético crítico, a contribuição de Schafer muito se afina com a proposta da educação para a mudança presente no pensamento freireano. Em ambos os referenciais, conscientização significa um agir político em defesa da coletividade. A articulação das dimensões acima analisadas com os temas geradores freireanos levou-nos a pensar nas paisagens sonoras enquanto um tema

gerador que permitisse inserções no universo da cultura. Se na experiência de Ilha Solteira, o ‘estar sendo’ problematizador tenha sido, nalguma monta, sufocado pela falta de um eixo integrador, vislumbramos encontrar na educação sonora o elo que tenha nos faltado. A seguir, apresentamos resumo da proposta dos cem exercícios que compõem o livro.

Exercícios 1 a 4: percepção e classificação dos sons segundo critérios específicos.

- Exercício 1: escrever todos os sons que estão sendo ouvidos num determinado momento.
- Exercício 2: classificação segundo a fonte.
- Exercício 3: classificação segundo a intensidade.
- Exercício 4: classificação segundo o movimento.

Exercícios 5 a 13: percepção dos sons em movimento.

- Exercício 5: localização de um corpo físico em movimento na sala de aula.
- Exercício 6: observação da contração e da expansão da paisagem sonora numa esquina.
- Exercício 7: contagem do número de buzinas de carro durante dez minutos.
- Exercício 8: contagem de outros eventos sonoros, como freadas e motocicletas.
- Exercício 9: audição e diferenciação dos sons produzidos no caminhar de pessoas.
- Exercício 10: reprodução com a voz, em movimento, da altura de um som contínuo.
- Exercício 11: determinação de sons característicos de determinados estabelecimentos.
- Exercício 12: observação da diferença do som produzido quando se sobe e quando se desce escadas.
- Exercício 13: registro dos sons ouvidos durante o passeio de escuta de volta à sala de aula.

Exercícios 14 a 17: construção de um diário de sons para registro das impressões.

- Exercício 14: construção de um diário de sons para registro das impressões sonoras.
- Exercício 15: registro do primeiro som ouvido na manhã, do último da noite anterior, do mais forte e o mais bonito, ouvidos hoje.
- Exercício 16: registro e descrição da mais memorável experiência sonora vivida.
- Exercício 17: moratória à fala por horas e registro das impressões.

Exercícios 18 a 35: caracterizando sons e lugares.

- Exercício 18: reconhecimento de uma pessoa pelos sons que ela produz.
- Exercício 19: reconhecimento do próprio chaveiro.
- Exercício 20: discriminação de sons característicos dos sexos masculino e feminino.
- Exercício 21: registro, num parque ou jardim, de sons provindos de cada um dos quatro pontos cardeais.
- Exercício 22: descrição com os olhos vendados de um ambiente por meio da escuta de seus sons.
- Exercício 23: convite a um deficiente visual à discussão de como é possível guiar-se por meio de pistas acústicas.
- Exercício 24: exemplificação de sons provindos de lugares escondidos.
- Exercício 25: exemplificação de sons provindos de lugares escondidos do próprio corpo.
- Exercício 26: exemplificação de sons atraentes de fontes visualmente desinteressantes.
- Exercício 27: exemplificação de sons desinteressantes de fontes visualmente atraentes.

- Exercício 28: exemplificação de sons vindos de fontes tão distantes que não possam ser vistas.
- Exercício 29: exemplificação de sons agudos e estridentes produzidos por objetos grandes e pesados. Exemplificação de sons profundos e pesados produzidos por objetos pequenos e finos.
- Exercício 30: reprodução do som de uma pá cavando carvão, areia, cascalho e neve.
- Exercício 31: reprodução do som de uma folha de papel sendo amassada.
- Exercício 32: reprodução dos sons do arremesso da folha de papel amassada na parede.
- Exercício 33: listagem dos sons que poderiam ser encontrados num escritório, numa cozinha, num parque e num aeroporto.
- Exercício 34: imaginação do som característico de alguns eventos, como o crepitar de madeira incendiada, roda d'água girando lentamente, dentre outros.
- Exercício 35: relato de sonhos acústicos ocorridos com os participantes.

Exercícios 36 a 39: relato e análise de sons interessantes

- Exercício 36: execução e discussão em torno de sons interessantes trazidos pelos participantes.
- Exercício 37: execução e discussão em torno de sons de caráter específico trazidos pelos participantes.
- Exercício 38: descoberta de sons que melhor ilustrem palavras como esmurrar, mastigar, gargarejar, guinchar, gotejar, bater, enrugar e pular.
- Exercício 39: procura de um som que raspe no início e termine com uma campainha, um que seja surdo e grave e depois guincho agudo e um que, enquanto morre, eleva-se em altura.

Exercícios 40 a 42: comparando sons e imagens.

- Exercício 40: construção de desenhos que caracterizem sons enquanto são escutados.
- Exercício 41: atribuição de cores a alguns sons de sua coleção.
- Exercício 42: escolha de sons que combinem com determinadas formas.

Exercícios 43 a 61: imitando sons e criando palavras onomatopaicas.

- Exercício 43: composição, em grupo, dos sons de uma paisagem a partir da imitação vocal.
- Exercício 44: audição e discussão em torno das composições construídas pelos grupos.
- Exercício 45: audição e reprodução por um grupo da composição de outro grupo.
- Exercício 46: invenção de palavras que imitem o som de alguns objetos, como o sino, o espirro, etc.
- Exercício 47: invenção de palavras onomatopaicas para as gotas de chuva, o riacho, a cachoeira, o rio e a onda do mar.
- Exercício 48: listagem de palavras onomatopaicas do português para os sons de alguns animais.
- Exercício 49: construção, em grupo, de um conjunto de sinais sonoros por meio dos quais se possa comunicar ordens a serem executadas.
- Exercício 50: convite aos participantes a pronunciarem o nome de um determinado participante das maneiras mais variadas possíveis. Escolha da maneira mais imaginativa.
- Exercício 51: execução, por um dos componentes de cada grupo, do próprio nome, das mais diversas formas possíveis e posterior repetição pelo restante dos componentes.

- Exercício 52: convite aos participantes a ficarem atentos à audição do próprio riso quando esse ocorrer espontaneamente.
- Exercício 53: divisão da turma em quatro grupos de vozes onomatopaicas referentes a quatro animais. Em seguida, mistura e convite a reagruparem-se nos mesmos quatro grupos a partir da audição desses sons emitidos pelos participantes.
- Exercício 54: convite à imitação vocal de alguns sujeitos, como um ditador militar, uma pessoa de oitenta anos, etc.
- Exercício 55: convite à interpretação de um teto qualquer como se a voz fosse de uma linda flor, como se estivesse correndo, como se fosse um canhão, etc.
- Exercício 56: convite à audição e imitação de alguns sons.
- Exercício 57: convite à imitação da voz de outro participante e vice-versa.
- Exercício 58: convite a cada par de participantes a um bater palmas sempre da mesma forma e o outro a imitar o som o mais próximo possível.
- Exercício 59: convite a cada par de participantes trocar de sons, no qual cada indivíduo passa a reproduzir o som que estava sendo reproduzido pelo seu par.
- Exercício 60: convite a contar uma historia só com sons produzidos pela voz e outras partes do corpo.
- Exercício 61: convite à repetição durante um longo período de tempo de uma determinada palavra e registrar as impressões externadas por eles.

Exercícios 62 a 65: ilusões auditivas e paradoxos sonoros.

- Exercício 62: convite a relatar e refletir sobre ilusões auditivas que tenham experimentado.
- Exercício 63: convite a refletir sobre alguns paradoxos sonoros.
- Exercício 64: convite à construção de respostas para um conjunto de questões relativas ao som.
- Exercício 65: convite à identificação de lugares em que o ambiente modifica os sons de forma excepcional.

Exercícios 66 a 69: morfologia do som.

- Exercício 66: convite à gravação de um som qualquer com fidelidade.
- Exercício 67: gravação e registro historiográfico de um som que esteja desaparecendo da paisagem sonora.
- Exercício 68: convite à gravação de um conjunto de sons que sejam contrastantes sob algum critério previamente escolhido.
- Exercício 69: gravação de uma mesma voz falando o mesmo texto em vários ambientes diferentes. Gravação do som dos próprios passos em diversas superfícies diferentes.

Exercícios 70 a 73: silêncio.

- Exercício 70: convite à Definição do que é o silêncio.
- Sugestão: gravação e posterior escuta da sala de aula com os participantes em total silêncio.
- Exercício 71: convite à tentativa de levantar-se e sentar-se novamente sem produzir nenhum som.
- Exercício 72: convite a retirar a cadeira da sala e trazê-la de volta sem produzir nenhum som.
- Exercício 73: convite a passar uma folha de papel de mão em mão sem produzir nenhum som.

Exercício 74: produção de sons com um mesmo corpo físico.

- Exercício 74: convite à produção de diversos sons com uma mesma folha de papel.
- Sugestão: vibração de um cálice de vidro de várias formas possíveis.

Exercícios 75 a 77: memória auditiva.

- Exercício 75: memorização dos nomes de um conjunto de pessoas.
- Exercício 76: memorização de uma frase ou de um ritmo durante um determinado período de tempo.
- Exercício 77: memorização de um som musical durante um determinado período de tempo.

Exercícios 78 a 82: dinâmica da paisagem sonora.

- Exercício 78: listagem de sons que se ouvia na juventude e que não são mais ouvidos.
- Exercício 79: relatos de pessoas idosas sobre sons que não são mais ouvidos.
- Exercício 80: identificação de paisagens sonoras do passado em romances, pinturas, histórias e fotografias.
- Exercício 81: resgate dos primeiros sons da infância.
- Exercício 82: listagem de sons que entraram para a paisagem sonora durante os últimos dois anos.

Exercícios 83 a 86: poluição sonora.

- Exercício 83: levantamento da legislação antirruído.
- Sugestão: discussão em torno de quatro definições para som e ruído.
- Exercício 84: listagem dos sons que mais incomodam e comparação com as prescrições da legislação.
- Exercício 85: redação de um projeto de lei que contemple as opiniões contemporâneas.
- Exercício 86: levantamento na comunidade da ocorrência de sons que incomodam.

Exercício 87: marco sonoro.

- Exercício 87: levantamento dos marcos sonoros da comunidade e identificação de sua historiografia e origem cultura.

Exercícios 88 a 100: projeto paisagem sonora.

- Exercício 88: escolha de um som que realce o ambiente de sua própria casa.
- Exercício 89: eliminação de um som desagradável de sua própria casa.
- Exercício 90: acréscimo de um som agradável a si próprio, cujo objeto possa ser carregado.
- Exercício 91: subtração de um som desagradável de sua vida, seja no vocabulário, seja em outros sons que você produz.
- Exercício 92: levantamento das áreas agradáveis e desagradáveis de um parque.
- Exercício 93: determinação do número de ambientes acústicos do parque e planejamento de alterações que possam deixá-lo mais diverso.
- Exercício 94: planejamento e construção de uma escultura acústica que pudesse ressoar com algum dos ambientes acústicos desse parque.
- Exercício 95: planejamento de um parque modelo.

- Exercício 96: projeto de melhoria da paisagem sonora da própria rua.
- Exercício 97: projeto de restrição de determinados sons de sua rua a determinados horários do dia.
- Exercício 98: caça ao tesouro sonoro.
- Exercício 99: caminhada ao tesouro sonoro.
- Exercício 100: móbile sonoro.

A educação sonora não se constitui num processo localizado, confinado a um espaço-tempo definido, mas é algo que acontece ao longo da vida. Não é algo que foi em algum momento do passado, mas algo que está sempre sendo. Na perspectiva freireana, se deve vislumbrar a formação de consciências capazes de transformar o meio em que vivem. Tornar os ambientes acústicos mais aprazíveis, consistindo num processo cuja responsabilidade pertence a cada um dos professores. Para tanto, vislumbramos convidar os licenciandos ao constante exercício de refletirem sobre as potencialidades da matemática como disciplina a contribuir no processo de educação sonora. Ao invés de trilharmos um caminho retórico, que sintetizaríamos na pergunta “como ensinar matemática utilizando paisagens sonoras?”, assumimos o caminho inverso, traduzido pelo questionamento “de que forma a matemática pode contribuir na formação de consciências auditivas?”, alinhados com a tese que estamos investigando de que, baseados no assumir que a dialogidade freireana é o caminho por meio do qual seres conscientes, ‘estando sendo’ problematizadores do mundo, reconstroem-no e a si mesmos, assumimos, a priori, que as paisagens sonoras constituem um caminho de transversalidade que, nesse modo dialógico problematizador do mundo tecnológico e cultural, pode revelar temas geradores por meio dos quais os licenciandos podem construir elementos reveladores das potencialidades da ciência e da matemática como construtoras de autonomia e criticidade em torno da educação sonora. Nesta perspectiva, construímos a ementa abaixo descrita, que serviu de base para o desenvolvimento da segunda ação de pesquisa e ensino.

Dados do curso

Título: ciência e cultura do som e da música.

Carga horária: 24 horas, distribuídas em oito encontros.

Período: 18 a 21 de outubro de 2011.

Público alvo: licenciandos e professores de matemática.

Local: Universidade Estadual do Mato Grosso/UNEMAT (Campus de Barra do Bugres/MT).

1º Encontro: 18/10/2011, pela manhã, com duração de 2h.

- Apresentação do curso e dos participantes. Identificação da formação profissional de cada um, da atuação enquanto educador e das expectativas com respeito ao presente curso.

- Breve fala sobre a relação entre o curso e a pesquisa de doutorado.
- Papéis a serem desempenhados pelos participantes durante o curso.
- Convite à análise do som enquanto informação cultural, na construção de relações entre ciência e cultura numa perspectiva dialógica.
- Convite à construção de um diário de sons a ser entregue no final do curso.
- Dar visibilidades ao percurso que vai ser realizado no curso, evidenciando a reflexão nos exercícios de ida e vinda da cultura para a educação e, desta, de volta à cultura.
- Evidenciar os diversos recursos disponíveis para a construção de uma biblioteca de sons, como internet, discos, cds, dvds, fitas, filmes, shows, bem como gravações de paisagens sonoras realizadas pelos próprios participantes ou ainda, sintetização de sons por meio da utilização, em computador, de uma vastíssima gama de programas sintetizadores disponíveis para download na internet.
- Reflexão em torno de alguns conceitos básicos de música, como figuras e valores das notas musicais, altura e intensidade de um som e fórmulas de compasso.

2º Encontro: 18/10/2011, à tarde, com duração de 4h.

Tema: percepção e classificação de sons

- A importância da escuta na educação sonora voltada para a cidadania.
- Cultivando o hábito da escuta: Convite à listagem individual de todos os sons presentes na paisagem sonora da praça de convivência localizada ao lado da sala onde ocorreu o curso.
- Construção de uma lista única, baseada nas listas individuais.
- Identificação dos sons extremos em relação à intensidade, altura e duração.
- Classificação dos sons segundo o movimento em estacionário ou em movimento e segundo a fonte em natural, tecnológico ou humano.
- Medida do comprimento útil da sexta corda de um violão, tomando como base o rastilho, desde a pestana até o último traste.
- Tarefa 1: trazer para o próximo encontro uma descrição da mais memorável experiência sonora vivida.
- Tarefa 2: trazer para o próximo encontro um som que seja realmente interessante por qualquer motivo.
- Tarefa 3: trazer para o próximo encontro dois sons que sejam discrepantes sob qualquer critério à escolha do participante.

3º Encontro: 19/10/2011, pela manhã, com duração de 2h.

- Análise das medidas realizadas na corda do violão e dos cálculos da diferença e razão entre os valores subsequentes.
- Discussão em torno das experiências memoráveis trazidas pelos participantes.
- Apresentação individual dos sons interessantes escolhidos e discussão em torno da organização desses diversos sons a partir dos critérios comuns.
- Apresentação individual dos sons discrepantes escolhidos e discussão em torno da organização desses diversos sons a partir dos critérios comuns.
- Reflexão em torno dos conteúdos de ciências e matemática bem como das expressões culturais que podem ser trabalhados por meio destas atividades.

4º Encontro: 19/10/2011, à tarde, com duração de 4h.

Tema 1: Caracterização de sons e lugares.

Tema 2: Relato e discussão em torno de sons interessantes.

- Reconhecimento do sexo de alguns participantes pelo seu andar, pelo seu tossir e pelo seu assobiar.
- Reconhecimento de um objeto pessoal pelo som emitido por ele. Tais objetos podem ser chaveiros, colares, bolsas, etc.
- Identificação de um ambiente por meio da escuta de sua paisagem sonora.
- Identificação da audição direta ou indireta da voz de um participante pela sua escuta com os olhos fechados.
- Tarefa 4: propor o registro ou resgate de uma paisagem sonora característica de um ambiente à escolha de cada grupo, para ser posta à escuta do restante da turma, para que, a partir desta, se faça o exercício de identificação do ambiente característico.
- Tarefa 5: subtrair um som desagradável de sua vida, seja no vocabulário ou em outros sons que você produz.
- Tarefa 6: escolha de um som que realce o ambiente de sua própria casa. Eliminação de um som desagradável de sua própria casa.
- Tarefa 7: trazer para o próximo encontro um marco sonoro da cidade onde o mora.
- Tarefa 8: trazer para o próximo encontro um som que se ouvia na juventude e que não se ouve mais, uma paisagem sonora do passado extraída de um romance, de uma pintura, de uma história ou de uma fotografia, e um som que entrou para a paisagem sonora durante os últimos dois anos.

5º Encontro: 20/10/2011, pela manhã, com duração de 2h.

- Audição das paisagens sonoras trazidas pelos grupos e identificação dos ambientes característicos.
- Relato dos sons eliminados e acrescentados pelos participantes em suas casas e em si próprios.
- Reflexão em torno da intensidade sonora, exposição ao ruído e a equipamento que possam ser prejudiciais.
- Discutir as escalas de intensidade Db e DbA, gráficos.
- Reflexão em torno dos conteúdos de ciências e matemática bem como das expressões culturais que podem ser trabalhados por meio destas atividades.

6º Encontro: 20/10/2011, à tarde, com duração de 4h.

Tema: Morfologia do som.

- Discussão em torno de quatro definições para som e ruído.
- Convite à produção de diversos sons com uma mesma folha de papel. Gravação e classificação segundo o ataque, o corpo, o decaimento e os transientes do som.
- Convite à produção de diversos sons com um cálice de vidro. Gravação e classificação segundo o ataque, o corpo, o decaimento e os transientes do som.
- Classificação dos sons da tarefa 2 a partir do ataque, do corpo, do decaimento e dos transientes.
- Alencar sons que possam ser prejudiciais.
- Construção de um mapa sonográfico do campus da UNEMAT de Barra do Bugres.

- Tarefa 9: convite ao desenvolvimento, em grupos de quatro participantes, de uma história, por grupo, baseada numa memória sonora escolhida entre as relatadas pelos componentes de cada grupo. Tal atividade será a tarefa final, a ser apresentada por cada grupo no último encontro do curso. Nesse contexto, os participantes vão poder utilizar sons e palavras onomatopaicas, menos palavras. História curta, rica em sons. A plateia só vai escutar.

7º Encontro: 21/10/2011, pela manhã, com duração de 2h.

- Listagem dos marcos sonoros trazidos pelos participantes e discussão em torno da identificação de aspectos de sua historiografia e culturalidade.
- Listagem das paisagens sonoras do passado trazidas pelos participantes e discussão em torno da identificação de aspectos de sua historiografia e culturalidade.
- Classificação dos sons dos instrumentos musicais trazidos pelos participantes a partir das características de ataque, corpo, decaimento, transientes e tessitura.
- Reflexão em torno dos conteúdos de ciências e matemática bem como das expressões culturais que podem ser trabalhados por meio destas atividades.

8º Encontro: 21/10/2011, à tarde, com duração de 4h.

- Apresentação das histórias construídas em cima da memória auditiva escolhida.
- Reflexões acerca das experiências vivenciadas.
- Entrega dos diários sonoros.
- Levantamento das potencialidades descobertas para o ensino de ciências e matemática.
- Encerramento do curso.

Nesse planejamento, vislumbramos contemplar cinco eixos investigativos, sintetizados a seguir:

i. Desenvolvimento de que poderíamos chamar de um breve exercício de limpeza de ouvidos, por meio do qual levamos os participantes a experimentarem exercícios de percepção e classificação de sons, como meio de sensibilização para as paisagens sonoras que os rodeiam. Ao longo do curso, um conjunto de tarefas de percepção de sons foram desenvolvidas e outras propostas para os alunos realizarem entre um encontro e outro. Paralelamente, introduzimos alguns elementos por meio dos quais pudessem classificar os sons e caracterizá-los em suas dimensões geográfica, histórica, antropológica, científico-tecnológica, dentre outras.

ii. Debate em torno de alguns elementos da acústica física e da acústica musical e possíveis relações com a matemática. Nesse sentido, desenvolvemos algumas tarefas de reconhecimento dos algoritmos matemáticos presentes na análise e medição dos comprimentos úteis da escala do braço do violão, na construção da escala cromática de igual temperamento, nas escalas de intensidade Db e DbA e na análise das curvas de registro de diversos sons via programa de gravação e edição de áudio, em termos da análise dos objetos sonoros, em seus ataque, corpo, decaimento e transientes.

iii. Construção de um diário de sons a ser entregue no final do curso contendo todas as tarefas realizadas e a biblioteca de sons construída ao longo do curso.

iv. Construção de um mapa sonográfico do campus da UNEMAT em Barra do Bugres, medindo os níveis de intensidade sonora dos diversos locais, identificando os objetos causadores de insalubridade e as mudanças na paisagem sonora ao longo dos diversos locais do campus.

v. Desenvolvimento de um teatro sonoro baseado numa memória sonora escolhida entre as relatadas pelos componentes de cada grupo. Tal atividade consistiu na tarefa final, que foi apresentada por cada grupo no último encontro do curso. Nesse contexto, os participantes puderam utilizar sons e onomatopeias. Foi requisitado que a história nas se estendesse muito e que fosse rica em sons, no máximo que eles pudessem explorar.

As análises e diálogos que tomaram lugar em torno das paisagens sonoras por eles trazidas para os encontros deram mostra do potencial de tal recurso para uma educação integradora, numa perspectiva interdisciplinar, em torno da formação de indivíduos auditivamente mais conscientes do ambiente sonoro em que vivem. Nesse percurso, diversos conceitos matemáticos foram resgatados pelos participantes, sendo os quais identificados como auxiliares na reflexão em torno das atividades desenvolvidas, possibilitando, como veremos ao longo das análises, reflexões acerca da interpretação do fenômeno sonoro enquanto ciência e cultura, bem como reflexões sobre as falhas nas suas formações enquanto licenciandos em matemática, sem aparentes elos com a cultura dos povos.

Nas seções que se seguem, discorreremos sobre os aprendizados extraídos da análise desta experiência de ensino-aprendizagem, tanto sob a perspectiva do pesquisador-educador, enquanto sob a do educador-pesquisador. Enquanto sob a ótica da primeira estivemos atentos à dialogicidade, autonomia e criticidade construídas no processo. Sob a ótica da segunda perspectiva, resgatamos a adequação e potencialidade dos diversos instrumentos e conceitos utilizados, em direção à construção de uma experiência interdisciplinar em ciência, matemática e cultura do som e da música.

Para tanto, iniciaremos apresentando o leque de perspectivas construídas pelos participantes com respeito à experiência vivenciada, colhidas por meio de um questionário, aplicado individualmente, aproximadamente, um mês depois do encerramento do curso. Nas seções que se seguem, tais perspectivas são analisadas por meio dos diálogos que tomaram lugar durante o curso.

4.2. Perspectivas de análise presentes nos questionários

Durante todo o processo em que planejamos e realizamos a ação de pesquisa em Barra do Bugres, tivemos o apoio irrestrito da professora doutora Maria Elizabete Rambo Kochann, docente do Departamento de Matemática da UNEMAT. A professora Elizabete, além de intermediar todo o trâmite legal junto aos órgãos administrativos da UNEMAT, no intuito de oficializar o curso, pôs-se à disposição enquanto estivemos na citada universidade, emprestando todo o apoio necessário à consecução das atividades e, depois, quando necessitamos veicular os questionários.

O curso foi desenvolvido com dez licenciandos em matemática, uma professora de matemática, uma professora de línguas e uma professora de artes da rede estadual de ensino do estado do Mato Grosso. Tivemos ainda a participação de um músico que, ao longo dos encontros trouxe-nos importantes contribuições em música e instrumentos musicais. Contudo, por ter preferido apenas acompanhar as discussões, não entrou na análise.

Houve dezessete inscritos, sendo que dois desses não compareceram a nenhum dos oito encontros, um veio apenas ao primeiro e outro apenas aos dois primeiros. Esses quatro foram, então, descartados de nossa análise. A tabela catorze mostra a frequência dos treze participantes do curso. Observando que a menor frequência foi de 75%, a frequência média foi de 89,42% e, sabedores de que alguns desses licenciandos estiveram envolvidos tanto no projeto “Observatório da Educação”, quanto na semana de matemática, que ocorreu no turno da noite na mesma semana do nosso curso, podemos afirmar que houve expressivo interesse dos participantes.

Tabela 14: *frequência dos participantes da segunda ação de pesquisa.*

Participante	Frequência	Formação
Aluna 1	75 %	Licencianda em matemática
Aluno 2	87,5 %	Licenciando em matemática
Aluno 3	100 %	Licenciando em matemática
Aluna 4	75 %	Licencianda em matemática
Aluna 5	100 %	Licencianda em matemática
Aluna 6	100 %	Licencianda em matemática
Aluna 7	100 %	Licencianda em matemática
Aluno 8	100 %	Licenciando em matemática
Aluna 9	87,5 %	Professora de artes
Aluna 10	87,5 %	Licencianda em matemática
Aluna 11	100 %	Professora de matemática
Aluna 12	75 %	Licencianda em matemática
Aluna 13	75 %	Professora de línguas
FREQUÊNCIA MÉDIA	89,42 %	

No dia 17 de novembro de 2011, aproximadamente um mês depois do término do curso, enviamos para a professora Elizabete um questionário composto de sete perguntas a serem respondidas individualmente pelos participantes do curso. Demos esse lapso de tempo para que a experiência vivenciada no curso pudesse ser amadurecida por cada um deles. Nesse questionário, buscamos levantar elementos que pudessem identificar, além do significado que o curso teve para cada um, o nível de envolvimento com cada uma das atividades desenvolvidas. Em outro plano investigativo, buscamos identificar, de um lado, que potencialidades cada um deles percebeu, nas experiências vivenciadas, para o ensino de matemática e, de outro, em que o ensino da matemática pode contribuir para a educação sonora. Dos treze participantes, conseguimos recolher dez questionários, justamente dos dez licenciandos. O contato com as três professoras envolvidas tornou-se mais difícil depois do curso, pois estas não frequentam a universidade regularmente. Contudo, assumimos a amostra como bastante significativa para a análise.

QUESTIONÁRIO

- 1º) Pensando sobre as atividades que foram desenvolvidas no curso, gostaria que você apontasse a que mais o interessou e a que menos o interessou. Justifique as escolhas.
- 2º) Nas experiências vivenciadas durante o curso, que potencialidades você conseguiu identificar para o ensino de matemática?
- 3º) Muitas das atividades desenvolvidas nos três primeiros dias de curso foram relativas à educação sonora. Nesse sentido, em que o ensino de matemática poderia contribuir para a educação sonora dos estudantes?
- 4º) Refletindo sobre o teatro sonoro construído pelo grupo do qual você fez parte, que conceitos matemáticos poderiam ser trabalhados no teatro em questão? Identifique alguns e justifique o porquê.
- 5º) Em que o ensino de matemática poderia contribuir para a melhoria da paisagem sonora da UNEMAT de Barra do Bugres?
- 6º) De tudo que foi vivenciado no curso, gostaria que você identificasse algo que tenha sido uma grande novidade para você.
- 7º) Agora um desafio: gostaria que você sintetizasse em poucas palavras qual é, para você, a mais importante relação entre educação matemática e educação sonora.

Nas linhas que se seguem transcrevemos as repostas dadas por cada um dos participantes para as sete questões. Na sequência, sintetizamos e categorizamos tais repostas em sete tabelas. Tais dados ajudaram-nos, juntamente com as transcrições e diários de sons, nas análises realizadas nas seções seguintes.

RESPOSTAS

Aluna 1:

1º) Uma atividade que eu achei muito interessante foi a atividade na qual o professor pediu para que saíssemos da sala e observássemos os sons que tinha no ambiente. Com esta atividade pudemos perceber o quanto não prestamos atenção nos sons do nosso dia-a-dia, devido à correria do cotidiano.

2º) No estudo dos sons, quando classificamos os tipos de sons, pela intensidade entre outros fatores, pude perceber que se pode trabalhar física, estatística, se pode trabalhar as quatro operações, entre outros.

4º) O tempo de cada pessoa entrar em cena, poderia trabalhar o conceito de hora, minuto. Numeral como 1º, 2º, 3º acontecimento.

5º) Na melhoria da paisagem sonora, a matemática está diretamente ligada ao tamanho do ambiente, à altura, à quantidade de pessoas. Tudo isso influencia na acústica do ambiente e a análise se dá por meio do cálculo.

6º) Os aparelhos que medem frequência, intensidade, o aparato computacional, pois achei muito interessante ver como podemos mudar os sons, etc.

7º) O saber ouvir e assimilar os conteúdos matemáticos prestando atenção.

Aluno 2:

1º) A mais interessante para mim foi o teatro sonoro. Com ele foi possível perceber como os sons estão presentes em nossa vida e não nos damos conta. Não gostei da parte que ficou muito focada nas notas musicais.

2º) Podemos usar os sons e os instrumentos musicais para chamar mais a atenção do aluno, como, por exemplo, as medidas da corda do violão.

3º) A matemática está presente em tudo que nos cerca e com a audição não seria diferente. Um exemplo são as divisões das notas musicais, a matemática presente nos sons. O aluno aprende matemática e se interessa pelos sons.

4º) Noção de tempo e espaço. Para tudo sair mais parecido com o real, temos que operar a noção de tempo e espaço e isso, mesmo que inconsciente, trabalha o pensamento matemático.

5º) Um exemplo seria o estudo da acústica para anfiteatro, pois sabemos que para uma acústica boa, estão envolvidos vários cálculos.

6º) Com certeza ficou muito marcado o teatro sonoro.

7º) Seria a junção dos dois mundos. Podemos aprimorar nosso conhecimento sonoro e, ao mesmo tempo, estudar conteúdos matemáticos, como no exemplo já citado das medidas da corda do violão, no qual encontramos vários conteúdos matemáticos.

Aluno 3:

1º) A música foi a atividade que mais me interessou. A música nada mais é que a arte universal de combinar os sons. É a maneira de se expressar por meio de melodias. Aliás, a música é a primeira das sete artes universais. Desde seus primeiros passos, ela se valeu do desejo íntimo dos músicos de exportarem as suas faces interiores, como se nela o homem se revelasse por dentro. Tudo que podemos ouvir são sons; uma buzina, um grito, um trovão, uma madeira sendo arrastada, etc. Não teve a que menos me interessou.

2º) Quando você demonstrou os cálculos para entender a estrutura musical e comunicar novas maneiras de ouvir música. Por exemplo, valorizando os intervalos de quinta perfeita, bem como a utilização somente de números de 1 a 4 na obtenção das frações da corda para gerar as notas da escala..

6º) A relação música e matemática, a interação entre essas áreas torna-se fortemente manifesta a partir da necessidade de equacionar e solucionar problemas da consonância, no sentido de buscar fundamentos científicos capazes de justificar tal conceito e isto levou a aplicações musicais da teoria dos conjuntos, álgebra abstrata e teoria dos números. Os estudiosos da música também usaram a matemática para entender as escalas musicais, e alguns compositores incorporaram a proporção áurea e o número de Fibonacci em seus trabalhos.

Aluna 4:

1º) A atividade que mais me interessou foi o teatro de som, pois foi um momento em que tivemos que usar muito a imaginação para fazer com que quem estivesse do outro lado compreendesse sem ver o que se passava na história. A menos interessante foi a dinâmica de saber de onde vinha o som quando alguém falava, e daí tínhamos que apontar em qual direção ela estava. Pois acredito que o local onde as atividades foram realizadas facilitava esta percepção.

2º) Além de ser algo prazeroso, trabalhar com esse tema proporciona aos alunos momentos para que explorem sua criatividade, percebam o “mundo sonoro” que há a sua volta, e o melhor de tudo, aprendam se divertindo.

3º) Os alunos poderiam compreender qual a frequência e intensidade do som que estão ouvindo e decidirem se é bom ou não ficar exposto a tal ruído.

4º) Principalmente noções de tempo e espaço, já que a história feita por nós aborda a que distância o terceiro indivíduo está do local onde os porquinhos estão e quanto tempo levará para chegar.

5º) Principalmente para estudar estratégias que diminuam a poluição sonora.

6º) A relação da escala do violão com a progressão geométrica. Não fazia ideia de que havia isso nesse instrumento.

7º) Eu acredito que a educação matemática vai além de ensinar ao aluno contas e fórmulas, mas sim educá-lo com princípios da solidariedade, amor e respeito ao próximo. Além de tudo isso, educar o aluno por meio da matemática é dar a ele argumentos sólidos para que se organize e viva melhor no contexto o qual está inserido, podendo ter a certeza numérica de que qual a melhor decisão a ser tomada. Para mim esta é a grande relação entre a educação matemática e a sonora, já que na outra podemos educar para que o aluno perceba por meio dos sons que não está sozinho nesse planeta e por isso precisa respeitar o próximo e ainda, saber selecionar aquilo que mais lhe agrada e faz bem “aos seus ouvidos”.

Aluna 5:

1º) Achei todas as atividades interessantes, mas algumas são mais interessantes. Uma delas foi a última atividade, do teatro de som, que chamou muita atenção e nos leva a repensar como ouvimos as coisas, além de deixar claro que devemos também ouvir. Outra atividade que chamou minha atenção foi a de sair da sala para escutar os sons. Um momento de refletir e perceber o quanto nos desapercibemos com as coisas. Não muito interessante foi a atividade de medir a corda do violão. Creio que porque não consegui entender o objetivo da mesma.

2º) Trabalhar conteúdos como progressão geométrica e aritmética entre outros. Entretanto, com o decorrer do tempo, de acordo com os conteúdos trabalhados, podemos envolver os alunos utilizar a música como um instrumento forte na aprendizagem. Podemos também trabalhar função por meio da voz.

3º) Penso que o ponto mais forte seria o de sensibilizá-los a escutarem o próximo, a terem mais atenção nas aulas, a filtrarem o que eles escutam para que possam se transformar em bons cidadãos.

4º) Sinceramente não consigo me lembrar, mas o que mais me chamou atenção foi a percepção dos sons. Hoje não consigo recordar ou até mesmo associar conteúdos matemáticos.

5º) Quanto à altura, intensidade que as pessoas falam, a melhor familiarização com o meio em que vivemos e também a valorização do ambiente rico de natureza, de pássaros, flores... Enfim, poderia sim contribuir muito tanto materialmente como psicologicamente com a Universidade de Barra do Bugres.

6º) Os sons estão tão presentes em nossa Universidade mas não conseguimos percebê-los. Daí, aqui posso destacar a frase que foi dita no curso de que às vezes temos que parar para ouvir o barulho do silêncio.

7º) A possibilidade de educar o aluno para a sociedade por meio de duas ferramentas (ed. matemática e ed. sonora) extremamente importantes na vida de todo ser humano.

Aluna 6:

1º) O que mais me interessou foi a atividade do teatro porque instiga a concentração e a nossa curiosidade para saber o que estava sendo passado atrás da parede e o mais interessante era que tinha que fazer tudo sem falar.

2º) A potencialidade é a de ensinar razão por meio da música, com material alternativo tal como garrafa com medidas de água e estudar função com os sons dos instrumentos musicais.

3º) Poderia contribuir na percepção do estudante em relação aos sons que estão a sua volta, qual sua frequência, altura, etc.

4º) Trabalhar com os dias do ano. Por exemplo, quantos dias tem nove meses. Com esses dias pode se trabalhar horas também, que foi um conceito central na construção do teatro.

5º) Poderia refletir sobre o barulho do condicionador de ar que é um objeto indispensável em nosso cotidiano devido ao calor.

7º) Ao contrário do que eu pensava e muitos pensam, há relação entre matemática e música e um dos pontos mais importantes é trabalhar até que ponto o som é suave aos nossos ouvidos e a partir de que volume já prejudica.

Aluna 7:

1º) As que mais me interessaram foram as questões passadas para respondermos em casa, pois elas nos lembravam de ouvir, de perceber mais os sons produzidos a nossa volta, que muitas vezes não os percebemos. A que menos me interessou foi a do cálculo das frequências das teclas do piano, pois não vi como posso usar isso com os alunos.

2º) Uma das potencialidades é a pesquisa dos vários tipos de sons, pois a partir disso podemos desenvolver o ensino de estatística, ensino de frações, funções e várias outras coisas.

3º) A matemática poderia ajudar no sentido de organização dos sons como, por exemplo, na classificação dos tipos de sons, facilitando a visualização dos estudantes.

4º) Os conceitos matemáticos que poderíamos trabalhar seriam os intervalos de tempo entre um som e outro e, também, a frequência dos sons, observando os gráficos das funções formadas por eles.

5º) Uma boa forma da matemática contribuir para a paisagem sonora da UNEMAT seria por meio de uma pesquisa como aquela que realizamos durante o curso, pois, assim, poderíamos harmonizar os sons de acordo com o ambiente.

6º) Foi ver que, por meio daquele aparelho sonoro, nos sons que nossa voz produz existe a matemática. E isso era algo que eu nunca tinha imaginado que poderia acontecer. Ver uma função formada pelos sons da minha voz.

7º) Muitas vezes, na correria do dia-a-dia, passamos por várias coisas que emitem sons diferentes e não as percebemos. Então, por que não usá-las no ambiente de trabalho como uma ferramenta de trabalho? Desta forma, estaríamos unindo o útil ao agradável.

Aluno 8:

1º) Dentre as atividades desenvolvidas, a que mais me interessou foi o teatro sonoro, pois pude perceber que somente por meio de sons e da nossa imaginação podemos construir a história relatada sem precisar ver e ouvir as vozes, ocorrendo uma aprendizagem sonora. A que menos me interessou foi a atividade de observar os sons que estão ao nosso redor.

3º) Trabalhando com a modelagem matemática e levando o ensino da música com um contexto matemático, os alunos se sentiriam mais motivados, a aula tornaria interessante e a aprendizagem seria significativa.

4º) Pode ser trabalhada a questão do tempo, resistência de materiais, a intensidade sonora e duração.

5º) Após a atividade da intensidade sonora, pôde-se perceber que em alguns pontos da UNEMAT torna-se crítica a questão da intensidade. Por exemplo, os condicionadores de ar que atrapalham o ensino pois fazem muito barulho.

6º) Eu não tenho nenhum conhecimento sobre música. Agora posso dizer que já sei algo.

7º) Com a educação sonora na matemática, a aula torna-se mais divertida e interessante, pois a música faz parte do cotidiano do aluno e assim o ensino torna-se mais produtivo quando se tem a motivação do aluno.

Aluna 10:

1º) A que mais me interessou foi que por meio do som podemos saber qual a história sem poder vê-la, apenas prestando atenção. A que menos me interessou foi a parte do primeiro dia.

2º) Que por meio do som podemos identificar diferentes ciências relacionadas com o mesmo, como a matemática.

3º) Saber quais são os intervalos de uma nota para outra, que somando tem de dar a mesma quantia.

5º) Havendo uma relação de troca entre ambos onde poderia haver a melhoria dos mesmos.

6º) Que na música existe matemática e que esta pode ser encontrada em tudo ao nosso redor.

7º) Acredito que as duas estão ligadas, no sentido de uma contribuir com a outra.

Aluna 12:

1º) A atividade em que os grupos apresentaram o teatro sonoro, por que a partir daquele momento pude perceber a importância de escutar, ou melhor dizendo, a importância de parar e escutar e saber definir os sons e a partir dali imaginar as cenas. Muito interessante. A que eu menos gostei foi aquela quando os grupos saíram fazendo a medição sonora, pois não consegui, talvez por minha parte, absorver a ligação com a matemática.

2º) Som seria P.A., funções e P.G. No momento são as que me lembro.

3º) Penso que seria no sentido de aprender a escutar e identificar os sons.

4º) Grandezas e medidas.

5º) Se pegássemos os resultados da medição sonora e recalculássemos, talvez chegássemos a um consenso para diminuir os ruídos.

6º) Prestar atenção. Saber escutar sem ter o contato visual. Quando só temos o som, é mais difícil saber imaginar o que estamos ouvindo. Por isso a importância de saber escutar.

7º) Bom, por meio da educação sonora podemos demonstrar, por exemplo, as funções. Esse tipo de ligação deixa a aula mais descontraída e atrativa.

Muito embora os diálogos expressem mais fortemente a potencialidade das ações em direção à promoção de uma educação dialógica, os questionários deram também visibilidade, em alguma monta, de traços importantes na análise da ação de pesquisa realizada.

Num primeiro aspecto, os participantes demonstraram interesse em diversas atividades propostas e desenvolvidas no curso. As tabelas quinze a vinte e um sintetizam as informações a esse respeito, retiradas dos relatos.

Tabela 15: interesse dos participantes nas atividades.

Atividades mais interessantes	Relatos	Atividades menos interessantes	Relatos
Teatro sonoro	7	Relação entre matemática e música no violão e nas escalas musicais	4
Registro da paisagem sonora do pátio da UNEMAT	2	Registro da paisagem sonora do pátio da UNEMAT Percepção dos sons	1
Memória auditiva	1	Mapa sonográfico do Campus da UNEMAT	1
Relação entre matemática e música no violão e nas escalas musicais	1	Percepção da direção do som	1

Tabela 16: potencialidades para o ensino da matemática.

Conteúdos	Relatos
Função	4
Progressão geométrica e progressão aritmética	2
Estatística	2
Razão	2
Quatro operações	1
Intensidade	1
Medidas na corda do violão	1
Não identificou	2

Tabela 17: contribuições da matemática para a educação sonora.

Conteúdos	Relatos
Sensibilizar a escuta	2
Motivação mútua para a aprendizagem da matemática e do som	3
Contribuir na análise dos sons por meio de grandezas mensuráveis (altura, frequência, intensidade, valores das notas, intervalos das notas...)	5
Não identificou	1

Tabela 18: contribuições do teatro sonoro para o ensino da matemática.

Conteúdos	Relatos	Conteúdos	Relatos
Conceito de tempo e suas divisões	6	Intensidade sonora	1
Espaço	2	Grandezas e medidas	1
Percepção dos sons	1	Frequência do som	1
Numeral	1	Gráficos	1
Resistência dos materiais	1	Não respondeu	1

Tabela 19: contribuições da matemática para a paisagem sonora da UNEMAT.

Conteúdos	Relatos
Conscientização em torno da poluição sonora	6
Conscientização em torno da preservação dos sons naturais	1
Cálculo das dimensões dos ambientes e sua relação com a população	2
Não respondeu	1

Tabela 20: novidades trazidas pelo curso.

Conteúdos	Relatos
Conscientização em torno dos sons presentes à nossa volta	2
Programas para a medição da frequência e da intensidade do som	2
Função representativa do som da voz visualizada em programa editor de áudio	1
Teatro sonoro	1
Aprendizado de alguns conceitos de música	1
Relação entre a escala cromática e as progressões geométricas	1
Na música há matemática	1
Não respondeu	1

Tabela 21: síntese entre educação sonora e ensino de matemática.

Conteúdos	Relatos
Motivação e sensibilização para a aprendizagem da matemática	3
Quantificação da experiência sonora	3
Formação do cidadão	2
Há relação entre as duas	1

De acordo com as tabelas, a atividade apontada como mais interessante foi o teatro de sons, citado em sete dos onze relatos. Por outro lado, a atividade que despertou menor interesse foi a análise da relação entre matemática e música no violão e nas escalas musicais, citada em quatro dos sete relatos. Nas seções que se seguem são analisados os diálogos que tomaram lugar durante o curso, à luz das potencialidades das ações desenvolvidas. Ao longo desta análise, faremos exercícios de ida e vinda nas perspectivas apontadas pelo questionário, bem como nos diários de sons.

A fertilidade da construção dos diários de sons, ficou bastante evidenciada durante as atividades desenvolvidas em Barra do Bugres. O que, de início, pareceu apenas um registro de sons, foi transformando-se numa fonte bastante interessante da evolução da pesquisa sonora realizada ora individualmente, ora em grupo por cada participante. Muito embora não tenhamos amadurecido e problematizado os diários na profundidade que mereciam, deu mostras da potencialidade na construção da biblioteca de sons e ainda como fonte no planejamento de ações futuras.

4.3. Expectativas e compromissos construídos no primeiro encontro

O curso foi iniciado com uma breve apresentação feita pela Professora Maria Elizabete Rambo Kochhann, do Departamento de Matemática da UNEMAT e que intermediou todo o processo e que tornou possível a realização da pesquisa nesse local. Além disso, a professora esteve conosco ainda nos primeiros encontros, participando das atividades e discussões.

Elizabete: O professor Francisco Nairon da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Está dando-nos a honra de estar aqui conosco. Além de fazer parte de uma possibilidade formativa para todos nós, também faz parte da coleta de dados de uma parte de sua a pesquisa de doutorado, que investiga as formas como entendemos a questão da música enquanto tema transversal. Dentro da nossa concepção de como damos conta de trabalhar a música com o ensino e aprendizagem na disciplina de ciências e quando eu falo ciências está inclusa a educação física, está inclusa a educação matemática e todas as disciplinas. Professor Nairon foi professor da escola particular, Salesiano, Nóbrega e Objetivo. Depois foi para a universidade e já está há 12 anos como professor da universidade. Fez mestrado em ensino das ciências pela própria UFRPE e hoje é doutorando do programa de pós graduação da UNESP de Bauru e, por isso, vem aqui compartilhar seus conhecimentos conosco. O que gostaríamos de pedir é 100% da frequência de vocês porque, uma vez que faz parte da coleta de dados, cobramos a participação de todos e a pedido do professor, na quinta feira, quando for a palestra dele, vocês não deverão participar, o que poderia influenciar nos dados que vocês vão devolver para ele. Contudo, prometemos gravar a palestra e num outro momento vocês poderão assistir. Ficamos muito contentes com a disponibilidade de vocês. Sabemos que não é fácil. Tem mais pessoas que se comprometeram e que estão chegando hoje pela manhã, e que vão participar. Aproveitem o máximo desse professor que está aqui e que tem cabedal de conhecimento e experiência nesta área de ensino. Está com você a palavra, Nairon.

Nesta conversa inicial, buscamos falar um pouco sobre as expectativas enquanto pesquisador e professor, da beleza do tema em questão e, também, da nossa responsabilidade em deixar algo para eles e não apenas colher dados. Sentimo-nos na obrigação de possibilitar um crescimento pessoal, de levá-los a refletirem sobre suas práticas enquanto professores. Ao mesmo tempo em que buscamos abrir espaço para o ‘estar sendo’, para nascerem elementos de autonomia, cuidamos em não deixar morrer o lado de professor.

Pesquisador: eu não vou me demorar muito porque vocês já sabem da minha expectativa. Assim como vocês, eu sou professor, comprometido em buscar uma forma melhor de ensinar aquilo que eu ensino. Eu sou licenciado em física, em matemática também, embora eu tenha um contato maior com os estudantes de licenciatura em física. Lá na universidade, nós temos os dois cursos. Nós temos outros cursos de licenciatura. Eu tenho maior contato com a licenciatura em física porque fiz parte do departamento de física durante oito anos. Atualmente faço parte do departamento de educação. Fiz mestrado na área de educação em ciências e aí me aproximei mais de nossa realidade, de educador, de quando alguém vai em busca de compreender melhor essa relação, a sala

de aula, o grande desafio de ser mais útil para as pessoas. Essa problemática é muito extensa, multifacetada. Muitas são as vertentes por meio das quais se pode analisar a escola, o espaço social, nesse universo de preocupação que é próprio da pesquisa em educação em ciências, da pesquisa em educação de uma forma geral e, especificamente, da pesquisa em educação em ciências, em educação matemática, que é a realidade daqui de Barra do Bugres. Eu atualmente estou como estudante de doutorado, eu tenho aqui duas faces, duas máscaras, uma enquanto pesquisador e a outra enquanto professor, colega.

Nesta fala introdutória, buscamos conduzi-los para o universo investigativo do som, mencionando alguns exemplos e, ao mesmo tempo, instigando-os a falarem também sobre suas experiências sonoras, sem nenhum compromisso explícito com as atividades de sensibilização da audição que seriam iniciadas no segundo encontro.

Pesquisador: Eu tenho um apreço muito grande pelo som, por música, pelo som de uma forma geral. Eu sempre gostei muito dessas coisas. Eu não sou músico, antes que alguém pergunte, mas gosto de música. Acho que a maior parte das pessoas gosta de música. É uma coisa que apraz, que mexe muito conosco, com o ser humano. Tem um livro de acústica que tem um capítulo intitulado “ouvidos para ouvir”. Parece ser redundante, lógico. Nem sempre o é. Muitas vezes, esse processo de audição fica mascarado, é atrapalhado pelas coisas do dia a dia. Nesse processo investigativo, temos trabalhado com o professor Washington. Tudo que se ensina na escola deveria ter uma aplicação prática, uma ligação com a vida das pessoas e não tem. Estamos buscando isso também. A música, o contato com o som é uma experiência que temos desde a gestação. Lá na barriga da mamãe interagimos com o mundo por meio da audição, por meio do tato. O tato também participa desse processo de apreensão da realidade. Temos a impressão de que escutamos só com os ouvidos, mas escuta com a pele também. Quando um trio elétrico passa (tum, tum, tum...), você sente a vibração. Sentimos a batida do coração.

Professora 1: trio elétrico não é muito a nossa realidade.

Aluna 1: carro de som.

Pesquisador: sim, mas o carro de som toca música?

Alunas 1 e 4: sim.

Pesquisador: mas dá para sentir a batida?

Alunas 1 e 4: sim.

Pesquisador: uma parte da nossa apreensão do som é pelo ar e não é a toa que essas músicas têm um apelo muito grande pelo grave, seja qual for a vertente: forró, sertaneja e a discoteca que chamamos bate estaca. Vocês sabem o que é um bate estaca?

Vários alunos: não.

Pesquisador: vocês já viram um bate estaca?

Vários alunos: não.

Pesquisador: quando se vai construir um edifício, as colunas são enterradas.

Aluno 2: eu já vi.

Pesquisador: relate sua experiência.

Aluno 2: é um negócio que sobe e desce, bum, bum...

Pesquisador: a erguida não tem som?

Aluno 2: tem.

Pesquisador: represente.

Aluno 2. ah, professor. Não sei.

Pesquisador: tente.

Aluno 2: xxx, tum...

Pesquisador: na música eletrônica é assim, tum, tis, tum... (relata a relação entre o som da música e do bate estaca).

Observemos que muito embora o trio elétrico fizesse parte do imaginário deles, não tinham experimentado a sensação do grave produzido por um desses. Contudo, a correlata experiência do carro de som despertou o interesse do aluno 2 que acabou por participar, falando do ‘bate-estacas’. Observemos que a memória auditiva só trouxe à tona o som grave da queda sobre a coluna. Ao instigá-lo sobre a busca da completude desta paisagem sonora, percebeu que a ascensão do martelo também produz som. Tomando como exemplo a contribuição deles naquele momento, reiteramos o compromisso da participar efetiva de todos na construção do curso. Nesse momento, já percebemos que o interesse de parte dos alunos já era visível.

Pesquisador: esse curso que desenvolveremos precisará de algumas coisas de vocês. Como eu já disse, faz parte da minha pesquisa. Eu queria que construíssemos este curso juntos. Tenho expectativas de atividades que desenvolveremos, mas eu queria que fizéssemos a partir das experiências que vocês possam trazer. Do bate estaca em diante, temos um universo de experiências adquiridas por meio da audição que dizem muito da nossa relação com o mundo, muito mais do que estamos atentos para observar, da relação dialógica que tanto tentamos fazer em sala de aula. O construtivismo diz que precisamos partir de onde o aluno está. Tem uma máxima aí. Mas será que esse conhecimento não tem relação com a vida das pessoas, nossa e dos nossos alunos? Será que esse conhecimento não pode servir para que as pessoas possam crescer enquanto seres humanos? Será que aprender a calcular uma integral ou determinar o limite de uma função, que tenha limite, pode estar relacionado com alguma coisa identificada no nosso dia a dia?

Aluna 11: seria bem melhor.

Pesquisador: eu também quero acreditar que sim. Eu acredito nisso.

Procuramos evidenciar ainda a perspectiva da matemática enquanto linguagem a contribuir para o crescimento auditivo das pessoas, para a educação sonora que, aos poucos, foi sendo apresentada. Nesse sentido, apresentamos, enquanto pesquisadores, o viés do ‘estar sendo’ problematizador da condição deles enquanto licenciandos e professores de matemática

que estavam sendo convidados a refletirem sobre como o ensino da matemática poderia articular-se com o mundo cultural do som e da música numa perspectiva dialógica, de idas e vindas. Procuramos ainda criar certa expectativa em torno do que seria o ponto máximo do nosso curso, a tarefa final: o teatro sonoro.

Pesquisador: nos encontros de quatro horas, eu vou fazer algumas atividades e vou passar outras para vocês fazerem de um dia para o outro e trazerem para nós. Não é nada absurdo, um bicho de sete cabeças. São atividades que buscaremos dentro da nossa vivência. A preocupação é minha e vai ser de vocês: como é que eu posso ensinar matemática numa perspectiva dialógica, de troca de informações. O dialógico pressupõe um caminho de duas vias, uma estrada que tem ida e volta, assim como é a nossa relação com o mundo. A nossa relação com o mundo é sempre a de o entender e, nesse processo, entender-se. O tentar entender o mundo passa por se entender também enquanto parte desse mundo, ao que Paulo Freire chama de ser histórico. Somos seres históricos. Nascemos num local, dentro de uma realidade que está ligada a um macro. É uma família que está dentro de uma comunidade, que está dentro de uma cidade, que está dentro de um estado. Muitas vezes não nos entendemos como tal e é esse desafio que trazemos na perspectiva educativa. O segundo ponto que eu coloquei é que eu queria o compromisso de vocês em participarem do processo porque esse processo vai dizer muito para mim e para vocês. Terceiro, que essas tarefas fossem rebuscadas nesses encontros de duas horas. Nos encontros de quatro horas eu vou passar as tarefas. Amanhã pela manhã, nas duas horas, conversaremos sobre essas tarefas e, depois, faremos novas incursões e na quinta à tarde vou passar a tarefa final, uma tarefa muito legal. Vocês vão ser atores. Vamos nos dividir em grupos e cada grupo vai fazer um filme. Um filme não porque não é imagem, é som. Faremos uma novela de rádio (alunos riem).

Pesquisador: sabem o que é uma novela de rádio? (alguns dizem sim, outros dizem não).

Pesquisador: eu também não sei, não foi da minha época não! Mas vocês já ouviram por aí.

Alguns alunos: já.

Pesquisador: qual a diferença de uma novela de rádio para uma novela televisiva?

Aluna 4: você cria. Você não está vendo, você fica imaginando. Você escuta os sons e fica imaginando na sua cabeça.

Desde esse momento sentimos que a ideia dos teatros tinha causado uma sensação bastante positiva entre os alunos. Foi possível ver isso pelo ambiente de alegria e expectativa que tomou conta da sala e que também ficou evidenciada nos diálogos. A fala da aluna 4, acima, sintetiza bem aquilo que buscamos num processo dialógico. Alguns elementos que achamos necessários na criação dos teatros sonoros foram sendo colocados por nós e também pelos alunos. O exercício de autonomia precisa passar por esta dimensão criativa, imaginativa. É como o sentido atribuído ao brinquedo que torna possível o brincar. Esta dimensão afetiva que se cria e se recria quando interpretamos o objeto com o qual interagimos diz muito da nossa relação com o mundo. Nesse sentido, precisamos, muito embora não saibamos como,

retirar do ensino disciplinar a autossuficiência que inibe o desenvolvimento da imaginação e transportá-lo para uma posição de destaque enquanto contributo para o desenvolvimento do espírito criativo. Esta alegria que tomou conta dos alunos pareceu-nos o bem mais precioso que não podíamos deixar desaparecer. Seria para nós o caminho por meio do qual iríamos tentar problematizar a inserção de conteúdos matemáticos na educação sonora.

Na sequência passamos, então, a rebuscar a ideia de como seria a sensação de um teatro de sons, ao mesmo tempo em que introduzimos algumas críticas com respeito ao ensino de acústica por meio de recursos visuais, aos ensinamentos de ciências e matemática que se encerram em si mesmos, bem como à função da educação musical nas escolas.

Pesquisador: mas tem alguma coisa a mais aqui que não tem na novela televisiva? Televisiva, que nos vemos por meio da visão, a que estamos acostumados. Nesse ponto, faço uma crítica: estudamos o som. Se pegarmos um livro de física, veremos gráficos, funções que representam o som, figuras do osciloscópio. O estudo do som é feito por meio da visão: ah! Essa função aqui representa o som do violino. A função lá, cheia de altos e baixos. Não há experiência sonora, só experiência visual. Contudo, não paramos para pensar sobre o sentido da audição. Esse imaginar parece está distante do ver. Voltando à novela de rádio, tem alguma coisa a mais que não tem na novela televisiva? Tem uma característica que é interessante!

Aluno 8: tinha uma cena de uma novela de época que retratava uma novela de rádio, na qual o trovão era feito balançando um objeto (executa o movimento com o braço).

Pesquisador: lá tem algo a mais que na novela televisiva não é necessário.

Aluna 11: os efeitos de áudio. A porta abrindo.

Pesquisador: as portas da televisão não fazem barulho. Eles colocam óleo (tom de piada), mas a de rádio tem que ter o barulho (os alunos: riem).

Pesquisador: a sonoplastia é muito rica na novela de rádio. Esta é a tarefa final. Vivenciaremos muitas situações, veremos algumas coisas também, mas usaremos muito mais a audição e também o tato. Eis nosso compromisso: o convite à análise do som nesses encontros de duas horas em que resgataremos as experiências que vocês vão trazer, as tarefas que eu vou passar. Faremos um exercício de reflexão sobre nossa prática enquanto professores de matemática, artes, e como podemos trazer elementos desse mundo cultural, que são próprios das experiências das pessoas, para a nossa disciplina. Como é que eu posso ensinar? a professora ensina o que?

Aluna 9: artes.

Pesquisador: Temos um grande desafio. Entre 2008 e 2009 aconteceu todo aquele esforço para trazer a música de volta à escola. Eu não estou falando só de música, eu estou falando da experiência do som e a música é parte desse universo maior em que escutamos os sons, como esses sons se organizam. O som tem informações valiosíssimas, mas a análise dessas experiências é que vai nos ser útil. Faremos essa reflexão nesses encontros pela manhã. Atravessaremos essa ponte. De um lado da cabeceira da ponte está o ensino curricular, organizado, pronto, o que está nos livros, o que é ensinado na formação dos professores e do outro lado da ponte está o mundo vivo, a cultura, nós enquanto seres imersos numa realidade sócio-histórico, sócio-cultural.

Essa ida e vinda de um lado para o outro constrói relações que me parecem serem boas. E aí volto ao que disse antes: a busca de um sentido. A informação que está no livro é estanque. É uma informação definitiva e me parece que universal. A toda ação corresponde uma reação de mesmo modo, mesma direção e sentidos contrários. Esta informação é atemporal. Valia na época de Galileu e na época de Newton e vale hoje e acreditamos que vai valer em 2020, 3253. Não depende das realidades das pessoas. Do outro lado da ponte está aquilo que construímos na nossa trajetória de vida. Esta é a minha expectativa para o nosso curso.

Pedimos para que os participantes se apresentassem, falassem das suas formações acadêmicas e das experiências de ensino. Depois, falamos um pouco sobre a palestra do professor Hamilton Werneck, que havia ocorrido na noite do dia anterior e que tinha interessantes ligações com a crítica ao ensino disciplinar.

Pesquisador: eu acredito que tudo que se ensina na escola tem relação com a vida das pessoas. Ele disse que a soma das partes não dá o todo, ele escreveu isso ontem. Para mim, só essa informação já é uma coisa muito legal de ser discutida. O mundo não é disciplinar, o mundo é mundo. Agora, o ensino é disciplinar e me parece que quando juntamos a matemática com a física com a química não dá conta da realidade, mesmo porque essa realidade é dinâmica, ela muda, ela é cultural. A forma como lidamos com o som muda de cultura para cultura. A música é diferente, não existe uma história da música, existe história das músicas, muito embora e infelizmente estejamos impregnados de uma história da música contada a partir de um referencial ocidental, os europeus. A história da música é classicismo, romantismo, barroco. E os hindus? Africanos? E o oriente médio? Como é que são as músicas? E isso tem tudo relação com nossa inquietação.

Incentivado pela discussão em torno da relação entre matemática e música, o aluno 3 fala de uma questão do ENEM que também era conhecida da aluna 11, que envolvia os valores das notas musicais e as frações matemáticas. Evidenciando o interesse em entender melhor que relação se estabelecia entre os valores das notas musicais e as frações algébricas, despertou o interesse de outros que se mostraram de certa forma surpresos em saberem que há interessantes ligações entre matemática e música.

Aluno 3: tinha a colcheia, a semicolcheia, a fusa, a semifusa e tinha outra que não lembro. Juntando as notas musicais, quantas colcheias dá uma certa razão. Cada nota tinha um valor. Uma era $1/4$, outra $1/8$ e assim por diante. Achei muito interessante esta parte, só que não entendi direito.

Aluna 11: eu também não entendi. Só o professor de música entende essas coisas.

Pesquisador: essa problemática é muito séria mesmo. Em 2008, ouve todo aquele processo da volta da música à escola e hoje, como há muitos cursos de pós-graduação em música no Brasil, se pesquisa em educação musical, assim como pesquisamos em educação matemática, começaram a questionar. Está certo, a música vai voltar, é óbvio. Aí surge uma pergunta: como ela vai voltar? Quando eu era criança eu estudei música na escola e lá

ensinava música instrumental, a instrumentalização da música, ou seja, as notas musicais, os instrumentos musicais. E hoje o grande questionamento é: como essa música vai ser dada? Qual é a função da música na formação de uma pessoa? Eu ensino física para formar um físico? Eu devo ensinar física para formar um físico? Eu devo ensinar matemática para formar um matemático? Ou eu devo ensinar física, matemática para formar um cidadão? Será que todos os meus alunos de matemática serão matemáticos? Certamente que não. Qual é a função de um ensino voltado para formar um cidadão? No ensino de música, o grande questionamento hoje é esse. Como é que essa música deve voltar? Nesse processo, músicos de referência, juntamente com Gilberto Gil, lideraram todo aquele movimento na época. A volta da música era uma coisa legal. Apareceram muitas opiniões, dentre elas, a dos que defendiam que os músicos deveriam ensinar música e, no outro extremo, a dos professores das graduações e pós-graduações em ensino de música dizendo que quem pode ensinar música é quem é licenciado em música, assim como quem ensina matemática é licenciado em matemática e essa discussão se estendeu nesses anos e me parece que deram o prazo até 2012, conforme a aluna 9 estava falando. Eu sinto hoje que a responsabilidade é de todos. Eu também não compartilho muito da ideia de que deva ser um músico. A escola não vai formar virtuosos. Houve várias interpretações. Uma delas diz que é preciso aprender música, os signos, assim como se aprende os signos da matemática. Contudo, o som e, em particular, a música diz respeito à biologia (a professora acabou de dizer), mas diz respeito à física também e diz respeito à história também. Diz respeito à geografia também, porque as músicas são locais, as expressões da cultura dos povos. Mas a música tem relação também com matemática. Fazendo um exercício rápido, já que foi citado pelo aluno 3.

Nesse momento, abri um e-book de música, projetando-o na parede, e mostrei as notas musicais com seus nomes e tempos, falei das fórmulas de compasso numa partitura e fiz as contas com eles. Convidei-os a executarem com palmas os compassos 4/4 e 3/4.

Pesquisador: aqui estão os nomes das notas e aqui tem os valores. Sendo 1 o símbolo da semibreve, vou tomar como exemplo um compasso de 4 tempos. Faremos assim (todos batem 4 palmas para cada compasso e cantamos o tempo da semibreve: aaaah, aaaah...). Essa é a semibreve. A mínima é a metade da semibreve. Vamos novamente (todos batem 4 palmas para cada compasso e cantamos o tempo da mínima: aah, aah...). E a semínima como fica?

Aluna 11: 1/4 da semibreve.

Pesquisador: vamos bater palmas! (todos batem 4 palmas para cada compasso e cantamos o tempo da semínima: ah, ah, ah, ah...). Quando você canta uma música, pode aparecer qualquer uma delas. Por exemplo, (todos batem 4 palmas para cada compasso e cantamos “asa branca”) quando olhei a terra ardendo, qual fogueira de São João. Eu perguntei a Deus do céu, ai, por que tamanha judiação. Quem conhece essa música? Quem sabe o nome desta música?

Vários alunos: asa branca.

Pesquisador: asa branca! Vocês podem não conhecer Pernambuco, mas asa branca vocês conhecem, não é? Vocês sabem o que é asa branca?

Aluna 11: um pássaro, não é?

Falo um pouco sobre o pássaro e do porque chamar-se asa branca. Na sequência, fomos cantando partes da melodia e identificando as notas e seus valores. Esta atividade, muito embora tenha começado de certa forma confusa, foi tomando conta da turma e, na medida em que as falas iam colocando novos elementos, a participação dos alunos foi aumentando.

Pesquisador: o frevo, por exemplo, utiliza muito as notas de menor duração (cantamos algumas melodias de frevo). O frevo é uma música difícil de tocar porque exige do saxofonista, do trompetista, do clarinetista uma técnica (canto algumas melodias de frevo com mais de uma frase). Enquanto um canta, o outro responde. Por exemplo, aqui eu tenho esse compasso de dois tempos onde cada tempo equivale a uma semínima. Se eu fosse bater palma agora, como seria? (todos batem palma de acordo com a fórmula de compasso). Se você for trabalhar essas frações aqui, todas elas têm que dar 1. ($1/2 + 1/2 = 1$), e aí vai. $3/4$. $3/4$ é assim... é uma sensação assim... quem lembra de uma valsa? Professora? Gosta de valsa professora? Quem lembra de uma valsa?

A aluna 11 canta a melodia de uma valsa clássica. Na sequência, continuamos a falar sobre as fórmulas de compasso e os valores das notas. Uma professora de matemática da UNEMAT, que esteve presente nesse encontro, passou a questionar se esse tempo de duração de uma nota tinha padrão e, assim sendo, podia ser representado em segundos. Nesse sentido, achamos também oportuno falar não só da função do metrônomo na música, mas também de seu significado clássico e como a música contemporânea lida com esta questão do andamento.

Pesquisador: no compasso 4/4 caberiam 4 semínimas, ou 2 mínimas ou 1 semibreve ou 8 colcheias ou ainda 16 semicolcheias. Esse 1º número aqui vai nos dizer quantas notas cabem no compasso e esse outro representa a nota, então são 2 semínimas ($2/4$). Todos os compassos são assim. Por esse número temos o andamento da música (apresentamos alguns exemplos de andamentos diferentes no compasso 4/4, exemplificando com algumas músicas.).

Professora 2: existe um tempo determinado em segundos para cada nota? De uma batida para outra batida da semibreve, quantos segundos se passam dessa (bate uma palma) para essa (bate outra palma)? Junto com você é uma coisa. Agora, eu sozinha posso bater assim (exemplifica com um andamento lento). Para outra pessoa a semibreve pode ser a semínima. Quantos segundos se dá entre uma semibreve e outra?

Pesquisador: primeiro, eu quero dizer que também sou aventureiro nesse mundo. Eu gosto muito de fazer essas ligações, eu acho muito legal e é por isso que eu estou trazendo para vocês. Pretendo afirmar em minha tese: é viável trabalhar a cultura do som, da música. No momento estamos falando muito dos sons musicais, mas viajaremos no universo do som, e, eventualmente, da música, mesmo porque aqui tem pessoas que cantam. Achamos que não sabemos coisas de música, mas sabemos. O que talvez não conheçamos sejam os signos

representativos. O exercício que eu quero que façamos aqui é o que parte da palavra de vocês. É esse policiarse que eu peço de vocês, a reflexão durante os encontros em torno de como podemos ir e voltar nessa ponte entre matemática e física de um lado da ponte e cultura do outro lado. Freire atribuía grande importância à cultura, porque é na cultura que está a identificação do povo. Você sente-se povo. No momento em que a cultura é expropriada, é destruída, é destruída a identidade do povo. Esse processo de aculturação, professora, tão presente precisa ser problematizado. Eu estava em São Paulo com duas amigas e fomos a uma festa de São João, tão diferente do nosso São João, e lá tinha um senhor tocando violão e batendo com os pés no chão e aí eu perguntei para elas que são paulista e paulistana: o que é isso? Elas disseram: sei não! Eu disse: gente, isso é catira! Catira é uma expressão cultural própria de São Paulo e elas não conheciam, entende! Isso para mim é muito grave, pois estamos sendo expropriados do bem precioso que nós temos. Voltando à questão da professora, o tempo é definido pelo metrônomo. Na música clássica temos andamentos tais como o alegre e o cantante. Ao longo desse curso trabalharemos com alguns programas que são muito úteis na sala de aula, para trabalhar o som na perspectiva que queremos trabalhar e que medem os andamentos em 'bpm', batidas por minuto. Por exemplo, o disco na década de 70 tinha batimentos em torno de 110 bpm, 100 bpm, 90 bpm. Dá quase uma batida e meia por segundo. 90 bpm dá uma batida e meia por segundo. Hoje, uma música bem elétrica chega a 140bpm, mais de 2 batidas por segundo. Na música clássica se mede com um metrônomo mesmo, um metrônomo físico. As partituras modernas trazem esse número em cima, o 'bpm'. Não tem um valor fixo. Na música clássica tem uma coisa mais ou menos bem definida porque você tem o metrônomo. (a professora dá um exemplo das luzes rítmicas que 'piscam' no andamento da música e que estão presentes em alguns equipamentos de som).

Professora 2: já deve ter no equipamento um tempo definido.

Pesquisador: que equipamento professora?

Professora 2: qualquer equipamento de som que mostra o ritmo. Ele vai dando aquelas piscadinhas. Quem construiu o equipamento deve ter sinalizado nesse sentido. Eu não conheço, não sei qual é esse tempo e se não falarmos em cálculo, em razão, metade, metade do ritmo, qual é o tempo, intervalo, entre um tempo e outro, e aí depois você teria a 1/2, 1/4.

Na sequência, dei exemplos de algumas músicas cujos compassos eram 4/4, 3/4 e 2/4, buscando transportá-los novamente para a discussão em torno dos elementos da música que estavam em cena e que havia surgindo com o questionamento do aluno 3, com respeito à questão do ENEM.

Pesquisador: vamos rebuscar a história do aluno 3. Tem essa classificação das notas e elas têm um tempo de duração em relação ao compasso. Talvez seja isso que você esteja dizendo.

Aluno 3: e tem o tom das músicas. Eu ouço a galera quando vai tocar cobrando ré maior, dó menor. Deve ser a altura, não sei o que significa isso. A pergunta era para incluir as notas para definir o compasso, por meio do cálculo das frações. Professor essa questão de notas musicais? Aí nós temos 6, não é? E a questão de outros sons? Existem notas, ou são só essas mesmo?

Pesquisador: em música as notas são essas.

Aluno 3: em música.

Pesquisador: vamos deixar isso um pouquinho para depois, porque tem outras coisas relacionadas ao que a aluna 11 questionou.

Aluna 11: só que as notas são sete.

Aluno 3: sete ou seis? (olhando para ela e para mim)

Aluna 11: sete.

Professora 1: sete. Dó, re, mi fá, sol, lá e si.

Pesquisador: são sete. Não vamos turbilhonar. É preciso que comecemos a refletir sobre essa relação. Vamos lembrar sempre dessa ponte entre o mundo disciplinar e o mundo da cultura. Quando falamos das notas, estamos no mundo da música.

A partir desse momento, passamos a propor exercícios de percepção auditiva da variação do tom de uma música. Utilizando a mesma partitura de asa branca, identificamos os tempos das notas, somando seus tempos, compasso a compasso e identificando a igualdade. Na sequência, falamos um pouco sobre o tom, outro elemento colocado por eles na discussão. Os alunos cantaram uma música em diferentes tons, altos e baixos. A aluna 1, a aluna 4 e o aluno 2 cantaram uma música. Depois, a aluna 7 cantou-a num tom mais alto, característico da sua voz. Como não sabia a letra direito, entramos num site on-line de letras e cifras de música e projetamos na tela. Na sequência, pedimos que ela tentasse cantar num tom que não desse para o aluno 2. Toda esta experiência vivenciada foi retomada na perspectiva do constante exercício de reflexão em torno das idas e vindas entre o mundo disciplinar da matemática e o mundo cultural do som.

Pesquisador: vocês perceberam que ela cantou diferente agora?

Vários alunos: sim.

Pesquisador: em que?

Aluna 1: o tom.

Pesquisador: esses aspectos são interessantes. Vamos fazer uma série de exercícios em que iremos prestar atenção àquilo que escutamos. Vamos refletir sobre essas experiências, atravessando a ponte, indo e voltando. Vejam quantos conceitos já apareceram nesta breve conversa que tivemos. Coisas da nossa linguagem, que utilizamos e que as pessoas estão habituadas. Quem é que não gosta de música? (ninguém fala). Quem aqui gosta da música do vizinho?

Alunos: vários dizem que não gostam, entre risos.

Aluna 11: eu adoro esse estilo playback, é só música. O vizinho canta o sábado inteirinho e o domingo inteirinho com músicas evangélicas. Nada contra música evangélica, mas enjoa e é mais ou menos no mesmo ritmo, não muda.

Pesquisador: eu gosto de cantar e ao longo do tempo eu fui conhecendo minha voz e descobrindo até onde eu podia ir tanto para cima quanto para baixo. Por exemplo, Raul Seixas que eu gosto muito. Ele canta num tom

muito alto. Então eu comecei a buscar tons que cabiam mais para mim e pegar essas partituras e transpor. Temos a liberdade de escolher o tom que mais agradável. Às vezes, o cantor tem o tom muito alto ou muito baixo e precisamos adequar ao nosso limite. Temos o tenor, o barítono e o baixo na voz masculina e a tenor, a contralto e a soprano na voz feminina. O tenor e a tenorina são as vozes comuns, pois o difícil é conseguir ir lá para cima ou lá para baixo. O comum é ser tenor, é a voz mais comum (a aluna 11 cita Vicente celestino), mas o que tem de especial nesses camaradas é a potência, é uma coisa impressionante, a energia. Vicente Celestino tinha isso. A educação sonora tem que ser para a cidadania. Precisamos entender mais o que ouvimos, não simplesmente deixar entrar tímpano adentro.

Estas conversas iniciais encerraram-se nesse primeiro encontro, muito embora tivéssemos retomado os conceitos musicais ainda no início do segundo encontro. Contudo, os resultados iniciais da proposta dos exercícios de sensibilização da audição e da dos teatros sonoros mexeram com os alunos, criando uma atmosfera bastante motivadora. Muito embora ainda não tivéssemos começado as atividades, esta conversa inicial já deu mostras de que a questão do lidar com o som nesta perspectiva de pensar nas paisagens sonoras e pensar-se inseridos nelas poderia gerar interessantes elementos de problematização. Por exemplo, na fala da aluna 11 acima, vemos claramente que a cultura do som intenso, que se difundiu Brasil afora, não é só dos aficionados dos gêneros musicais do momento, que transformam seus carros em discotecas ambulantes. Ele está presente na casa do vizinho e acaba por criar certa aversão.

No final desse primeiro encontro, reiteramos mais uma vez o compromisso das tarefas que iriam ser desenvolvidas a partir do segundo encontro. Paralelamente, pedimos que cada um dos participantes construísse um diário de sons, onde eles iriam anotar as tarefas, suas observações particulares, os sons coletados e uma memória descritiva dos trabalhos. Não precisava ser nada especial (quanto ao acabamento).

No início do segundo encontro, retomamos a discussão das notas musicais, buscando sintetizar a experiência vivenciada. Desse exercício, ficou-nos a expectativa de que os estudantes pudessem utilizar tais conceitos e experiências nos seus teatros sonoros.

Pesquisador: Algumas discussões que colocamos pela manhã, que as notas musicais tem duração, que existem os símbolos para representar essas durações e que elas são representadas em termo das frações que as compõem consistiu numa conversa bastante interessante e motivadora.

Nesse momento, abrimos um e-book e apresentamos a distribuição das notas musicais no teclado, identificando-as pelos símbolos e pelas suas posições na partitura. Paralelamente,

utilizamos o violão para reproduzir os sons das notas, na medida em que a discussão ia avançando.

Pesquisador: vamos voltar às notas musicais. São quantas?

Alunas 1 e 5: sete.

Pesquisador: dó, re, mi, fá, sol, lá e si. Do lá para o sol, a representação é, respectivamente, da letra 'A' até a letra 'G'. lá, si, dó, ré, mi, fá sol - A, B, C, D, E, F, G.

Nesse momento, sucedeu-se um diálogo e os estudantes anotaram as relações discutidas. Tais anotações estão presentes nos diários de sons de alguns deles. Utilizando o violão, exemplificamos os compassos 4/4, 3/4 e 2/4 por meio de diversos ritmos, nos quais cantarolamos algumas músicas.

Pesquisador: na música tem toda uma coisa que se harmoniza e se repete. O piano tem sete oitavas. No tom padrão, o lá central tem 440htz. Ele divide o teclado em duas partes iguais. É baseado nele que se afina os instrumentos, para que todos quando tocarem, tocarem no mesmo tom. Se este violão estiver afinado no tom padrão, irei tocar no tom original da música. Eu posso pegar este tom e subir ou descer, ficando mais agradável para uns e menos para outros. Temos essa liberdade de mudar os tons para poder alcançar as vozes.

Retomamos a música que havíamos cantado no primeiro encontro e, de posse das cifras, tocamos e o aluno 3 cantou. Já no início, algumas alunas já haviam identificado que estávamos em tons diferentes. Sucedeu-se um ar de risos.

Pesquisador: está fora do tom, não é?

Alunas 4, 5 e 7: está (risos).

Aluna 5: e muito.

Pesquisador: tem coisa errada aí, não é?

Aluna 7: você está num tom e ele está mais alto.

Pesquisador: vamos novamente (as alunas cinco e sete cantam a mesma música, desta vez dentro do tom).

4.4. Sensibilização e educação nos exercícios de limpeza de ouvidos

Um dos temas centrais desenvolvidos durante o curso consistiu do que Schafer chamou “limpeza de ouvidos”. Segundo o autor, a atenção para os sons que estão à nossa volta, ao que poderia denominar-se audição pensante, passa pela escuta atenta às peculiaridades dos sons. A preocupação em levar as pessoas a prestarem atenção aos sons que estão à sua volta consiste num passo importante em direção à educação sonora. Nesse sentido, as atividades de sensibilização da audição desenvolvidas no curso buscaram, de um lado, o aproximar-se da paisagem sonora, percebê-la, desvelá-la, buscando a compreensão de suas partes. De outro, possibilitou a participação efetiva dos alunos desde o início, o que proporcionou motivação, trabalho em grupo, seleção, classificação e interpretação, elementos significativos na construção de uma educação dialógica.

A ludicidade presente nas atividades de percepção, classificação e criação de sons parece ter sido um elemento importante para o envolvimento dos estudantes, como podemos perceber tanto na frequência, quanto nos discursos. Muito embora tenhamos notado, inicialmente, um distanciamento de tais atividades com respeito aos objetivos da educação matemática, foi possível perceber aproximações nos discursos presentes nos questionários, além de termos encontrado nesses exercícios de limpeza de ouvidos um importante recurso para o desenvolvimento da audição. No início, achamos grande a distância entre tais atividades e um rebuscar em direção à articulação com o ensino de matemática. Contudo, no decorrer do curso, os próprios alunos identificaram, no ‘estar sendo’ problematizador das suas condições enquanto professores de matemática, elementos importantes que apontaram caminhos para a continuidade da experiência, muito embora, inicialmente, eles mesmos não tenham enxergado qualquer relação entre matemática e o curso que estavam iniciando.

Assim, um dos eixos centrais do curso consistiu de um conjunto de ‘tarefas’, nas quais buscamos ouvir a paisagem sonora da praça de convivência da UNEMAT, registrar a presença dos diversos sons que a compõem, dando particular atenção às características de cada um desses sons.

Pesquisador: A partir de agora faremos alguns exercícios que nos ajudarão a refletir sobre a escuta. O referencial que usamos nessa pesquisa chama esse processo de educação sonora. Nessa perspectiva de um ensino que possa se articular com as coisas da vida, com esse universo de experiências das pessoas, sonoras e, em particular, musicais, caminharemos na reflexão sobre a articulação entre o mundo da cultura e o mundo disciplinar da matemática. Faremos uma experiência como fazemos cotidianamente. Escutar. Só que agora eu vou pedir façamos um exercício de tentar registrar escutamos. Esse registro vai ser feito de diversas formas ao

longo do curso. No momento, eu tinha pensado em vocês pararem alguns minutos e escreverem no diário de sons todos os sons que vocês estão escutando nesse momento. Como aqui o condicionador de ar precisa ficar ligado e ele está preenchendo o espaço de uma forma bem contundente, iremos lá para fora. Vamos estipular uns dez minutos. Essa tarefa inicial é individual. Haverá outras que serão em grupo, mas essa é individual. Tem que ficar todo mundo no mesmo lugar, para não serem paisagem distintas. Vocês vão sentar ali e vão registrar num papel os sons que vocês estão escutando, um abaixo do outro.

Nesse momento, os alunos saíram e durante alguns minutos ficaram todos na praça de convivência, escutando e registrando aquilo que escutavam. No retorno, retomamos a conversa em torno do que haviam registrado. Partimos, então, para anotar no quadro os sons que cada um havia registrado. No início, ficou meio confuso, mas aos poucos fomos organizando numa tabela.

Pesquisador: captaram alguma coisa?

Aluna 1: um monte.

Pesquisador: vamos ouvir cada uma delas.

Pesquisador: quatorze?

Aluna 1: quatorze.

Pesquisador: quantos?

Aluno 8: nove.

Pesquisador: a professora?

Aluno 13: dez.

Pesquisador: aluna 11?

Aluno 8: treze.

Nesse momento, os alunos notaram, com certa surpresa, que as listas eram diferentes. Começaram a conversar entre si sobre quais sons cada um havia registrado. A experiência os fez perceberem que a atenção para a escuta foi diferente para cada um deles. Para Schafer, há uma relação muito próxima entre nossas expectativas e aquilo que percebemos na nossa relação com o meio. Nesse sentido, o exercício da escuta já trouxe uma inquietação que foi tomando outras proporções na medida em que outras atividades foram entrando em cena. Passamos a registrar no quadro os sons que foram anotados por cada um dos alunos, anotando a ocorrência de cada um deles. Numa perspectiva freireana, o desvelar a realidade começou a acontecer no momento em que os alunos foram convidados a pararem e prestarem atenção aos sons que escutavam naquele local e naquele momento. O debruçar-se sobre esses sons, classificando-os e analisando-os sobre diferentes perspectivas serviu de mote para

problematizar as potencialidades da matemática enquanto linguagem a contribuir para a educação sonora.

Pesquisador: vamos fazer o seguinte. Eu vou anotar. Vou começar pela relação dos nomes. Depois, os sons que forem repetidos eu não coloco mais.

Alunos: certo.

Pesquisador: Condicionador de ar é o primeiro.

Alunos: isso.

Aluna 7: conversas.

Aluna 4: risadas.

Professora 1: chiclete estourando.

Aluna 5: passos.

Aluna 11: arrastar de chinelo.

Aluna 11: alguém tossindo.

Aluna 1: folha caindo no chão.

Aluna 1: água do bebedouro.

Aluna 13: folha caindo na lona.

Aluna 1: caneta do aluno 8.

Aluna 1: uma sacola sendo amassada

Aluno 8: vento.

Aluna 11: respiração da aluna 11.

Aluno 8: folhas se mexendo.

Aluna 11: mesa sendo arrastada.

Aluna 11: porta fechando.

Aluna 1: periquitos.

Aluna 7: o alarme do relógio do aluno 8.

Aluno 2: a aluna 4 pisando numa folha seca.

Aluno 3: queda de uma pedra.

Aluna 13: zumbido de uma abelha.

Aluno 3: canto do pintassilgo.

Aluna 11: batida na parede.

Aluna 11: caminhar com salto alto.

Aluna 3: escape da moto.

Aluna 4: bocejo da aluna 1.

Aluna 4: porta batendo.

Aluna 1: cadeira arrastando.

Aluna 4: a aluna 4 ouviu o atrito da sua caneta e da caneta da aluna 1 no papel.

Aluna 3: sons de vários pássaros.

Durante esta atividade, alguns registros sonoros chamaram a atenção. Por exemplo, a aluna 11 registrou a própria respiração. Outra cena interessante deu-se por conta do registro feito por uma aluna de um som de pássaro que se destacava dentre a diversidade de pássaros que havia no local. O aluno 3, então, identificou como sendo o canto do pintassilgo. Tais exemplos deram mostra para os envolvidos da amplitude com que podemos tornar-nos sensíveis aos sons que nos rodeiam, bem como da nossa responsabilidade enquanto atores do mundo sonoro.

Aluna 11: salto alto.

Aluna 4: passos.

Aluna 11: não. Tem passos, mas passos de salto alto escutei hoje.

Pesquisador: professora, a senhora ouviu o som de passos de alguém que estava de salto alto, mas a senhora não viu que era um salto alto.

Aluna 11: não, eu não vi, eu ouvi. Primeiro passou alguém de chinelo, depois passou outro som normal, eu só ouvi passos.

Pesquisador: mas a senhora sabe que era salto alto só pelo som?

Aluna 11: é. Passou toc, toc, toc. Quando eu olhei, era.

Todas estas atividades despertaram grande interesse nos alunos, o que nos deixou tranquilos para ir propondo, dentro do limite de tempo do segundo encontro, uma série de questionamentos para serem analisados por eles. Num desses, por exemplo, investigamos se eles estavam atentos à presença de algum ruído de fundo que, de alguma forma, tivesse atrapalhado a audição. Nesse sentido, houve uma interessante participação dos alunos na reflexão em torno das vantagens de um ambiente calmo, sem muitos sons de fundo. Isto é particularmente interessante, pois, no decorrer do curso, os alunos, ao pensarem numa solução para o ruído de fundo causado pela enorme quantidade de condicionadores de ar no campus, já que a região é deveras quente, levaram em consideração o ideal de um ambiente calmo, principalmente tratando-se de uma instituição de ensino, consistindo numa tomada de consciência em torno do cuidar das paisagens sonoras em que convivem.

Pesquisador: registrar a paisagem sonora é semelhante a estar num lugar muito bonito, apreciando uma paisagem que, nesse caso, é visual. Faremos um exercício semelhante em outras tarefas em que rebuscaremos essa paisagem, mas de uma forma mais articulada. Assim, eu pergunto: Nós teríamos conseguido essa diversidade se tivéssemos registrado aqui dentro?

Muitos alunos: não.

Aluna 1: poderia ter tido uma diversidade, mas não nessa quantidade.

Pesquisador: Está ouvindo ela pegar nos cabelos? (perguntamos à aluna 4, sentada ao lado da aluna 1)

Aluna 4: não.

Pesquisador: mas é interessante. O que nos atrapalha?

Aluna 1: O condicionador de ar.

Pesquisador: o condicionador de ar é fatal. Mas só ele?

Aluna 1: alunos.

Pesquisador: Se fossemos registrar aqui dentro, teríamos essa diversidade tão grande?

Aluno 8: não.

Pesquisador: mas por que motivo?

Aluna 7: o ambiente fechado.

Pesquisador: lugar fechado, condicionador de ar. É interessante. Tem um autor que escreveu um artigo só sobre o silêncio. No artigo, afirma que o som chama atenção, o silêncio não. Temos a ideia de que é o contrário. O silêncio preenche.

Aluna 11: uma vez eu li uma frase bem interessante. Um grupo de pessoas estava num navio dormindo. Os encarregados dormiam perto do motor, quando, de repente, o motor pifou. Um deles acordou e disse: nossa que barulho foi esse? O outro falou: o barulho do silêncio. E eu achei essa frase muito interessante. Às vezes não queremos ouvir barulho nenhum, queremos ouvir apenas o barulho do silêncio.

A diversidade com que os sons registrados pelos estudantes podem ser classificados permite diversas inserções disciplinares. Passamos a classificar os sons sob diversos critérios, com o intuito de promover reflexões sobre como as paisagens sonoras podem ser analisadas transversalmente, a partir de perspectivas científica, histórica, geográfica, etc. Nesse sentido, pedimos que os estudantes classificassem os sons segundo a origem, se são naturais (N), tecnológicos (T) ou humanos (H), segundo a intensidade, segundo a altura e segundo a duração.

Pesquisador: podemos classificar os sons de diversas formas. Alguns sons, por serem muito intensos, impedem que consigamos ter acesso à diversidade. Muitas vezes, não estamos atentos a isso. Semelhantemente, um lugar que tem muita informação luminosa cega.

Aluna 11: O som muito alto é aquele som constante, não é?

Pesquisador: é, constante. Olha aí outra classificação interessante. Podemos olhar o som a partir da intensidade, podemos classificar por meio da intensidade. Eu vou colocar alguns critérios e eu queria que vocês elegessem outros (começamos a construir uma tabela no quadro da sala). Vou fazer duas colunas, vou colocar mais e menos.

Desde o início das observações da paisagem sonora, ficou patente a interferência da intensidade de alguns sons sobre a audição de outros. Na medida em que problematizamos as observações feitas, os estudantes foram percebendo o problema da qualidade dos ambientes

acústicos. Aproveitamos a preocupação externada pela aluna 11 para iniciarmos a eleição dos critérios por meio dos quais pudéssemos organizar os sons. Nesse momento, numeramos os sons registrados pelos estudantes, para que eles classificassem-nos segundo os critérios sugeridos. A tabela vinte e dois sintetiza todas as informações construídas no segundo encontro.

Tabela 22: paisagem sonora do pátio da UNEMAT.

Número de ordem	Som percebido	Alunos que perceberam	Classificação quanto à fonte		
			Natural	Tecnológico	Humano
1	Condicionador de ar	13		x	
2	Conversas	13			x
3	Risadas	12			x
4	Chiclete estourando	9		x	
5	Passos	12	x		
6	Arrastar de chinelo	2		x	
7	Alguém tossindo	2			x
8	Folha caindo no chão	4	x		
9	Folha caindo na lona	1		x	
10	Água do bebedouro	1		x	
11	Caneta do aluno 8	1		x	
12	Uma sacola sendo amassada	3		x	
13	Respiração da aluna 11	1			x
14	Folhas se mexendo	4		x	
15	Mesa sendo arrastada	5		x	
16	Porta fechando	2		x	
17	Periquitos	3	x		
18	O alarme do relógio do aluno 8	2		x	
19	A aluna 4 pisando numa folha seca	5	x		
20	Queda de uma pedra	1	x		
21	Zumbido de uma abelha	2	x		
22	Canto do pintassilgo	1	x		
23	Batida na parede	3		x	
24	Caminhar com salto alto	1		x	
25	Escape da moto	1		x	
26	Bocejo da aluna 1	1			x
27	Porta batendo	13		x	
28	Cadeira arrastando	6		x	
29	A aluna 4 ouviu o atrito da sua caneta e da caneta da aluna 1 no papel	1		x	
30	Sons de vários pássaros	12	x		
31	Vento	2	x		
TOTAL			9	17	5

A síntese dos dados na tabela vinte e dois permitiu colher informações importantes sobre a paisagem sonora da praça de convivência da UNEMAT, ao mesmo tempo em que a classificação dos dados nos critérios adotados levou à percepção de sons indesejáveis ou insalubres. Como podemos ver na tabela vinte e dois, os sons mais notados pelos alunos foram os do condicionador de ar, das conversas, das risadas, do chiclete estourando, de passos, de portas batendo e dos pássaros. Conversas, risadas, passos e chicletes são elementos

característicos de um espaço de convivência. A presença de cantos de pássaros traz um requinte a mais para a paisagem sonora do local. Contudo, o som dos condicionadores de ar e o som das batidas de portas são indesejáveis e um possível planejamento de melhoria daquela paisagem sonora passaria pela retirada ou, ao menos, minimização desses sons. Nas atividades de construção do mapa sonográfico da UNEMAT, que está apresentada mais adiante, veremos que a problematização dos dados colhidos permitiu igualmente à percepção da presença desses sons indesejáveis.

Os alunos apontaram como sons mais intensos o som das portas batendo e o canto do pintassilgo. O menos intenso foi o som da caneta no papel. Quanto à altura, o som mais agudo foi o alarme do relógio do aluno 8, enquanto que o mais grave foi o do condicionador de ar. Quanto à duração, o som apontado como mais longo foi o contínuo som do canto dos pássaros, enquanto que o mais curto foi o alarme do relógio do aluno 8.

Pesquisador: Qual é o que vocês acham que foi o mais intenso?

Vários alunos: condicionador de ar.

Aluna 11: as conversas também foram intensas (segue-se um debate em torno de qual som seria o mais intenso, havendo uma confusão entre intensidade, altura e duração).

Aluno 2: pode ser em altura ou em continuidade (a intensidade).

Observemos a preocupação do aluno 2 ao frisar que o fato de um som ser indesejável pode estar atrelado ao fato de ser intenso ou à sua longa duração. De fato, um som pode não ser tão intenso, mas estando presente durante muito tempo pode causar danos à qualidade sonora do ambiente. Na sequência analisamos a diferença entre intensidade, altura e duração.

Pesquisador: Mas o que é a altura? É a qualidade de ser o que?

Aluno 3: intensidade é a potência do volume do som. Ele está perguntando se o senhor está perguntando isso ou está pedindo constantemente.

Pesquisador: ser constante ou ser intermitente é a duração, outra característica do som. A intensidade é quando eu faço...(canto o “a” em três intensidades diferentes). Intensidade e altura é a mesma coisa?

Aluno 3: não.

Pesquisador: e o que é altura então?

Aluno 3: é o volume.

Pesquisador: e volume não é intensidade não?

Aluno 3: é tipo um dialeto.

Pesquisador: a intensidade está relacionada ao volume, à energia que o som transporta. Um som pode ser forte ou fraco. Quando eu falo de intensidade eu falo de fraco ou forte. A intensidade está ligada à potência, à

energia, está ligada ao volume. Aumenta o som, não, aumenta a intensidade, diminua a intensidade, é o volume. E a altura, o que é altura? Grave e agudo. Desta forma, a altura está ligada a que?

Aluna 13: à tonalidade.

Pesquisador: à frequência. Intensidade é uma coisa e altura é outra. Aí eu pergunto: qual foi o som mais intenso?

Aluna 7: a porta

Pesquisador: não é fácil separar. O barulho da porta foi rápido, ele foi intenso mas curto.

Aluno 3: professor, só que tem uma coisa. A batida da porta naquele momento foi rápida, mas estava perto. O pintassilgo estava cantando longe.

Aluna 4: o som dos pássaros não impediu que ouvíssemos a porta abrir, por isso eu acho que o som da porta foi mais intenso que o som dos pássaros. Se os pássaros pudessem impedir que ouvíssemos o som da porta bater, aí seria o dos pássaros. Quando a porta bateu, todo mundo parou de prestar atenção ao som dos pássaros.

Pesquisador: que qualidade a porta teve que fez chamar a atenção?

Aluna 7: o som que era alto.

Pesquisador: alto ou forte? Alto ou intenso?

Aluna 4: vamos separar, uma coisa é ser intenso, outra coisa é ser alto. A altura está relacionada à frequência, grave, agudo, médio. Intensidade está relacionada à energia, o som forte, o som fraco. A duração está relacionada ao tempo em que ele acontece, por exemplo: a porta foi intenso, mas foi curto. O condicionador de ar, ele não é longo, ele é constante. Em intensidade qual foi o som mais alto? Se você pegasse um medidor e chegasse no pico mais alto.

Aluno 3: a porta.

Pesquisador: qual foi o mais tênue?

Vários alunos: o vinte e nove.

Pesquisador: vamos agora para a altura, qual o som mais agudo?

Aluna 7: o do relógio do aluno 8

(segue uma discussão entre o som dos pássaros, dos periquitos e do relógio. Quando o aluno 8 liga o alarme do relógio, acabam por concordar com a aluna 7).

Pesquisador: qual o mais grave?

Aluna 7: a tosse.

Aluno 3: professor, tire uma dúvida. Dê um exemplo de agudo e grave.

Pesquisador: por exemplo, aqui no violão (exemplifica subindo e descendo na escala de dó maior. Em seguida, toma o mi mais grave e a nota mais aguda, no último traste da corda mais fina).

Inicia-se uma discussão entre a tosse, o zumbido da abelha e o condicionador de ar, mas os alunos acabam por concordar que era o som do condicionador de ar. É interessante observar que, para os critérios adotados na classificação, foi necessário um amadurecimento em torno dos conceitos de altura, intensidade, duração. Uma atenção especial deve ser dada à perspicácia do aluno 3 ao lançar mão de uma quarta característica, a distância, para defender sua percepção de que o som da porta teria sido mais intenso do que o dos pássaros. Talvez,

por conta desse debate, no sexto encontro, quando realizamos a atividade de construção do mapa sonográfico da UNEMAT, ficou mais fácil para eles perceberem que a medição da intensidade teria que ser feita sempre da mesma distância da fonte sonora.

Pesquisador: vamos aproveitar a fala da aluna 1 para falar da duração. Qual foi o som mais longo? Vamos tomar que o condicionador de ar seja constante. Qual foi o som mais duradouro, mais longo?

Aluna 5 seguida de outros alunos: os pássaros.

Pesquisador: esse som foi constante?

Aluna 1 seguida de outros alunos: não. Eles paravam.

Pesquisador: uma coisa é a duração de um som, outra a duração de um evento. O passarinho dá um pio, depois outro pio. Não é um único som. Vamos analisar de um único som.

(os alunos começam a identificar na lista os sons que são constantes).

Aluno 3: os pássaros dão uma parada, só que o intervalo em que eles param é de milésimos de segundos.

Pesquisador: vamos pegar um evento só, seja o canto do pássaro ou uma tosse, qual é o que tem maior duração?

Aluno 3: o pássaro.

Pesquisador: e o mais curto?

Aluno 8 seguido de outros alunos: o relógio

Pesquisador: tem mais algum critério por meio do qual pudéssemos classificar os sons? Vamos ver critérios que possam nos ajudar a diferenciar o som. Precisamos começar a criar uma biblioteca de sons. Por exemplo, eu posso pedir que elejam um som que seja agudo, curto, intermitente. Entenderam?

Aluno 2: irritante.

Pesquisador: o som irritante está relacionado a que?

Aluna 1: intensidade, duração. O som de um mosquito.

Aluna 11: a conversa entre os dois rapazes (durante a escuta realizada pelos alunos no pátio da UNEMAT) irritou a professora 1.

Professora 1: eu já tinha conseguido isolar o barulho. Deve ser uma constante. Aí eu comecei a pensar seria o meu papel naquele momento. Eu estava junto com o grupo, mas podia pedir para que eles colaborassem conosco. Eles estavam aumentando o volume, dando risadas e não perceberam que ali tinha um grupo. Não que estivessem me irritando.

Pesquisador: Tudo que irrita é barulho?

Aluna 1: não. O que irrita a mim, pode não irritar a ela. É pessoal, não seria uma classificação.

Aluna 11: tem gente que se ligar o ventilador ou o condicionador de ar não dorme. Tem gente que só dorme com esse barulho.

Pesquisador: será que eles estavam irritando por estarem atrapalhando a escuta que vocês queriam realizar?

Vários alunos: é.

Pesquisador: podíamos classificar os sons em humanos, tecnológicos e naturais. Eu vou chamar de N, T e H. e agora?

Professora 1: natural... o som de passos é natural?

Pesquisador: vamos lá, na sequência.

Professora 1: o condicionador de ar é tecnológico.

(os alunos vão classificando os sons com certa concordância até chegarem na caneta do aluno 8, onde se estabelece uma discussão em torno do que é um som humano).

Pesquisador: o que podemos entender sobre som humano?

Aluna 1: tudo o que é produzido por ele.

Nesse momento, iniciou-se um debate em torno da construção de uma definição comum para separar os sons humanos dos tecnológicos. A importância atribuída por Schafer para esta caracterização residia também na possibilidade de analisar as alterações históricas sofridas pelas paisagens sonoras, principalmente aquelas transformações ocasionadas pelo advento e pela inserção da tecnologia. Nesse processo, alguns alunos notaram que a paisagem sonora do pátio da UNEMAT tinha problemas, causados justamente por um dispositivo tecnológico que era o condicionador de ar. Eles conviviam com um calor excessivo que dificultava as atividades acadêmicas e cuja solução passou pelo uso desse aparelho. São muitos aparelhos num pequeno espaço físico o que, conseqüentemente, aumentou muito o ruído de fundo. Nesse segundo encontro, já conseguimos perceber um grande interesse deles com respeito à análise dos sons, às peculiaridades de um objeto sonoro, como ficou evidenciado nos diálogos em torno da classificação dos sons da paisagem sonora do pátio. No final, caminharam em direção à constatação de que a tecnologia está à nossa volta, mesmo numa região pouco habitada e repleta de sons naturais, como é o caso de Barra do Bugres.

Aluna 1: eu discordo professor. Esse passo não é tecnológico.

Pesquisador: esse som é tecnológico? Esse som é tecnológico porque passou a existir a partir do momento em que a sandália passou a existir.

Aluna 1: mas ela está caminhando.

Aluna 11: o passo para mim é humano, o arrastar do chinelo seria tecnológico.

Pesquisador: o passo sem sandália. Descalço.

Aluna 1: mas quem está descalço?

Pesquisador: ninguém está. Os sons ouvidos são de calçados. Quem produziu o barulho foi a aluna 4 ou o chinelo dela?

Aluna 11: foi ela que produziu (continua a classificação dos sons até chegar ao som 12 – uma sacola sendo amassada, onde começa nova discussão).

Pesquisador: será que alguém consegue discernir entre pegar a folha e amassar, ou amassar a folha com um pedaço de madeira?

Aluno 3 seguido do aluno 2: vai ser o mesmo.

Pesquisador: ou pelo menos muito parecido.

A classificação continuou e, no final, realizamos a conta de quantos sons eram naturais, quantos tecnológicos e quantos humanos. Os alunos se mostraram surpresos em perceberem que a maior parte dos sons, mais de 50% eram sons tecnológicos, sons que só passaram a existir a partir de um determinado instante da história da humanidade. A discussão, que se iniciou no contexto da separação entre as três categorias, foi, aos poucos, ampliando-se. Os alunos começaram a expor exemplos de lugares mais calmos e perceberam que mesmo nesses lugares, os sons tecnológicos estavam presentes. Esse primeiro contato, além de transportá-los para o mundo investigativo dos estudos de paisagens sonoras, elevou a percepção que tinham da ambiente sonoro da UNEMAT, além de trazer à tona a questão da invasão tecnológica em todos os ambientes do mundo moderno.

Pesquisador: olhem para isso aqui. Diz alguma coisa para nós? (referindo-se à quantidade de sons tecnológicos).

Aluna 1: que a tecnologia está à nossa volta.

Pesquisador: tem muito mais sons gerados pela tecnologia.

Aluna 1: e a matemática está aí para nos ajudar a analisar estas coisas.

Professora 1: na organização dos dados.

Aluna 13: tecnologia venceu, mas eu creio que depende do ambiente que está sendo analisado.

Pesquisador: será?

Professora 1: ontem o professor falava que se pegássemos dois espaços, mesmo que sejam rurais, por exemplo, o espaço de uma grande propriedade e o espaço de um assentamento, com certeza vamos ouvir sons tecnológicos.

Aluna 13: o que eu chamo de natural é à beira de um rio, que não tem tecnologia.

Pesquisador: poderemos ouvir, ao longe, o som gritante de uma serra cortando o tronco de uma árvore. Poderemos ouvir, por exemplo, o som de um avião passando. Mesmo na beira do rio, podemos ouvir os barcos passando.

Aluno 3: mas mesmo assim o som da natureza vai dominar.

Aluna 13: você tem que sentir aquela paz. Os macacos, os peixes pulando. É diferente mesmo. Tem esses elementos.

Pesquisador: eu fui à uma praia que eu ia na adolescência, chamada calhetas. É um lugar muito bonito e íamos acampar. Hoje está cheia de casas, som, carro de som. Lá tem um lugar que o mar bate nas pedras e quando o vento soprava, escutávamos a música que vinha de um bar que tinha a um quilômetro de distância. Acabou, não existe mais. Temos o costume de registrar as imagens, mas os sons não. Temos fotografias do passado. E os sons? como eram? Eu fico vendo aqueles pombinhos na praça da república. Como é que é a vida daqueles pombos? O som dos aviões tem atrapalhado o acasalamento dos pássaros em alguns lugares. A questão que ela colocou é interessante, que diz respeito ao fato de ser subjetivo ou não. Embora parecesse tão objetivo, já não foi. De outra forma, poderia pensar em quais são sons de objetos que estão em movimento e de objetos que

estão parados. Eu posso classificar assim também? Ouvimos o som da moto. O som da moto não cessou, apenas mudou de lugar.

Professora 1: a mesma coisa com o passarinho. Ele vinha e aí parava um pouco e aí parece que o outro começava a cantar de volta.

Pesquisador: Isso é importante porque podemos estar em lugares onde os sons que são desagradáveis vão permanecer ali. Um barco ele vai embora, uma moto, um carro, um avião, mas tem sons que são intensos, são desagradáveis e que ficam lá. Por exemplo, o vizinho da aluna 11.

Aluna 11: ele escuta de seis a oito horas, todo sábado e todo domingo.

Pesquisador: eu morei vizinho a um senhor que tinha um ferreiro. É lindo o som do pássaro, mas todo dia, o dia todo. Os sons em movimento parecem, embora possam ser agressivos.

Aluna 11: professor, você é do Nordeste? Embora eu ache bonito, tem hora que irrita são aqueles sinos que eles colocam no pescoço das cabras.

Pesquisador: e o xote tem sinos desse tipo. Pegam um maior e um menor, feitos à mão, de bronze. (exemplifico o ritmo do xote com o violão e cantando o som dos dois sinos).

Aluna 11: Eu já morei perto de um vizinho que ele escutava forró estilizado. Toda música eu gosto, mas depois de 20, 30 minutos, começa a irritar.

Aluna 5: eu não aguento mais ouvir aquela banda "Deja Vu".

Aluna 7: Amado Batista.

Aluna 11: e o Kuduru do latino? (todos riem).

Pesquisador: o problema é que a não possuímos pálpebras auditivas. Quando não queremos ver algo, podemos fechar os olhos, mas, infelizmente, com os ouvidos não dá.

Aluno 3: o senhor já ouviu aquele ritmo Cumbia?

Pesquisador: sim. O problema é o que fazem com ele no Brasil.

Aluna 11: à noite não tem nada que irrite mais do que cachorro latindo ou criança chorando.

Aluno 3: depende do cachorro.

Pesquisador: podemos também classificar em constante, intermitente ou ocasional. Ocasional é o que acontece de vez em quando. É chato, mas é uma vez por mês. Por outro lado, quando não está em movimento, quando é constante e a fonte é fixa, ou você se acostuma, ou se irrita, ou se muda.

Pesquisador: Vou propor uma tarefa para encerrar essa análise. Vou falar em termos do ataque. O que é o ataque? O ataque é a forma como o som acontece, como começa a acontecer. O som pode começar a acontecer de diversas formas. Por exemplo, eu tenho um mesmo objeto e eu posso produzir diferentes sons com esse objeto.

Nesse momento, apresentamos para eles uma taça de vidro com a qual produzimos um som, percutindo-a e outro deslizando suavemente a ponta de um dedo molhado em sua borda, executando movimentos circulares. Em cada um dos casos o ataque, o corpo e o decaimento terão formas diferentes. Nesse cenário, discutimos o significado de cada uma destas partes do som, utilizando também o violão e exemplificando com outros objetos sonoros.

Depois do primeiro contato com os exercícios de sensibilização da audição, no âmbito do registro dos sons no pátio da UNEMAT e da discussão que tomou lugar onde entraram em cena aspectos fundamentais no estudo e classificação do som, achamos oportuna a introdução da representação do som de um objeto sonoro (figura onze). Desse momento em diante, realizamos uma série de exercícios de escuta e visualização de sons por meio do uso de alguns recursos tecnológicos, tais como um microfone, uma placa de som para digitalização e reprodução de áudio, um computador com programa gravador, editor, masterizador e reproduzidor de áudio, emprestando outra dimensão aos exercícios de escuta e análise sonora.

Pesquisador: vou chamar este gráfico de corpo, decaimento e ataque. A forma como este som vai começar a acontecer pode manifestar-se de diversas formas. Eu posso ter um ataque suave ou um ataque que seja curto. Vocês já prestaram atenção ao som do piano, um piano de verdade?

Aluna 5: só ouvi nos filmes.

Pesquisador: como é que o som do piano é produzido? Lá dentro tem uns martelos que batem nas cordas. Isso faz com que as cordas entrem em vibração de uma forma ríspida, rápida. Procurem dentro dessa nossa lista um som que tenha um ataque curto.

Aluno 3: porta batendo.

Professora 1: esse aí é aquele que dói no ouvido

Pesquisador: escolhemos um som que irrita por vários aspectos. Além dos aspectos culturais. O ataque pode irritar, ele é decisivo.

Aluna 3: a tosse.

Aluna 3: chiclete.

Pesquisador: a tosse, o chiclete, a bomba, a batida do chinelo. O ataque curto está quase sempre associado a uma batida. O contra-baixo, a bateria, a folha. Todos estes sons tem o ataque curto. Vejam em quantas formas podemos analisar, os aspectos que estão envolvidos. Tem sons com ataque curto, corpo curto e decaimento curto.

Nesse momento a aluna 3 e o aluno 8 começaram a balançar uma folha de papel, produzindo um som estalante. É interessante observar que esse recurso é, posteriormente, utilizado por mais de um grupo na sonoplastia dos teatros sonoros criados por eles.

Pesquisador: olha que coisa linda. Tem um ataque curto. Todos esses sons têm ataque curto.

Pesquisador: peguem os diários de sons. Vamos às três tarefas de amanhã. Eu quero que sejam individuais.

Primeira tarefa: eu quero que vocês tragam a descrição da mais memorável experiência sonora que vocês tiveram na vida. Segunda tarefa: eu quero que vocês tragam um som que seja realmente interessante. Não é uma experiência auditiva de vida. Pode ser atual, tecnológico, natural, humano. Vocês estão livres para escolherem o que quiserem. Terceira e última. Prestem bem atenção a esta terceira. Todo mundo tem gravador, não é? Todo celular tem gravador. Eu vou apresentar para vocês esses equipamentos amanhã. São equipamentos

sofisticados (apontando para a mesa com os equipamentos de áudio citados, além de um gerador de áudio, um osciloscópio e uma caixa de som amplificada), *mas podemos reproduzir as mesmas coisas com um celular e um computador e o microfone comum.*

Aluna 5: só que a qualidade é menor.

Pesquisador: isso (faço uma breve apresentação da interface de áudio e do microfone, evidenciando que para fins educacionais, o uso de celulares pode ser um recurso interessante, mesmo porque a maior parte dos estudantes possui celular). *Eu quero que vocês tragam dois sons.*

Aluno 3: essa é a terceira?

Pesquisador: é a terceira e última de hoje. Eu quero que vocês tragam dois sons que sejam realmente discrepantes, sob qualquer aspecto que vocês escolherem. Dois sons que sejam discrepantes, que sejam diferentes, extremamente diferentes sob um determinado aspecto. Que aspecto é esse? O aspecto que cada um escolher. Certo?

Muito embora tenhamos utilizado equipamentos sofisticados na análise sonográfica, na visualização das curvas de timbre, na gravação e visualização dos sons, é possível realizar estas mesmas experiências com um computador comum, com qualquer um dos muitos programas editores de áudio disponíveis na internet e um microfone comum. Obviamente, haverá alguma perda de qualidade, pois as placas de áudio ‘on-board’ não possuem a mesma fidelidade de uma placa profissional. Quanto aos microfones de computadores, são bem menos confiáveis do que os microfones ‘phantom power”. Contudo, com uma latência alta, a digitalização pode ser dar sem grandes perdas.

Notamos interessantes ligações entre os exercícios de limpeza de ouvidos com os conteúdos disciplinares, não apenas pelas inúmeras possibilidades de classificação de tais sons a partir de perspectivas histórica, científica, tecnológica ou cultural, mas também pela valorização da experiência auditiva em si, pelo convite a ouvir o som não só para entendê-lo, mas também para senti-lo. Uma coisa é percorrer um caminho para conhecê-lo, interpretá-lo a partir de uma determinada teoria. Outra coisa é percorrer um caminho para senti-lo, envolver-se com ele. Se, de um lado, interpretar as paisagens sonoras tenha sua importância no entendimento da relação do homem com o ambiente acústico, de outro, também deve ser importante a sensibilização da audição dos sons a partir de uma perspectiva subjetiva.

Pesquisador: existe uma variedade, uma diversidade incontável de coisas na internet que são muito úteis, quando devidamente utilizadas. Discos vinil, cds, dvds, fitas magnéticas, shows, gravações de paisagens sonoras, gravações de sons, programas de acústica disponíveis para você instalar. Tem ferramentas que são sintetizadores, para você mesmo produzir sons e outros para editar sons, visualizá-los. O exercício de tentar aproximar me parece bastante plausível, pois estamos jogando com grandezas que tem grande relação com nossa prática de professor. Existe um acervo enorme de sons na internet, não só gravações como também

filmagens. Tem umas horríveis, mas tem umas de qualidade muito boa. É preciso garimpar. É preciso refletir sobre a forma como a matemática pode constituir-se numa linguagem útil para formar cidadãos auditivamente competentes. Esse é o grande desafio que eu coloco para mim e estou colocando para vocês enquanto educadores e futuro educadores. Paulo Freire vai nos dizer que a cidadania pela capacidade de poder ler seu próprio momento histórico. Entender-se enquanto ser participante de um processo. Competente para intervir. Chegar lá para o vizinho e dizer: tu não tens esse direito, se tu queres ouvir tua música, tu tens todo o direito, mas não o direito de me obrigar a ouvi-la.

Aluna 11: imagina! Eu não faço isso. Morro e não faço isso.

Pesquisador: nessa nossa classificação, poderíamos colocar mais coisas. Há outras formas, talvez até mais subjetivas, mas que são interessantes. Por exemplo, posso classificar historicamente, eu posso fazê-lo geograficamente. Construir mapas sonoros de paisagens sonoras. Investigar como as paisagens sonoras se modificam ao longo do espaço geográfico. Se eu sair de São Paulo e for para Bauru ou sair de Barra do Bugres para Cuiabá ou ainda se eu subir o rio Paraguai. Novos sons vão aparecendo. O que esses sons caracterizam? Eu acho que é possível ler o mundo a partir dos sons. Os deficientes visuais sabem fazer isso.

Pesquisador: o que vocês acharam dessa primeira parte?

Aluna 1: achei interessante. Teve um concurso e uma das questões falava do som, sobre as pessoas passarem pelas coisas e não perceberem o que está acontecendo. Muitas dessas coisas vemos praticamente todos os dias, mas não prestamos a devida atenção. Passamos o tempo todo pela praça de convivência, mas não paramos para ouvir os passarinhos. Ouvir é um exercício que nos leva a pensar. A vida é tão corrida que acabamos não prestando atenção aos detalhes, atendo-nos apenas ao todo.

Aluna 5: não ouvimos nem as pessoas que estão a nossa volta. Os professores nem param para ouvir o próprio aluno. O que o aluno tem de bom, se o aluno está gostando ou não.

Pesquisador: tem sons na lista construída por vocês que, na medida em que observamos, nos traz um sentimento do tipo: esse som apareceu? Um outro sentimento que nos pode aparecer seria: esse som estava lá? Eu não ouvi esse som.

Aluna 1: a bola de chiclete eu não ouvi.

Aluno 2: principalmente a caneta escrevendo no papel.

Aluna 5: os pássaros na universidade. O lápis dá para ouvir, o atrito do lápis no papel, mas a caneta não.

Os relatos acima são incisivos quanto à percepção em torno dos processos de massificação do mundo moderno. Se, de um lado, a tecnologia permitiu melhoria na qualidade de vida por meio dos incontáveis benefícios no cotidiano das pessoas, de outro, criou um mundo da informação altamente mutável, acelerando o ritmo de vida das pessoas, tornando-as insensíveis às coisas que acontecem às suas voltas. Como a aluna 1 evidencia, “ouvir nos ensina a pensar”. Esta escuta pensante pode materializar o ‘ser mais’, consistir num exercício de liberdade, contrapondo-se a uma escuta passiva, sentimento compartilhado pela aluna 5, ao afirmar que “outra atividade que chamou minha atenção foi a de sair da sala para escutar os sons. Um momento de refletir e perceber o quanto nos desapercibemos com

as coisas.”. Numa possível continuidade da pesquisa, materializando um processo de ação-reflexão-ação, julgaríamos boa aventura o exercício de pensar soluções para os problemas acústicos identificados, em direção à melhoria da paisagem sonora da praça de convivência. Esse pensar evidenciado pela aluna 1 materializa a opção pela especificidade em detrimento à audição panorâmica. É a opção pela postura ativa, negando a passividade, negando a educação instrumental que nos aliena o direito à cidadania. Como percebeu a citada aluna, é o direcionar-se àquilo que está presente nas suas vidas, cotidianamente, e que até então eram insensíveis, devido, muitas vezes, a um ritmo de vida que não permite parar, vislumbrar, sentir. Percepção semelhante teve a aluna 9. Em seu diário de sons (figura dezoito), relata que descobriu o quanto é importante aprender a ouvir o som. Apesar de qualquer perspectiva instrumental em que a matemática pode contribuir com a análise numérica, o exercício de ouvir agrega a dimensão sensível à análise científica.

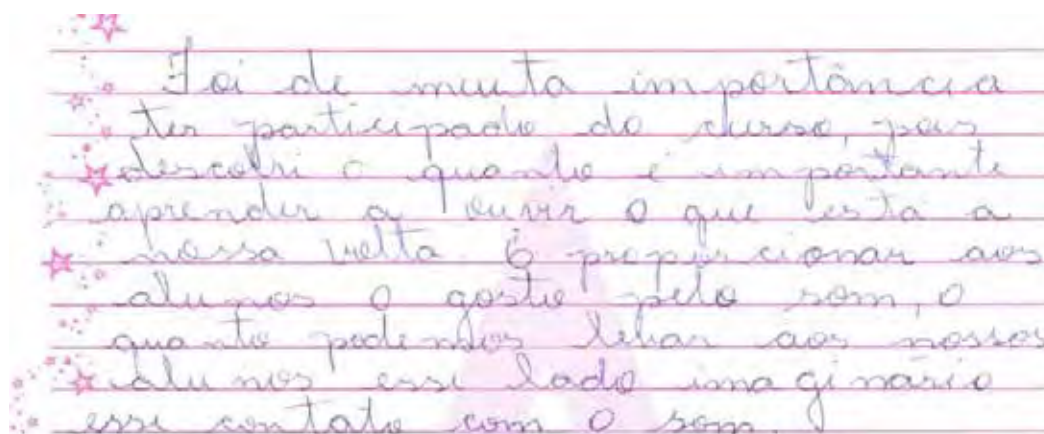


Figura 18: importância da audição pensante.

4.5. Da escuta panorâmica à escuta musical

A experiência de Ilha Solteira deu mostras de que os licenciandos sentiram dificuldades de interação quando as relações entre ciência, matemática e música entraram em cena. Se, de um lado, eles se mostraram interessados em saber que há muita ciência na música, de outro, a falta de familiaridade com os conceitos da acústica musical tornou-se obstáculo na construção de um discurso integrador. Enquanto que na experiência de Ilha Solteira, demos forte ênfase na proposta de atividades nesta interface, tais como os tubos sonoros, o oscilador de Melde e a análise dos padrões de vibração de instrumentos musicais e outros corpos sonoros, sem que tais atividades tivessem qualquer ligação com algum processo de ação – reflexão – ação anteriormente desenvolvido, em Barra do Bugres realizamos apenas uma atividade envolvendo matemática e música, qual seja a análise do padrão de intervalos da escala física de um violão. Contudo, a inserção desta atividade deu-se no momento em que percebemos que os alunos já estavam atentos à diversidade com que os sons podiam ser classificados e conscientes da constante reflexão em torno de como a matemática poderia contribuir para um projeto de educação sonora. Nesta atividade, propusemos que os licenciandos medissem, com o auxílio de uma fita métrica milimetrada, o comprimento útil da corda em relação a cada traste, do primeiro até o décimo nono. Desta forma, mediram, em centímetros, a distância da pestana e de cada traste até o rastilho, do primeiro até o décimo nono, no intuito de determinar o modo como tal distância diminui da pestana até o décimo segundo traste, determinando o padrão de variação do conjunto de trastes utilizado na construção da escala. Esse padrão está diretamente ligado à variação do comprimento de onda do modo fundamental da série harmônica e, conseqüentemente, à sua frequência de vibração e à nota musical emitida pela corda para cada um dos comprimentos considerados. Em seguida, colocamos os valores medidos no quadro e, na sequência, convidamo-los à análise dos dados.

Pesquisador: estas hastes de ferro são os trastes, aqui é o rastilho, essa pecinha branca, e aqui é a pestana. Isso aqui é o cavalete no qual as cordas e o rastilho são presos. Vamos fazer o exercício de medir. Alguém mede, alguém anota. Vamos realizar a medida dos comprimentos úteis da corda do violão.

Os alunos realizaram, em grupo, as vinte medidas e anotaram no quadro. A figura dezoito, retirada do diário de sons da aluna 6, mostra as medidas realizadas. Os valores estão em centímetros. “ L_0 ” é o comprimento útil da corda solta, “ L_1 ” o comprimento do rastilho até o primeiro traste, e assim por diante.

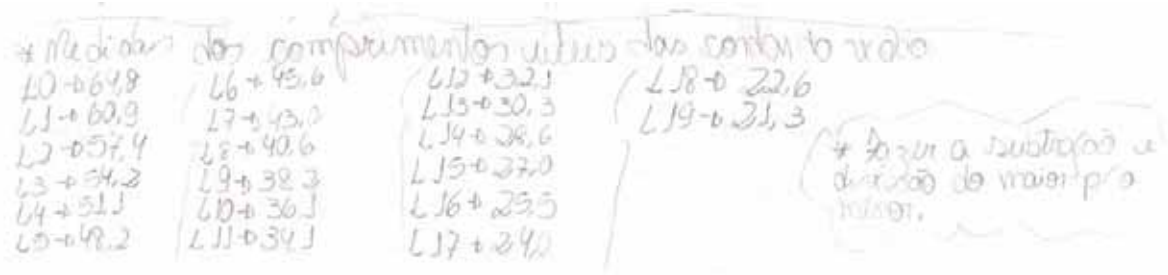


Figura 19: medidas dos comprimentos úteis de uma corda de um violão.

Pesquisador: eu queria que vocês fizessem a subtração de cada uma das medidas em relação a sua anterior e, depois, a divisão de cada uma em relação a sua anterior. Entenderam? Eu quero que vocês façam estas contas e tragam os resultados para conversarmos amanhã.

Iniciamos o terceiro encontro, retomando a atividade de análise do padrão de intervalos da escala do violão. Os alunos calcularam as diferenças e as razões entre os valores das distâncias entre cada par de trastes consecutivos, iniciando com a diferença e a razão entre a distância do rastilho à pestana e a distância do rastilho ao primeiro traste, até encerrar com a diferença e a razão entre a distância do rastilho ao décimo nono traste. Os dados foram transcritos para o quadro. A figura vinte, retirada do diário de sons da aluna 6, mostra os valores calculados. As diferenças estão em centímetros e as razões são adimensionais.

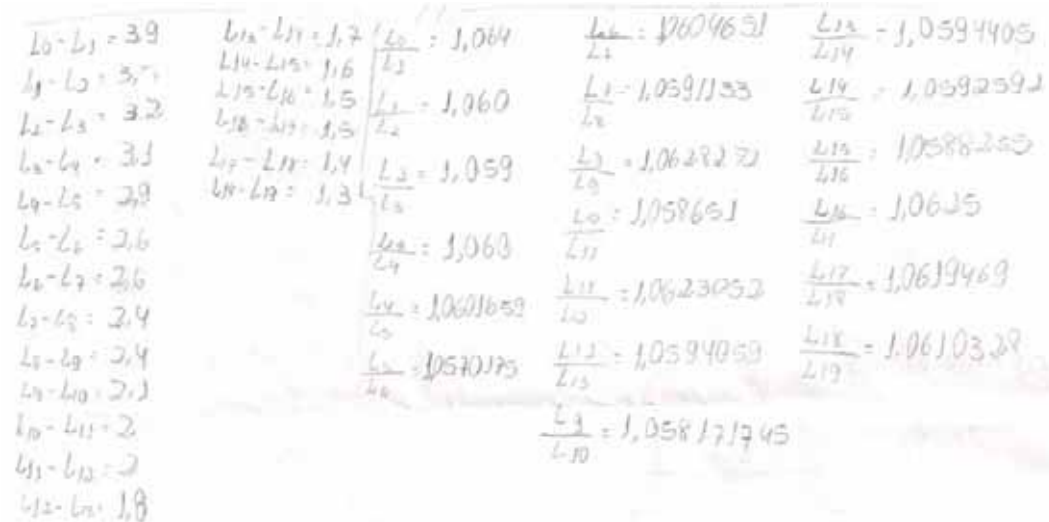


Figura 20: diferenças e razões na escala do violão.

Pesquisador: agora vamos conversar sobre esses números. Vamos externar nossas competências matemáticas.

O que vocês acharam olhando para esses números?

Aluno 8: a razão deu praticamente aproximada.

(Os alunos conversam entre si e o aluno 8 levanta o braço e pede a palavra).

Aluna 5: está decrescente a subtração.

Aluna 11: percebi que começa numa diferença aproximada de três, depois diminui para dois e depois para um.

Pesquisador: essa diferença está diminuindo.

Aluna 13: está diminuindo o que?

Aluna 11: a corda do som.

Aluna 13: musicalmente falando, está diminuindo o que? A intensidade, a altura?

Pesquisador: quando observamos aqueles números, o que é que está diminuindo?

Aluna 13: o tamanho da corda.

Pesquisador: quando a observamos aqueles dados, está diminuindo o tamanho da corda. Agora quando observamos as diferenças, as diferenças estão diminuindo. O que é que está diminuindo?

Aluna 11: se você está tocando um violão, se você está tocando aqui e você trazer a mão para cá, diminui o som.

Pesquisador: o som fica o que?

Aluna 13: mais grave.

Pesquisador: o que varia quando fazemos isso?

Aluno 8: a vibração.

Aluna 7: quando você vibra um comprimento grande, a duração do som é maior. Quando você vibra um comprimento pequeno, a duração é menor.

Pesquisador: quando eu aperto a corda em qualquer traste, eu estou diminuindo o tamanho da corda. Chamamos esse tamanho de tamanho útil, porque é a parte que definitivamente vai vibrar. Quando eu faço isso, o que é que está variando no som?

Aluno 8: a intensidade.

Aluna 11: tonalidade.

Aluno 8: ataque.

Aluna 7: intensidade, altura. A partir do momento em que você muda de local, muda tudo.

Pesquisador: mas qual é o intuito do músico quando ele vai variando a posição?

Aluna 7: mudando o ritmo.

Aluno 8: ele está mudando as notas.

Pesquisador: construiremos essas coisas aos poucos. Voltando aos dados, vamos ver o que é que esses dados significam. Esse exercício de buscarmos essas ligações é um exercício que precisa ser feito. O que é que está diminuindo aí?

Aluno 8: a distância entre os trastes.

Pesquisador: vocês ouviram. A distância entre os trastes. O que é essa diferença?

Aluna 11: não, a distância tudo bem. Eu quero saber é a tonalidade do som que vai modificando na medida em que mudamos a posição da mão.

(Vou mostrando que a diferença, embora esteja diminuindo, algumas medidas se repetem).

Pesquisador: vocês acham que há algum problema no instrumento (fita métrica) que utilizamos?

Aluno 2: tem.

Aluna 1: não é instrumento preciso. Agora, se tivéssemos um paquímetro...

Pesquisador: muito embora seja preciso, só serve para pequenas medidas.

(falo dos problemas de quem mediu. A posição, a paralaxe, etc.).

Pesquisador: se nós tivéssemos de posse de um instrumento mais preciso.

Aluna 1: os músicos sabem disso?.

Pesquisador: em geral, os músicos não têm esse conhecimento.

Aluna 5: fazem, mas não sabem o que fazem.

Pesquisador: parece que em um bocado de profissão é assim (os alunos riem).

Aluna 5: pedreiro, costureira.

Pesquisador: e como o pedreiro usa matemática? Citem um exemplo da matemática que o pedreiro usa?

Aluna 5: no nivelamento da base do tijolo.

Aluna 11: os ângulos da casa.

Aluna 1: eu acredito que eles sabem que é matemática, mas não aquelas fórmulas que conhecemos.

Aluno 8: tem uns que nem são alfabetizados.

Aluna 11: meu marido mesmo. Ele sabia medir a área de um terreno. O terreno podia ser de bico, redondo. Ele pegava uma área e media. Podia ser todo desencontrado, ele achava a medida certa. Como ele fazia aquilo, eu não sei. Só sei que ele acertava.

(São dados outros exemplos de matemática do cotidiano pelas alunas 1, 5 e 11).

Pesquisador: Tem duas coisas que são importantes para pensarmos sobre elas. Será que para essas pessoas, o aprendizado da matemática vai trazer alguma melhoria nas suas atividades e, por outro lado, para nós, enquanto professores de matemática, é útil conhecer essas realidades?

Aluna 11: mas é isso que eu falei ontem para o senhor. A matemática como é dada na faculdade é uma droga, porque muitos professores não trazem para a realidade. Não mostram para o aluno que uma integral serve para calcular determinadas coisas e o aluno não vai saber para que é aquilo que ele está estudando. Tem professor que joga aquilo e depois de 10, 15, 20 anos de ensino é que você vai saber por que você estudou.

Aluna 1: eu concordo em parte com o que ela falou. Deveria haver as duas coisas, porque é o que o mestrado e o doutorado exigem. Se você quer avançar, não tem como você ficar no cotidiano. Contudo, quem for para sala de aula precisa desse tipo de conhecimento.

Pesquisador: será que é preciso que o professor de matemática conheça as realidades para poder ensinar matemática? Pegar essa matemática que é aprendida na universidade e trazer para a realidade consiste numa tarefa fácil?

Aluna 4: algumas coisas cabem, outras não. Por exemplo, se o pedreiro souber trabalhar a fórmula de calcular a área, vai ficar muito mais fácil para ele.

Aluna 11: um certo professor montou uma espécie de caixa d'água, para os alunos estudarem. Eu achava super interessante.

Aluna 5: eu acho que se o professor for associar à realidade todos os conteúdos que tiver que ensinar, não vai conseguir, mas se ele tentar associar o básico que possa, o aluno vai estar com a mente mais envolvida, ele vai conseguir depois imaginar.

Pesquisador: vocês estão fazendo esse curso. Se vocês pegarem um colega de vocês e perguntarem: matemática tem relação com música? O que vocês acham que ele irá dizer? Esse curso que estamos iniciando tem relação com matemática? Essa relação é visível? (alguns dizem sim, outros dizem não).

Aluna 11: eu falo para meus alunos que tudo na vida tem matemática e ciências. E aí eles já põem na cabeça que tudo o que eles vão fazer tem matemática.

Aluna 4: às vezes o professor vai sentir dificuldade de associar com o cotidiano. A matemática da cozinha, por exemplo. Eu acho que tem coisas que não dá e outras o professor não vai conseguir. A todo mundo que você ensina eles querem uma explicação e tem conteúdo que não tem uma explicação visível, ou a explicação que você vai dar vai fazê-lo entender menos ainda.

Pesquisador: mas vejamos. Se eu quero ensinar matemática sem a complicação que tem lá no livro, eles não vão ter problema, não é? Mas vai servir para alguma coisa? Não vivemos o mundo do livro, vivemos o mundo da vida e o mundo da vida é esse que está ali. Se é complexo ou não, é outra história.

Aluna 11: eu procurei mostrar a eles as coisas básicas, para fazer as cadeiras todas iguais, as canetas. Por que essas carteiras são feitas todas retangulares? Imagine se você estivesse numa sala de aula e fizesse essa pergunta. Quando fazemos isso, problematizamos o mundo.

Pesquisador: eu posso dizer, por exemplo, da economia da madeira. Se eu for cortar círculos, eu vou ter uma perda, mas não é só isso. O modo de produção é muito mais fácil. Eu posso ser um excelente professor de matemática, chego lá e explico aquelas coisas que estão no livro e deixo para o aluno a tarefa de pegar esse conhecimento e ir para a vida. Eles deixam aquela matemática para a sala de aula e na vida eles usam outra matemática que muitas vezes é desconhecida dos professores.

Aluna 13: tem algumas disciplinas que exigem mais criatividade do professor para que o aluno se interesse e tenha mais compreensão do conteúdo. Falta didática, aproveitar o que o aluno tem. Não adianta você trazer para o aluno. Tem que aproveitar o que ele tem. Você vai explorar o que ele tem e também oferecer para ele.

Pesquisador: precisamos estar atentos, enquanto licenciandos em matemática, para essas relações, essa ponte que estávamos conversando. Ir lá, voltar. Esse percurso de um lado para o outro, da matemática para a cultura. Esse curso vai ficar atravessando essa ponte, de um lado, a matemática, de outro, a cultura. O nosso propósito aqui é tentar construir relações que possam ser úteis numa educação matemática a partir dessas experiências do som e, em particular, da música.

Aluna 5: tudo o que a professora falou é importante, mas vai chegar ao ponto de se ficar só utilizando o que o aluno tem. Vou priva-lo de novos conhecimentos. Será que ele não é capaz de aprender a matemática rebuscada?

Aluna 13: você tem que aproveitar o que ele tem para mostrar o diferente, o novo.

(O debate continua. Na sequência, retornamos ao problema da escala do violão).

Pesquisador: nessas razões aqui, fizemos razões dos vizinhos. Estávamos falando que a aluna 1 pode ter cometido deslizos nas medições que realizou. Pode ser que o instrumento também tenha falha, mas eu acho que estamos esquecendo de um fator. Identificamos possíveis falhas da pessoa que fez a medição, possíveis falhas do instrumento de medida, mas eu acho também que a possibilidade de o instrumento, o violão também não ter precisão. Estamos falando desta possibilidade porque apareceu a repetição. (Passamos para a análise das razões).

Pesquisador: mas vamos lá. Dividam o L_0 pelo L_{12} . Dá para fazer sem máquina, aproximado. Agora divida o L_1 pelo L_{13} . O L_2 pelo L_{14} ... (Alguns alunos falam baixinho: está dando o dobro).

Pesquisador: vocês não observaram essa regularidade não?

Aluna 1: parece a metade. (Continuamos a investigar a regularidade).

Pesquisador: esse número aqui ficou quase constante. (Referimo-nos à razão da P.G., 1,059...). Essa razão é importante para a música.

Aluno 8: por que é importante?

Pesquisador: eu estou dividindo cada um pelo seu vizinho, pelo seu anterior, e está dando quase uma constante.

Aluna 1: no meu eu fiz uma constante.

Pesquisador: considerando uma constante, tratar-se-ia de quê?

Aluna 5: PA e PG.

Aluna 1: PA é a diferença. É PG.

Pesquisador: vamos considerar que são progressões geométricas. Se parece uma progressão geométrica e o 13º termo é o dobro do primeiro, qual é a razão dessa progressão? A razão já está ali, mas esse número não é um decimal, é uma dízima.

Aluno 8: deu uma dízima (comentários entre os alunos).

Pesquisador: vamos transformar num problema. Vamos dizer que o 13º termo é o dobro do 1º. Tem como calcular ou falta dados?

Aluna 1: são doze termos?

Pesquisador: aluna 1, quantos termos eu tenho aqui?

Aluna 1: treze. Ah, é.

Pesquisador: agora eu inverte. Chamei o 1º de 13º e o 13º de 1º. Tem ainda outra informação. Já está escrito ali que tem 13 termos. Tem como calcularmos aquela razão?

(o aluno 8 começa a comentar a solução. Daí eu o incentivo a ir ao quadro calcular a razão).

Pesquisador: coloque aí a relação do termo genérico. Qual é a fórmula do termo genérico? (O aluno 8 vai ao quadro e resolve, encontrando o valor $\sqrt[12]{2}$. A figura vinte e um, retirada do diário de sons da aluna 5, mostra a solução).

$$a_{13} = 2 \cdot a_1$$

$$a_n = a_1 \cdot q^n$$

$$q^{12} = \frac{a_{13}}{a_1}$$

$$q = \sqrt[12]{\frac{2 \cdot a_1}{a_1}}$$

$$q = \sqrt[12]{2}$$

$$q = 1,055$$

Figura 21: cálculo da razão da progressão geométrica.

Pesquisador: isso aí é teoria, a matemática abstrata que a aluna 5 estava falando. Quem foi a ponte aqui?

Aluno 8: O violão.

Pesquisador: vamos considerar que a razão fosse exatamente o dobro e não aproximadamente o dobro. Quanto daria essa razão?. Eu estou dizendo que o 13º termo não é aproximadamente o dobro. Estou dizendo que o 13º é exatamente o dobro do 1º termo. (mostrando as contas reais no quadro). Isso aqui é o dobro disso?

Alunas 1 e 4: não.

Pesquisador: mas se fosse exatamente o dobro, quanto daria esse termo aqui?

Aluna 5: raiz de ordem doze de dois.

Pesquisador: e quanto é a raiz de ordem doze de dois?

Aluno 8: 1,059... (A partir desse momento, voltamos às teclas do piano para, a partir da frequência do lá central, 440 Hz, calcular, por meio da mesma progressão, as frequências das outras notas musicais).

Pesquisador: vocês lembram do teclado que mostramos ontem? Das teclas do teclado? Quantas teclas têm aqui? (mostrando o teclado novamente). Essas 13 teclas de Dó a Dó ou de qualquer nota a ela mesma, é a oitava. Aqui eu tenho o Lá de 440hz. Se eu conheço essa nota e conheço a razão, eu posso achar a frequência das outras.

Aluno 8: a razão também já se conhece (o aluno 8 vai ao quadro e calcula, com a ajuda dos outros alunos, os valores das frequências das notas da oitava compreendida entre o lá de 440 Hz e o lá de 880Hz).

Pesquisador: vamos calcular? (A figura vinte e dois, retirada do diário de sons da aluna 10, mostra os cálculos realizados pelos alunos).

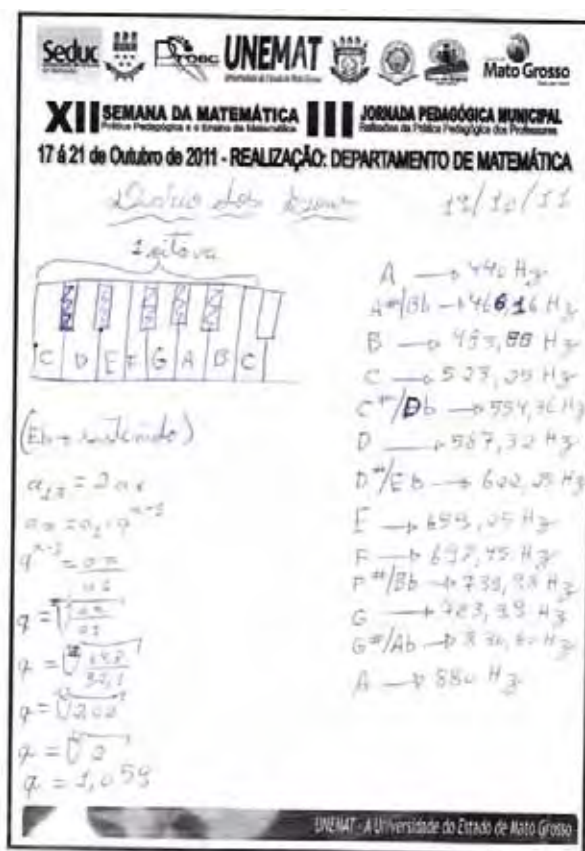


Figura 22: cálculo das frequência de uma oitava.

No início do quarto encontro, realizamos a medição da frequência de algumas notas emitidas por um violão com o auxílio de um frequencímetro. Mostramos algumas relações que podem ser extraídas desta análise e pedimos que os estudantes encontrassem outras e fossem nos mostrando ao longo dos encontros.

Pesquisador: amanhã eu quero que vocês tragam pelo menos uma relação baseada nas análises que realizamos aqui. Eu vou dizer uma e quero que cada um me traga outra a partir desses dados, usando o violão. Nós só realizamos os cálculos até o 12º traste, porque a partir daí começam as notas novamente. No caso, foi a primeira corda Mi. Aí eu fui de Mi até Mi. Esse 12º traste aqui divide a corda exatamente ao meio, mas não está

dando o dobro da frequência. A corda tem que ter a metade da distância da pestana até o rastilho. Tem que ser a metade para dar o dobro. Tem uma enormidade de relações que podem ser extraídas dessas contas que realizamos e a ideia é tentarmos amadurecer aos poucos nesses dias que virão, paralelamente às outras atividades. L_{12} dá a metade do comprimento de L_0 . Dá a metade do comprimento e o dobro da frequência. O cálculo que eu fiz foi baseado na nota lá, mas poderia ter realizado a partir de qualquer outra nota. (Nesse momento, com o auxílio de um professor do Departamento de Matemática da UNEMAT, realizamos a medição, utilizando um frequencímetro, das frequências de algumas notas do violão, evidenciando a razão relativa à oitava).

As dificuldades apresentadas pelos alunos no entendimento das ligações entre matemática e música, que podem ser percebidas nos diálogos acima, parecem possuir alguma relação com a não familiaridade com o tema, como aconteceu também em Ilha Solteira. Como podemos ver na tabela quinze, metade dos relatos apontou esta atividade como menos interessante. Em um desses relatos, a aluna 5 atribui o desinteresse ao fato de não ter conseguido entender o objetivo claro da mesma, enquanto que noutro, a aluna 7 atribuiu ao fato de não ter percebido como usar com os alunos. Ao mesmo tempo, temos a percepção de que talvez fosse um passo muito largo, talvez até inalcançável esperar que os alunos percebessem, com apenas um ou dois momentos de reflexão, todo esse universo onde é possível articular matemática e música. Contudo, diferentemente da experiência de Ilha Solteira, os alunos perceberam-na como um desafio. Nesse sentido, o olhar freireano alenta, na medida em que permite ver o ‘estar sendo’ quando o indivíduo, antes desconhecedor de sua fragilidade formativa, passa a enxergá-la, não como um obstáculo a desvanecê-lo, mas como um desafio na busca do ‘ser mais’. Nesse sentido, o aluno 3 aponta que “a música (foi) a que mais me interessou. A música é a arte universal de combinar os sons. É a maneira de se expressar por meio de melodias. Aliás, a música é a primeira das sete artes universais. Desde seus primeiros passos, ela se valeu do desejo íntimo dos músicos para exportar as suas faces interiores, como se nela, o homem se revelasse por dentro. Tudo que podemos ouvir são sons; uma buzina, um grito, um trovão, uma madeira sendo arrastada, etc.”.

Parece-nos razoável admitir que os exercícios de sensibilização da audição transportaram os alunos para uma condição que permitiu perceber os conceitos da acústica musical como necessidades formativas importantes na construção de um diálogo entre matemática e cultura do som, muito embora, naquele momento, a incursão não tenha sido bem sucedida. A percepção de que eles, enquanto professores de matemática, precisam dialogar com o mundo da vida parece ter sido o grande mérito alcançado. Continuamos a acreditar na perspectiva de que é preciso encontrar a necessidade formativa subjetiva, na qual

Em meio ao amálgama de conteúdos que vai percebendo como potencialmente significativos, sintetiza juízo de valor, unindo criatividade e imaginação como elementos necessários à materialização dos conteúdos matemáticos, possibilitando suavizar o peso da abstração, ao mesmo tempo em que toma para si a tarefa de seguir em frente, amadurecer. A aluna, cantora em uma comunidade religiosa, assume-se inconclusa, ao mesmo tempo em que percebe um universo de possibilidades de articular sua experiência de vida, sua perspectiva enquanto professora de matemática e o novo, desconhecido.

Achamos que não seria presunção arriscar que pode ter nascido aí a perspectiva de busca, por parte da aluna, do 'inédito viável' freireano. A 'situação-limite' que se revela quando a aluna percebe-se perdida em meio à avalanche de conceitos da acústica musical a quererem conversar com aquele, até então confortável, mundo conhecido da matemática, delimita a fronteira entre esse universo conhecido, experimentado, daquele outro desconhecido, e por isso, temeroso e angustiante. Segundo Freire, há diferentes atitudes frente a uma situação-limite: ou a percebe como um obstáculo que não pode transpor, ou como algo que não quer transpor, ou ainda como algo que sabe que existe e que precisa ser rompido e então se empenha na sua superação. Nesse terceiro caso, a 'situação-limite' é entendida criticamente e, daí, a vontade de superá-la. A página 12 do seu diário bastante nos inclina a enxergar a terceira destas três perspectivas freireanas.

• Um ponto crítico: ~~P~~
~~Se~~ Se houvesse um tempo maior, poderia
 ter tido um momento de vivência de
 "elaboração" de uma atividade matemática
 para ficar bem mais clara a
 visualização na prática.

→ Pelo problema de filmagem, ~~o~~ coloquei
 que o prof^o de matemática tem
 sempre a visão de que não tem obrigação
 de trabalhar com temas transversais,
 com a criatividade dos alunos, e
 pensa que apenas deve trabalhar a
 matemática abstrata e pura;

Figura 24: um possível início da busca pelo inédito viável.

Ao inaugurá-la, a aluna alerta para um ponto crítico: o tempo curto para amadurecer a reflexão, o que aponta para a continuidade que poderia dar sequência ao processo de ação-

reflexão-ação. Na sequência, nega a segunda das possibilidades freireanas frente à situação limite. Como ela mesma afirma, muitos professores não se acham na obrigação de trazer a transversalidade para suas aulas de matemática. Daí eu diria que, em muitos casos, o medo do desconhecido acaba por vencer qualquer vontade de desvelar o novo. Por exemplo, na página oito de seu diário de sons, a aluna 12, muito embora reconheça a importância das ligações realizadas, não vê atrativo na utilização de tal experiência com alunos da rede pública, assumindo a impossibilidade de tirá-los da condição em que se encontram, ao mesmo tempo em que se coloca nesse estado de passividade. Apesar de considerar importante a experiência vivenciada, ter-se julgado inconclusa enquanto professora de matemática e ter percebido a possibilidade de crescimento por meio da articulação entre o conhecimento matemático e o mundo cultural, encara a situação-limite como um obstáculo que não pode transpor.

Percebo pensados que não são muito atrativos para alunos publicamente da rede pública por não terem tal conhecimento sobre o que é música, como foi colocado, para nós brasileiros música se refere a óperas, músicas (cari, cantando, etc) e não o que o próprio palavra de significado. Para ter certeza num mundo possui conhecimento o verdadeiro significado da palavra "música", porém gostei muito do aprendizado.

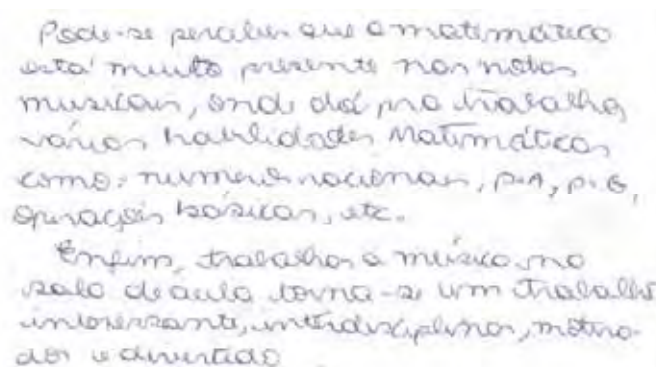
Quanto ao curso para mim ficou um tanto quanto mais parte relacionado a música, considero que aprendi muito sobre o mesmo. Em particular notei o professor quase deite

Figura 25: um obstáculo intransponível.

A elaboração de uma atividade matemática para, como vislumbra a aluna, “ficar bem mais claro a visualização na prática”, sintetiza a vontade de seguir em frente, objetivando a superação da aceitação dócil e passiva, encarando o desafio como um ‘tema-problema’ que deve ser enfrentado e superado. As ações daí advindas seriam os ‘atos-limites’, que levariam à superação e negação de um ensino instrumental da matemática que pouco contribui na formação de indivíduos auditivamente atentos. Quando a práxis leva à superação, alcança-se o

ideal do ‘inédito viável’, o qual o sonho utópico sabe que existe, mas não é conhecido e vivido. A superação de um ‘tema-problema’ leva o ser crítico, lutador, a transpor a fronteira entre o ‘ser’ e o ‘ser mais’. Frente a esse desafio, estar disposto a trilhar esses caminhos, revelar-se enquanto professor pesquisador crítico exige passos largos, de fôlego. É preciso, como afirma Freire, amor, dedicação e paciência. Parece que as práticas da citada aluna, enquanto cantora e enquanto licencianda de matemática, nunca se articularam em termos de uma práxis transformadora e parece ter nascido aí a possibilidade de uma nova percepção desses universos.

Um passo grandioso foi dado pelos alunos na medida em que perceberam a real necessidade de ir além daquele mundo abstrato de leis e fórmulas. Enquanto professores de matemática que estavam ali problematizando suas práticas docentes, perceberam o abismo entre a formação que lhes era dada e o mundo da vida, da cultura. Como colocou a aluna 11, “... a matemática como é dada na faculdade é uma droga, porque muitos professores não põem aquilo na realidade, porque se mostra para o aluno que uma integral serve para fazer aquilo ali, ele faz e vai saber para que é aquilo que ele está estudando, mas tem professor que joga aquilo e depois de 10, 15, 20 anos que você está trabalhando é que você vai saber por que você estudou.”. Percepção semelhante está presente num relato constante à página 2 do diário do aluno 8, mostrada na figura vinte e seis. Além de toda perspectiva conceitual, o trabalho com som pode trazer motivação e ludicidade.



Pode-se perceber que a matemática está muito presente nas notas musicais, sendo daí, no trabalho, várias habilidades Matemáticas, como: números naturais, P.A, P.G, operações básicas, etc.

Enfim, trabalhar a música, no sala de aula torna-se um trabalho interessante, interdisciplinar, método de diversão.

Figura 26: motivação e ludicidade no diálogo entre matemática e música.

Outro aspecto importante observado na atividade reside no fato de que o conhecimento intuitivo da matemática por meio do qual as pessoas lidam com os problemas do mundo da vida parece difícil de ser traduzido na linguagem formal. Mesmo quando todas as características, necessárias ao reconhecimento da série de números enquanto uma progressão geométrica, estavam postas no quadro, os alunos ainda não conseguiram visualizá-la. A não compreensão de que há limites reais para a precisão parece ter sido um obstáculo na associação da uma situação real vivenciada ao um modelo matemático das progressões

geométricas, o que, de certa forma, reforça a visão arraigada da precisão e abstração presentes na formação dos alunos. A partir de um determinado momento, mesmo não compreendendo, na sua completude, a relação entre matemática e música que estava em jogo, percebem a dimensão, ainda que confinada àquela realidade, da problematização do ‘que fazer’ enquanto professores de matemática para trazer o mundo da vida para as aulas deles.

Enquanto pesquisadores sabedores das lacunas que os torna incapazes de perceberem as múltiplas relações que se podem estabelecer entre matemática e música, por que ainda insistimos na atividade do violão? como ficou evidenciado na segunda ação de pesquisa, acreditamos que o que se mostra longe, inalcançável, encurta quando não vislumbramos que o aluno internalize as relações, mas quando eles conseguem se sentir capazes de percorrer o caminho. A experiência com os licenciandos de Ilha Solteira nos ajudou muito a perceber melhor a perspectiva freireana da ‘ação cultural para a liberdade’, afastando-nos daqueles querereres iniciais, nascidos do sonho utópico retórico de ensinar as relações, em direção à busca do reacender nos estudantes a vontade de buscar. Aprendemos que pouco adiante querer mostrar o caminho, mesmo porque não o conhecemos. Para Freire, o ‘ser mais’ é o que todo ser humano deve buscar. O caminho, contudo, não está pronto. Deve ser construído por cada um na medida em que se põe a caminhar. É no percorrer que o caminho é construído.

4.6. Tempo, história, sons e lugares: uma viagem pelos sons culturais

As oito tarefas transcritas a seguir e que foram indicadas como exercícios individuais, consistiram de adaptações de alguns exercícios de sensibilização da audição retirados do livro Murray Schafer, “Educação Sonora”. Com tais atividades e outras que foram desenvolvidas em sala de aula, as quais centraram a atenção nas perspectivas espacial e temporal dos eventos sonoros, buscamos valorizar as experiências sonoras dos alunos, ao mesmo tempo em que problematizamos tais experiências como apreensões espaço-temporais da ecologia acústica. Tais recortes foram experimentados por meio de diversas atividades ao longo dos seis primeiros encontros. O convite ao exercício da percepção das nuances presentes nos sons que nos rodeiam, ao mesmo tempo em que vislumbramos a percepção de que há relações entre elas e a paisagem sonora que precisam ser descobertas e problematizadas, reitera o querer freireano do convite à análise das experiências subjetivas a partir de uma perspectiva integradora desses saberes em direção à percepção de que temos muito a contribuir, enquanto professores de matemática, na formação de consciências ecológicas sonoras. Nesse sentido de valorizar as experiências individuais e trazê-las para um nível de entendimento enquanto eventos próprios de determinadas paisagens sonoras, lançamos para o grupo as oito tarefas para serem realizadas individualmente e depois compartilhadas em grupo, além de alguns exercícios de sensibilização desenvolvidos em sala de aula.

Tarefa 1: trazer para o próximo encontro uma descrição da mais memorável experiência sonora vivida.

Tarefa 2: trazer para o próximo encontro um som que seja realmente interessante por qualquer motivo.

Tarefa 3: trazer para o próximo encontro dois sons que sejam discrepantes sob qualquer critério à escolha do participante.

Tarefa 4: propor o registro ou resgate de uma paisagem sonora característica de um ambiente à escolha de cada grupo, para ser posta à escuta do restante da turma, para que, a partir desta, se faça o exercício de identificação do ambiente característico.

Tarefa 5: subtrair um som desagradável de sua vida, seja no vocabulário ou em outros sons que você produz.

Tarefa 6: escolha de um som que realce o ambiente de sua própria casa. Eliminação de um som desagradável de sua própria casa.

Tarefa 7: trazer para o próximo encontro um marco sonoro da cidade onde o mora.

Tarefa 8: trazer para o próximo encontro um som que se ouvia na juventude e que não se ouve mais, uma paisagem sonora do passado extraída de um romance, de uma pintura, de uma história ou de uma fotografia, e um som que entrou para a paisagem sonora durante os últimos dois anos.

Na segunda parte do terceiro encontro, retomamos os exercícios de sensibilização da audição, resgatando as três atividades deixadas no encontro anterior. Iniciamos com a primeira, na qual pedimos que cada um dos alunos trouxesse a mais memorável experiência sonora vivida. A seguir temos a transcrição de alguns dos relatos apresentados.

Pesquisador: vamos começar pelas experiências memoráveis (nesse momento, apresentamos uma memória sonora de nossa infância inaugurando o ciclo de falas. Na sequência, os alunos foram relatando suas memórias, complementadas por comentários e algumas brincadeiras dos outros alunos).

Aluna 9 : eu trouxe a macha nupcial que tocou no meu casamento (todos riem e comentam).

Pesquisador: não precisa dizer qual é a razão não, não é? (todos riem).

Aluna 6: é um vídeo, uma história de superação ocorrida na Nicarágua. Os remédios que a mãe dele tomou durante a gravidez fez com que a criança nascesse sem os dois braços. Ele toca violão com os pés.

Aluna 5: música é a arte de manifestar os diversos afetos da nossa alma. Foi quando eu cantei pela primeira vez na igreja.

Aluna 1: foi quando minha mãe me contou que eu era adotada. Eu não me lembro da imagem, eu só me lembro do som da voz dela (a aluna passa a contar um pouco da sua história de vida).

Pesquisador: vocês já notaram que a memória é interessante, pois, como ela disse, não consegue se lembrar do visual. Em geral, as pessoas não dizem: naquele dia você fez uma cara para mim. Em geral, as pessoas dizem: naquele dia você me disse isso. Essa questão da memória, do marco que o som tem é uma coisa muito importante, não só nesse sentido que estamos discutindo, mas no sentido da nossa relação com o mundo. A Bíblia tem diversos momentos em que Deus fala com os homens. Deus fala, Deus diz.

Aluno 2: eu acordei à noite com uma formiga dentro do ouvido. Quase fiquei louco com o barulho (risadas).

Pesquisador: como estávamos discutindo ontem, os sons que são contínuos, constantes e tem uma intensidade elevada acabam perturbando o ambiente. Quando chegamos a um ambiente mais silencioso, percebemos melhor os sons mais tênues. Só conseguiremos ouvir o barulho do ar se estivermos prestando atenção nele. Se nos desligarmos, não conseguiremos ouvi-lo.

Aluno 8: eu escutei dois ou três tiros. Foi o som que ficou marcado. Ocorreu também quando o pneu de um ônibus estourou.

Aluna 11: eu frequentava uma igreja católica e na igreja tinha um órgão, daqueles de tubos. Lindo e enorme. Tinha que vir uma freira lá de Marília...

Pesquisador: isso na infância, não é?

Aluna 11: é. ... para tocar o órgão. No dia que falavam que a irmã ia tocar o órgão, a igreja ficava lotada. O som era lindo, lindo, lindo. Eu nunca mais ouvi um som daquele.

Pesquisador: eu gosto muito.

Na época em que planejávamos a intervenção em Barra do Bugres, realizamos a leitura do livro de Schafer, “Educação Sonora”, do qual saiu parte expressiva das atividades levadas a cabo na UNEMAT. Os primeiros exercícios propostos por ele, semelhantes ao que

utilizamos aqui, buscavam resgatar as experiências sonoras dos estudantes. Contudo, ao longo da leitura, foi-nos crescendo a inquietude de não ter ficado clara a real intenção de tais exercícios. A distância entre o entendimento dele e o nosso podia ser medida, por exemplo, pelas inúmeras vezes em que ele utilizou tais exercícios e, por isso, aceitamos o desafio de repetir parte dos cem exercícios propostos no citado texto. Naquele momento, traduzíamos nossa inquietude em como tais exercícios poderiam revelar traços dos valores pessoais de cada aluno, em como a autonomia poderia ser valorizada. Por outro lado, entendíamos também que era preciso conduzi-los para o universo de preocupação dos estudos de paisagem sonora, sendo a educação sonora uma possível ponte a conduzi-los ao ‘ser mais’. Na medida em que os alunos iam expondo suas experiências sonoras, pudemos observar interessantes elos entre tais experiências e alguns aspectos particulares valorizados por cada um deles. A aluna 5, ao referir-se ao primeiro dia em que cantou na igreja, coloca elementos da valorização que empresta à música enquanto veículo de expressão da emoção das pessoas, definindo-a como a arte de manifestar os diversos afetos da nossa alma. A aluna 11, ao referir-se ao órgão que ouvia na infância, rebusca algo que ficou marcado e que tem significado ainda hoje. A beleza do som do instrumento misturava-se, provavelmente, à lembrança boa da época da infância e ao momento especial que só acontecia quando a freira vinha para a localidade. Esses relatos podem falar muito sobre os valores que estas pessoas dão a estas experiências e, portanto, podem revelar possíveis laços a serem investigados. Por exemplo, desde as primeiras análises já havíamos percebido o valor dado pela a aluna 5 à música e ao seu ministério de animadora litúrgica. Hoje, mais do que em épocas passadas, a influência gospel merece particular atenção. Muitas igrejas de origem protestante dão grande importância à música litúrgica, à formação de músicos, cantores e instrumentistas. Tal fato não pode ser desconsiderado. No universo dos 13 alunos participantes, identificamos três alunas que cantavam. Em diversas ocasiões ao longo do curso, pudemos tocar e cantar juntos e pudemos perceber a afinação e, pelas conversas, notamos o quanto eram dedicadas àquele ministério. No caso desta aluna, caberia aqui frisar que uma possível educação transformadora poderia começar pela reflexão em torno de como sua experiência com a música e com a matemática, naturalmente motivadoras, poderiam ser valorizadas na construção de um discurso integrador. Nesse sentido, um aceno positivo ficou registrado em seu diário de sons, no qual, além de reconhecer que há uma um universo de ligações possíveis entre matemática, ciências e música, antes desconhecido, reconhece que tem muito a aprender e coloca para si esta tarefa, materializando um querer caminhar em direção ao ‘ser mais’.

No início do quarto encontro, retomamos as tarefas dois e três. Em tais tarefas, buscamos revelar níveis de entendimento com os quais os estudantes percebiam as peculiaridades dos sons. Além disso, investigar possíveis relações com o ser cultural e histórico, valorizando traços de autonomia por meio dos quais pudéssemos propor elementos de problematização da relação de cada um deles com a tarefa central de pensar como matemática e cultura do som poderiam dialogar na construção de uma educação sonora.

Pesquisador: vamos agora para a segunda tarefa que propusemos ontem.

(começamos realizando a escuta de uma peça muito bonita, interpretada por David Phelps, trazida pela aluna 7). Eu estava falando dos cantores de ébano. Foi um grupo coral brasileiro. A beleza do grupo estava justamente nesse equilíbrio entre as frequências. Tinham o tenor, a contralto, a soprano e o baixo. Lá em Ilha Solteira, quando eu trabalhei com os estudantes, tive a oportunidade de conhecer um maestro (falo do programa dos corais da UNESP e, em particular do coral da UNESP de Ilha Solteira, sob a regência do professor Márcio Guirado Zuanazzi). Ele esteve lá na turma e realizamos a análise de um arranjo da música "Trem das Onze" de Adoniram Barbosa. É interessante como o arranjador pega aquela melodia, que é uma melodia só (canto um pedaço da melodia), e faz as várias vozes combinarem.

Professor da UNEMAT: O grupo "Demônios da Garoa" arranjaram esta mesma música de forma que quando cantam percebemos que tem outra sensibilidade.

Pesquisador: são combinações. É interessante que os índios conhecem as paisagens sonoras de onde eles vivem. Os sons que não são próprios, causados pelos processos de invasão, são sentidos por eles com uma facilidade muito grande. Ontem, quando fomos lá para fora, houve uma hora em que realmente alguns sons estavam presentes numa densidade maior e que muitas vezes mascaram a diversidade de sons mais tênues que você só escuta quando se concentra. Nesse momento, começamos a tomar consciência de que eles estão ali, meio escondidos, mas estão (pomos à escuta as músicas "Uirapuru" e "Leva eu saudade", interpretadas pelos cantores de ébano).

Professor da UNEMAT: o que eu acho interessante na questão dos arranjos é justamente o fato de conseguirem fazer isso com um conhecimento informal. Quem já foi a festas típicas, já foi a bandas, deve ter visto que os músicos conseguem fazer arranjos sem conhecimento nenhuma para realizá-los. Combinam e fica bonito.

Pesquisador: uma oportunidade interessante para discutir razão entre as frequências, intervalos, seria a análise de arranjos como, por exemplo, as quatro vozes dos cantores de ébano. Tem uma potencialidade investigativa muito interessante.

Pesquisador: Vamos voltar às tarefas (os alunos vão expondo suas experiências).

Aluno 3; canto do canário. Eu gosto do canto do passarinho, eu acho interessante. Eu tentei trazer o som (realizamos a audição).

Pesquisador: se você fosse falar um pouco sobre esse som a partir daqueles critérios que elegemos ontem?

Aluno 3: acho que é agudo e longo, não é?

Pesquisador: é longo? Não é curto? Você tem que olhar cada evento.

Aluno 3: é.

Aluna 4: eu lembrei do barulho do estômago. Acho interessante porque desde pequena eu tenho o costume de quando minha mãe deita, eu deito na barriga dela e fico escutando o barulho do estômago (todos riem).

Aluna 7: eu recordei do barulho do ventilador. Se tiver um ventilador ligado, um barulho assim e eu estiver com sono, aí eu apago.

Aluna 6: o que eu acho interessante é o gospel e também o sertanejo, aquele meio viola.

Aluna 5: eu lembrei do ronco. Já pensou um monte de pessoas roncando, que música (todos riem).

Aluna 11: o que eu achei interessante nos últimos dias foi o vídeo daqueles gêmeos que conversam. Um fica tatatá e o outro responde. Eles conversam. Um olha para o pé do outro e tenta explicar.

Aluna 4: eu gosto de som instrumental.

Aluno 2: é uma espécie de coruja, ela só faz barulho à noite. Faz um barulho igual a uma pessoa gemendo alto.

Aluna 10: o meu é o canto do papagaio.

Professor da UNEMAT: tem duas coisas que eu acho interessantes. Uma dessas eu fiquei quase um ano frequentando o lugar para aprender, que é a construção do berimbau. É interessante a questão da combinação das vibrações do trio de berimbaus, o grave, o intermediário e o berimbau viola. A associação dos três no jogo de capoeira. Os três são feitos normalmente sem nenhuma relação técnica e na hora de se tocar eles se casam. Outra coisa era tocar os atabaques, que também eram três. Tinham comprimentos e formas diferentes e cada um tinha sua função quando se estava tocando.

Aluna 11: e aquela pedrinha que eles seguram no meio?

Professor da UNEMAT: é justamente para você dividir a corda em uma determinada razão e alterar o som.

Aluna 1: seria do dedo no violão (fazendo o movimento representativo dos dedos que colocam as notas nos trastes).

Professor da UNEMAT: sim. O berimbau não tem escala, não tem os trastes e a pedra é como se fosse o traste. O berimbau é um instrumento de percussão na capoeira, mas você pode tocar melodia com ele também.

Aluno 3: ele se encaixa no tecnológico?

Pesquisador: o berimbau? E aí? (repassamos enquanto pergunta para a turma. Alguns alunos respondem que é tecnológico. Outros que é natural. Depois do debate, pareceu-nos que a ideia de ser tecnológico estabeleceu-se).

Aluna 12: O som que eu acho interessante é o som da risada do meu sobrinho. Até hoje eu nunca vi uma criança dando risada daquele jeito, é contagiante.

Pesquisador: vamos para terceira? Classificamos os sons sob alguns critérios. Vocês vão ser convidados a refletirem sobre as ligações que podem ser feitas para ensinar matemática, se ensinar artes, linguagem. Essas experiências podem ter potencialidade, umas mais, outras menos. Nossa tarefa é tentarmos buscar essas ligações e eu queria que vocês evidenciassem nessa terceira parte os vários sons que vocês acharam interessantes e que critérios vocês utilizaram para fazer essa caracterização.

Aluna 7: eu coloquei o barulho de uma porta de PVC como sendo diferente do barulho de uma porta comum. No primeiro, o som é mais agudo, e no outro é mais grave.

Pesquisador: qual o barulho que você está falando? É quando você abre?

Aluna 7: isso.

Pesquisador: são dois sons que são discrepantes a partir de algum critério, que critério ela utilizou?

Aluno 8: altura.

Aluno 8: eu peguei a porta e uma pessoa gritando. Eu não percebi a tonalidade, mas a altura e a intensidade (ele põe à audição e todos riem).

Aluna 5: eu trouxe um som normal (ela põe à audição).

Aluna 7: é uma descarga professor (todos riem).

Aluna 6: eu pensei em tipos de músicas. Rosa de Saron, meio poesia e meio pop rock e música eletrônica, o som, o estilo e a letra.

Aluno 3: você já ouviu o som do momento em que você pega o peixe. Faz aquele barulho (aparecem diversos comentários por fazer parte de uma comunidade em que o recurso pesqueiro é bastante presente).

Aluno 2: eu pensei em músicas clássicas e músicas 'metal', porque a música clássica é calma e a outra é euforia.

Aluna 4: eu pensei no som de uma cachoeira e no som do mar. A cachoeira é mais agitada e o mar é mais calmo.

Aluna 1: eu escolhi o som de uma bexiga esvaziando e de uma bexiga estourando, um seria longo e outro curto (a aluna encheu uma bexiga, em seguida, esvaziou-a lentamente. Durante o esvaziamento, produziu diversos sons diferentes, alterando a pressão dos dedos sobre a boca da bexiga, inclusive com a flutuação da pressão, conseguiu um som cuja frequência flutuava no tempo).

Pesquisador: É interessante que esse som que ela produziu, o anterior, possui uma característica que não discutimos ainda. Não sei se vocês perceberam.

Aluna 5: de ficar vibrando.

Pesquisador: sabe como é que se chama isso? Transiente. É quando uma onda tem uma flutuação e depois essa flutuação desaparece. Isso acontece, por exemplo, em algumas sirenes.

Pesquisador: ainda vamos realizar algumas atividades que são de reconhecimento. O que nos torna capazes de reconhecer um som? A associação, por proximidade, com um som já conhecido (nesse momento, a aluna 11 interrompe nossa fala, e pergunta:)

Aluna 11: professor, o senhor não vai colocar o vídeo?

Pesquisador: ah, esqueci (procuramos o vídeo que havia sido copiado para o computador). Achei.

Aluna 11: é a segunda parte.

Pesquisador: vamos ouvir. Depois a aluna 11 vai explicar (coloco o vídeo feito por ela com os sons discrepantes).

Aluna 11: eu fiz esse vídeo hoje, bem cedinho. Eu queria gravar o cachorro maior brigando com o menor, mas saiu galo, passarinho. Eu queria gravar o som constante, o som da máquina funcionando, mas saiu o galo.

Pesquisador: também a essa hora da manhã, não é professora? É a hora que o galo está cantando.

Aluna 11: pois é.

Mais que nos encontros anteriores, a ludicidade foi tomando conta da turma, na medida em que cada um, ao falar do som escolhido, expunha também um pouco de sua vida. Esse ambiente mostrou-se bastante propício para o desenvolvimento das tarefas propostas, tornando ainda mais natural a participação dos mais inibidos.

Nas falas e eventos sonoros compartilhados, pudemos identificar muitas possibilidades de dar continuidade ao exercício de ação-reflexão-ação, valorizando a vivência de cada um. Nesse sentido, pudemos perceber, em muitos relatos, a constante atenção dos alunos à escuta pensante, seja por meio da identificação das características que tornavam os sons discrepantes, seja pelos comentários de uns em torno dos sons trazidos pelos outros. A inquietação nascida na busca de critérios bem definidos por meio dos quais se pudesse ter a certeza numérica na análise dos eventos sonoros compartilhados foi abrindo espaço para o diálogo com outras formas de pensar a respeito dos sons, trazidas pelos alunos, cuja razão não se rendia à instrumentalização própria do conhecimento científico-matemático. Nesse sentido, além dos critérios que já haviam sido compartilhados, tais como altura, intensidade e duração, outros apareceram, enriquecendo ainda mais o leque de possibilidade para a audição pensante. Dentre esses, a comparação de estilos musicais por meio da letra das músicas, consistindo numa forma particularmente interessante por permitir a reflexão em torno da massificação da cultura. Outra perspectiva que apareceu em dois relatos, dizia respeito à comparação entre eventos ou paisagens sonoras a partir dos sentimentos de tranquilidade e agitação. Esta, particularmente, reflete, de forma incisiva, a preocupação no cuidar das paisagens sonoras, tornando-as mais prazerosas. O exemplo trazido pela aluna 1 parece antecipar o que seria proposto quando do desenvolvimento dos teatros sonoros. Ao manipular o esvaziamento da bexiga, mexe com elementos presentes no som, alterando sua frequência, intensidade e, ainda, criando um interessante efeito intermitente.

Tais elementos, muito embora embrionários, são essenciais para o desenvolvimento de uma atitude crítica e dão visibilidade à importância da preservação da autonomia como forma de promover a dialogicidade. É preciso respeitar a autonomia, permitir o diálogo entre esses critérios e aqueles científicos. Eles têm muito a dialogar com a possibilidade de uma ação cultural para a liberdade, para a diversidade. Acreditamos que um grande aprendizado alcançado por nós consistiu no respeito a tais critérios. Não são mensuráveis, não são científicos, mas permitem aproximar linguagem científica, cultura e educação. A análise das experiências compartilhadas permitiu ainda um crescimento da sensibilidade para a audição. Por exemplo, no relato da aluna 11, ao ouvir a gravação que fez dos latidos dos seus cachorros, percebeu que ali havia outros sons que, até então, não havia percebido. Como ela mesma relata, “eu fiz esse vídeo hoje, bem cedinho. Eu queria gravar o cachorro maior brigando com o menorzinho, mas aí saiu galo, passarinho. Eu queria gravar o som constante, aí eu queria gravar o som da máquina funcionando, mas aí saiu o galo.”. É a atenção voltando-se para a complexidade das paisagens sonoras. É o evento que não pode ser retirado de dentro da paisagem. Muito embora

possa ser percebido, esta, ainda mais caprichosamente, elevando seu ‘status’ de coexistência, força a consciência de que o mundo do som é esse. A coexistência daquilo que queremos com aquilo que, muitas vezes, não queremos.

O perceber aquilo que é ruído enquanto algo que não queremos que esteja ali pode consistir-se num ‘percebido-destacado’ a partir do momento em que objetivamo-lo como problema a ser enfrentado e superado. Muito embora o relato da aluna não seja um caso de um som indesejado, muito serviria de mote para uma reflexão em torno da educação sonora como prática de liberdade. Na continuidade do encontro, inauguramos os exercícios de caracterização de sons e lugares.

Pesquisador: quem foi que mostrou o som que ficamos sem saber o que era? Mas será que é fácil identificar? Muitas vezes fica difícil até se tratando de instrumento musical.

Aluno 8: eu acho que identificamos o som quando está há tempo na memória.

Pesquisador: mas mesmo assim, você acha que duas cachoeiras têm o mesmo som?

Aluna 1: são parecidos. Você associa, o cérebro associa.

Aluna 7: você sabe que é uma cachoeira, mas não sabe qual é.

Aluna 1: ah, sim! É.

Pesquisador: o focinho do porco é redondinho, tem dois furos, mas não é uma tomada. (alunos riem). Estou brincando. É impressionante que pessoas que vivem nas margens dos rios conseguem perceber muitas coisas que não conseguimos perceber, e é possível que o som de uma cachoeira possa ser reconhecido.

Aluna 4: prática também. Meu pai tinha uma banda. Desde pequena eu os escutava tocando. Eu sempre sabia diferenciar um cantor do outro. Depois meus pais se separaram e, com o tempo, eu fui perdendo o hábito de ouvi-los. Hoje eu não tenho mais essa facilidade de perceber quem está cantando.

Pesquisador: não podemos esquecer esses movimentos. Tem coisas que são interessantíssimas. Não sei se vocês estão atentos a isso, mas é importante a educação sonora como parte da educação do cidadão. Eu tenho um amigo que reconhece as grandes orquestras. Não sei se é difícil, mas as grandes orquestras têm sons diferentes, o número de instrumentos, violinos e tal. Não sei se é difícil. É difícil para mim, eu acho. Ele acostumou-se a ouvir o violino, a pegada dos instrumentos, de forma que consegue identificar as orquestras pelos seus timbres. Eu acredito que se a partir de agora vocês tomarem mais cuidado e pararem para escutar, vão começar a perceber que não é tão difícil, começar a perceber essas nuances, esses detalhes (nesse momento, o professor da UNEMAT passa a dar um testemunho que envolvia a afinação do violão. Daí, complementei, exemplificando com a afinação da quinta corda lá, a partir da sexta corda mi, mostrando o batimento quando as frequências estão próximas e seu desaparecimento quando as cordas estão afinadas).

Pesquisador: esses exercícios de ir percebendo essas nuances nos ajudam muito a ter uma capacidade, e isso se desenvolve, de perceber os sons e suas variações. Eu vou pedir que vocês fiquem de olhos fechados e vou pedir para uma pessoa se levantar, andar e tossir. Vocês vão dizer se é homem ou mulher. Será que vamos conseguir acertar? Vamos lá? Precisa desligar o condicionador de ar?

Alguns alunos: não. (nesse momento, realizamos a atividade. Quando todos fecharam os olhos, toquei no professor da UNEMAT. Ele levantou, andou silenciosamente até perto do quadro e tossiu).

Pesquisador: é homem ou mulher?

Vários alunos: homem (todos riem e fazem vários comentários).

Pesquisador: vamos tentar novamente (nesse momento, realizamos a atividade novamente. Quando todos fecharam os olhos, toquei no aluno 2. Ele levantou, andou silenciosamente até perto do quadro e tossiu).

Vários alunos: homem.

Aluna 1: aluno 2, eu acho.

Pesquisador: conheceu pela tosse.

Aluna 1: típico, não é? (Comentários).

Pesquisador: vamos novamente (refaço agora com a aluna 10).

Vários alunos: mulher (todos riem. Vários comentários).

Pesquisador: porque é que está tão fácil?

Aluna 1: porque já nos conhecemos uns aos outros. Se fossemos desconhecidos, acharíamos mais difícil (comentários).

Pesquisador: Agora vai ficar mais difícil. Eu vou pedir para uma pessoa andar, para identificarmos se é homem ou mulher (todos fecham os olhos e toco na aluna 1. Ela anda pela sala).

Vários alunos: mulher (gargalhadas).

Aluna 1: por que? (a atividade é refeita com o aluno 8 e os alunos acertam novamente. Daí, ele começam a achar que é por conta de estarem sentado e a pessoa escolhida, ao levantar dá sinais de sua posição. Então, realizamos a atividade novamente, agora com todos de pé, organizados em círculo).

Pesquisador: vamos lá. Um, dois, três... (caminhamos pela sala).

Vários alunos: homem (risadas).

Pesquisador: vou fazer uma pior agora. Vai ser difícil acertar (pego alguns chaveiros dos alunos e, em seguida, vou balançando um a um para que cada aluno, de olhos fechados, reconheça o seu. Para a surpresa deles e também nossa, os alunos reconheceram o som do seu chaveiro).

Pesquisador: vamos lá (balançamos o primeiro dos cinco chaveiros recolhidos).

Professor da UNEMAT: esse é o meu.

Aluna 1: não.

Aluna 11: é o meu. Ele fica sempre pendurado aqui. Estou sempre ouvindo.

Pesquisador: vamos lá. Atenção.

Aluno 2: é o meu. Ele tem poucas chaves (na sequência, os outros reconheceram também o som do seu chaveiro).

Professor da UNEMAT: na verdade, associamos ao número de chaves, depois associa a alguma chave específica que tem dentro do chaveiro. Se tem uma chave de plástico, o som vai sair diferente e se o chaveiro tem mais chaves, vai sair com o som diferente.

Pesquisador: agora vocês vão fechar os olhos e o aluno 3 vai falar e vocês vão dizer se ele está de frente, de costas, virado para a direita ou virado para a esquerda. Certo? Está ok? (comentários e risadas).

Nesta atividade, os alunos não tiveram a mesma certeza que demonstraram nas atividades anteriores. Em todas as situações em que o aluno 3 falou, variando a direção, observamos que houve dispersão nas repostas dos alunos. Na sequência, introduzimos outra atividade em que igualmente investigamos a percepção da distribuição do som no espaço. Nesse caso, um aluno ficou sentado numa cadeira, posicionada no centro da sala, de olhos fechados, enquanto que outro aluno falava posicionado em diferentes localizações da mesma sala. Ao aluno que estava sentado foi pedido que apontasse com a mão a posição onde o falante estava localizado. Realizamos ainda outra atividade na qual foi pedido ao aluno que estava sentado que identificasse apenas se o falante estava localizado à sua frente ou à sua retaguarda. Realizamos estas atividades várias vezes, mudando o aluno que estava sentado, bem como o que falava. No final, fomos para a cadeira passar pela mesma experiência. Em todos os casos, houve erros e acertos. Os alunos não tiveram a mesma certeza apresentada nas atividades anteriores. Daí, passamos a discutir o que estava ocasionando a confusão.

Pesquisador: vamos conversar um pouco. Depois eu vou passar as tarefas de amanhã. Eu queria que vocês anotassem no diário de sons possíveis ligações destas atividades que realizamos até agora com algum conteúdo matemático, como também das atividades que ainda iremos realizar. Que conteúdos da matemática vocês perceberam que podiam ser trabalhados nessa ida e vinda, cultura, matemática. Por exemplo, por que torna-se difícil de identificar a posição da pessoa aqui.

Aluna 1 e aluno 2: por causa das paredes, do eco.

Pesquisador: por causa das paredes, por causa do eco. Não é exatamente eco, é reverberação. O eco só é percebido a partir de uma distância mínima que é maior do que as dimensões da sala de aula. Quando o obstáculo está muito perto, o som refletido chega logo em seguida à emissão direta da fonte. Você só consegue separar dois sons pelo tempo mínimo que você consegue perceber dois sons como sendo distintos. Se eles ocorrerem muito próximos, você ouve um som só, mais comprido. Por isso que as pessoas no banheiro cantam bem.

Aluna 9: ela adora ver o vizinho dela cantar no banheiro (apontando para a aluna 13).

Pesquisador: ver?

Aluna 9: não. Ouvir (comentários e risadas).

Pesquisador: na atividade que realizamos aqui, tem alguma ligação com matemática?

Aluna 7: dependendo da distância, fica mais fácil de identificar.

Aluno 3: relacionado à distância para eu poder ouvir o que o outro está falando.

Pesquisador: o que torna difícil identificarmos a posição?

Aluno 3: é como o senhor falou. Sete vozes. Quando ele fala ali, o som bate e volta. Geometria.

Pesquisador: geometria também. Veja quantas incidências podem ser feitas. Quando você está falando de frente para a pessoa, essa parte que é direta tem uma intensidade maior. Quando você vira e fala para parede, aí aquela parte faz isso (reflete) e vai passando pela pessoa e aí essas coisas se misturam. Eu pensei que era fácil, quando eu fui para lá (cadeira), pensei: por que esse povo está errando tanto?

Aluna 7: é. Quando ele estava na frente, você acertou, quando ele foi para trás, não.

Pesquisador: essas coisas são interessantíssimas. Se fizermos essa mesma experiência num lugar aberto, num campo, onde os obstáculos estejam distantes, eu acho que vai ficar com mais qualidade.

Como houve poucas falas a respeito das ligações com matemática, reiterei a importância da reflexão nesse sentido, durante todo o curso. Assim, na medida em que eles fossem reconhecendo ligações, registrassem nos diários de sons. Na sequência, falamos mais sobre os teatros sonoros que seriam desenvolvidos por eles. Evidenciamos que os alunos seriam divididos em três grupos e cada um desses grupos desenvolveria uma história. Em momento nenhum haveria interferência de nossa parte. No dia das apresentações, que seria o do último encontro, nós seríamos também espectadores auditivos. Nesse sentido, foi frisado que tais teatros sonoros podiam ter sons, mas não podiam ter vozes, não podiam ter diálogos. Podiam ter qualquer tipo de som, menos a informação por meio das palavras. Seria algo próximo de uma novela de som, como a aluna 1 evidenciou. Contudo, uma história rica em sons, repleta de paisagens sonoras que pudessem enriquecê-la. Reforcei ainda a importância da conversa em grupo, para que a história ficasse bem concatenada, pois o prazer estaria em o povo não saber o que está acontecendo. Falamos também da internet como uma fonte riquíssima de sons e paisagens sonoras, bem como do uso de corpos físicos cujos sons pudessem se adequar às diversas cenas da história. Durante a conversa, os alunos participaram bastante, trocaram ideias, separaram-se em grupos e testaram as expectativas, amadurecendo o que podia e o que não podia entrar em cena. Na sequência, apresentamos as cinco tarefas que seriam realizadas individualmente para serem partilhadas no próximo encontro.

Pesquisador: Vamos anotar as tarefas de amanhã. Tarefa 4: eu quero que vocês gravem no celular uma paisagem para ver se vamos conseguir descobrir o que é (risadas).

Aluna 11: uma paisagem sonora? (Falamos um pouco sobre as paisagens sonoras, exemplificando com a experiência que eles realizaram no primeiro encontro).

Pesquisador: Cinco. Eu quero que vocês digam amanhã, sinceramente: eu gostaria de tirar um som da minha vida, eu gostaria de me livrar dele, um som humano.

Aluno 2: precisa gravar?

Pesquisador: não. Esse som pode ser uma palavra também. Esse som é natural.

Pesquisador: (seis) agora vocês vão escolher um som que vocês gostariam de eliminar da casa de vocês (não é da casa do vizinho) e um som que vocês gostariam de colocar (comentários).

Pesquisador: sete. Vocês vão identificar um marco sonoro de Barra do Bugres (os alunos perguntam o que é um marco sonoro. Daí, falo um pouco sobre o conceito e exemplifico com o trabalho desenvolvido por um dos

grupos de alunos de Ilha Solteira, que tratou da sirene da caixa d'água. Passo o vídeo desenvolvido por eles e comento os diversos aspectos ligados ao estudo do corpo físico e do marco sonoro).

Pesquisador: marco sonoro é um som que é específico de uma determinada comunidade, que a caracteriza. Você ouve o som e diz: é tal lugar, porque só tem ali. Pode ter parecido, mas é marco daquele lugar. Inclusive o de Ilha Solteira é tombado (o vídeo está sendo executado). Essa é a praça central, e essa é a caixa d'água. Ela foi construída quando foram construir a usina e essa caixa d'água tem uma sirene que tocava para marcar os horários dos funcionários. Até hoje a sirene é tocada nos mesmos horários em que era tocada e tem pessoas que ainda dizem: a sirene toca? Eu nunca percebi. E ela toca 4 vezes por dia. É interessante que a paisagem sonora tem sons que se movimentam e tem sons que não se movimentam. Tem sons que são intensos, que estão ali. Esses deixam quase sempre a paisagem sonora do mesmo tamanho, mas se vocês pararem para escutar, vocês vão perceber que a paisagem sonora se expande e se contrai. Quando passa um som muito intenso perto de você, você só consegue perceber até ele. Ela fica bem pequenininha. Quando esse som vai embora, você escuta, por exemplo, lá do outro lado. A paisagem expandiu. Daqui a pouco ela se contrai. É interessante. Eles (os alunos de Ilha Solteira) pararam ali e ficaram analisando, registrando.

Nesse momento, aproveitamos o ensejo e realizamos a audição do som da sirene, dando particular atenção aos ruídos que estavam presentes e que atrapalhavam a audição do evento. Nesse cenário, alguns conceitos de Schafer, tais como o de objeto sonoro e o de marco sonoro foram discutidos. Durante a audição, houve vários comentários dos alunos sobre a experiência compartilhada, bem como alguns relatos que se relacionavam à discussão. Na sequência, mostramos o artigo sobre a sirene, que também foi desenvolvido pelos estudantes e que foi publicado em um dos jornais da cidade, no qual foram colocados vários dados interessantes e algumas fotografias. Aproveitamos para analisar o invólucro do objeto sonoro gravado e editado pelos estudantes com o auxílio de um programa editor de áudio, ao mesmo tempo em que realizamos novamente a escuta do som da sirene, agora gravado no topo da caixa d'água. Ao final, frisei que as pessoas habitam-se a paisagens sonoras agressivas e aos poucos vão perdendo não só a audição fisiológica, porque o ouvido vai perdendo a capacidade mecânica da audição, mas também a sensível, na medida em que as pessoas já não realizam audições pensantes.

Pesquisador: tarefa oito. Vocês vão trazer um som (não precisa gravar, mesmo porque não vai dar) que vocês ouviram na juventude e que hoje não existe mais.

O quinto encontro foi reservado para a apresentação das cinco tarefas passadas para os alunos no dia anterior. Para a tarefa quatro, na qual iríamos ouvir uma paisagem sonora gravada e tentar adivinhar do que se tratava, pedi que cada um dos alunos fosse colocando

para a escuta enquanto que os outros tentassem adivinhar. Começamos ouvindo a paisagem sonora trazida pelo aluno 8.

Pesquisador: é uma bicicleta?

Aluno 8: não.

Pesquisador: é uma moto.

Aluno 8: não.

Pesquisador: não?

Aluno 8: não.

Pesquisador: vamos ouvir novamente.

Aluna 11: é um ferro arrastando no chão.

Aluno 8: não.

Pesquisador: é o bater de um ferro numa grade.

Aluno 8: não.

Pesquisador: coloca mais uma vez.

Aluna 11: é alguma coisa oca, professor.

Pesquisador: é. Exatamente (ouvimos novamente).

Pesquisador: é um cano arrastando.

Aluno 8: não.

Pesquisador: é uma carroça com rodas de madeira (todos riem).

Pesquisador: ah, já sei o que é. É uma manivela girando.

Aluna 7: é alguma coisa arrastando:

Aluno 8: não.

Pesquisador: meu Deus.

Aluno 8: é a água do bebedouro caindo.

Aluno 2: nossa! Ninguém iria adivinhar.

Pesquisador: é fundo?

Aluno 8: é (passamos então para a audição da paisagem trazida pela aluna 11).

Aluno 3: alguém consertando alguma coisa.

Aluna 11: não.

Pesquisador: um pedreiro?

Aluna 11: não.

Aluna 7: o estacionamento.

Aluna 11: não. O som da chuva.

Realizamos a audição de mais algumas paisagens e ficou suficientemente claro para os alunos que não estava fácil adivinhar do que se tratavam as paisagens postas à escuta. Na discussão, interessantes justificativas apareceram. Dentre elas, a da falta de qualidade da gravação do celular.

Das paisagens sonoras postas à escuta, uma chamou particularmente a atenção. O aluno 3, ao pesquisar na internet alguma paisagem sonora gravada com qualidade, encontrou uma composição sonora de Schafer. Interessou-se pelo tema, pesquisou e trouxe uma excelente contribuição para os outros alunos.

Aluno 3: antes de eu colocar, eu queria dizer que fiz uma pesquisa na internet e consegui essa composição sonora, que é de Schafer. Foi apresentada num encontro de comunicação e ambiente. Como o senhor tinha dito paisagem sonora, em inglês é 'soundscape'.

Colocamos à escuta dos alunos a composição de Schafer. Durante a escuta, os alunos começaram a debater sobre a composição que estavam ouvindo e sobre o referencial que havia sido compartilhado pelo aluno 3. Nesse momento, achamos oportuno falar um pouco sobre Schafer, sobre os estudos de paisagens sonoras e sua utilização enquanto referencial em nossa pesquisa. É interessante registrar a vontade do citado aluno em ir buscar algo tão específico para ser compartilhado com a turma. Enquanto todas as paisagens trazidas diziam respeito a coisas do cotidiano, o citado aluno foi além, o que acabou por ampliar o entendimento dos alunos com respeito aos estudos de paisagens sonoras e às contribuições de Schafer.

Pesquisador: como se tratava de um curso, eu queria colocar coisas mais básicas, ligações com as quais pudéssemos refletir sobre o ensino da matemática voltado para a formação do cidadão. Eu fiz questão de não citar as fontes que eu estava buscando, mas o Schafer, que ele acabou encontrando na internet, é o referencial que eu uso na pesquisa de doutorado. Em momento nenhum eu falei dele, falei do trabalho dele, mesmo porque não era o objetivo central. Utilizamos seus conceitos, que são conceitos gerais para o estudo de paisagens sonoras, cujo objetivo é educar as pessoas para a audição, para elas perceberem-se imersas no meio e responsáveis pela melhoria desse meio. E de que forma nós, enquanto professores de matemática ou de física somos corresponsáveis por essa educação sonora? O Schafer é a grande autoridade. É produtor musical, músico, professor de música canadense e foi ele quem criou esse conceito de paisagem sonora. Esse é um dos livros dele, "Afinação do Mundo". Tem outro livro muito interessante, cujo título é "O Ouvido Pensante". Vocês conseguem perceber o que significa o termo "ouvido pensante"? (visualizando a capa do livro no projetor multimídia).

Professor de música: é uma trompa, não é?

Pesquisador: sim, mas o que deve significar "ouvido pensante"?

Aluno 3: quer dizer que ele raciocina?

Aluna 4: selecionamos o que queremos ouvir. O ar está fazendo barulho e lá fora está fazendo barulho, mas eu quero ouvir o que você está falando, então o ouvido se concentra ou eu, ou o cérebro se concentra.

Aluno 2: presta atenção na coisa que ele quer ouvir.

Aluna 12: o que ele escuta, ele tenta imaginar o que é, identificar.

Pesquisador: você consegue ler o mundo a partir da audição sonora?

Aluna 12: acho que sim.

Pesquisador: você acha que um deficiente visual consegue perceber o espaço pela audição?

Aluna 12: sim.

Pesquisador: e nós que não dependemos só do ouvido, conseguimos chegar lá também?

Aluna 7: vai ter dificuldade.

Pesquisador: o som tem elementos por meio dos quais podemos pensar sobre ele. Vocês têm condições de classificar os sons por quantos aspectos? Quantos vocês quiserem. Estes livros são muito importantes. Eu os li. São base na metodologia que utilizo. Um destes livros é “educação sonora” e deste livro eu tirei alguns exercícios e a partir destes, eu criei outros, que são estes que eu estou usando com vocês aqui. Essa ecologia acústica é justamente a relação com o meio. Quando falamos em ecologia, falamos de que? O estudo da natureza, do equilíbrio, do desequilíbrio. Igualmente, a ecologia acústica esta relacionada a desequilíbrios, quando analisamos sons naturais, sons humanos. A grande aventura é trazer o mundo da matemática para a formação do cidadão.

Professor de música: muitas vezes as pessoas se preocupam só com a beira dos rios. Muitas vezes faz uma festa aqui na praça, tem pessoas com crianças recém-nascidas no colo perto da caixa do som.

Pesquisador: mas sabe por que a criança está ali? Ela não está sozinha. Esta ali porque a mídia nos ensinou isso. Você pergunta às pessoas: o que é música? Música é dança, música é ritmo. Música não é só isso, mas no Brasil virou só isso: festa. E música é só isso? Não.

Nesse momento, colocamos à escuta mais algumas paisagens sonoras trazidas pelos alunos para que pudéssemos continuar o exercício de identificação. Nesse cenário, compartilhamos a audição da escultura ‘the singing ringing tree’, localizada em Burnley, Inglaterra, formada por tubos de aço galvanizado e dos sons emitidos pelo órgão de Zadar, localizado na cidade de Zadar, Croácia.

O evento sonoro trazido pela aluna 5 consistiu da gravação de um interruptor sendo ligado e desligado, alternadamente, diversas vezes. Contudo, mesmo nesse caso mais simples, ninguém conseguiu identificar. É interessante observar que, na medida em que eles iam expondo suas gravações, foram notando que o ruído de fundo era algo que não podia ser desprezado. Em algumas gravações, o ruído concorria com o evento que estava sendo observado. Nesse sentido, os exercícios propiciaram, além da sensibilização para as nuances dos sons que compõem as diversas paisagens sonoras, um olhar mais atento à existência constante de sons que, muito embora não os percebamos, estão presentes nestas paisagens.

O voo alçado pelo aluno 3 parece ter tido um significado especial para ele. Talvez até se tivéssemos apresentado os estudos de paisagens sonoras e a figura de Schafer durante o curso, não teria causado o mesmo impacto. É particularmente importante frisar que o aluno

em questão, na semana em que aconteceu o curso, estava muito atarefado no trabalho e, por isso, talvez pudesse não ter tido tempo de dedicar-se às tarefas. Contudo, o interesse pelo assunto sobrepujou as adversidades que aconteciam em sua vida naquele momento. Em seu diário de sons, afirma que “nunca tinha percebido que os sons dos objetos eram significativos para nós. Não sabia também que teve autores de livros que escreveram sobre o som como Murray Schafer na década de 1970.”. Por outro lado, o debate que ocorreu em torno do título do livro, gerou interessantes percepções sobre o que vem a ser uma audição pensante. Nos relatos, os alunos identificaram a audição pensante como sendo o ‘tomar consciência’ do que se ouve sob diversas perspectivas, seja quando “selecionamos o que queremos ouvir”, quando o “ouvido se concentra ou eu, ou o cérebro se concentra”, ou ainda quando “prestamos atenção na coisa que queremos ouvir”, entregando-se à imaginação, na medida em que “o que ele escuta, ele tenta imaginar o que é, o som... Identificar.”. Ao longo dos encontros, o entendimento do que vem a ser a audição pensante foi ampliando-se, incorporando novas percepções nascidas das novas experiências. Dentre estas, o entendimento de que a matemática pode contribuir na formação de consciências auditivas, agregando valor por meio da análise quantitativa, que permite comparações por meio das diversas variáveis com que se pode analisar os ambientes acústicos.

Na sequência, resgatamos as tarefas cinco, seis, sete e oito, nas quais, pedimos, respectivamente, que os alunos relatassem um som que eles gostariam de tirar de suas vidas, um som que eles gostariam de eliminar de suas casas e outro que eles gostariam de adicionar, um marco sonoro de Barra do Bugres e um som que eles ouviam na juventude e que hoje não ouvem mais. Quanto ao marco sonoro, nenhum dos alunos identificou qualquer som que fosse específico da cidade deles. Dentre os sons humanos que gostariam de eliminar, a maior parte disse respeito aos sons que incomodam a eles próprios, tais como o soluço, o ronco, o espirro e o bocejo. Dentre os sons que eles gostariam de eliminar de suas casas, apareceram, por exemplo, o latido do cachorro do vizinho, mas também, noutro relato, o latido do próprio cachorro, denotando a consciência de que, muitas vezes, incomodamos, além de sermos incomodados. Dentre aqueles tecnológicos, encontramos o ruído da geladeira, da máquina de costura, de uma janela empenada e do ventilador. Dentre os sons que eles gostariam de adicionar ao ambiente sonoro de suas casas, a maioria dizia respeito aos sons naturais, que figuram como aqueles mais suaves e agradáveis, tais como o som da cachoeira, o canto dos pássaros e o silêncio. Dentre os sons que não estão mais presentes nas paisagens atuais, os alunos lembraram a buzina dos carros antigos, o disco de vinil, o toca-fitas, a maria-fumaça, a telefonista e o botão da televisão (o seletor de canais). O tempo foi ficando exíguo e, portanto,

não deu tempo de debater sobre os sons trazidos. Contudo, vale ressaltar que alguns aspectos ligados à ecologia desses sons mereceriam atenção especial. Por exemplo, a percepção de que produzimos sons que, muitas vezes, incomodam os outros, elevando o nível de intensidade sonora dos locais onde vivemos.

O nível de dificuldade dos exercícios de localização e reconhecimento de sons foi ficando gradativamente maior. No início, apesar dos alunos acertarem com facilidade o sexo dos ‘fazedores de sons’, não estava claro para eles o que tornava possível tal identificação. O porquê da aluna 1, ao indagar como eles reconheceram que o andar era feminino denota o interesse em descobrir o que há no som que permite tal identificação. Há coisas que, infelizmente, não podem ser sentidas sem vivenciar o que vivenciamos. É impressionante a forma como o porquê é pronunciado pela aluna. O sentido da busca, o interessar-se pelo entendimento desta relação do ser ouvinte com o som que permite esse tipo de discernimento parece sintetizar o poder de uma educação que dialoga com o mundo vivido das pessoas. O entendimento e o poder comunicativo em torno do que é uma audição pensante foram deveras valorizados nestas atividades desenvolvidas em sala de aula. Atividades simples, mas não simplistas. Uma leitura desavisada do livro de Schafer pode não emprestar o devido crédito à potencialidade de tais exercícios e até, com aconteceu conosco nalguma monta, gerar inquietações quanto da possibilidade de desenvolvimento de competências auditivas. Contudo, ao aquilatar o que vivenciamos e sentir o clima de ludicidade e interesse que contagiou todos os envolvidos, não nos resta outro sentimento que não a certeza de que o ‘ser mais’ pode ser alcançado partindo do simples, do cotidiano das pessoas. Esta busca do ‘ser mais’, capaz de formar cidadãos conscientes de sua responsabilidade com a qualidade dos ambientes acústicos em que vive, valoriza a atitude de respeito ao próximo. Para a aluna 5, “o ponto mais forte seria o de sensibilizá-los a escutar o próximo, a terem mais atenção nas aulas, a filtrar o que eles escutam para que possam se transformar em bons cidadãos.”. De acordo com a aluna 7, “as que mais me interessaram foram as questões passadas para respondermos em casa, pois elas nos lembravam de ouvir, de perceber mais os sons produzidos a nossa volta que muitas vezes não os percebemos.”.

Ao reconhecerem o som do próprio chaveiro, o que causou surpresa até em nós, tomaram consciência de que há uma capacidade de lidar com o reconhecimento das experiências sonoras que está latente na maior parte das pessoas. Esta capacidade, reconhecida por Schafer é aqui tomada como um ‘percebido-destacado’ que vai se manifestando ao longo de curso e que, ao problematizarem a experiência vivenciada,

percebem-se como seres capazes de lidar com o mundo do som de uma forma mais responsável e, a partir daí, sentem-se capazes de atuarem sobre ele.

Ao longo destas atividades, que incluíram discussão em torno de sons interessantes, percepção e classificação de sons, bem como caracterização de sons e lugares, os alunos foram incentivados quanto à constante reflexão em torno de como a matemática poderia se constituir enquanto linguagem a colaborar no desenvolvimento de competências auditivas. Desta reflexão, nasceram interessantes relatos que dão visibilidade ao potencial integrador de tais exercícios, possibilitando a manipulação de operações lógico-matemáticas. A aluna 1, ao referir-se às atividades de classificação dos sons, relata que “no estudo dos sons, quando classificamos os tipos de sons, pela intensidade entre outros fatores, pude perceber que se pode trabalhar física, estatística, se pode trabalhar as quatro operações entre outros.”, ou ainda como frisou a aluna 6, “poderia contribuir na percepção do estudante em relação aos sons que estão a sua volta, qual sua frequência, altura, etc.”. para a aluna 7, “uma das potencialidades é a pesquisa dos vários tipos de sons, pois a partir disso podemos desenvolver o ensino de estatística, ensino de frações, funções e várias outras coisas.”.

A inserção da estatística, citada em dois dos relatos analisados, é particularmente interessante, uma vez que não fazia parte das perspectivas vislumbradas por nós, enquanto pesquisadores. Na verdade, não nos ocorreu pensar estatisticamente sobre os ambientes acústicos. De fato, ficou bastante evidenciado durante os encontros que determinadas características são decisivas na qualidade de uma paisagem sonora. Por exemplo, sons intensos, constantes, longos ou estáticos são responsáveis diretos pela baixa qualidade de ambientes acústicos. Contudo, sons menos agressivos, mas em grande quantidade, podem também tornar tais ambientes insalubres. Sem dúvida, o tratamento estatístico da ocorrência dos diversos sons numa paisagem sonora pode agregar um valor científico que não nos havia ocorrido quando planejamos as ações em Barra do Bugres. Na perspectiva da educação sonora, encontramos mais uma potencialidade do ensino da matemática para o ‘estar sendo’ problematizador no desvelar as paisagens sonoras que se iniciou no momento em que os alunos foram convidados a pararem e prestarem atenção aos sons que escutavam. A tabela vinte e dois, na qual organizamos os sons que compunham a paisagem sonora da praça de convivência da UNEMAT, posta na seção 4.5, mereceria receber pelo menos mais uma coluna, na qual poderíamos colocar a ocorrência de cada tipo de som. Daí, podemos imaginar a vasto leque de possibilidades de análise matemática que poderia tomar lugar ao pensar estratégias de melhoria da paisagem sonora daquele lugar. Por exemplo, olhando apenas para

a relação entre intensidade e ocorrência de sons, a análise estatística poderia agregar valor científico à identificação dos sons que são, de fato, mais agressivos.

Destas experiências de registro da paisagem sonora e posterior escuta e debate em grupo, ficou-nos a certeza de que, mesmo que de uma forma um tanto artesanal, os alunos desenvolveram habilidades importantes que poderão ser utilizadas futuramente numa escola. Os exercícios de sensibilização da audição aqui desenvolvidos começaram com a experiência primeira do homem, a audição, pois é o sentido que nos coloca em contato com o mundo desde a fase de gestação. Na segunda etapa, esses ambientes acústicos, tomados como objetos de estudo, revestiram-se de importância maior quando foram vistos como parte de nós, de nossa existência. Entendê-los passa por entender-nos como seres auditivos que influenciam e são influenciados pela qualidade de tais ambientes. Só a partir daí é que os sons que preenchem tais ambientes foram analisados enquanto objetos sonoros, identificando-os visualmente por meio dos diversos aportes utilizados. O olhar freireano, por sua vez, permitiu enxergar o ‘estar sendo’ problematizador das suas condições enquanto professores e futuros professores de matemática corresponsáveis pela educação para a audição como condição necessária à construção de valores tais como o respeito ao próximo e o cuidar das paisagens sonoras e da melhoria dos ambientes acústicos em que vivem. Nesse sentido, houve valorização da matemática enquanto linguagem a colaborar no desenvolvimento de tais competências auditivas. As situações-limite com as quais os alunos se encontraram mostraram, cada uma, um caminho para o ‘ser mais’ que merecerá, à guisa de seus comprometimentos afetivos, um investigar futuro. Fica-nos a perspectiva de que, ao longo de suas, ao encontrarem-se com alguma situação que guardar qualquer vínculo com os compromissos assumidos, vão lembrar dos aprendizados extraídos do lidar com o mundo do som.

4.7. Tecnologia e cultura na análise sonográfica

No início do quinto encontro, fizemos um resumo das atividades que seriam desenvolvidas nesse e no sexto encontro, que se daria na tarde do mesmo dia. Nesse sexto encontro realizamos uma atividade diferente das que haviam acontecido até então. Tratou-se da construção de um mapa sonográfico do prédio da UNEMAT, onde buscamos identificar os diversos sons que compõem as diversas paisagens do local, bem como a forma como eles se distribuem.

Segundo Schafer (2001, p. 368), “sonografia é a arte da notação da paisagem sonora. Pode incluir métodos habituais de notação, tais como o sonograma ou o registro do nível sonoro, mas, além disso procura também registrar a distribuição geográfica dos eventos sonoros.”. Nesta perspectiva, não é suficiente apenas a identificação dos sons ou fontes sonoras presentes, mas também a distribuição desses sons nos diversos ambientes.

Pesquisador: bom dia. Vamos construir um mapa sonoro da faculdade. Vocês vão se organizar num único grupo, mas vão ter tarefas específicas. Partiremos dessa sala e faremos a medição do nível de intensidade sonora e das frequências. Para isso, utilizaremos os equipamentos para registrar os sons que estamos ouvindo. Mediremos o nível de intensidade, o tamanho dos picos, identificando a frequência do som mais intenso, bem como a forma como se distribui. Vamos fazer o mapa com cuidado, registrando os valores. É um estudo sonográfico, para termos uma ideia de como o som se distribui aqui na universidade, onde é melhor para estudar e comparar com os valores de referência.

Muito embora não estivéssemos preocupados com a obtenção de resultados muito acurados, utilizamos alguns instrumentos tecnológicos sofisticados, tais como um decibelímetro digital, um notebook com programa analisador de espectro e um bom microfone para captação do sinal. Daí, convidamos os alunos a se organizarem para realizarem as seguintes tarefas:

1. Audição e registro dos mais expressivos sons presentes em cada um dos cinco ambientes do campus escolhidos para análise pelos alunos.
2. Medição, com a utilização de um decibelímetro digital, do nível de intensidade sonora de cada um desses lugares.
3. Identificação e medição, com o auxílio de um programa analisador de espectro, das frequências mais expressivas presentes em cada um desses ambientes.

Pesquisador: uma parte do grupo vai registrar as frequências mais expressivas de cada um dos lugares, enquanto que outra parte medirá a intensidade do local. Uma terceira parte vai anotar os sons mais presentes no lugar.

Fizemos uma apresentação dos equipamentos e ensinamos os alunos a utilizá-los. Iniciamos com o decibelímetro. Falamos um pouco sobre o decibel (dB), mostrando as escalas de medição do instrumento, inclusive aquela psicofísica. Para tanto, realizamos uma análise da curva de audibilidade do ouvido humano, evidenciando a forma como a sensibilidade auditiva varia ao longo de todo o espectro de frequência audível. Em seguida, apresentamos alguns exemplos de níveis de intensidade, tais como de um sussurro suave (em torno de 20dB), de um estudo de gravação (em torno de 30dB), de uma residência (em torno de 40dB), de um escritório (em torno de 50dB) e de uma conversa normal (em torno de 60dB), evidenciando o risco que ocorre quando um ambiente tem nível de intensidade acima de 100dB.

O segundo instrumento a ser apresentado foi um programa frequencímetro. Nesse caso, mostramos como o instrumento funciona, suas escalas de medição, e realizamos a medição das frequências de algumas notas musicais cantadas por nós e pelas alunas cantoras da turma. Realizamos ainda a medição da frequência das notas musicais emitidas pelas cordas de um violão. Nesse momento, aproveitamos para afinar o instrumento a partir do padrão.

O terceiro instrumento foi um analisador de espectro virtual. Evidenciamos que enquanto o frequencímetro mede o valor da frequência do som mais intenso, o analisador vai mostrar as frequências que possuem maior intensidade e seus respectivos valores, com a possibilidade adicional de congelamento da medição, o que torna possível identificar as frequências presentes e seus valores com mais precisão. Pedimos que um aluno emitisse um som. Gravamos esse som e mostramos os harmônicos presentes, evidenciados pelos picos, com suas respectivas frequências.

Diferentemente de todas as atividades anteriores, os alunos reconheceram estar diante de uma atividade bem mais próxima da matemática. A geometria presente no esboço inicial da planta baixa do campus, as funções matemáticas presentes nas grandezas e escalas envolvidas nas medições dos diversos instrumentos utilizados, são alguns exemplos da potencialidade a ser explorada por eles nesta situação que se iniciava.

O primeiro passo dado pelo grupo foi conseguir uma cópia da planta baixa do prédio. Tentaram, junto à administração do campus, mas não conseguiram. Daí veio a ideia de fazer

um esboço da planta baixa. A figura vinte e sete mostra uma cópia do esboço desenhado no quadro pelo aluno 8 e corrigido pelo aluno 3.



Figura 27: mapa sonográfico do campus da UNEMAT.

Pesquisador: vamos lá. Vamos escolher aqui cinco lugares.

Aluna 1: biblioteca.

Aluna 5: estacionamento.

Pesquisador: onde está o estacionamento? Aqui.

Aluna 11: corredor central.

Aluna 1: praçinha.

Pesquisador: esses quatro lugares está bom?

Aluno 3: auditório.

Pesquisador: mas se não tem ninguém?

Aluno 3. tem.

Pesquisador: auditório.

Pesquisador: então. Vamos lá.

As tarefas foram, então, distribuídas com os alunos da seguinte forma:

- Filmagem: aluno 8.
- Registro dos sons mais expressivos: alunas 9, 11, 12 e 13.
- Medição do nível de intensidade com o decibelímetro: alunas 5, 6 e 7.
- Determinação e medição das frequências com o analisador de espectro: alunos 2 e 3.

Os alunos saem da sala e seguem para os cinco lugares escolhidos para fazerem as medições e anotações. Logo no primeiro espaço que foi a praça de convivência, os alunos notaram que os valores mostrados em ambos os instrumentos estavam variando muito. Decidiram então fazer as medições, em todos os cinco espaços, à mesma distância da fonte identificada como sendo a responsável pela maior intensidade.

Um aspecto interessante é que, desde o início, eles notaram que a conversa entre eles poderia mascarar as medidas. Passaram, então a fazer silêncio sempre que iam realizar as medidas. No corredor, como a circulação de pessoas é muito intensa, aproveitaram um momento em que não havia circulação de pessoas por perto dos instrumentos para fazer a medição. Nesse caso, notaram que o responsável era o condicionador de ar novamente, porém com um nível bem menor do que o encontrado na saída da biblioteca.

No estacionamento, aconteceu um evento sonoro inusitado. Ao chegarem ao local, postaram-se perto da entrada que dá acesso ao bloco B e, no momento em que começaram a observar a paisagem, registrar os sons presentes, passou um carro de som fazendo propaganda. Apesar de intenso, estava em movimento, o que, depois de algum tempo, cessou. Houve uma interessante discussão que envolveu sons constantes, eventuais, contração e dilatação da paisagem sonora. O que havíamos discutido nos primeiros encontros manifestou-se naquele momento. Contudo, passou-nos despercebida a oportunidade de convidá-los a perceberem a contração e expansão da percepção auditiva dos sons ali presentes, influenciados naquele momento por uma fonte sonora bem mais intensa.

Pesquisador: eu pergunto se há um som constante que esteja presente, caracterizando o ambiente? Lá na praçinha tem? Tem. O condicionador de ar. Aqui tem?

Aluna 11: tem. Carros.

Pesquisador: eventualmente carro, pessoas falando, moto. Meçam uma intensidade média (nesse momento, passou um carro de som fazendo propaganda numa intensidade enorme. Depois que o carro passou, os alunos fizeram a medição, enquanto que aluna 11 comenta sobre o som que está sobressaindo).

Aluna 11: o passarinho está cantando. O passarinho está mais alto que o ar.

Aluno 2: é muito variável, não é?

Pesquisador: exatamente. É muito variável. O equipamento que ela está utilizando (decibelímetro) é que dá o valor médio. A questão é que onde tem o condicionador de ar, tem um som constante. Aquele som está ali presente o dia todo. Aqui é eventual. Passa um carro de som, umas pessoas conversando, um apito, uma buzina.

Aluna 11: professor, o barulho maior que eu estou ouvindo é o do passarinho.

Pesquisador: eu diria que é o condicionador de ar.

Aluna 13: o constante é o ar, mas continuo com o passarinho.

Pesquisador: precisamos considerar também a sensibilidade do ouvido. Vamos ver as frequências que estão envolvidas. Aqui as frequências estão distribuídas. Vamos para a biblioteca.

Olhando as filmagens é que pudemos identificar que perdemos uma ótima oportunidade de comparar a intensidade média com a de pico do carro de som, bem como discutir a contração e expansão da paisagem. Nesta transcrição, podemos perceber quantas variáveis envolvidas e conceitos tão preciosos entram em cena quando nos postamos lá, parados, na calçada em frente à entrada da UNEMAT. A paisagem sonora, muito variável, expande, contrai, agride, acalma e as pessoas não estão nem aí. É o normal. É o que a convivência tornou normal. Naquele momento, enquanto estávamos atentos aos condicionadores de ar colocados nas janelas das salas da administração, a aluna 11, sentada na mureta do estacionamento, observava o canto de pássaro que podia, naquele momento, ser até mais intenso, mas que não apontava constantemente sua presença. Na biblioteca, realizamos a medição do nível de intensidade quando o condicionador de ar estava ligado. Em seguida, pedimos à atendente que desligasse o aparelho para que pudéssemos fazer a leitura do nível de intensidade sem sua presença.

Pesquisador: e aí? Já deu para medir?

Aluna 6: sim.

Pesquisador: deu quanto?

Alunas 6, 7 e 9: 56, 57 (dB). (Nesse momento, dirigimo-nos à atendente da biblioteca).

Pesquisador: você permite que desliguemos esse condicionador de ar só um pouco?

Atendente: mas o que é isso?

Aluna 7: é uma pesquisa que nós estamos realizando (o condicionador de ar é então desligado e os alunos fazem a medição).

Pesquisador: silêncio.

Pesquisador: diminuiu?

Aluna 6: sim.

Pesquisador: bastante (Passamos para a parte interna da biblioteca, onde ficam as mesas de estudo e realizamos a medição. Novamente o ruído do condicionado de ar foi o responsável pelo aumento do nível de intensidade.).

Quando saímos da biblioteca, caminhamos por um corredor estreito que dá acesso novamente à praça de convivência. Nesse corredor encontramos nove condicionadores de ar. Os alunos fizeram então a medição e encontraram um valor perto de 70 dB. No final das medições, os alunos voltaram para a sala, organizaram os dados e transferiram para o mapa sonográfico. Passamos então a refletir sobre a experiência vivenciada.

Pesquisador: será que dá para tirar algumas conclusões das medidas que foram realizadas?

Aluna 13: o som predominante é o tecnológico, nem é humano, nem natural.

Pesquisador: o que mais? Vamos lá. Onde havia som constante?

Aluna 11: no estacionamento, na biblioteca, no corredor entre as duas salas, na praça. Tudo por causa do condicionador de ar. Se não tivesse condicionador de ar seria um silêncio.

Aluno 3: as frequências também. Elas se espalharam perto do grave no auditório e no estacionamento.

Pesquisador: onde ela se distribuiu mais?

Aluno 2: perto do ar.

Pesquisador: é. O espectro mostrou que elas se espalharam mais nas proximidades do condicionador de ar. É um som que vai influenciar no todo de forma mais incisiva. Vamos voltar à figura dos valores de referência para compararmos. Uma residência silenciosa dá em torno de 40, não é isso?

Aluno 3: decibéis?

Pesquisador: é. A biblioteca não está tão ruim, não é? Mesmo com o condicionador de ar.

Aluna 11: o ar influenciou.

Pesquisador: influenciou? Porque com o ar deu cinquenta e pouco, não foi?

Aluno 8: 56, 57.

Pesquisador: e sem o ar?

Aluno 8: 46, 47.

Pesquisador: é. 50 dB já é o nível sonoro de um escritório. Chegando a 80 dB, já é um tráfego pesado. Fora da biblioteca, deu em torno de setenta, não foi? O que interessa é aquilo que chega, o que estamos escutando, que é um som constante.

Professor de música: indiretamente, sem perceber, consumimos um barulho prejudicial.

Pesquisador: muitas vezes não temos consciência disso.

Aluno 3: já nos acostumamos.

Os dados registrados pelos estudantes (tabela vinte e três) dão mostra de que os grandes responsáveis pelos níveis de intensidade sonora registrados nos cinco ambientes analisados são os condicionadores de ar e, depois, as pessoas.

Tabela 23: dados do mapa sonográfico da UNEMAT.

Ambiente	Nível de intensidade (dB)	Sons mais intensos
Auditório (A)	83	Palestra com microfone
Biblioteca (B)	57 (condicionador de ar ligado) 45 (condicionador de ar desligado)	Condicionador de ar
Corredor (C)	50	Passos e vozes de pessoas
Estacionamento (E)	56-58 (condicionador de ar ligado) 53-54 (condicionador de ar desligado)	Condicionadores de ar, passos e carros
Praça de convivência (P)	55 a 61 com o condicionador de ar ligado	Conversas e condicionadores de ar

Como podemos ver na tabela vinte e três, a presença do condicionador de ar dita o ritmo das paisagens sonoras em três dos cinco ambientes analisados. Na biblioteca, por exemplo, tal aparelho é decisivo na qualidade do ambiente sonoro, justamente num local onde se deve preservar a quietude. Paralelamente à construção desses dados, outros alunos foram registrando os principais sons presentes. Encontramos na página 6 do diário de sons da aluna 12 um resumo desses dados.

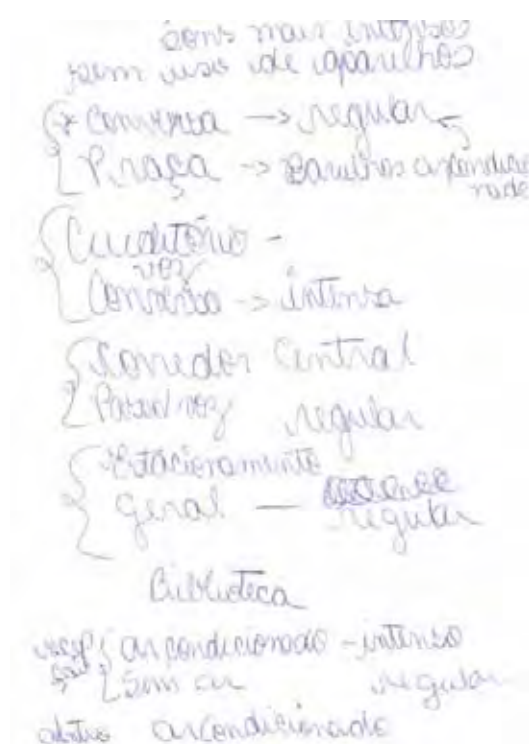


Figura 28: sons registrados no mapa sonográfico da UNEMAT.

A construção do mapa sonográfico mostrou interessantes elos de ligação entre os conceitos que foram construídos durante o curso e a preocupação com a qualidade da paisagem sonora. Em seis dos dez questionários, os alunos valorizaram a percepção em torno da poluição sonora causada, principalmente, pela presença, em grande quantidade, de condicionadores de ar no campus da UNEMAT de Barra do Bugres, enquanto que em dois outros, os alunos fizeram alusão à relação entre área e número de pessoas que nela convivem. A atividade parece ter despertado diversas possibilidades de percepção da matemática enquanto linguagem a contribuir na análise dos ambientes acústicos e, também, como argumento quantitativo no planejamento de melhoria de tais ambientes. Mesmo que tal atividade tinha sido encarada por nós muito mais como uma atividade didática, em muito valorizou o crescimento dos envolvidos. Se até então, eles tinham sentido perspectivas de

contribuição da matemática, nesta materializaram-se diversas operações lógico-matemáticas e que eles mesmos realizaram. Aqui pouco importa se os instrumentos estavam bem calibrados ou se os alunos mostraram-se analistas peritos. Mais vale a inquietação nascida na percepção de que a matemática pode e deve contribuir nesse projeto amplo, transversal, da educação para a cidadania. Segundo a aluna 4, a matemática pode auxiliar “principalmente para estudar estratégias que diminuam a poluição sonora” que, segundo a aluna 8, “após a atividade da intensidade sonora, pôde-se perceber que em alguns pontos da UNEMAT torna-se crítica a questão da intensidade, por exemplo, os condicionadores de ar atrapalham a questão do ensino, pois faz muito barulho”. Para a aluna 12, “talvez se pegássemos os resultados da medição sonora e recalculássemos, talvez chegássemos a um consenso para diminuir os ruídos”, identificados, principalmente, pelos condicionadores de ar que, dado o clima da região, tornam-se indispensáveis. Nesse sentido, a aluna 6 defende que “poderia trabalhar em relação ao barulho do condicionador de ar que é um objeto indispensável em nosso cotidiano devido ao calor”. Noutros relatos, os alunos dão mostra de que as conversas também respondem por parte significativa do nível de intensidade em dois dos cinco ambientes analisados. Segundo a aluna 1, “para se melhorar no acústico, a matemática está diretamente ligada ao tamanho do ambiente, à altura, à quantidade de pessoas. Tudo isso influencia na acústica do ambiente e isso se dá por meio do cálculo interativo”. Segundo a aluna 5, “quanto à altura, gravidade que as pessoas falam, a melhor familiarização com o meio que vivemos e também a valorização do ambiente rico de natureza, de pássaros, flores... Enfim, poderia sim contribuir muito tanto materialmente como psicologicamente com a Universidade de Barra do Bugres”.

O computador foi utilizado além da análise de padrões de vibração. Com um ou dois ‘notebooks’ é possível realizar a mesma atividade, inclusive na análise de paisagens sonoras naturais, ao que poderíamos denominar trilhas sonoras interpretativas, sem necessitar de decibelímetros, frequencímetros, analisadores de espectro e osciloscópios reais. O exercício de escuta e registro dos sons ao longo de uma trilha ecológica e posterior reflexão em torno deles pode revelar interessantes possibilidades de construção de discursos ricos em transversalidade. Como pudemos observar nesta atividade, houve bastante interesse na análise computacional em torno da pesquisa sonográfica. Conceitos como intensidade, poluição sonora, escala logarítmica foram bastante requisitados e estiveram presentes nas falas dos alunos. Na construção do mapa sonográfico, a problematização dos dados colhidos permitiu a identificação de diversos sons indesejáveis. Dentre esses, o som dos condicionadores de ar foi acertadamente identificado pelos envolvidos como o ‘grande vilão’ a macular a qualidade dos

ambientes acústicos da UNEMAT. Um possível planejamento de melhoria daquela paisagem sonora passaria pela minimização desta influência, já que o clima quase que obriga a utilização de tais equipamentos. Muito embora isto não tenha sido feito, um grande passo foi dado por eles, ao tomarem consciência da qualidade de tais ambientes e de possíveis caminhos de atuação. A participação dos alunos na reflexão em torno das vantagens da melhoria dos ambientes acústicos já diz muito da perspectiva de uma educação libertadora, de um agir político pela manutenção do bem comum. A inquietação, nascida lá no início do curso, quando registraram e analisaram a paisagem sonora da praça de convivência, que os acompanhou no decorrer do curso, materializou-se no pensar soluções para o ruído de fundo causado pela enorme quantidade de condicionadores de ar no campus, já que a região é deveras quente. Tal inquietação experimentou seu ápice quando perceberam que o ruído do condicionador de ar não era realidade apenas da pracinha, como eles a denominam. Estava presente em outros ambientes da UNEMAT. Esta experiência elevou suas percepções da importância de cuidar dos ambientes acústicos e os fez perceberem a importância do mundo investigativo dos estudos de paisagens sonoras. Igualmente, elevou a percepção que tinham do ambiente sonoro da UNEMAT e da invasão tecnológica em todos os ambientes do mundo moderno.

O passo seguinte, resultado desta escuta pensante, seria, provavelmente, o exercício de pensar soluções para os problemas acústicos identificados, em direção à melhoria dos ambientes acústicos. É o olhar incisivo ao invés do olhar desprezioso, a opção pela postura ativa, negando a passividade, negando a educação instrumental que nos aliena o direito à cidadania. É o dar atenção àquilo que está presente nas suas vidas, cotidianamente, e às quais, até então, eram insensíveis, devido, muitas vezes, a um ritmo de vida que não os permite parar, vislumbrar, sentir.

4.8. Os teatros sonoros na educação sonora

O caminho percorrido, desde o primeiro encontro até o penúltimo, incluiu uma série de exercícios de sensibilização da audição, realizados em sala de aula, o resgate de paisagens sonoras, de sons e de lugares localizados no tempo e na história de cada um deles enquanto seres culturais, percepção e classificação de sons, caracterização de sons e lugares, relato e discussão em torno de sons interessantes, morfologia do som, incluindo análise dos objetos sonoros de alguns instrumentos musicais e, por último, a análise sonográfica de cinco ambientes do campus da UNEMAT de Barra do Bugres. Muito embora o curso tenha sido corrido, notamos um envolvimento bastante significativo dos alunos. Chegaram ao último dia com a mesma alegria com que iniciaram os encontros. A despeito dos percalços causados, de um lado, pelo tempo exíguo e, de outro, pela nossa condição de professor-pesquisador que ainda tateia nesse mundo maravilhoso que une ciência, matemática e cultura, acreditamos que possibilitamos diversos encontros entre esses mundos que, vez por outra, serão rebuscados por muitos deles. Esperamos ter deixado esta semente de inquietude como início de uma busca de novos contornos para ensino da matemática.

Como havíamos combinado no primeiro encontro, o curso encerraria com a encenação dos teatros sonoros, momento especial que todos aguardavam com ansiedade. Desta forma, a tarefa nove consistiu no convite ao desenvolvimento, em grupo, de uma história, por grupo, baseada numa memória sonora escolhida entre as relatadas pelos componentes de cada grupo ou até outra que não tenha sido objeto de análise durante os encontros. Tal atividade seria a tarefa final, a ser apresentada por cada grupo no último encontro do curso. Ficou também acertado que os participantes poderiam utilizar sons naturais, tecnológicos, humanos, bem como, eventualmente, onomatopéias. A história deveria ser curta e rica em sons, bem distribuídos ao longo das cenas. No dia da apresentação, as encenações tomariam lugar na sala de aula onde ocorreu o curso, atrás de um anteparo preparado para esse fim. Desta forma, os espectadores auditivos só iriam escutar a história. Para tanto, os alunos dividiram-se em três grupos e desenvolveram três teatros sonoros, sintetizados nos parágrafos seguintes.

O primeiro teatro, desenvolvido pelos alunos dois e três e pelas alunas um e quatro, consistiu na reconstrução do conto infantil do lobo mau e dos três porquinhos. Os alunos colocaram-se em círculos, sentados em cadeiras e colocaram no centro os materiais que iriam utilizar. Na primeira cena, a sonoplastia da construção das casas foi realizada com um pedaço de madeira, uma serrinha e um alicate, o que deu para representar bem o corte da madeira e a construção da casa com marteladas. Na segunda cena, os alunos cantaram uma cantiga de

roda, representando a comemoração do final da construção das três casas. Na terceira cena, no momento em que cantavam, veio o uivo do lobo. Aqui, cabe uma observação. Na medida em que cantavam, o uivo foi aumentando em intensidade, representando a aproximação do lobo, enquanto que o som da cantiga foi diminuindo de intensidade, sinalizando o despertar para o perigo, consistindo numa interessante materialização da expansão e contração da paisagem. Quando ouvimos e não vemos, esse efeito torna-se ainda mais evidente. Os alunos também jogaram bem com a divisão do tempo nas diversas cenas, o que tornou a história fácil de ser entendida. Utilizaram diversos sons, emitidos, em sua maioria, por objetos sonoros tais como alicate, madeira, serra, palha, além das mãos e dos pés. Não houve uso de sons gravados nem criados especificamente para o teatro. Com as vozes, os alunos representaram diversos sons, tais como uivos, suspiros e gargalhadas. No final, houve uma interessante discussão, pois os alunos haviam cantado uma música de roda e, portanto, utilizado palavras o que, inicialmente, teria sido acertado que não podia. Ao longo da discussão apareceram algumas sugestões de melhoria da sonoplastia, tais como a substituição da música cantada pela melodia tocada, o uso de pandeiro e sons que representassem a dança de roda. Os ouvintes gostaram muito da forma como a história foi contada, evidenciando detalhes de algumas cenas sonoras, tais como o sopro, o uivo, o barulho da casa de palha ruindo, a construção da casa de madeira, o suspiro ofegante, etc.

Como dissemos acima, ficou evidente a preocupação com a divisão do tempo na concatenação das cenas e nos espaços a serem percorridos pelos personagens. Os próprios alunos relataram operarem com esses aspectos na construção do teatro. Por exemplo, no seu questionário, a aluna 4 afirma que alguns conceitos foram operados no desenvolvimento do teatro, “principalmente, noções de tempo e espaço, já que a história feita por nós aborda a que distância o terceiro indivíduo está do local onde os porquinhos estão e quanto tempo levará para chegar”. Avançando um pouco mais acerca dos conceitos operados, o aluno 2 afirma que operaram a “noção de tempo, espaço; para tudo sair mais parecido com o real, temos que operar a noção de tempo e espaço e isso, mesmo que inconsciente, trabalha o pensamento matemático”. Além disso, os alunos identificaram ainda a possibilidade de discutir a resistência dos materiais como tema a ser explorado com o teatro em questão.

O segundo teatro, desenvolvido pelas alunas 5, 6, 7 e pelo aluno 8, contou a história trágica de um acidente de carro por conta da bebida. O esposo, depois de uma briga, deixa sua mulher grávida em casa e sai para uma ‘noitada’, embriaga-se e, na volta, envolve-se num acidente de carro e, após ser socorrido por uma ambulância, acaba por falecer num hospital alguns meses depois. A história, apesar de rica em sons, pouco explorou os sons de corpos

físicos, construindo toda a sonoplastia com sons gravados em celulares e notebook, bem como com a vocalização. Por outro lado, diferentemente do grupo anterior, esse grupo deu ênfase à música instrumental de fundo que auxiliou bastante na construção da ‘atmosfera’ característica das cenas de tristeza e de alegria relatadas. No debate que se deu após a apresentação do grupo, ficou evidenciado que nalgumas cenas, muito embora a sonoplastia tenha ficado a contento, a distribuição do tempo ficou a desejar. Contudo, assim como no teatro desenvolvido pelo grupo anterior, identificamos possibilidades de melhoria da história, nas quais outras operações lógico-matemáticas poderiam entrar em cena.

O terceiro teatro, desenvolvido pelas alunas nove, dez, onze, doze e treze, com a ajuda do professor de música, consistiu numa história que começa com um casamento muito comemorado. Na sequência, ao som de fundo dos passos do cavalo da carroça, com a qual os noivos deixam a igreja, deu-se o nascimento do filho do casal. Na terceira cena, num dia chuvoso com trovões, acontece um acidente numa linha férrea. Ao som do choro da criança, um trem bate na carroça que, devido à chuva intensa, não conseguem perceber o perigo. O casal é então socorrido, mas acaba falecendo. No entanto, a criança sobrevive, fato esse sendo marcado pelos risos, ao som da ‘Berceuse’ de Brahms.

Dos três teatros construídos, parece ter sido esse o que utilizou o maior número de sons, o que mais se apropriou das possibilidades de uso de corpos físicos. Pareceu-nos bem mais rico em sons, explorando sons gravados e corpos físicos, tais como a folha de plástico, o papel celofane, as bolas de tênis, passos, gritos, conversas, etc. Nesse sentido, alguns detalhes marcaram bastante a construção desse teatro. Por exemplo, o som dos passos do cavalo foi encenado com duas bolas de tênis de mesa batendo no tampo da carteira. A tempestade, por sua vez, foi encenada amassando folhas de celofane, enquanto que os trovões, balançando uma folha de plástico. O interessante é que, logo no começo da história, o sino da igreja, os comentários e o som do cavalo transportaram-nos a uma paisagem sonora específica. É impressionante como conseguimos perceber a cena, sem a estarmos vendo.

Desde o início do curso, notamos o clima de ludicidade que os contagiou, o que aumentou muito interesse deles durante todos os encontros. O que, inicialmente, soou como uma atividade lúdica, uma brincadeira, foi, ao longo dos encontros, ganhando novos contornos, na medida em que elementos de conscientização em torno da articulação entre ciência, matemática e cultura iam sendo construídos com os processos de ação-reflexão-ação que tomaram lugar nas diversas atividades que foram vivenciadas nos encontros. Segundo a aluna 4, “além de ser algo prazeroso, trabalhar com esse tema proporciona aos alunos momentos para que explorem sua criatividade, percebam o “mundo sonoro” que há a sua

volta, e o melhor de tudo, aprendam se divertindo”. A percepção de que a matemática tem muito a contribuir na educação das pessoas para cuidarem do ambiente sonoro parece ter sido o grande “percebido-destacado”. Segundo a mesma aluna, “os alunos poderiam compreender qual a frequência e intensidade do som que estão ouvindo e decidirem se é bom ou não ficar exposto a tal ruído”. O constante processo de humanização que se reinicia cada vez que nos colocamos frente a uma “situação-problema”, tomando-a como algo a ser superado encerra, precisamente, a essência da esperança freireana na educação. Para a aluna 6, “ao contrário do que eu pensava e muitos pensam é que há relação da matemática com a música e um dos pontos mais importantes é trabalhar até que ponto o som é suave aos nossos ouvidos e a partir de que volume já prejudica”.

No que diz respeito especificamente aos teatros sonoros, criados em grupo pelos participantes, notamos, além de um envolvimento bastante significativo, uma riqueza de possibilidades de ligação entre ensino e cultura que torna também significativa a valorização de tal recurso no ensino de ciências e matemática. Os relatos presentes nas respostas do questionário revelam que os estudantes sentiram que determinados elementos da expressividade artística tinham algum sentido matemático. Por exemplo, quando mencionam tempo e divisão da cronometragem e a consecução de tomadas, conceitos como divisão e adição estão presentes. É importante frisar que é o sentir que está em jogo, assim como em música percebemos a pulsação. Para a aluna 6, é possível “trabalhar com os dias do ano (ex.: quantos dias têm nove meses, com esses dias pode se trabalhar horas também), isso porque foi o ponto central da história”. Para a aluna 8, “pode ser trabalhada a questão do tempo, resistência de materiais, a intensidade sonora, duração...”. Para a aluna 7, “a matemática poderia ajudar no sentido de organização dos sons como, por exemplo, na classificação dos tipos de sons, facilitando a visualização dos estudantes. Os conceitos matemáticos que poderíamos estar trabalhando seria os intervalos de tempo entre um som e outro e, também, a frequência dos sons observando os gráficos das funções formadas por eles”.

Ainda que talvez de forma inconsciente, os três grupos operaram com a noção de espaço acústico. O primeiro grupo, mais do que os outros dois, relatou o propósito de evidenciar o deslocamento dos personagens, tanto por meio da movimentação da fonte sonora no cenário, quanto pela manipulação da intensidade. Em ambos os casos, diversos conceitos foram operados, o que denota a riqueza de possibilidades para o ‘estar sendo’ problematizador dos teatros, pela inserção de novos elementos. Contudo, há de se perguntar que perspectivas o conceito de espaço acústico traz para o ensino de matemática enquanto linguagem a contribuir para a educação sonora enquanto tema transversal? Diríamos que a própria noção de espaço

está aí inserida. Um grande problema para o qual as pessoas, em geral, não estão atentas diz respeito à constante contração da paisagem sonora. Nas grandes cidades, o constante barulho limita a audição, trazendo-a para bem perto do ouvinte. A experiência da diversidade e da variação do espaço acústico é algo que muitas pessoas não experimentam facilmente e que, num teatro desse tipo, pode ser experimentado.

Como dissemos, as noções de tempo e de espaço, conceitos importantes no pensamento físico e matemático, estiveram presentes nos teatros sonoros. Além de ter sido algo absolutamente novo, pois não havíamos pensado a partir desta dimensão, consistindo, portanto, numa ideia gestada em grupo durante o curso, nos dá uma ideia do valor de tais conceitos não só nas disciplinas em questão, mas também em outros mundos disciplinares. A noção de tempo subjaz à noção de ciclo, própria da natureza física e humana, que, por sua vez, remonta às origens do próprio homem. O movimento dos astros, a rotação e translação da terra, as estações do ano, os ciclos da natureza viva, mudanças climáticas, enfim, todo esse universo que se manifesta ao homem que, posto ao exercício de traduzi-lo, nele mergulha. A própria música possui, e não é à toa, esse sentido cíclico, tanto no macro, quanto no micro. No sentido macro, as fórmulas de compasso, o andamento, os movimentos tonais denotam a relação de renovação e recomeço. No micro, as centenas e milhares de vezes que um elemento de um corpo físico vibra, produzindo a nota que tem seu sentido quantizado para o ser humano.

Os teatros sonoros trouxeram outra perspectiva para a inserção dos conteúdos da acústica. Não eles por eles mesmos, não eles como atividades fim, mas enquanto elementos a contribuir no desvelar a realidade, dentro das necessidades que surgem na problematização da criação dos teatros sonoros. Os conceitos de intensidade e frequência, por exemplo, discutidos no âmbito da análise da escala do violão foram elementos importantes na concepção dos teatros. Para a aluna 6, a utilização de tais conceitos “poderia contribuir na percepção do estudante em relação aos sons que estão a sua volta, qual sua frequência, altura, etc.”. Os teatros, em si, já deram mostra de grande potencialidade na construção de diálogo e autonomia, mas o reconhecimento de tal necessidade dar-se-á quando, depois da criação e encenação dos teatros, são revisitados em busca de suas melhorias.

Não estamos com isso abandonando o ensino disciplinar da acústica, os osciladores de Melde, tubos sonoros e tantos outros recursos utilizados na primeira ação de pesquisa. Apenas acenando a possibilidade de podermos chegar a eles por outros caminhos, podermos chegar ao ensino de física por meio das necessidades nascidas no caminho trilhado na educação sonora. Ao invés de trazer as cordas e os números, sem muita vinculação com o mundo das pessoas,

podemos chegar lá por meio da sensibilização das pessoas para a ecologia acústica, que deu visibilidade a esse mundo cultural. Por exemplo, a aluna 1 valoriza esta sensibilização, ao afirmar que “uma atividade que eu achei muito interessante foi a atividade na qual o professor pediu para que saíssemos da sala e observássemos os sons que tinha no ambiente. Com esta atividade pudemos perceber o quanto não prestamos atenção nos sons do nosso dia-a-dia, devido à correria do cotidiano”. Sentimento semelhante pode ser percebido no relato do aluno 2, ao afirmar que “a mais interessante para mim foi o teatro sonoro, com ele foi possível perceber como os sons estão presentes em nossa vida e não nos damos conta”. No debruçar-se em cima dos sons observados, no exercício de classificação de tais sons, os alunos foram percebendo possibilidades de articulação da matemática com o mundo das paisagens sonoras. Nesse sentido, a aluna 1 relata a necessidade de operar com elementos científico-matemáticos, valorizando a transversalidade, ao afirmar que “no estudo dos sons, quando classificamos os tipos de sons, pela intensidade entre outros fatores, pude perceber que se pode trabalhar física, estatística, se pode trabalhar as quatro operações entre outros”. A partir daí, mexendo nos elementos, criando necessidades a partir do trabalho criativo, no rebuscar o mundo cultural, tecnológico e científico, tal inserção pode tornar-se mais natural. Dentro do referencial aqui adotado, investigar a gênese dos teatros reveste-se de grande importância. Aí podemos encontrar elementos autênticos de suas visões de mundo e influências culturais. Quando olhamos para os teatros sonoros, rebuscando as experiências vivenciadas, agora com o olhar de pesquisador e tendo em mente esta perspectiva de uma educação dialógica integradora, conseguimos enxergar melhor os encaixes, de uma forma até bem mais organizada do que aquela com a qual olhávamos na fase de Ilha Solteira. O grande mote é o progresso, tanto enquanto professor-pesquisador, tanto quanto pesquisador-professor.

Em se tratando de professores de física e matemática, aquilatamos o quanto são resistentes à ideia de inserção de qualquer viés que não possa ser reduzido a uma equação matemática ou a uma ideia científica. Para alguns, isto se torna ainda mais complicado quando se trata de elementos culturais. Aquilo que aprendemos a valorizar pode constituir-se numa experiência traumatizante, enjoativa para quem é um especialista em matemática ou ciências, que só enxerga o ensino de ciência e matemática numa perspectiva instrumental. Ainda que num impacto bem menor, mesmo na experiência de Barra do Bugres pudemos perceber falta de interesse quando nos colocamos num plano muito teórico, seja na análise dos princípios e conceitos da acústica musical, seja quando nos referíamos aos estudos de paisagens sonoras. Em parte por conta de uma formação moderna imediatista que só enxerga a praticidade. Contudo, as experiências vivenciadas apontam caminhos que passam pela

formação inicial dos professores de física e matemática, fundados na necessidade de inserir, de alguma forma, a dimensão cultural, a ação cultural nas licenciaturas em questão. No percurso de nossa pesquisa, diversos relatos dão mostra de que os envolvidos, ao serem convidados a refletirem em torno de como a matemática pode ser útil na construção de um discurso integrador em torno da educação sonora, transcenderam desta visão instrumental, em direção a possibilidade de perceber a matemática como linguagem colaborativa. Nesse sentido, a aluna 4 relata que “a educação matemática vai além de ensinar ao aluno contas e fórmulas, mas sim educá-lo com princípios da solidariedade, amor e respeito ao próximo. Além de tudo isso, educar o aluno por meio da matemática é dar a ele argumentos sólidos para que se organize e viva melhor no contexto o qual está inserido, podendo ter a certeza numérica de que qual a melhor decisão a ser tomada. Para mim esta é a grande relação entre a educação matemática e a sonora, já que na outra podemos educar para que o aluno perceba por meio dos sons que não está sozinho nesse planeta e por isso precisa respeitar o próximo e ainda, saber selecionar aquilo que mais lhe agrada e faz bem aos seus ouvidos”.

A análise dos questionários apontou o teatro sonoro como a atividade que mais despertou interesse dos licenciandos e professores envolvidos no curso. Ao mesmo tempo, permitiu aos indivíduos perceberem-se enquanto seres capazes de avaliarem a qualidade dos ambientes e atuarem pelas suas melhorias. Dos dez questionários recolhidos, sete apontaram o teatro como a atividade mais interessante, enquanto que dois apontaram o registro da paisagem sonora da praça de convivência. Não são os teatros em si o grande ‘insight’ da experiência em Barra do Bugres, mas, precisamente, a motivação que eles proporcionaram e a aproximação de mundos aparentemente díspares. Os enredos não são o grande êxito e sim as necessidades nascidas na gênese. Para a aluna 5, todas as atividades foram interessantes, mas “algumas são mais interessantes. Uma delas foi a última atividade, do teatro de som, que chamou muita atenção e nos leva a repensar como ouvimos as coisas, além de deixar claro que devemos também ouvir. Outra atividade que chamou minha atenção foi a de sair da sala para escutar os sons. Um momento de refletir e perceber o quanto nos despercebemos com as coisas”. Esta percepção foi, ao longo do curso, tomando outras dimensões que envolveram, inclusive, a afetiva. Segundo a aluna 5, o “ponto mais forte seria de os sensibilizar a escutar o próximo, a terem mais atenção nas aulas, a filtrar o que eles escutam para que possam se transformar em bons cidadãos”. Para a aluna 8, “dentre as atividades desenvolvidas, a que mais me interessou foi o teatro sonoro, pois pude perceber que somente por meio de sons e da nossa imaginação podemos construir a história relatada sem precisar ver e ouvir as vozes, e assim ocorrendo uma aprendizagem sonora”. Para a aluna 12, a mais interessante foi “a

atividade em que os grupos apresentaram o teatro sonoro, por que a partir daquele momento pude perceber a importância de escutar, ou melhor dizendo, a importância de parar e escutar e saber definir os sons e a partir dali imaginar as cenas”.

Um aspecto bastante interessante que apareceu em todos os teatros e que possui uma potencialidade enorme na formação de consciências sobre os riscos de uma paisagem sonora insalubre diz respeito aos sons que além de serem intensos, são constantes. Os estudantes jogaram muito bem com a percepção da profundidade dos sons em seus teatros. A expansão causada por sons tênues e a contração causada por sons intensos, ambos ocasionais, permitiu a sensibilização dos ouvintes para esse recurso que permite mexer com os sentidos de tempo e espaço, mexendo com distribuição do som na paisagem.

Um universo de possibilidades se abre para a inserção da matemática quando, na concepção dos teatros, os alunos são convidados a criarem seus próprios sons, seja pela manipulação de corpos físicos, seja pela sintetização via programa. Nesse sentido, os teatros apontaram perspectivas bastante significativas de continuidade. Numa proposta de melhoria da sonoplastia dos teatros, a inserção do recurso do áudio digital pode revelar necessidades cuja matemática pode auxiliar significativamente, uma vez que grande parte das operações de sintetização e edição de áudio em programas especializados são baseadas em argumentos matemáticos. Estas necessidades formativas foram identificadas pelos alunos em outros contextos ao longo do curso. Por exemplo, na visualização das curvas de timbre da voz, a aluna 7 afirma que “nos sons que nossa voz produz existe a matemática. E isso era algo que eu nunca tinha imaginado que poderia acontecer. Ver uma função formada pelos sons da minha voz”. Já a aluna 5, ao referir-se à inserção da matemática, vislumbra que “com o decorrer do tempo, de acordo com os conteúdos trabalhados, podemos envolvê-los e utilizarmos a música como um instrumento forte nas aprendizagens dos alunos; também trabalhar função por meio da voz”. A aluna 6, ao referir-se à análise dos intervalos entre as notas musicais, afirma que “a potencialidade é ensinar exemplo razão com música (material alternativo garrafa com medidas de água); estudar função com os tons dos instrumentos musicais”, indicando ainda a montagem de um instrumento musical artesanal, feito com garrafas de vidro. Na pesquisa sonora, a aluna 7 afirma que “uma das potencialidades é a pesquisa dos vários tipos de sons, pois a partir disso podemos desenvolver o ensino de estatística, ensino de frações, funções e várias outras coisas”.

Temos a impressão de que os envolvidos acionam primeiramente, quando da concepção dos teatros sonoros, os elementos culturais, seja na história a ser contada por meio dos sons, seja na escolha de sons e corpos físicos. Numa segunda etapa é que, provavelmente,

eles lançam mão dos recursos tecnológicos. Nesse sentido, dá para perceber a distância entre a construção de teatros em grupo, vivenciando um trabalho coletivo, criando, discutindo para criar e aqueles velhos e estáticos exercícios de acústica dos livros didáticos. Eles, os criadores, autores e julgadores primeiros da obra, são os que têm mais a dizer sobre a obra e isso tem uma componente investigativa fantástica, Mesmo a pesquisa tendo encerrado na visualização destas perspectivas, vemos, hoje, o quanto crescemos desde os primeiros passos trilhados até os relatos aqui presentes. Mais que os alunos de Ilha Solteira e Barra do Bugres, tivemos a oportunidade de vivenciar todo o processo. Para nós, o grande “percebido-destacado’ é, sem dúvida, a potencialidade dos estudos de paisagens que, materializados em atividades dialógicas tais como as de sensibilização da audição e os teatros sonoros, deram visibilidade à inserção da ciência e da matemática e valorizaram-nas enquanto linguagens a contribuir na problematização da ecologia acústica, vislumbrando a educação sonora como caminho para o ‘ser mais’, permitindo o exercício da liberdade do pensar e do agir em torno da melhoria do ambiente sonoro.

5. Reflexões conclusivas e perspectivas

A análise das ações desenvolvidas durante a pesquisa levantou elementos que, na nossa ótica, são bastante significativos das potencialidades e desafios do uso de paisagens sonoras numa perspectiva cultural, apoiada numa postura problematizadora, voltada para construção de visões de mundo críticas, aqui materializadas enquanto educação sonora, na sensibilização para os problemas da paisagem sonora. Na perspectiva freireana, a educação sonora enquanto tema transversal pode constituir-se num caminho para a ação política em torno da ecologia acústica. O reconhecimento do ambiente sonoro em que vivemos que pode dar-se, por exemplo, por meio dos exercícios de limpeza de ouvidos, constitui apenas o primeiro passo da formação de uma consciência ecológica acústica. Na perspectiva freireana, esta sensibilização para a audição, materializada na primeira ação de pesquisa a partir de uma diversidade de situações e na segunda ação de pesquisa a partir de uma ação cultural, não é em si mesma conscientização, mas torna-se assim na medida em que gera ação transformadora das paisagens sonoras nas quais nos inserimos. A percepção de que tais paisagens são, como aponta Schafer, mutáveis e passíveis de serem transformadas, torna os estudos de paisagens sonoras um importante referencial para a educação. Nas linhas que se seguem, sintetizamos perspectivas que, no nosso entendimento, são contribuições para a pesquisa educacional nascidas do percurso trilhado em nossa pesquisa.

i. O trabalho interdisciplinar passa pela construção de um diálogo permanente entre os professores envolvidos num projeto educacional que busque a construção de consciências ecológicas sonoras.

Os quatro grupos de alunos da primeira ação de pesquisa relataram dificuldades quanto à apropriação dos elementos da música e da acústica musical. É tão tal que não encontramos qualquer utilização de elementos desta natureza em nenhum dos quatro trabalhos desenvolvidos. Para além de todo o discurso interdisciplinar desenvolvido no trabalho, esbarramos na falta de conhecimento quando buscamos culturalidade. Na segunda ação de pesquisa pudemos igualmente notar a dificuldade em lidar com a linguagem musical, o que ficou evidenciado nos questionários e falas de alguns alunos. Se, de um lado, o conhecimento de outras linguagens tornou-se necessário para uma compreensão da ecologia acústica nas suas múltiplas dimensões, de outro, tornou-se barreira tanto para alunos quanto para

professores. As experiências utilizadas, mais intensamente na primeira ação de pesquisa e numa menor escala na segunda ação de pesquisa, evidenciaram a angústia dos participantes por não conseguirem lidar com temas cuja análise transpassa o universo da física ou da matemática. Transformar a ação cultural em conscientização requer a articulação por meio das diversas linguagens das experiências vividas. Adversamente, o hiato entre a realidade escolar disciplinar e aquela dos temas trazidos à análise revela tanto a incompetência em lidar com outras linguagens, quanto a desarticulação das linguagens presentes nos discursos dos envolvidos. O modo freireano de lidar com os temas geradores começa com o diálogo entre os professores envolvidos na ação educacional, na busca da articulação dos diversos mundos disciplinares em torno de temas transversais gestados na comunidade. Nesse sentido, partir das paisagens sonoras próprias dos ambientes em que os envolvidos estão inseridos revelou interessantes possibilidades em nossa pesquisa.

As deficiências formativas bem como o aprendizado desarticulado das diversas disciplinas são heranças que podem acompanhar-nos durante a vida. Um exemplo de tal incompetência em lidar com ferramentas que necessitam de um conhecimento interdisciplinar diz respeito ao imaginário das pessoas que trabalham com ‘homestudio’. Por meio de conversas com diversas pessoas que utilizam suítes de gravação, edição e masterização de áudio, percebemos que há uma grande preferência pelo cubase, em detrimento ao sonar. Uma possível justificativa para esta escolha pode estar atrelada à facilidade de uso. Enquanto o CUBASE é um programa interativo, que permite seu uso sem a necessidade de muito conhecimento técnico, o sonar é um programa bastante carregado de conhecimentos técnicos, além de um intenso uso da matemática. É, de fato, um programa que possui a cara da engenharia acústica. Três ou quatro escalas para a divisão do tempo, sintetizadores com parâmetros dimensionados fisicamente, com múltiplos e submúltiplos das grandezas físicas envolvidas, compressores com escalas de compressão em decibéis, frequencímetros e decibelímetros com escalas física e psicofísica são apenas alguns exemplos da enormidade de conceitos científicos, musicais e algoritmos matemáticos presentes.

A simples utilização de um programa desse tipo daria condições a um professor de trabalhar uma diversidade de conceitos de acústica imersos no mundo da criação sonora e musical. Contudo, esbarraria, tanto ele quanto os alunos, provavelmente, na falta de conhecimento de música, psicofísica e outras linguagens, fruto da mesma formação deficiente diagnosticada em nossa pesquisa. Esta sociedade do ‘sentir-se bem’ em muito se alinha com determinadas posturas da pesquisa em educação em ciências que buscam formas ou ‘metodologias’ que tornem o assunto mais prazeroso, e isso passa muitas vezes, por sacrificar

a precisão conceitual e a construção de leituras mais amplas dos problemas do mundo moderno. Nesse sentido, parece que as ações de pesquisa, aqui desenvolvidas em grupo, trouxeram, nalguma monta, reflexões em torno da importância da cultura como parte do conhecimento humano. As paisagens sonoras permitiram a transversalidade necessária à inserção de elementos de ciência, tecnologia e cultura na análise das experiências realizadas em grupo, o que, nos inclina a acreditar no potencial destes estudos na educação em ciência e matemática.

ii. As experiências vivenciadas apontaram para a necessidade de preservar a autonomia como meio de identificar o estar sendo e, a partir desse, colaborar na construção de um discurso interdisciplinar.

No segundo curso, muito mais que no primeiro, pudemos observar vantagens no resgate das experiências culturais dos indivíduos participantes em detrimento à introdução de atividades e experiências previamente preparadas. Enquanto na primeira ação de pesquisa os alunos sentiram-se de certo modo acuados pelo grande número de ligações entre as diversas linguagens e os temas planejados, no segundo conseguimos abrir mais espaço para as experiências por eles vivenciadas. Nesse sentido, procuramos policiar-nos no sentido de diminuir nossa ação enquanto professor-pesquisador, para, assim, abrir mais espaço para a ação do pesquisador-professor.

A introdução dos exercícios de limpeza de ouvidos, apesar de serem atividades previamente planejadas, abriu espaço para a construção de bibliotecas de sons próprios das paisagens sonoras por eles experimentadas cotidianamente, o que permitiu o exercício da criatividade e da sensibilização para a audição pensante, objetivando uma posterior análise do estado atual de tais paisagens e de que forma eles enquanto professores de matemática poderiam intervir para a melhoria destas paisagens. Outro aspecto bastante significativo desta ação cultural é a amenização da obrigação de ter que construir argumentos baseados em conteúdos prontos. Durante os exercícios de classificação dos sons, convidamo-los a organizarem a biblioteca de sons a partir das dimensões histórica, física, antropológica, residindo, nalgumas destas classificações, um raciocínio matemático subjacente.

As análises e diálogos que tomaram lugar em torno das paisagens sonoras por eles trazidas para os encontros deram mostra do potencial de tal recurso para uma educação integradora, numa perspectiva interdisciplinar, em torno da formação de indivíduos auditivamente mais conscientes do ambiente sonoro em que vivem. Nesse percurso, diversos

conceitos matemáticos foram resgatados pelos participantes, sendo os quais identificados como auxiliares na reflexão em torno das atividades desenvolvidas. Nos trabalhos desenvolvidos pelos quatro grupos de licenciandos em física de Ilha Solteira, pudemos, igualmente, identificar a importância dos conceitos físicos na análise das paisagens sonoras escolhidas.

No sentido *lato*, estamos fortemente inclinados a acreditar que um projeto real, numa escola real, precisa ser conduzido por todos os professores. Não seria um projeto em educação em ciências, mas, antes, um projeto em educação, onde o universo cultural é o grande celeiro a buscar-se a transversalidade. Ambas as experiências deram mostra de que as falhas formativas constituíram-se num obstáculo decisivo na construção de autonomia e criticidade, tanto por parte do pesquisador-professor e do professor-pesquisador, quanto por parte dos licenciandos e professores envolvidos, corroborando com a perspectiva formativa freireana, onde a dialogicidade é construída na colaboração, ou, co-labor-ação, como diria Freire. A ação por meio do trabalho de todos. Como resposta à ação anti-dialógica que busca dividir para manter a opressão, a formação cidadã passa por um ensino que preserve a autonomia em detrimento à manipulação, por meio de uma ação cultural para a liberdade do pensar e do agir. Nesse sentido, as experiências apontaram ainda que na problematização do ‘estar sendo’, a cada etapa que se encerra, inicia-se outra a partir das necessidades advindas da reflexão em cima da ação realizada.

iii. Os exercícios de sensibilização para a escuta e a experiência dos teatros sonoros mostraram-se importantes instrumentos pedagógicos no envolvimento dos licenciandos, incorporando ludicidade e motivação na análise da matemática enquanto linguagem colaborativa na educação sonora.

No que diz respeito especificamente à educação sonora e aos teatros sonoros, criados em grupo pelos participantes, notamos, além de um envolvimento bastante significativo, uma riqueza de possibilidades de ligação entre ciência, tecnologia e cultura, que torna também significativa a valorização de tal recurso no ensino de ciências e matemática. Contudo, dentro de um projeto interdisciplinar mais amplo, é necessário o envolvimento dos professores de outras disciplinas para, tendo como tema gerador a educação sonora, construir um projeto que, ao longo de um ano letivo, o fenômeno sonoro possa ser investigado em suas múltiplas dimensões, gerado oficinas tais como os teatros que entraram em cena na segunda ação de pesquisa. A alegria com que os envolvidos planejaram e construíram os teatros ficou patente

na ansiedade, ao falarem do andamento dos projetos nos dias que antecederam as encenações. No dia em que apresentaram, tivemos a grata surpresa de presenciar quatro exemplos de criações livres dos alunos o que, raramente, acontece numa sala de aula. Após cada encenação, seguiam-se os comentários do restante da turma, num tom de alegria por terem conseguido adivinhar as histórias só por meio dos sons.

Segundo Freire, tais criações são fundamentais, pois materializam o ser cultural dos envolvidos, seus níveis de percepção da realidade, seus anseios e crenças. Consistem ainda do material a ser analisado, problematizado, no sentido de extrair elementos para planejar novas ações, na busca do 'ser mais'. Nesse exercício final dos teatros sonoros, muito dos envolvidos perceberam a importância dos exercícios de sensibilização da audição como construtores de autonomia e criticidade na escolha dos sons a serem utilizados nos teatros. Numa pesquisa realizada em 2005 com uma turma de alunos e o professor da disciplina de Evolução e História da Música do curso de licenciatura plena em música do conservatório de música de Niterói/RJ, a qual teve por objetivo analisar o vínculo que pode ser estabelecido entre a educação ambiental e a educação musical, Silva (2008) experimenta sensação semelhante. Partindo da premissa de que a música está ligada ao seu tempo e à sociedade, ou seja, ao contexto histórico-social e sendo tarefa quase impossível dissociar a produção artístico-musical de seu ambiente social onde ela é influenciadora e influenciada, observou que, muito embora no início do curso os alunos não tenham se mostrado muito interessados, aos poucos os envolvidos foram descobrindo o valor do ouvir e do discernimento do que esse ouvir resulta.

Na mesma monta do que sentimos enquanto pesquisador-professor, o pesquisador relata certa dose de frustração quando percebia, nesses futuros professores, uma dose de inércia frente ao lugar a ser constituído pelo educador musical e, algumas vezes, uma visão pessimista em relação à educação. Nesse sentido, relata que a educação musical talvez necessite ampliar seu campo de atuação, interagindo com as mais diversas áreas do conhecimento, para que esses problemas aconteçam com menos frequência. No final, conclui que a música pode auxiliar criticamente na construção de uma consciência ecológica na busca da acuidade sonora e do vínculo que pode ser estabelecido entre a educação ambiental e a educação musical.

A música, os exercícios de limpeza de ouvidos e as atividades de escuta dos ambientes de nossa comunidade são instrumentos que podem trazer para as aulas de ciências e matemática ludicidade, curiosidade e motivação, ao mesmo tempo em que possibilita a introdução da dimensão colaborativa para a educação científica e matemática na formação de

cidadãos auditivamente inteligentes. Como ficou evidenciado nos questionários, a física e a matemática podem auxiliar quantitativamente na análise das paisagens sonoras, sendo operado, inclusive, raciocínio físico-matemático na manipulação do tempo e espaço, bem como na escolha e classificação de sons.

Os exercícios de limpeza de ouvidos foram concebidos no intuito de sensibilizar os alunos para os sons que os rodeiam e para suas características peculiares, como forma de convidá-los a entrarem no universo perceptivo das paisagens sonoras. Tais exercícios permitem uma volta às nossas origens, deslocam-nos do mundo moderno, desatento, em direção ao mundo esquecido das nuances sonoras, àquilo que, geralmente, passa-nos despercebido. Variações em intensidade, frequência, série harmônica, ataque, decaimento, transientes, por exemplo, são possíveis de serem percebidas auditivamente. Contudo, as pessoas não são incentivadas a praticarem esses exercícios de escuta. Uma escuta pensante, atenta para os sons que estão à nossa, pode situar-nos no tempo e espaço, permitindo a percepção de informações importantes a respeito paisagem sonora, tais como suas modificações, seus problemas acústicos, bem como a influência do mundo moderno e tecnológico sobre ela. Formar indivíduo capazes de pensar e agir, a partir desta percepção, em busca da melhoria das paisagens sonoras de sua comunidade encerra o ideal de uma educação sonora.

É um grande desafio pensar a matemática e a física como linguagens a colaborarem na educação sonora, na formação de indivíduos auditivamente competentes. Contudo, as experiências relatadas nesta pesquisa apontam para a viabilidade desta meta, principalmente porque som e cultura possuem elos cuja problematização permite a inserção de diversos conceitos destas duas disciplinas. Desde relações simples tais como as frações que revelam o intervalo entre dois sons de um instrumento musical, até a análise do timbre do som de uma fonte sonora, são conteúdos que podem auxiliar num exercício de ação – reflexão - ação. Por exemplo, numa possível reflexão em torno do mapa sonográfico construído pelos licenciandos da UNEMAT, certamente conteúdos como função logarítmica e área entrariam em cena.

O teatro sonoro proporcionou muito mais espaço para o desenvolvimento de autonomia do que as outras atividades. Os relatos apontaram para potencialidade desta ferramenta na condução de temas transversais na educação sonora. Numa possível atividade interdisciplinar a ser desenvolvida numa escola com grupos de professores de várias disciplinas, a sua atuação seria enquanto professor de matemática. Em alguns relatos encontramos pistas de que a criação dos teatros sonoros levou à necessidade de operar com o pensamento lógico-matemático, como ocorreu, por exemplo, na manipulação das noções de

tempo e espaço. Nesse sentido, encontramos novamente uma grande afinidade com a perspectiva freireana de que a necessidade da introdução de conteúdos disciplinares deve nascer no processo de ação – reflexão – ação. A partir do momento em que os alunos tomaram para si a ideia, passaram a refletir, problematizar a perspectiva da educação matemática na educação sonora. Nesse sentido, é oportuno reiterar que nesse modo dialógico freireano já não cabe a perspectiva instrumental de utilizar os teatros sonoros para se ensinar física ou matemática, mas refletir sobre como tais conhecimentos podem constituir-se em linguagens a concorrerem na formação de consciências ecológicas sonoras. Contudo, para que tais consciências possam ser consideradas conscientização, no sentido freireano, deverão resultar em ação, mudança, o que, de fato, vale o esforço de uma nova ação de pesquisa a dar continuidade ao que aqui se materializou. Um possível passo seguinte para tentar responder esta pergunta seria ir para dentro de uma escola para trabalhar junto com os professores. Muito embora as experiências tenham evidenciado em diversos momentos as dificuldades apresentadas pelos estudantes pela falta de conhecimento musical, o que, de certa forma, foi menos impactante na segunda ação de pesquisa, apontou igualmente perspectivas na introdução de tais conteúdos como necessidades por eles mesmos relatadas. Estas deficiências formativas, frutos do descaso histórico com a educação musical, reduzida, ultimamente, à mera aprendizagem de um instrumento musical, deve tomar agora novo fôlego, com a volta do ensino de música nas escolas. Elementos culturais tão importantes como esses e que estiveram fora da formação do cidadão brasileiro, podem encontrar na educação sonora um grande tema transversal a coadunar esforços e perspectivas para uma educação integradora. No sentido de busca do ‘ser mais’, propostas de continuidade da pesquisa aqui retratada podem, por exemplo, desvelar os teatros sonoros a partir dos temas geradores, de forma que se possa revelar a tensão as situações limites e os atos limites que podem ser pensados a partir daí. Como vimos na análise, na medida em que os estudantes foram se envolvendo no trabalho criativo, as necessidades foram aparecendo naturalmente. Dentre estas, aquelas mais próximas da vivência deles enquanto professores de física ou de matemática. A constituição das bibliotecas de sons, dos teatros sonoros, os exercícios de limpeza de ouvidos geraram necessidades de natureza formativa que em muito valorizaram a experiência vivida por eles. Numa possível continuidade, um caminho interessante seria desvelar estas necessidade e suas relações com o ‘que fazer com o ensino de matemática’, em busca da transcendência desse modo tradicional para uma possível ação educativa que possa dar conta das necessidades formativas de consciências auditivas.

A sensação que nos ficou desta experiência foi a da vontade de continuá-la, na perspectiva de amadurecimento do exercício da articulação entre ciência, matemática e cultura na análise dos teatros sonoros, em busca de trilhar novos teatros voltados para a educação sonora. Contudo, temos a certeza de termos trilhado o caminho certo da dialogicidade freireana ao ver a alegria que tomou conta da turma. O brilho que podia ser visto nos olhos deles, o ambiente de ludicidade que esteve presente e a ansiedade de chegar logo a vez deles de apresentarem seus teatros nos dá esta certeza. Além de todo esse envolvimento e crescimento alcançado pelos licenciandos, principalmente na reflexão em torno das potencialidades da matemática como linguagem a contribuir na articulação de um discurso integrador em torno da educação sonora, temos a certeza de termos crescido junto com eles, tanto com os de Barra do Bugres, quanto com os de Ilha Solteira. Após percorrer o caminho, olhamos para trás e vemos o quanto amaduremos para o ‘que fazer’ dialógico problematizador. Ao que não podemos, nem devemos chamar de falhas, sentimos, hoje, que podemos fazer diferente. As mesmas ferramentas, as mesmas paisagens sonoras, antes postas sem qualquer vínculo com os envolvidos, elevam-se e valorizam-se quando postas no momento propício.

iv. A síntese freireana entre dialética e humanismo parece apontar para a necessidade de envolvimento do indivíduo, tanto na dimensão racional quanto na dimensão afetiva. Alinhadas com esta dimensão afetiva, as experiências deram mostra de que, muito embora a problematização da ecologia acústica constitua-se passo importante, é preciso uma mudança da visão de mundo com respeito à relação de cada um com a paisagem sonora.

Alguns dos relatos e falas parecem demonstrar resistência à aceitação da existência de movimentos de massificação da cultura e de globalização que são fundamentais no entendimento dos mecanismos de apropriação capitalista das expressões da arte. A cultura globalizada cria padrões e respostas que são inculcadas e que, com o passar dos anos, acabam por tornarem-se naturais. Um exemplo é a rejeição à análise crítica da música que consomem, e da forma como esta música é consumida, muitas vezes responsável central pelo aumento dos níveis de intensidade das paisagens sonoras locais. A cultura do barulho, por mais prejudicial e irracional que possa parecer, tomou, em nossa sociedade, um tom de naturalidade que assusta. Os carros tornaram-se verdadeiras discotecas ambulantes. Há até competições para eleger o som mais potente. Pelo que vemos, o som tornou-se um símbolo de poder. Contudo,

o percurso trilhado ensinou-nos que há uma diferença significativa entre entender, perceber um estado de massificação ou de injustiça e, tomando para si, torná-lo uma causa de luta. É importante ressaltar que é justamente nos livros em que Freire relata suas experiências com educação popular, está mais forte o conceito de suicídio de classe. Nesse sentido, mais uma vez os exercícios de sensibilização da audição possibilitaram caminhar em direção ao ‘ser mais’, pois permitiram ‘mexer’ não só com a dimensão racional do cuidado com as paisagens sonoras, mas também com a afetiva. Ao resgatar experiências próprias dos envolvidos, tornou possível perceber a importância de um ambiente sonoro saudável. Por outro lado, permitiu ainda o exercício de respeito ao próximo, na medida em que as atitudes ruidosas de alguns prejudica a todos.

A angústia, experimentada em Ilha Solteira, nasceu da tensão entre nossas expectativas enquanto pesquisadores, das ligações que fizemos entre os mundos postos à análise e aquilo que, de fato, tornou-se significativo para cada um dos participantes. De certo modo, tal angústia parece ter nos impulsionado a falar mais e, desse modo, impedido as manifestações espontâneas dos estudantes. Ainda assim, os trabalhos desenvolvidos pelos alunos de Ilha Solteira apontaram diversos elementos de autonomia, muito embora a percepção em torno do cuidar das paisagens sonoras não tenha ficado evidente. A aprendizagem tirada destas experiências vem corroborar com o sentido mais profundo do que Freire chamou conscientização. Não basta mostrar as ligações para o estudante. Existe algo além de perceber as contradições. É preciso realizar o suicídio de classe. Não dá para achar que o transcender em direção à causa dos oprimidos, em prol da justiça social pode se reduzir a uma leitura materialista histórica do mundo. O decidir entre uma visão ou outra de mundo parece residir também na dimensão afetiva e não só na racional. Olhando para todas as atividades desenvolvidas nas duas ações de pesquisa, de todas quantas houve, os exercícios de sensibilização da audição e os teatros sonoros foram as que trouxeram o sentido mais profundo do ‘estar sendo’ em direção ao ‘ser mais’, pois foi, por meio delas, que o ser cultural teve visibilidade e, assim, tornou possível o olhar de cada um sobre si mesmo. Estas ligações feitas por eles são o que realmente importam, pois é a partir destas que devem nascer as atividades dialógicas freireanas.

Lembro que, certa vez, um padre fazia uma pregação na qual falava sobre as expectativas que as pessoas vivem hoje nas suas relações com a religião. Nesta fala dizia que, costumeiramente, quando indagadas sobre o porquê da escolha de determinada denominação, em geral, respondiam que estavam ali porque se sentiam bem. As músicas tocavam o coração, eram bonitas. O pregador falava o que elas queriam ouvir. Era o lugar, o ‘gueto’ onde se

sentiam felizes. A igreja, dizia ele, já não é mais o lugar onde as pessoas buscam o ‘ser bom’, mas o ‘sentir-se bem’. Não buscam transformarem-se, mas realizarem-se. E parece ser, de fato, a concepção não só das igrejas, mas também do mundo moderno: o importante é sentir-se bem. Nossos jovens estão sendo formados numa ideologia voltada para esse mundo moderno, o mundo do descartável, do volátil, do efêmero. O mundo do pensamento individualista, onde o importante é a felicidade individual, o ‘sentir-se bem’ e não o ‘tornar-se bom’, cujas escolhas e atitudes deveriam visar o coletivo, o social. Não podemos deixar de considerar que as respostas dadas pelos licenciandos às atividades possuem dimensão cultural, cuja influência do mundo moderno não pode ser afastada. De fato, o imediatismo, a ‘cultura do menor esforço’, a praticidade são, também, elementos causadores desta deficiência formativa e não apenas uma escola precária com professores mal formados. Um retrato disto está presente, por exemplo, nos cursos livres de música, onde, em sua maioria, quase não se ensina teoria musical e, muito menos, solfejo. Os jovens querem aprender a tocar rapidamente. Aprender alguns acordes funcionais para acompanhar os ‘sucessos’ do momento, releituras massificadas das manifestações regionais de nossa música, quase sempre, harmonizados com menos de quatro acordes. Então, para que aprender tanta teoria? Para que solfejo? O imediatismo encontra-se diametralmente oposto ao esforço do professor que busca o trabalho em grupo com outros colegas para construir atividades, temas geradores, que possam articular os conhecimentos escolares com o mundo cultural.

v. A pesquisa em educação na perspectiva crítica freireana é algo que ‘está sendo’ e as ações de pesquisa aqui apresentadas são recortes que apontaram interessantes possibilidades para o continuar sendo objeto de análise.

O ensino instrumental de ciências e matemática não leva mais as pessoas a pensarem no mundo vivido, nem a se pensarem enquanto seres históricos imersos nele. Como construir conscientização e autonomia sem pensar-nos enquanto seres imersos no mundo, fazendo parte do mundo, sem nos analisarmos enquanto seres em construção? As paisagens sonoras são compostas de sons naturais, tecnológicos e humanos. Se são como são, o são porque somos parte delas. A educação para conscientização em torno das paisagens sonoras vislumbra a ação política. Ao modificá-las, modificamo-nos também. Pensar o mundo do som e nos pensar no mundo do som. Assumir esta dimensão carrega o fardo de uma responsabilidade social ao entrar na sala de aula para ensinar tendo em mente o resgate da autonomia, cidadania.

A música computacional hoje é uma realidade muito maior do que muitas pessoas percebem. A quantidade de programas gravadores, editores e masterizadores de áudio dão mostra do enorme mercado da música eletrônica. Ao contrário do que muitas pessoas imaginam, são raros, senão raríssimos, os casos de músicos que não utilizam nenhum recurso computacional. Contudo, a despeito de todo esse universo de recursos que transpassam as culturas dos povos, aumentando não apenas as possibilidades timbrais e arranjos dos músicos, mas também tornando possível o acesso àqueles menos favorecidos, que não dispõem de recursos para montar um estúdio tradicional. É o caso dos milhares de ‘homestudios’ que se espalham cada vez mais em todos os lugares. Por outro lado, os celulares, smartphones, ipods, ipads, tablets estão cada vez mais presentes nos lares das pessoas, permitindo os mais diversos padrões de interação por meio do áudio digital e que poderiam constituir-se num mote a ser explorado didaticamente. Como não ignorar a potencialidade didática de tais recursos e, mais ainda, como diminuir a distância entre os velhos modos de apresentação do estudo do som, confinados ainda aos mesmos conceitos e aspectos físicos que, invariavelmente, compõem as páginas dos livros didáticos de física? As experiências vivenciadas deram mostra da potencialidade da utilização de tais recursos, o que aumentou o interesse, a curiosidade e a ludicidade por parte dos envolvidos. Em algumas falas parece ter ficado evidente o interesse pelas ligações entre ciência, matemática de música quando utilizamos os recursos computacionais.

Numa pesquisa que investigou o ensino de conceitos básicos de acústica utilizando recursos computacionais (LAWRENCE, 2003), Ian Lawrence, pesquisador da faculdade de educação da universidade de Birmingham, defendeu, com base nos resultados obtidos, que o ensino de acústica deve ser reestruturado para se adequar e dar conta do mundo tecnológico que está ligado ao fenômeno sonoro e, em particular, musical. Segundo ele, na atualidade, a música computacional é a forma dominante de reprodução da música e os computadores estão cada vez mais disponíveis nas casas e laboratórios de ciências. O surgimento das novas tecnologias levou-nos a repensar não apenas como nós ensinamos, mas também o que nós ensinamos.

Hoje temos a clareza de que, no percurso do ‘estar sendo’ problematizador das paisagens sonoras, trilhado nas duas ações de pesquisa, elevamos nossa compreensão do potencial da física e da matemática enquanto linguagens a contribuir para a educação sonora, alcançando dois degraus acima daquela compreensão inicial de um modo retórico de utilizar os recursos encerrando, sempre, nos mesmos conceitos prontos. Na primeira transcendência, que se deu na experiência de Ilha Solteira, se as paisagens sonoras postas à análise não

denunciaram o mundo vivido dos envolvidos, suas expectativas e sua identidade cultural, talvez por conta do modo planejado com que trouxemos muitas informações, abrimos pouco espaço para o exercício da autonomia, ao menos permitiu sair do mundo fechado da física, em direção à articulação desse com outras dimensões disciplinares, o que ficou claro na análise dos trabalhos desenvolvidos pelos grupos. No segundo degrau, muito embora tenhamos planejado a ação em Barra do Bugres, a introdução dos exercícios de sensibilização da audição, o diário de sons e a construção dos teatros sonoros permitiu o exercício de autonomia, em cuja problematização evidenciaram-se necessidades por meio das quais foi possível refletir sobre o ‘estar sendo’. Um possível terceiro degrau não explorado consistiria da proposta de um curso iniciando-se diretamente com os teatros sonoros, permitindo explorar, no exercício de ação – reflexão – ação, a potencialidade dos exercícios de sensibilização enquanto construtores de criticidade em torno da ecologia acústica.

Outra questão a ser considerada é que não há um professor específico para fazer um trabalho em educação sonora. Não há o professor de educação sonora. Contudo, o percurso trilhado tornou visível que os universos disciplinares possuem, nalguma monta, relação com a educação sonora. As matérias que são ensinadas na escola possuem elos com a educação sonora que tornam possível construir exercícios em parceria, mesmo que umas sejam mais próximas do que outras. Quanto aos professores, todos têm ou deveriam ter alguma responsabilidade com a educação ambiental mais ampla e, mais especificamente, com a educação sonora enquanto uma questão ecológica, consistindo, portanto, no que poderíamos chamar de uma proposta de educação política. Cabe aqui frisar novamente a importância do solidarizar-se, do sentir-se corresponsável pelas paisagens sonoras. O ideal da formação de um indivíduo capaz de reconhecer-se enquanto ser histórico, ser ecológico e, assim, agir politicamente em sua comunidade no sentido de melhorar as suas paisagens sonoras.

Esta formação mais ampla na qual parece inserir-se esta proposta de formação em muito se contrapõe à educação bancária tradicional, onde a valorização exacerbada do conteúdo, dos exames vestibulares, da formação dos especialistas acaba sufocando a construção de valores como cidadania e de uma consciência ecológica acústica. Nesse sentido, pouco compromisso foi encontrado nos discursos e questionários dos alunos. As lacunas que os afasta de um entendimento mais amplo da questão sonora, também os limita no enxergarem-se enquanto seres socialmente responsáveis pela melhoria dos ambientes acústicos. A inculcação da indústria do consumo já é quem determina o ritmo de suas vidas, e, além de não perceberem a sua lógica, encaram como natural uma ecologia acústica que muito prejudica suas qualidades de vida. Nesse percurso aquilatamos o quanto são complexos os

conceitos de autonomia e de conscientização em Paulo Freire. Entender o marxismo é bastante diferente de ser um marxista. A conscientização não é algo que se constrói apenas a partir de um entendimento lógico, dialético histórico das relações sociais, mas num processo de mudança enquanto ser humano. Entender a causa do outro, o sofrimento alheio, o seu estado de abandono por parte do poder público e da sociedade é bastante diferente de vê-lo enquanto irmão. Como Freire sintetiza na dedicatória do livro “A Pedagogia do Oprimido”, “Aos esfarrapados do mundo e aos que neles se descobrem e, assim descobrindo-se, com eles sofrem, mas, sobretudo, com eles lutam.” (FREIRE, 1970, p. 12). O suicídio de classe, evidenciado, por exemplo, nas experiências em Guiné-Bissau, denuncia a diferença entre entender o problema do outro e senti-lo enquanto algo tomado para si. Nesse sentido, a formação do indivíduo enquanto pessoa é decisiva na forma como ele atuará enquanto cidadão. Nesse sentido, é preciso abrir espaço para que os alunos possam se expressar, e, a partir desta expressão, articular num projeto pedagógico visões de mundo muitas vezes contrastantes. As experiências mostraram que não são as ideias em si que estão em jogo, mas as visões subjacentes que denunciam o compromisso de cada um com a causa comum. Esse parece ser, de fato, o grande entrave à construção da dialogicidade. É preciso separar os traços de autonomia presentes nos discursos, nos quais está presente, muitas vezes latente, a visão de mundo subjacente. A mediação freireana, que difere de outras mediações ditas construtivistas, parte desses traços de autonomia, mirando transportá-los ao universo reflexivo em torno das situações-problema que, no nosso caso, dão-se no âmbito da educação sonora. Contudo, tal mediação precisa ser gerida por atividades que, de alguma forma, sejam relevantes para os envolvidos. Como evidenciado nas análises, o nível de envolvimento dos alunos mostrou-se sempre maior nas atividades em que a familiaridade com o tema, relevância e ludicidade andaram juntas. Nesse sentido, a educação sonora mostrou-se muito mais fértil do que aquele mundo maravilhoso das diversas dimensões em que se pode analisar a ecologia acústica, imaginado como capaz de formar um professor crítico que possa enxergar as várias dimensões disciplinares nas paisagens sonoras, como perseguido na experiência de Ilha Solteira, na medida em que coadunou elementos essenciais para o envolvimento efetivo dos participantes.

O ideal de formação de consciências para as causas comuns estará sempre na direção contrária dos interesses pessoais, mesquinhos. O pensar no social, no coletivo, não pode coexistir com a busca pelos prazeres pessoais. A visão de mundo que se estabeleceu no processo de massificação da cultura, na qual a música está ligada à festa, à dança, aos prazeres, releva apenas uma face da função social que a música teve nas sociedades ao longo da história. O problema não está no fato das pessoas consumirem os gêneros brega, forró,

sertanejo ou axé. O problema está na forma predadora com que a mídia veicula apenas alguns estilos, sufocando outras manifestações culturais que são igualmente expressões culturais do povo.

As potencialidades didática e integradora dos exercícios de educação sonora e de atividades tais como o teatro sonoro, evidenciadas na análise dos dados das atividades desenvolvidas em Barra do Bugres, apontam para a centralidade desta questão. A dialogicidade freireana não pressupõe a existência de um especialista, mas parte da possibilidade de um trabalho integrado entre os diversos professores em torno do que poderíamos chamar de tema transversal. Nesse sentido, as paisagens sonoras bem como a educação sonora podem ser temas transversais em que atividades tais como os teatros possam trazer a transversalidade entre os diversos conteúdos disciplinares por meio de um processo dialógico. Nas atividades desenvolvidas em Barra do Bugres, os conteúdos matemáticos não geraram os teatros sonoros, nem tampouco exigimos que tais teatros se adequassem aos conteúdos como num modo retórico conclusivo. No modo dialógico freireano, os conteúdos aparecem como elementos, além daqueles culturais, quando da problematização das experiências vivenciadas. Nesse sentido, não cabe falar em aprendizagens estanques, mas num ‘estar sendo’, estar aprendendo, em direção ao ‘ser mais’.

Se, no início, os estudantes interessaram-se pelos teatros muito mais pela ludicidade, pela novidade, foi, prazerosamente, por meio desta via que nasceu o envolvimento. Com o envolvimento, vieram as inquietações, as necessidades para a construção do teatro de sons. A biblioteca de sons necessários às diversas cenas da história, a busca por sons adequados, seja na internet, seja por meio da gravação de paisagens reais, são exercícios que demonstram tal envolvimento. Não podemos nos furtar de registrar quanta matemática pode ser explorada na análise de tais sons via programa, seja no processo de criação da amostra (sampler) do som original, seja na duração e consecução das cenas. Contudo, para que estas necessidades sejam legítimas, é necessário a experiência primeira do envolvimento e isto foi bastante sentido durante o segundo curso. Vislumbrar a possibilidade, numa terceira etapa da experiência, de construir um teatro de sons somente com sons sintetizados por eles é algo que precisa ser levado em consideração numa experiência futura.

Nestas últimas linhas, colocamo-nos na obrigação de sintetizar a experiência vivenciada, de apontar, numa última instância, uma boa-aventurança para aqueles que se interessarem pelo assunto e, interessando-se, desejarem materializá-lo numa pesquisa de continuidade. Nesse propósito de perspectiva de contribuição para a pesquisa em educação em ciências, se tivéssemos que vislumbrar um eixo integrador que pudesse dar conta da história

aqui contada, diríamos que o grande mote seria contribuir para a dialogicidade na construção de teatros sonoros em direção à educação sonora. Aqui, o ‘ser mais’ freireano seria possibilitar o crescimento auditivo das pessoas, o desenvolvimento de competências auditivas por meio das quais pudessem agir politicamente, cuidando e intervindo na paisagem sonora de sua comunidade. Partindo da experiência sonora das pessoas, encorajá-las na construção de diários de sons por meio da pesquisa sonora e sonográfica. Por meio dos exercícios de sensibilização da audição, torná-las conscientes dos sons que as rodeiam, dos malefícios das paisagens sonoras do mundo moderno. Assim como os teatros sonoros, tais atividades consistem em meios para promover ludicidade, dialogicidade e autonomia, elementos tão notadamente identificados como importantes em nossa pesquisa. Num contínuo processo de problematização das experiências vivenciadas, materializando o ‘estar sendo’, os aportes disciplinares, bem como o uso das novas tecnologias e, em particular, do cada vez mais vasto universo do áudio digital, podem entrar em cena, na medida em que possibilitarem autênticas alternativas para a análise das paisagens sonoras. Até mesmo todas as ferramentas utilizadas na primeira ação de pesquisa tomam nova forma quando conseguimos, enquanto professores pesquisadores, sentir o momento oportuno de trazê-las como sugestão para os estudantes. Se olharmos novamente para todas estas ferramentas, conceitos, instrumentos, e, ao mesmo tempo, conseguimos enxergar as necessidades sentidas por eles nas suas criações, pode surgir, daí, um ambiente ideal para a educação freireana. Talvez por isso muitas das poderosas ideias e conceitos apresentados na primeira ação não tiveram o impacto merecido, muito embora os estudantes que se interessaram pelo tema deram ‘feedbacks’ que apontaram para a necessidade da continuidade da conversa. O crescimento e maturidade alcançados nesta experiência inclinam-nos a acreditarmos que, em outra oportunidade, utilizando os mesmos aportes, tivéssemos nos aproximado bem mais desse ideal freireano. Contudo, a participação efetiva da banca de qualificação trouxe interessantes ideias que nos levaram à concepção da segunda ação de pesquisa a partir dos exercícios de limpeza de ouvidos, do diário de sons e dos teatros sonoros, o que, por isso, fica como possibilidade futura ou como sugestão ainda para quem, de direito, se interessar pelo tema.

Hoje, quando olhamos para trás e analisamos toda a trajetória dos teatros sonoros, outra perspectiva aparece-nos como potencialmente significativa. Se lá introduzimos algumas atividades, relativas às novas tecnologias, aos exercícios de limpeza de ouvidos, à pesquisa sonora e aos diários de sons, com o intuito de trazê-los para o mundo investigativo da ecologia acústica, bem como de resgatar experiências sonoras e paisagens sonoras relevantes, de certa forma também introduzimos elementos alheios à realidade local. Na possibilidade de

um novo curso, seria interessante investigar como se daria um curso iniciando diretamente com a proposta de construção dos teatros, sem entrarem em cena, pelo menos no início, os conceitos e ferramentas utilizadas, deixando-os para serem introduzidos na medida em que as necessidades forem identificadas. Trabalhando as dificuldades que nasceriam na medida em que os envolvidos fossem avançando na escolha dos sons e na construção dos teatros, tais aportes teriam, talvez, outro impacto e outro significado.

Remetendo à inquietação inicial da pesquisa, na qual buscamos investigar como uma ação pedagógica, dialógica e mediatizada, pode fornecer elementos por meio dos quais licenciandos em ciências e matemática possam pensar nas experiências sonoras como apreensões de eventos sonoros do *continuum* espaço-temporal, frutos da dinâmica característica da paisagem sonora, na qual elementos em ciência, tecnologia e cultura possam ser incorporados, encontramos interessantes ‘links’ que indicam a potencialidade desta ação na formação de consciências auditivas. Mediatizadas pelo mundo cultural dos participantes, as atividades interdisciplinares desenvolvidas, nas quais as paisagens sonoras surgem como denunciadoras desse mundo cultural que precisa ser problematizado a partir de uma dimensão crítica, destacamos os teatros sonoros como a que trouxe de forma mais natural elementos característicos de autonomia, criticidade e conscientização, corroborando com as perspectivas da educação freireana. Nesse percurso, as experiências realizadas apontam para a dialogidade e para a autonomia como elementos importantes no ‘estar sendo’ problematizador das paisagens sonoras, permitindo transversalidade em ciência, tecnologia e cultura, e revelando temas geradores por meio dos quais os licenciandos podem construir elementos conscientizadores das potencialidades da ciência e da matemática como linguagens a contribuir para a educação sonora.

Achamos que não é demais vislumbrar a possibilidade de formação de indivíduos auditivamente competentes. No momento histórico em que a educação musical está voltando para as nossas escolas de ensino fundamental e médio, é preciso, antes de qualquer planejamento, saber o que pretendemos com o ensino de música. Há aqueles que ensinam o ensino instrumental da música, vinculado, quase sempre, a algum instrumento musical ou canto coral, e que defendem o ensino da ‘arte musical’. Outros, diametralmente opostos, estão atentos a questões ecológicas como as que estão presentes em nossa pesquisa. Daí, mais um incisivo motivo para vislumbrarmos a continuidade. As necessidades formativas que surgem da assunção da educação sonora como tema transversal, exigem quebra de paradigma disciplinar no lançar-se no mundo do outro professor, o que nossa experiência com professores de física e matemática tem mostrado o quanto é difícil.

Noutra perspectiva, alegremo-nos ainda de, mesmo com todas as dificuldades retratadas ao longo da pesquisa e, doutras tantas não externadas, termos trilhado um caminho, diga-se de passagem, de vanguarda, de trazer a educação científica para o mundo cultural e não, como ensejávamos no início, trazer o mundo cultural para a educação científica. Num mundo moderno cujas paisagens sonoras trazem-nos muito das mazelas de uma sociedade capitalista mirim e predadora, encontramos, na perspectiva de uma educação integradora, a educação sonora como um grande tema a ser difundido Brasil afora. Nesse sentido, colocamo-nos mais uma vez nesta vanguarda, ao unirmo-nos a um número crescente de professores pesquisadores que, partindo do seu universo disciplinar, enxergam a educação sonora como uma questão ecológica ampla e fundamental para o homem moderno e que pode possibilitar uma ‘ação política para a liberdade’, digamos sim, do pensar e do agir ecológico em torno do cuidar das paisagens sonoras.

6. Referências

ABDOUNUR, O. J. **Matemática e música**: o pensamento analógico na construção de significados. 1. ed., São Paulo: Escrituras, 1999, 315p. ISBN 85-86303-52-6.

ARAUJO, S. M. Brega: music and conflict in urban brazil. **Latin American Music Review** – University of Texas Press, Austin, TX, USA, v. 9, n. 1, p. 50-89, spring/summer, 1988. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/779999>>. Acesso em: 03 dez. 2009. eISSN 1536-0199.

ARNOLD, F. J. et al. Estudo do amortecimento do pêndulo simples: uma proposta para aplicação em laboratório de ensino. **Revista Brasileira de Ensino de Física** – Revista da Sociedade Brasileira de Física (SBF), São Paulo, v. 33, n. 4, 2011. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br>>. Acesso em: 27 fev. 2012. eISSN 1086 – 9126.

BACKUS, J. **The acoustical foundations of music**. 2 ed. New York, London: W. W. Norton & Company, 312 p., 1977. ISBN-10: 03-93090-96-5. ISBN-13: 978-03-930-9096-3.

BARATTO, A. C. Ondas estacionárias longitudinais no tubo de chamas. **Revista Brasileira de Ensino de Física** – Revista da Sociedade Brasileira de Física (SBF), São Paulo, v. 20, n. 1, p. 6-10, mar. 1998. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/indice.php?vol=20&num=1>>. Acesso em: 2 nov. 2008. eISSN 1086 – 9126.

BARBOSA, V. C.; MORAES, P. C. G. Uma descrição newtoniana do movimento de um pêndulo esférico. **Revista Brasileira de Ensino de Física** – Revista da Sociedade Brasileira de Física (SBF), São Paulo, v. 32, n. 3, 2010. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/indice1.php?vol=32&num=3>>. Acesso em: 9 abr. 2011. eISSN 1086 – 9126.

BARBOUR, J. M. **Tuning and Temperament: a historical survey**. East Lansing, MI, USA: Michigan State College Press, 228 p., 1951. ISBN-10: 0306704226. ISBN-13: 978-0306704222.

BARNES, J. Bach's Keyboard Temperament: Internal Evidence from the Well-Tempered Clavier. **Early Music** – Oxford University Press, Cary, NC, USA, v. 7, n. 2, p. 236-249, 1979. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/3126342>>. Acesso em: 26 nov. 2009. eISSN 1741-7260.

BARRETT, J. R. Interdisciplinary work and musical integrity. **Music Educators Journal** - The National Association for Music Education (MENC), Reston, VA, USA, v. 87, n. 5, p. 27-31, mar. 2001. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/3399705>>. Acesso em: 14 nov. 2009. eISSN 1945-0087.

BARROS, L. O gênero brega para além da ressonância estrutural. **ÍCONE** – Revista do Programa de Pós-Graduação em Comunicação da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, v. 10, n. 2, dez., 2008. Disponível em: <<http://www.icone-pgcom.com.br/index.php/icone/issue/view/4>>. Acesso em: 15 abr. 2011. eISSN 2175-215X.

BARROS, V. P. Osciladores forçados: harmônico e paramétrico. **Revista Brasileira de Ensino de Física** – Revista da Sociedade Brasileira de Física (SBF), São Paulo, v. 29, n. 4, p. 549-554, dez. 2007. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/indice.php?vol=29&num=4>>. Acesso em: 04 mar. 2008. eISSN 1086 – 9126.

BASTOS, P. W.; MATTOS, C. R. Física para uma saúde auditiva. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências** – Revista da Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC), Belo Horizonte, v. 9, n. 3, set./dez. 2009. Disponível em: <<http://www.fae.ufmg.br/abrapec/revista/index.html>>. Acesso em: 7 jun. 2011. eISSN 1806-5104.

BAZIN, M.; LUCIE, P. Porque e como estudar o pêndulo simples no laboratório básico? **Revista Brasileira de Ensino de Física** – Revista da Sociedade Brasileira de Física (SBF), São Paulo, v. 3, n. 1, p. 3-9, mar. 1981. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/indice.php?vol=3&num=1>>. Acesso em: 2 nov. 2008. eISSN 1086 – 9126.

BELCHIOR (Antônio Carlos Gomes Belchior Fontenelle Fernandes). Fotografia 3x4. In: _____. **Alucinação**. São Paulo: Polygram, 1976. 1 LP, 33 1/3 rpm, estéreo, 12 pol., lado B, faixa 4.

BELÉNDEZ, A. et al. Exact solution for the nonlinear pendulum. **Revista Brasileira de Ensino de Física** – Revista da Sociedade Brasileira de Física (SBF), São Paulo, v. 29, n. 4, p. 645-648, dez. 2007. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/indice.php?vol=29&num=4>>. Acesso em: 3 nov. 2008. eISSN 1086 – 9126.

BENADE, A. H. **Fundamentals of musical acoustics**. 2 ed. New York: Dover Publications, p. 172-222, 1990, 596 p. ISBN: 048626484X.

BENSON, D. **Music: a mathematical offering**. Cambridge: Cambridge University Press, 2006. Disponível em: <<http://www.maths.abdn.ac.uk/~bensondj/html/music.pdf>>. Acesso em: 26 abr. 2011. ISBN-13 978-0-521-85387-3. ISBN-10 0-521-85387-7.

BERANEK, L. L. **Acoustics**. New York: Acoustical Society of America. American Institute of Physics, Inc., 1996, 491 p. ISBN 0-88318-494-X.

BERG, R. E.; STORK, D. G. **The physics of sound**. 2 ed. New Jersey: Prentice Hall, 1995.

BLEICHER, L. et al. Análise e simulação de ondas sonoras assistidas por computador. **Revista Brasileira de Ensino de Física** – Revista da Sociedade Brasileira de Física (SBF), São Paulo, v. 24, n. 2, p. 129-133, jun. 2002. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/indice.php?vol=24&num=2>>. Acesso em: 3 nov. 2008. eISSN 1086 – 9126.

BONFIM, C. Eu não sou cachorro, mesmo: música popular urbana, culturas juvenis e identidade cultural. In: ENCONTRO DE ESTUDOS MULTIDISCIPLINARES EM CULTURA – ENECULT, 5, 2009, Salvador/BA. **Anais...** Salvador: Faculdade de

Comunicação/Universidade Federal da Bahia, 2009. Disponível em: <<http://eventos.uff.br/v-enecult-encontro-de-estudos-multidisciplinares-em-cultura>>. Acesso em: 12 mai. 2009.

BORGES, A. T.; RODRIGUES, B. A. O ensino da física do som baseado em investigações. **Ensaio**: Pesquisa em Educação em Ciências – Revista do Centro de Ensino de Ciências e Matemática (Cecimig) e do Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Educação (FAE) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, v. 7, n. 2, p. 1-24, dez. 2005. Disponível em: <<http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/issue/view/20>>. Acesso em: 26 abr. 2011.

BOYLE, R. Air as a medium for the transmission of sound. In: Lindsay, R. B. (Org.). **Acoustics**: historical and philosophical development. Stroudsburg: Dowden, Hutchinson & Ross Inc. USA, 1973, p. 67-73. ISBN: 0879330155.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Leis Ordinárias de 1996. Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, 1996. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 20 dez. 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Lei/L11769.htm>. Acesso em: 29 mar. 2011.

BRASIL. MEC. SEB. **Orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais – PCN+**. Parte III: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: Secretaria de Educação Básica – SEB, 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=12598%3Apublicacoes&Itemid=859>. Acesso em: 9 mai. 2011.

BRASIL. 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. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 18 ago. 2008a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Lei/L11769.htm>. Acesso em: 29 mar. 2011.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Mensagem nº 622 de 18 de agosto de 2008. Comunico a Vossa Excelência que, nos termos do § 1º do art. 66 da Constituição, decidi vetar parcialmente, por contrariedade ao interesse público, o Projeto de Lei nº 2.732, de 2008 (no 330/06 no Senado Federal), que “Altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, Lei de Diretrizes e Bases da Educação, para dispor sobre a obrigatoriedade do ensino da música na educação básica”. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 18 ago. 2008b. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Msg/VEP-622-08.htm>. Acesso em: 29 mar. 2011.

BRASIL. MEC. FNDE. **Catálogo do programa nacional do livro didático para o ensino médio – PNLEM/2009**. Brasília: Secretaria da Educação Básica - SEB. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação - FNDE, 2008c. Disponível em: <<http://www.fnde.gov.br/index.php/pnld-consultas>>. Acesso em: 27 abr. 2011. ISBN 85-98171-18-2.

BRITO, A. A. S. Um pêndulo simples barato. **Revista Brasileira de Ensino de Física** – Revista da Sociedade Brasileira de Física (SBF), São Paulo, v. 1, n. 1, p. 14-18, 1979. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/indice.php?vol=1&num=1>>. Acesso em: 27 abr. 2011. eISSN 1086 – 9126.

BROWN, J. I. Mathematics, physics and a hard day's night. **CMS Notes** - Canadian Mathematical Society. Ottawa, Canadá, v. 36, n. 6, p. 4-8, Oct. 2004. Disponível em: <<http://www.math.ca/notes/v36/n6/Notesv36n6.pdf>>. Acesso em: 27 Abr. 2011. eISSN 1496-4295.

BRUNO-ALFONSO, A.; FLORENCIO, A. S. Uma discussão sobre as densidades de energia em ondas mecânicas unidimensionais. **Revista Brasileira de Ensino de Física** – Revista da Sociedade Brasileira de Física (SBF), São Paulo, v. 26, n. 3, p. 247-250, 2004. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/indice.php?vol=26&num=3>>. Acesso em: 27 abr. 2011. eISSN 1086 – 9126.

CALÇADA, C. S.; SAMPAIO, J. L. **Física Clássica**. 2 ed., v. 3. São Paulo: Atual, p. 438-440. ISBN 978-85-357-0594-2.

CAMILETTI, G.; FERRACIOLI, L. A utilização da modelagem computacional semiquantitativa no estudo do sistema massa-mola. **Revista Brasileira de Ensino de Física** – Revista da Sociedade Brasileira de Física (SBF), São Paulo, v. 24, n. 2, p. 110-123, jun. 2002. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/indice.php?vol=24&num=2>>. Acesso em: 27 abr. 2011. eISSN 1086 – 9126.

CARVALHAES, C. G.; SUPPES, P. O cálculo de alta precisão do período do pêndulo simples. **Revista Brasileira de Ensino de Física** – Revista da Sociedade Brasileira de Física (SBF), São Paulo, v. 31, n. 2, 2009. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/indice1.php?vol=31&num=2>>. Acesso em: 9 abr. 2011. eISSN 1086 – 9126.

CARVALHO, J. J.; SEGATO, R. L. Sistemas aberto e territórios fechados: para uma nova compreensão das interfaces entre música e identidades sociais. Série antropologia, Departamento de Antropologia, Universidade de Brasília, nº 164, 1994. Disponível em: <http://vsites.unb.br/ics/dan/serie_antro.htm>. Acesso em: 22 jan. 2011.

CASTRO, G. G. S. Web Music: música, escuta e comunicação. **Revista Brasileira de Ciências da Comunicação** – Revista da Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação - Intercom, São Paulo, v. 28, n. 1, p. 63-76, 2005a. Disponível em: <<http://revcom2.portcom.intercom.org.br/index.php/rbcc/article/viewFile/891/673>>. Acesso em: 27 abr. 2011. e-ISSN 1980-3508.

_____. Para pensar o consumo de música digital. **Famecos**: mídia, cultura e tecnologia - Revista do Programa de Pós-Graduação em Comunicação Social da Faculdade de Comunicação Social da PUCRS, Porto Alegre, n. 28, p. 30-36, 2005b. Disponível em: <<http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/revistafamecos/article/viewFile/3334/2591>>. Acesso em: 27 abr. 2011. eISSN 1980-3729.

_____. Podcasting e Consumo cultural. **e-Compós** – Revista da Associação Nacional dos Programas de Pós-Graduação em Comunicação (Compós), Belo Horizonte, v. 4, 2005c.

Disponível em: <<http://www.compos.org.br/seer/index.php/e-compos/issue/view/4>>. Acesso em: 27 abr. 2011. eISSN 1808-2599.

CAVALCANTE, M. A.; TAVOLARO, C. R. C. Medir a velocidade do som pode ser rápido e fácil. **A Física na Escola** - Revista da Sociedade Brasileira de Física (SBF), São Paulo, v. 4, n. 1, p. 29-30, mai. 2003. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol4/Num1/>>. Acesso em: 27 abr. 2011. eISSN 1983-6430.

CHEDIAK, A. **Harmonia e improvisação**. v. 1, 15 ed. Rio de Janeiro: Lumiar Editora, 1986.

_____. **Harmonia e improvisação**. v. 2, 9 ed. Rio de Janeiro: Lumiar Editora, 1987.

CHICO BUARQUE de Holanda. Cotidiano. In: _____. **Construção**. Direção de Produção: Roberto Menescal. São Paulo: Phonogram, 1971. 1 LP, 33 1/3 rpm, estéreo, 12 pol., lado A, faixa 3.

CORREA, E. et al. Oscilador harmônico com massa variável e a segunda lei de Newton. **Revista Brasileira de Ensino de Física** – Revista da Sociedade Brasileira de Física (SBF), São Paulo, v. 33, n. 4, 2011. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 27 fev. 2012. eISSN 1086 – 9126.

COX, R. A. Is it naive to expect school science books to be accurate? **School Science Review** - The Association for Science Education, University of Hertfordshire, Hatfield/UK, v. 78, n. 282, p. 23-31, 1996. Disponível em: <<http://www.ase.org.uk/journals/school-science-review/>>. Acesso em: 27 abr. 2011. ISSN: 0036-6811.

CREMER, L. **The Physics of the Violin**. Cambridge: MIT, 1984. ISBN 0875805779.

DALL'AGNOL, F.F. Wave propagation in a non-uniform string. **Revista Brasileira de Ensino de Física** – Revista da Sociedade Brasileira de Física (SBF), São Paulo, v. 33, n. 4, 2011. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 27 fev. 2012. eISSN 1086 – 9126.

DAMASKE, P. **Acoustics and hearing**. Berlin, Heidelberg and New York: Springer, 2008. ISBN 978-3-540-78227-8.

DE MARCHI, L. A angústia do formato: uma história dos formatos fonográficos. **E-Compós** - Revista da Associação Nacional dos Programas de Pós-Graduação em Comunicação, Belo Horizonte, v. 2, abril de 2005. Disponível em: <<http://www.compos.org.br/seer/index.php/e-compos/issue/view/2>>. Acesso em: 27 abr. 2011. eISSN 1808-2599.

DENYER, R. **The Guitar Handbook**. London: Pan Books, 1992. ISBN 0-394-52419-5.

DIAS, P. H. B. **Música que meu povo gosta**. 2007. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Sociais, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas/SP, 2007. Disponível em: <<http://cutter.unicamp.br/document/?code=vtls000418537>>. Acesso em: 27 abr. 2011.

DJAVAN Caetano Viana. Seca. Djavan Caetano Viana [compositor]. In: _____. **Malásia**. Rio de Janeiro: Luanda Edições Musicais, 1996. 1 CD, estéreo, faixa 2 (4:02).

DONOSO, J. P. et al. A física do violino. **Revista Brasileira de Ensino de Física** – Revista da Sociedade Brasileira de Física (SBF), São Paulo, v. 30, n. 2, p. 139-144, jun. 2008. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/indice1.php?vol=30&num=2>>. Acesso em: 27 abr. 2011. eISSN 1086 – 9126.

DONOSO, J. P. et al. A acústica do violino. **Ciência Hoje** - Revista da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), São Paulo, v. 45, n. 267, p. 20-25, jan/fev 2010. Disponível em <<http://cienciahoje.uol.com.br/revista-ch/2010/267>>. Acesso em 8 de abril de 2011. ISSN 0101-8515.

EVEREST, F. A. **The master handbook of acoustics**. 4 ed. New York: McGraw-Hill, 2001. ISBN 0-07-136097-2.

FAVARETO, A. et al. Direitos de propriedade, eficiência econômica e estruturas sociais em um mercado de bens culturais – o mercado de música brega no Pará. In: ENCONTRO ANUAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS SOCIAIS – ANPOCS, 31, 2007, Caxambu/MG. **Anais...** Caxambu: Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ciências Sociais, 2007. Disponível em: <<http://www.anpocs.org.br/portal/content/view/9/5/>>. Acesso em: 24 mar. 2009.

FERNANDES, A. M. “Paisagem sonora e o ensino de geografia: em busca de um diálogo com os teóricos da música concreta. In: CONGRESSO DE LEITURA DO BRASIL - COLE, 17, 2009, UNICAMP, Campinas/SP. **Anais...** Campinas: Associação de Leitura do Brasil – ALB, 2009. Disponível em: <<http://www.alb.com.br/anais17/>> Acesso em: 8 de dez. 2010.

_____. Paisagem sonora e o ensino de geografia: quatro minutos e trinta e três segundos de leitura do espaço. Dourados/MS: **Entre-lugar** - Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, ano 1, nº 1, p. 113-132, 1º semestre de 2010. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufgd.edu.br/index.php/entre-lugar/article/view/615>>. Acesso em: 27 abr. 2011. eISSN 2177-7829.

FONG, A. C. M.; HUI, S. C. **Multimedia engineering: a practical guide for internet implementation**. England: John Wiley & Sons, 2006. ISBN-10 0-470-03019-4. ISBN-13 978-0-470-03019-6.

FREIRE, P. R. N. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1970 (17 ed., 1987). 184 p. (Coleção O Mundo Hoje, v. 21).

FREIRE, P. R. N. **Ação cultural para a liberdade e outros escritos**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1976 (5 ed., 1981). 149 p. 21 cm (Coleção O Mundo Hoje, v. 10).

FREIRE, P. R. N. **Cartas à guiné-Bissau: registros de uma experiência em processo**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1977 (2 ed., 1978). 173 p. (Coleção O mundo hoje, v. 22).

FREIRE, P. R. N. **A importância do ato de ler**. São Paulo: Cortez Editora, 1982 (23 ed., 1989). 96 p. (Coleção polêmicas do nosso tempo, v. 4).

FREIRE, P. R. N.; FAUNDEZ, A. **Por uma pedagogia da pergunta**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1985.

FREIRE, P. R. N. **Pedagogia da esperança: um reencontro com a pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992 (4 ed., 1997). 245 p.

FRENCH, A. P. **Vibrações e ondas**. Brasília: Editora da Universidade de Brasília, 2001. ISBN 85-230-0649-4.

GADOTTI, M. Por que continuar lendo Paulo Freire? **Jornal o Estado de São Paulo**, 27/05/2007.

GAROFALO, R. From music publishing to mp3: music and industry in the twentieth century. **American Music** - University of Illinois Press, Illinois, v. 17, n. 3, p. 318-354, autumn, 1999. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/3052666>>. Acesso em: 03 fev. 2010.

GASPAR, A. **Física**. Volume único. 1 ed. São Paulo: Ática, 2005. ISBN: 85-08-09773-5.

GIBSON, D. **The art of mixing: a visual guide to recording, engineering, and production**. Vallejo: Mix Books, 1997. ISBN 0-918371-17-1.

GILL, A. E. **Atmosphere-ocean dynamics**. Orlando/EUA: Academic Press Inc., 1982.

GOMES, C. A.; LÜDKE, E. Uso da ressonância em cordas para ensino de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física** – Revista da Sociedade Brasileira de Física (SBF), São Paulo, v. 33, n. 3, 2011. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 27 fev. 2012. eISSN 1086 – 9126.

GÓMEZ, D.; WELTI, R. Sobre los cuasi-nodos em las oscilaciones de cuerdas reales. **Revista Brasileira de Ensino de Física** – Revista da Sociedade Brasileira de Física (SBF), São Paulo, v. 26, n. 2, p. 139-144, jun. 2004. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/indice.php?vol=26&num=2>>. Acesso em: 27 abr. 2011. ISSN 1086 – 9126.

GONÇALVES FILHO, A.; TOSCANO, C. **Física**. Volume único. 1 ed. São Paulo: Scipione, 2005. ISBN 85-26-25757-9.

GOTO, M. Física e música em consonância. **Revista Brasileira de Ensino de Física** – Revista da Sociedade Brasileira de Física (SBF), São Paulo, v. 31, n. 2, 2009. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/indice1.php?vol=31&num=2>>. Acesso em: 9 abr. 2011. eISSN 1086-9126.

GRALA, R. M.; OLIVEIRA, E. S. Medida da velocidade do som no ar com o uso do microcomputador. **A Física na Escola** - Revista da Sociedade Brasileira de Física, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 26-28, 2005. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol6/Num2/>>. Acesso em: 27 abr. 2011. eISSN 1983-6430.

GRENFELL, M. T. **The development of the equal temperament scale: Evolution or radical change?** Dissertação. Wessern Connecticut State University, Danbury, Connecticut, September 2005. Disponível em: <<http://thesis.grenfellmusic.net/>>. Acesso em: 01 mai. 2011.

GUERRA, A. et al. A interdisciplinaridade no ensino das ciências a partir de uma perspectiva histórico-filosófica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física** - Revista da Universidade

Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, v. 15, n. 1: p. 32-46, abr. 1998. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/issue/view/395>>. Acesso em: 27 abr. 2011. eISSN 2175-7941.

HAAG, R. Utilizando a placa de som do micro PC no laboratório didático de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física** – Revista da Sociedade Brasileira de Física (SBF), São Paulo, v. 23, n. 2, p. 176-183, jun. 2001. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/indice.php?vol=23&num=2>>. Acesso em: 27 abr. 2011. eISSN 1086 – 9126.

HELMHOLTZ, H. L. F. **On the sensations of tone: as a physiological basis for the theory of music.** Third Edition. London: Longmans, Green & Co, 1895.

HICKMANN, J. S.; LIBARDI, H. O oscilador linearmente amortecido. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 19, n. 3, p. 359-363, set. 1997. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/indice.php?vol=19&num=3>>. Acesso em: 27 abr. 2011. eISSN 1086 – 9126.

HOWARD, D. M.; ANGUS, J. A. S. **Acoustics and Psychoacoustics.** 3 ed. Oxford: Elsevier, 2006. ISBN–13 978-0-24-051995-1. ISBN–10 0-240-51995-7.

HÜMMELGEN, I. A. O clarinete - uma introdução à análise física do instrumento. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física** - Revista da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, v. 13, n. 2, p.139-153, ago. 1996. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/issue/view/390>>. Acesso em: 27 abr. 2011. eISSN 2175-7941.

ICHIBA, C.; ICHIBA, R.; MAKI, J. N. Um setor especial generalizado da equação do oscilador harmônico simples. **Revista Brasileira de Ensino de Física** - Revista da Sociedade Brasileira de Física (SBF), São Paulo, v. 21, n. 4, p. 512-513, dez. 1999. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/indice.php?vol=21&num=4>>. Acesso em: 27 abr. 2011. eISSN 1086 – 9126.

JÁCOME, S. S. B. et al. Visualizando os modos normais de vibração com o computador. **Revista Brasileira de Ensino de Física** - Revista da Sociedade Brasileira de Física (SBF), São Paulo, v. 24, n. 2, p. 214-220, jun. 2002. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/indice.php?vol=24&num=2>>. Acesso em: 27 abr. 2011. eISSN 1086 – 9126.

JANOTTI JR., J. S. À procura da batida perfeita: a importância do gênero musical para a análise da música popular massiva. **ECO-PÓS** - Revista do Programa de Pós-Graduação em em Comunicação e Cultura da Escola de Comunicação da UFRJ, Rio de Janeiro, v. 6, n. 2, p. 31-46, 2003. Disponível em: <<http://www.pos.eco.ufrj.br/ojs-2.2.2/index.php/revista/issue/view/14>>. Acesso em: 01 mai. 2011.

JOSÉ, C. L.; SERGL, M. J. Paisagem sonora. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO – INTERCOM 2004, XXVII, 2004, Porto Alegre/RS. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação – INTERCOM, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUCRS, 2004.

Disponível em: <<http://www.intercom.org.br/memoria/congresso2004/normas.shtml>>. Acesso em: 08 de agosto de 2010.

KAMMLER, D. W. **A first course in Fourier analysis**. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. eISBN-13 978-0-511-37689-4. ISBN-13 978-0-521-88340-5 (hardback). ISBN-13 978-0-521-70979-8 (paperback).

KANDUS, A.; GUTMANN, F. W.; CASTILHO, C. M. C. A física das oscilações mecânicas em instrumentos musicais: exemplo do berimbau. **Revista Brasileira de Ensino de Física** – Revista da Sociedade Brasileira de Física (SBF), São Paulo, v. 28, n. 4, p. 427-433, dez. 2006. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/indice.php?vol=28&num=4>>. Acesso em: 27 abr. 2011. eISSN 1086 – 9126.

KATZ, B. **Mastering audio: the art and the science**. 1 ed. USA: Elsevier Science, Focal Press, 2002, 319 p. eISBN 0240805453. Disponível em: <http://www.ebook3000.com/muisc/Mastering-audio--The-art-and-the-science_95886.html>. Acesso em: 01 mai. 2011.

KAWAMURA, M. R. D.; HOSOUME, Y. A contribuição da física para um novo ensino médio. **A Física na Escola** - Revista da Sociedade Brasileira de Física (SBF), São Paulo, v. 4, n. 2, p. 22-27, 2003. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol4/Num2/v4n2a09.pdf>>. Acesso em: 09 mai. 2011. eISSN 1983-6430.

KLEINER, I. Evolution of the function concept: a brief survey. **The College Mathematics Journal** - Mathematical Association of America, Washington, DC, v. 20, n. 4, p. 282-300, sep., 1989. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/2686848>>. Acesso em: 16 mar. 2009. eISSN 1931-1346.

KOTZEN, B.; ENGLISH, C. **Environmental noise barriers: a guide to their acoustic and visual design**. London & New York: Routledge, 1999. ISBN 0-419-23180-3.

LANGER, R. E. Fourier's series: the genesis and evolution of a theory. **The American Mathematical Monthly** - Mathematical Association of America, Washington, DC, v. 54, n. 7, p. 4-45, aug. - sep., 1947. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/2304522>>. Acesso em: 16 mar. 2009.

LAZETTA, F. A música, o corpo e as máquinas. **OPUS** - Revista da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Música - ANPPOM, v. 4, n. 4, agosto, 1997. Disponível em: <<http://www.anppom.com.br/opus/opus4/sumario.htm>>. Acesso em: 01 mai. 2011. eISSN ISSN 1517-7017.

LAWRENCE, I. Soundscapes. **Physics Education**, v. 38, n. 4, jul. 2003. Disponível em: <<http://iopscience.iop.org/0031-9120/33/2/015>>. Acesso em: 30 mai. 2011. ISSN 0031-9120. eISSN 1361-6552.

LIBÂNEO, J. C. As teorias pedagógicas modernas revisitadas pelo debate contemporâneo na Educação. In: LIBÂNEO, J. C.; SANTOS, A. (Org.). **Educação na era do conhecimento em rede e transdisciplinaridade**. Campinas: Alínea e Átomo, 2005, 248 p., p. 19-62. ISBN 8575164309.

_____. **Didática: velhos e novos temas.** Goiânia: edição do autor, 2002. 134p. Disponível em: <<http://www.boletimef.org/biblioteca/67/Libaneo-Livro>>. Acesso em: 23 ago. 2009.

LIMA, F. R. R.; PIACENTINI, J. J. Pêndulo simples - um método simples e eficiente para determinar g: uma solução para o ensino médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física** - Revista da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, v. 1, n. 1, p. 26-29, dez. 1984. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/issue/view/327>>. Acesso em: 27 abr. 2011. eISSN 2175-7941.

LINDSAY, R. B. The story of acoustics. **The Journal of Acoustical Society of America** - Acoustical Society of America, New York, v. 39, n. 4, p. 629-644, abr. 1966. Disponível em: <<http://asadl.org/jasa/resource/1/jasman/v39/i4>>. Acesso em: 01 mai. 2011. ISSN 0001-4966.

_____. **Acoustics: historical and philosophical development.** Stroudsburg: Dowden, Hutchinson & Ross Inc. USA, 1973. ISBN 0-87933-015-5.

LINK JR, J. W. Understanding the Two Great Temperaments: Equal and Meantone. **Journal of Research in Music Education** - The National Association for Music Education, Reston, VA, v. 13, n. 3, p. 136-146, 1965. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/3343668?origin=JSTOR-pdf>>. Acesso em: 26 nov. 2009. eISSN 1945-0095.

LOWRIE, W. **Fundamentals of Geophysics.** Cambridge: Cambridge University Press, 1997. ISBN 0-052-46728-4.

LUCA, R.; GANCI, S. A measurement of g with a ring pendulum. **Revista Brasileira de Ensino de Física** - Revista da Sociedade Brasileira de Física (SBF), São Paulo, v. 33, n. 3, 2011. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 27 fev. 2012. eISSN 1086 - 9126.

LUIZ GONZAGA do Nascimento. A triste partida. SILVA, A. G. (Patativa do Assaré) [Compositor]. In: _____. **A triste partida.** Rio de Janeiro: RCA Victor, 1964. 1 LP, 33 1/3 rpm, estéreo, 12 pol., lado A, faixa 1.

LULU SANTOS (Luiz Maurício Pragana dos Santos). Certas coisas. In: **De leve.** Rio de Janeiro: WEA, 1996. 1 CD, estéreo, faixa 8.

LUZ, A. M. R.; ÁLVARES, B. A. **Física.** v. 2., 1 ed. São Paulo: Scipione, 2005. ISBN: 85-26-25812-5.

MANNING, P. The influence of recording technologies on the early development of electroacoustic music. **Leonardo Music Journal** - International Society for the Arts, Sciences and Technology and the MIT Press, San Francisco, CA, v. 13: Groove, Pit and Wave: Recording, Transmission and Music, p. 5-10, 2003. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/1513442>>. Acesso em: 17 nov. 2009. eISSN 1531-4812.

MARLETTA, A. et al. O pêndulo bifilar e as figuras de Lissajous. **Revista Brasileira de Ensino de Física** - Revista da Sociedade Brasileira de Física (SBF), São Paulo, v. 22, n. 4, p. 572-576, dez. 2000. Disponível em:

<<http://www.sbfisica.org.br/rbef/indice.php?vol=22&num=4>>. Acesso em: 27 abr. 2011. eISSN 1086 – 9126.

MARTINS, R. L. C.; VERDEAUX, M. F. S.; SOUZA, C. M. S. G. A utilização de diagramas conceituais no ensino de física em nível médio: um estudo em conteúdos de ondulatória, acústica e óptica. **Revista Brasileira de Ensino de Física** – Revista da Sociedade Brasileira de Física (SBF), São Paulo, v. 31, n. 3, 2009. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/indice1.php?vol=31&num=3>>. Acesso em: 9 abr. 2011. eISSN 1086 – 9126.

MATTEWS, M. Metodologia e política em ciência: o destino da proposta de Huygens de 1673 para adoção do pêndulo de segundos como um padrão internacional de comprimento e algumas sugestões educacionais. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física** - Revista da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, v. 18, n. 1, p. 7-25, abr. 2001. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufsc.br>>. Acesso em: 6 jun. 2008. eISSN 2175-7941.1

MCINTYRE, M. E.; WOODHOUSE, J. The acoustics of stringed musical instruments. **Interdisciplinary Science Reviews** - Maney Publishing, London, v. 3, n. 2, 1978. Disponível em: <<http://www.ingentaconnect.com/content/maney/isr/1978/00000003/00000002>>. Acesso em: 01 mai. 2011. eISSN 1743-2790.

MEDEIROS, A. J. G.; MONTEIRO JR, F. N. A reconstrução de experimentos como uma ferramenta heurística no ensino da física. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 3, 2001, Atibaia/SP. **Atas...** Atibaia: ABRAPEC, 2001.

MELLO, G. I. Produzindo ondas transversais em cordas de nylon. **A Física na Escola** - Revista da Sociedade Brasileira de Física (SBF), São Paulo, v. 8, n. 2, p. 31-32, out. 2007. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol8/Num2/>>. Acesso em: 01 mai. 2011. eISSN 1983-6430.

MENNER, 2003. **A pocket guide to the ear**. Stuttgart, New York: Thieme, 2003. ISBN 1-58890-139-4.

MILLER, D. C. **The science of musical sounds**. 2 ed. New York: The Macmillan Company, 1926.

MIRANDA, E. R. **Computer sound design: synthesis techniques and programming**. 2 ed. Oxford: Focal Press, 2002. ISBN 0-240-51693-1.

MONTEIRO JÚNIOR, F. N.; MEDEIROS, A. J. G. Distorções conceituais dos atributos do som presentes nas sínteses dos textos didáticos: aspectos físicos e fisiológicos. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 5, n. 2, p. 1-14. 1998. Disponível em: <<http://www2.fc.unesp.br/cienciaeducacao/viewissue.php?id=23>>. Acesso em: 01 mai. 2011. eISSN 1980-850X.

MONTEIRO JÚNIOR, F. N. ; MEDEIROS, A. J. G.; MEDEIROS, C. F. Matemática e música: as progressões geométricas e o padrão de intervalos da escala cromática. **Bolema** – Boletim de Educação Matemática, Rio Claro/SP, ano 16, n. 20, p. 101-126. 2003. Disponível

em: <<http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/bolema/issue/view/699>>. Acesso em: 01 mai. 2011. ISSN 1980-4415.

MONTEIRO JÚNIOR, F. N. Somando funções trigonométricas: uma reconstrução didática do conceito de timbre a partir de duas experiências pedagógicas. **Bolema** – Boletim de Educação Matemática, Rio Claro/SP, v. 23, n. 36, 2010. Disponível em: <<http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/bolema/issue/view/827>>. Acesso em: 01 mai. 2011. ISSN 1980-4415.

MONTEIRO JÚNIOR, F. N.; CARVALHO, W. L. P. O ensino de acústica nos livros didáticos de física recomendados pelo PNLEM: análise das ligações entre a física e o mundo do som e da música. **Holos**, Natal/RN, ano 8, v. 1, 2011. Disponível em: <<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/index>>. Acesso em: 18 mar. 2011. eISSN 1807-1600.

MOORE, B. C. J. Interference effects and phase sensitivity in hearing. **Philosophical Transactions: Mathematical, Physical and Engineering Sciences** – Royal Society Publishing, London, UK, v. 360, n. 1794 (Interference: 200 years after Thomas Young's discoveries), p. 833-858, 2002. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/3066509>>. Acesso em: 14 out. 2009. ISSN 1471-2962.

MORENO, L. X.; LOPES, D. P. M. & STEIN-BARANA, A. C. M. Gramofone didático: quem quer ser DJ? **A Física na Escola** - Revista da Sociedade Brasileira de Física (SBF), São Paulo, v. 8, n. 1, p. 43-45, mai. 2007. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol8/Num1/>>. Acesso em: 27 abr. 2011. eISSN 1983-6430.

MORS, P. M. Música como ruído 1/f. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física** - Revista da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, v. 11, n. 2, p. 123-131, ago. 1994. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/issue/view/384>>. Acesso em: 27 abr. 2011. eISSN 2175-7941.1

MPB-4. Parceria em marcha lenta. Antônio José Waghabi Filho (Magro); Luiz Fernando Veríssimo [Compositores]. In: _____. **Amigo é pra essas coisas**. Produtor: Aramis Barros. Rio de Janeiro: Som Livre, 1989. 1 LP, 33 1/3 rpm, estéreo, 12 pol., lado B, faixa 3.

NERUDA, P. **Confesso que vivi**. São Paulo: Difel, 16 ed, 1983.

OCCHIONI, D. E.; LANÇA, T.; ALMEIDA, M. J. P. M. Cinema e Estroboscópio em mediações de sala de aula. **Ciência & Ensino**, Campinas, n. 11, p. 13-19, dez. 2001. Disponível em: <<http://www.ige.unicamp.br/ojs/index.php/cienciaeensino/index>>. Acesso em: 19 ago. 2009. eISSN 1980-8631.

OLIVEIRA, A. D. et al. Interação entre música e tecnologia para o ensino de biologia: uma experiência utilizando a web-rádio. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências** – Centro de Ensino de Ciências e Matemática (Cecimig) e do Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Educação (FAE) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, v. 13, n. 3, p. 231-241, dez. 2011. Disponível em: <<http://www.portal.fae.ufmg.br>>. Acesso em: 26 abr. 2011.

OLIVEIRA, P. M. C. Comportamento crítico no pêndulo simples. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 21-26, mar. 1995. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/indice.php?vol=17&num=1>>. Acesso em: 27 abr. 2011. eISSN 1086 – 9126.

OLSON, H. F. **Music, physics and engineering**. New York, NY: Dover Publications, Inc., 1967, 320 p. ISBN 0486217698.

OWSINSKI, B. **The mixing engineer's handbook**. Vallejo, CA: Mix Books, 1999. ISBN 0-87288-723-5.

PALANGANA, A. J.; PEDREIRA, P. R. B. Estudo teórico-experimental do efeito da massa do fio sobre o período de oscilação de um pêndulo simples. **Revista Brasileira de Ensino de Física** – Revista da Sociedade Brasileira de Física (SBF), São Paulo, v. 17, n. 3, p. 215-220, set. 1995. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/indice.php?vol=17&num=3>>. Acesso em: 27 abr. 2011. eISSN 1086 – 9126.

PAVAN, R. O sertanejo midiaticado: gêneros e mediações na conexão popular/massivo. **UNirevista** – Revista da Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS, São Leopoldo/RS, v. 1, n. 3, julho, 2006. Disponível em: <<http://www.unirevista.unisinos.br/index.php?e=3&s=19>>. Acesso em: 02 mai. 2011. ISSN 1809-4651.

PENTEADO, P. C. M.; TORRES, C. A. M. **Física – ciência e Tecnologia**. v. 2., 1 ed. São Paulo: Moderna, 2005. ISBN: 85-16-04692-3.

PINTO, T. O. The pífano bands of Brazil: aspects of organology, repertoire, and function. In: Castelo-Branco, S. E. (ed.), **Portugal and the world. The encounter of cultures in music**. Lisboa: Dom Quixote, 579-600, 1997.

PINTO, T. O. Som e música: Questões de uma antropologia sonora. **Revista de Antropologia** - Revista do Departamento de Antropologia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo - FFLCH/USP, São Paulo, v. 44, n. 1, p. 222-286, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/cgi-bin/wxis.exe/iah/>>. Acesso em: 18 nov. 2010. ISSN 0034-7701.

PIUBELLI, S. L. et al. Simulador de propagação de ondas mecânicas em meios sólidos para o ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física** – Revista da Sociedade Brasileira de Física (SBF), São Paulo, v. 32, n. 1, 2010. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/indice1.php?vol=32&num=1>>. Acesso em: 9 abr. 2011. eISSN 1086 – 9126.

PUCKETTE, M. **The theory and technique of electronic music**. Singapore: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2007, 348 p. ISBN 978-981-270-077-3.

RAICHEL, D. R. **The science and applications of acoustics**. 2 ed. New York: Springer Science + Business Media, Inc, 2006. ISBN-10 0-387-26062-5. ISBN-13 978-0387-26062-4.

RAUL Santos SEIXAS; PAULO COELHO. Meu amigo Pedro. In: **Há dez mil anos atrás**. Produção: Sérgio de Carvalho. Rio de Janeiro: Philips, 1976. 1 LP (38:30 min), 33 1/3 rpm, estéreo, 12 pol., lado A, faixa 2 (4:45 min).

REZENDE, F. & OSTERMANN, F. Formação de professores de física no ambiente virtual interage: um exemplo voltado para a introdução da FMC no ensino médio. **A Física na Escola** - Revista da SBF, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 15-19, out. 2004. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol5/Num2/>>. Acesso em: 27 abr. 2011. eISSN 1983-6430.

RIGDEN, J. S. **Physics and the sound of music**. 2 ed. New York: John Wiley & Sons, p. 323-345, 1984, 300 p. ISBN-10 0471024333. ISBN-13 978-0471024330.

RODRIGUES, M. G.; BUSQUINI, J. A.; SANTARINE, G. A. Oscilador harmônico amortecido e series de Fourier. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 32, n. 4, 2010. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/indice1.php?vol=32&num=4>>. Acesso em: 9 abr. 2011. eISSN 1086 – 9126.

RODRÍGUEZ, G. J. B. A função geratriz para um oscilador harmônico linear, segundo a teoria das transformações canônicas. **Revista Brasileira de Ensino de Física** – Revista da Sociedade Brasileira de Física (SBF), São Paulo, v. 21, n. 1, p. 76-78, mar. 1995. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/indice.php?vol=21&num=1>>. Acesso em: 27 abr. 2011. eISSN 1086 – 9126.

ROEDERER, J. G. **Introdução à física e psicofísica da música**. 1. ed. São Paulo: EDUSP, 1998, 312 p. ISBN 85-314-0457-6.

ROGERS, G. L. Interdisciplinary lessons in musical acoustics: the science-math-music connection. **Music Educators Journal** - The National Association for Music Education (MENC), Reston, VA, USA, v. 91, n. 1, p. 25-30, sep. 2004. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/3400102?origin=JSTOR-pdf>>. Acesso em: 14 out. 2009. eISSN 1945-0087.

ROSA, R. A. S. et al. Fotografias estroboscópicas. **A Física na Escola** - Revista da Sociedade Brasileira de Física (SBF), São Paulo, v. 5, n. 1, p. 17-19, mai. 2004. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol5/Num1/>>. Acesso em: 27 abr. 2011. eISSN 1983-6430.

ROSENBLOOM, A. F. High school music studies and social studies: an interdisciplinary approach. **Music Educators Journal** - The National Association for Music Education (MENC), Reston, VA, USA, v. 90, n. 3, p. 41-45, jan. 2004. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/3399954?origin=JSTOR-pdf>>. Acesso em: 14 out. 2009. eISSN 1945-0087.

ROSSING, T. D. **The science of sound**. 2. ed. Massachusetts: Addison-Wesley, 686 p., 1990. ISBN 0-201-15727-6.

SAAB, S. C.; BRINATTI, A. M. Laboratório caseiro: tubo de ensaio adaptado como tubo de Kundt para medir a velocidade do som no ar. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física** - Revista da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, v. 22, n. 1, p. 112-120, 2005. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/issue/view/1149>>. Acesso em: 27 abr. 2011. eISSN 2175-7941.

SAMPAIO, J. L. P.; CALÇADA, C. S. V. **Universo da Física**. v. 3. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2005a. ISBN: 85-357-0593-7.

SAMPAIO, J. L. P.; CALÇADA, C. S. V. **Universo da Física**. Volume único. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2005b. ISBN: 85-357-0579-1.

SANTIAGO, A. J.; AZEVEDO, C. A.; GONÇALVES LEDO, R. A. Teor didático de um tubo de Kundt: análise qualitativa de um experimento. **Revista Brasileira de Ensino de Física** - Revista da Sociedade Brasileira de Física (SBF), São Paulo, v. 13, n. 1, p. 77-85, dez. 1991. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/indice.php?vol=13&num=1>>. Acesso em: 27 abr. 2011. eISSN 1086 – 9126.

SANTOS, A. G.; BARROS, F. S. Ondas de água: uma revisão ao nível médio. **A Física na Escola** - Revista da Sociedade Brasileira de Física (SBF), São Paulo, v. 9, n. 2, 2008. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol9/Num2/>>. Acesso em: 27 abr. 2011. eISSN 1983-6430.

SANTOS, E. M. M. et al. A sirene da caixa d'água: um marco sonoro da cidade de Ilha Solteira. **Ilhasolteiranet**. Ilha Solteira/SP, 07 de janeiro de 2011a. Disponível em <http://www.ilhasolteira.net/inet/index.php?option=com_content&view=article&id=414:a-sirene-da-caixa-dagua-um-marco-sonoro-da-cidade-de-ilha-solteira&catid=36:destaque-primario>. Acesso em: 7 jan. 2011.

SANTOS, M. F. J. Moldando corpos, formando a nação: preocupações com o corpo e as aulas de ginástica nos grupos escolares sergipanos. In: COLÓQUIO DE HISTÓRIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO – Brasil e Portugal: nossa história ontem e hoje, 1, 2009, Recife/PE. **Anais...** Recife: UFRPE, 2007. p. 01-07. Disponível em: <<http://www.pgh.ufrpe.br/brasilportugal/anais/12rc/Magno%20Francisco%20de%20Jesus%20Santos.pdf>>. Acesso em 02/09/2010.

SANTOS, M. L. Tsunami: que onda é essa?. **A Física na Escola** - Revista da Sociedade Brasileira de Física (SBF), São Paulo, v. 6, n. 2, p. 8-11, out. 2005. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol6/Num2/>>. Acesso em: 27 abr. 2011. eISSN 1983-6430.

SCHAFER, R. M. Eu nunca ouvi um som. Tradução: Marisa Trench de Oliveira Fonterrada. **ARTEunesp**, São Paulo, n. 9, p. 85-90, 1993.

_____. **A afinação do mundo** - uma exploração pioneira pela história passada e pelo atual estado do mais negligenciado aspecto do nosso ambiente: a paisagem sonora. Tradução: Marisa Trench de Oliveira Fonterrada. São Paulo: Editora da UNESP, 2001. ISBN 85-7139-353-2.

_____. **O ouvido pensante**. 2 ed. Tradução: Marisa Trench de Oliveira Fonterrada, Magda R. G. da Silva e Maria Pascoal. São Paulo: Editora da UNESP, 2003. ISBN 85-7139-016-9.

_____. **Educação Sonora**: 100 exercícios de escuta e criação de sons. Tradução: Marisa Trench de Oliveira Fonterrada. São Paulo: Editora Melhoramentos, 2009. ISBN 978-85-06-05989-0.

SHEA, M. **Studio recording procedures: how to record any instrument**. USA: The McGraw-Hill Companies, Inc., 2005. ISBN 0-07-146957-5.

SHENITZER, A.; LUZIN, N. Function: Part 1. **The American Mathematical Monthly** - Mathematical Association of America, Washington, DC, v. 105, n. 1, p. 59-67, jan., 1998. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/2589528?origin=JSTOR-pdf>>. Acesso em: 16 mar. 2009. eISSN 1930-0972.

SILVA, F. C.; RAMOS, P. B. Analisando algumas características do pêndulo elástico. **A Física na Escola** - Revista da Sociedade Brasileira de Física (SBF), São Paulo, v. 7, n. 1, p. 30-32, mai. 2006. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol7/Num1/>>. Acesso em: 27 abr. 2011. eISSN 1983-6430.

SILVA, M. A. A. Imagens sonoras do ambiente: educação ambiental e ensino de música – relato de uma pesquisa participante no ensino superior de licenciatura em música. **Ensino, Saúde e Ambiente** - Revista do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Saúde e do Ambiente do Centro Universitário Plínio Leite, Niterói/RJ, v.1, n.1, p. 49-59, ago. 2008. Disponível em: <<http://www.unipli.com.br/mestrado/rempec/contato.php>>. Acesso em: 08 ago. 2010. eISSN 1983-7011.

SILVA, M. C. O pêndulo de Newton: uma abordagem desafiadora para alunos de ensino médio. **A Física na Escola** - Revista da Sociedade Brasileira de Física (SBF), São Paulo, v. 11, n. 1, p. 45-46, abr. 2010. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br>>. Acesso em: 27 fev. 2012. eISSN 1983-6430.

SILVA, W. P.; SILVA, D. D. P. S.; SILVA, C. D. P. S. Um software para experimentos sobre batimento de ondas sonoras. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física** - Revista da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, v. 21, n. 1, p. 103-110, abr. 2004. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/issue/view/1146>>. Acesso em: 27 abr. 2011. eISSN 2175-7941.

SILVA, E. W. F. M.; GOBARA, S. T. Soundgate: um dispositivo sonoro para medir períodos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física** - Revista da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, v. 26, n. 2, p. 379-393, 2009. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/issue/view/1184>>. Acesso em: 8 abr. 2011. eISSN 2175-7941.

SILVEIRA, F. L. Estudo empírico da relação entre o período e a amplitude num pêndulo simples. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física** - Revista da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, v. 3, n. 3, p. 134-137, dez. 1986. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/issue/view/358>>. Acesso em: 27 abr. 2011. eISSN 2175-7941.

SILVEIRA, F. L. Propagação das ondas marítimas e dos tsunamis. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física** - Revista da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, v. 22, n. 2, p. 190-208, ago. 2005. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/issue/view/1150>>. Acesso em: 27 abr. 2011. eISSN 2175-7941.

SOBREIRA, S. Reflexões sobre a obrigatoriedade da música nas escolas públicas. **Revista da ABEM**, Porto Alegre, n. 20, 2008. Disponível em: <<http://www.abemeducacaomusical.org.br/revistas.html>>. Acesso em: 02 mai. 2011. ISSN 15182630.

SOUZA, M. G.; CICOGNA, T. R.; CHIQUITO, A. J. Excitação dos modos normais de um sistema usando um motor desbalanceado. **Revista Brasileira de Ensino de Física** – Revista da Sociedade Brasileira de Física (SBF), São Paulo, v. 29, n. 1, p. 5-10, mar. 2007. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/indice.php?vol=29&num=1>>. Acesso em: 27 abr. 2011. eISSN 1086 – 9126.

SOUZA, A. G. R. Interdisciplinaridade e transdisciplinaridade no conhecimento musical. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA EM MÚSICA DA UFG, 2, 2002, Goiânia/GO. **Anais...** Goiânia: Programa de Pós-graduação em Música/UFG, 2002. Disponível em: <<http://www.musica.ufg.br/mestrado/anais/anais%20II%20Sempem/anais%20capa%20II%20sempem.pdf>>. Acesso em: 23/08/2009.

SOUZA, V. R. A. A existência inexistente da música brega. In: ENCONTRO DE ESTUDOS MULTIDISCIPLINARES EM CULTURA – ENECULT, 5, 2009, Salvador/BA. **Anais...** Salvador: Universidade Federal da Bahia, 2009. Disponível em <http://eventos.uff.br/v-enecult-encontro-de-estudos-multidisciplinares-em-cultura>. Acesso em 12/05/2009.

SPEZIALLI, N. L. & VEAS, F. O. Ondas longitudinais: determinação da velocidade do som em metais. **Revista Brasileira de Ensino de Física** – Revista da SBF, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 3-8, jun. 1986. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/indice.php?vol=8&num=1>>. Acesso em: 27 abr. 2011. eISSN 1086 – 9126.

STEIGLITZ, K. **A digital processing primer with applications to digital audio and computer music**. 1 ed. USA: Addison-Wesley, 1995. ISBN 0-8053-1684-1.

STOKES, M. music and the global order. **Annual Review of Anthropology** - Annual Reviews: A Nonprofit Scientific Publisher, Palo Alto, CA, v. 33, p. 47-72, 2004. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/25064845>>. Acesso em: 03 fev. 2010. ISSN 0084-6570.

STOLIK, D. El aporte de los físicos al desarrollo de la música. **Revista Cubana de Física** - Revista da Sociedade Cubana de Física e da Faculdade de Física da Universidade de Havana, Havana, Cuba, v. 22, n. 2, p. 164-172, 2005. Disponível em: <<http://www.fisica.uh.cu/biblioteca/revcubfi/2005/FIS%2022205/RCF2222005-164.PDF>>. Acesso em: 02 mai. 2011.

TOMASI, D.; CAPARELLI, E. C. Um experimento de oscilador forçado amortecido. **Revista Brasileira de Ensino de Física** – Revista da Sociedade Brasileira de Física (SBF), São Paulo, v. 23, n. 2, p. 171-175, jun. 2001. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/indice.php?vol=23&num=2>>. Acesso em: 27 abr. 2011. eISSN 1086 – 9126.

TORRES, M. A. Da paisagem sonora à produção musical: contribuições geográficas para o estudo da paisagem. **Geografar** - Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba/PR, v. 5, n. 1, p. 46-60, jan/jun. 2010. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/geografar/issue/view/1001>>. Acesso em: 02 mai. 2011. e ISSN 1981-089X.

VAZ, L. J. L. R.; PINHO, M. O. Música e matemática – um minicurso interdisciplinar. **Zetetiké** - Publicação semestral da Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Campinas, v. 19, n. 1, p. 179-194, jan/jun 2011. Disponível em: <<http://www.fe.unicamp.br/zetetike/>>. Acesso em: 27 fev. 2012. ISSN: 2176-1744.

WATKINSON, J. **An Introduction to Digital Audio**. Oxford: Focal Press, 1994. ISBN 0-240-51378-9.

WATKINSON, J. **The art of sound reproduction**. Oxford: Focal Press, 1998. ISBN 0-240-51512-9.

WEBSTER, P. Historical perspectives on technology and music. **Music Educators Journal** - The National Association for Music Education (MENC), Reston, VA, USA, v. 89, n. 1, special focus: changing perspectives in music education, p. 38-43+54, sep., 2002. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/3399883>>. Acesso em: 14 out. 2009. eISSN 1945-0087.

WELTNER, K.; ANDRADE, R. F. S.; ESPERIDIÃO, A. S. C. Uma abordagem da física não-linear através de um oscilador mecânico. **Revista Brasileira de Ensino de Física** – Revista da Sociedade Brasileira de Física (SBF), São Paulo, v. 17, n. 1, p. 11-20, mar. 1995. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/indice.php?vol=17&num=1>>. Acesso em: 27 abr. 2011. eISSN 1086 – 9126.

WHELLER, G. F.; CRUMMETT, W. P. The vibrating string controversy. **American Journal of Physics - American Association of Physics Teachers**, v. 55, n. 1, pp. 33-37, Jan. 1986. ISSN 0002-9505.

WISNIK, J. M. **O som e o sentido** - Uma outra história das músicas. 2 ed. São Paulo: Companhia das Letras, 1989. ISBN 85-7164-042-4.

ZANETIC, J. Física e cultura. **Ciência & Cultura** - Revista da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, v. 57, n. 3, São Paulo, julho/setembro de 2005. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252005000300014&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 02 mai. 2011. ISSN 0009-6725.

ZYLBERSZTAJN, A. Lunik 9. **Alexandria** - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v. 2, n. 2, p. 241-242, jul. 2009. Disponível em: <http://alexandria.ppgect.ufsc.br//numero_2_2009/literatura.pdf>. Acesso em: 01 mai. 2011. ISSN 1982-5153.