

**INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS JARAGUÁ DO SUL
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS DA NATUREZA COM
HABILITAÇÃO EM FÍSICA**

KARINE KARSTEN

**A CONSTRUÇÃO DA FÍSICA DURANTE A MÚSICA:
UMA PROPOSTA DE ENSINO DE ONDULATÓRIA COM
UMA METODOLOGIA PLURALISTA.**

KARINE KARSTEN

**A CONSTRUÇÃO DA FÍSICA DURANTE A MÚSICA:
UMA PROPOSTA DE ENSINO DE ONDULATÓRIA COM UMA
METODOLOGIA PLURALISTA.**

Trabalho de Conclusão de Curso, submetido ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina como parte dos requisitos para obtenção do grau de licenciando em Ciências da Natureza com habilitação em Física.

Orientador: Prof. Dra. Luiz Henrique Martins Arthury.

JARAGUÁ DO SUL – SC
DEZEMBRO/2017

A todos que desejam refletir sobre a educação no ensino de física.

Agradecimentos

*A Deus pela vida, pessoas e oportunidades que me dá todos os dias.
A minha família, que me incentivou e a todo momento esteve ao meu lado.
Ao professor Luiz H. M. Arthur pela orientação, correções e encaminhamento
do projeto para receber ajuda de custo para a execução.
Aos professores que aceitaram participar da minha banca, contribuindo com
análises e sugestões acerca do presente trabalho.
A minha irmã Kamila Karsten, pela ajuda na correção das provas dos alunos e
tabulação das informações coletadas.
Ao Gilberto Evangelista, pela ajuda em ideias e construção do vibrafone.
Aos professores Antônio Lúcio Turra, Gilson Wurz, Ivan Gonçalves, Luis
Fernando pela ajuda durante a execução da pesquisa.
Aos amigos pelo incentivo, discussões sobre a educação e ajuda com o
fornecimento de material para a realização deste trabalho.
Aos alunos que participaram da pesquisa e foram comprometidos com a
proposta.
A todos os professores que participaram da minha formação.
Ao IFSC por todas as oportunidades cedidas e a CAPES pela ajuda de custo.*

RESUMO

O conteúdo de ondulatória, no ensino médio, tem ganho pouco espaço nos livros e materiais didático pedagógicos. Em contrapartida, esse conhecimento é fundamental para entender outros tópicos (por exemplo, física moderna), o meio em que vivemos, e se destaca ao aparecer mais que outros temas nos exames nacionais do ensino médio, como o Exame Nacional do Ensino Médio - ENEM. Diante disso e das dificuldades de motivação para a aprendizagem de física, criamos e avaliamos uma sequência didática de cinco aulas que explora a ondulatória por meio da música, explicitando alguns aspectos que a constitui. Para tal propósito, utilizamos uma abordagem pluralista, com vários recursos construídos e adaptados a fim de atrair a atenção dos estudantes para otimizar sua aprendizagem. A implementação da proposta ocorreu por três professores diferentes, um como teste piloto. Analisamos a sequência didática com base em uma triangulação de dados, o tripé utilizou uma entrevista antes e após a implementação da sequência didática com os professores, a observação da implementação de todas as aulas da proposta didática e a opinião dos alunos acerca das atividades realizadas com a utilização de um questionário. Inferimos que a pluralidade de recursos unida a uma boa preparação do professor facilitou a aprendizagem e aumentou a motivação dos estudantes. Aos professores, verificamos que ampliaram sua visão de possibilidades estratégicas de ensino. Portanto nesse trabalho apresentamos como ocorreu a sequência didática, apontamos melhoramentos na sua essência, bem como fatores externos, micro e macro escolar, que prejudicam ou auxiliam sua desenvoltura com toda potencialidade.

Palavras chave: Ensino e aprendizagem de Física. Ondulatória. Música. Pluralismo de metodologias.

ABSTRACT

The wave content, not high school, has gained little space in books and didactic teaching materials. On the other hand, this knowledge is fundamental to understand other topics (for example, modern physics), the environment in which we live, and stands out when appearing more than other subjects in the national exams of high school, such as the National High School Examination - ENEM . Faced with this and the difficulties of motivation for a physical learning, we created and evaluated a didactic sequence of five classes that explores a ripple through music, explaining some aspects of creation. For this purpose, it uses a pluralistic approach, with several resources built and adapted in order to attract students attention to optimize their learning. An implementation of the proposal by three different teachers, one as pilot test. We analyzed the didactic sequence based on a triangulation of data, the tripod used an interview before and after an implementation of the didactic sequence with the teachers, an observation of the implementation of all the classes of the didactic proposal and the opinion of the students about the activities carried out with use of a questionnaire. We infer that a plurality of resources coupled with good teacher preparation facilitate learning and increase student motivation. To the teachers, we verified that they broadened their vision of strategic possibilities of teaching. As a gift, a better, a better and school macro, that harm or aid your resourcefulness with all the potentiality.

Keywords: Teaching and learning of Physics. Undulatory. Music. Pluralism of methodologies.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- As visões da finalidade da interdisciplinaridade.....	Erro! Indicador não definido.
Figura 2- Características das abordagens qualitativa e quantitativo.	Erro! Indicador não definido.
Figura 3- Material impresso da sequência didática entregue para os professores.	49
Figura 4- Turma do professor B durante escrita da classificação dos termos encontrados na música.	58
Figura 5- Turma do professor C durante escrita da classificação dos termos encontrados na música.	58
Figura 6- Alunos utilizando o vibrafone e o osciloscópio para analisar o som.	66
Figura 7- Alunos utilizando o vibrafone e analisando o som com o osciloscópio.....	66
Figura 8- Professor C, apresentando o simulador para os alunos uma aula antes da avaliação.	72
Figura 9- Professor B, executando a avaliação com os alunos.	72
Figura 1- Vibrafone observado de cima.	126
Figura 2- Vibrafone observado de lado.	126
Figura 3- Vibrafone com algumas peças de metalon e canos de PVC deslocadas.....	126
Figura 4- Vibrafone em montagem, no caso com o encaixe dos canos de PVC.	126
Figura 5- A leitura do programa Spectrum Analyzer pro Live na execução de um som grave.	128
Figura 6- A leitura do programa Spectrum Analyzer pro Live na execução de um som agudo.....	128
Figura 7- Flauta identificada.....	130
Figura 8- Flauta identificada.....	130
Figura 9- Flauta identificada.....	130
Figura 10- Flauta identificada.....	130
Figura 11- A leitura do programa <i>Sondcard scope</i> Live na execução de um som pouco intenso.....	131
Figura 12- A leitura do programa <i>Sondcard scope</i> Live na execução de um som bem intenso.....	131
Figura 13- Imagem do experimento de ressonância.	132

Figura 14- Link de acesso ao <i>Sondcorsed</i>	134
Figura 15- Pagina inicial do <i>Sondcorsed</i>	134
Figura 16-Diapasão do <i>Sondcorsed</i>	135
Figura 17- Aplicativo <i>Simple Tone</i>	149

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- As três etapas para coletar as informações sobre a proposta didática. .	39
Quadro 2- Aspectos norteadores das observações.....	41
Quadro 3- Questões da entrevista semiestruturada com os professores	43
Quadro 5- Questionário aos estudantes.	44
Quadro 6- Em relação à disciplina (aspectos gerais) como os alunos avaliam a dinâmica das aulas no conteúdo de ondulatória.....	82
Quadro 7- Como os alunos avaliam o método de avaliação	85
Quadro 8- Proporção de erros e acertos dos alunos na avaliação com o uso do simulador.	86
Quadro 9- Como os alunos relacionaram a música e a física.	89
Quadro 10- O que mais chamou a atenção dos alunos durante as aulas.	91
Quadro 11- Como os alunos analisam que a utilização de músicas pode auxiliar na compreensão do conteúdo nas aulas de física.....	92
Quadro 12- Como a utilização de aplicativos eletrônicos auxiliou na compreensão dos fenômenos físicos.	93
Quadro 13- Como a utilização de experimentos auxiliou na compreensão dos fenômenos físicos.....	95
Quadro 14- Como a utilização de textos e da história relacionada a música e a física ajudou compreensão dos alunos.....	96
Quadro 15 - A importância que os alunos dão para física.	99
Quadro 16- Dificuldades de aprendizagem que os alunos costumam ter nas aulas de Física.	100
Quadro 17- Quais foram as dificuldades que os alunos tiveram durante a implementação da proposta comentada e se elas foram superadas como isso ocorreu.	101

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO DE LITERATURA	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
2.1	A PROPOSTA PLURALISTA	Erro! Indicador não definido.
2.2	A EXPLORAÇÃO DE INTERDISCIPLINARIDADE ENTRE O ENSINO DE MÚSICA, FÍSICA, MATEMÁTICA E UMA SUGESTÃO PARA A UTILIZAÇÃO DA MESMA NA DISCIPLINA DE PORTUGUÊS.....	17
2.3	ARTES E CIÊNCIAS.....	20
2.4	A MÚSICA COMO POTENCIAL PARA O ENSINO DE FÍSICA	22
2.5	A EXPLORAÇÃO DE TICS PARA O ENSINO DE FÍSICA.	26
2.6	A IMPORTÂNCIA DA UTILIZAÇÃO DA HISTÓRIA DA MÚSICA E SUAS RELAÇÕES COM A FÍSICA NO ENSINO	32
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	37
3.1	IMPLEMENTAÇÃO DA PESQUISA.....	40
3.2	FONTES DE INFORMAÇÃO E INSTRUMENTOS DE COLETA QUE FORMAM A TRIANGULAÇÃO DE DADOS.	40
3.3	.1 OBSERVAÇÃO EM SALA.....	40
3.4	.2 ENTREVISTA COM O PROFESSOR IMPLEMENTADOR DA PROPOSTA ...	42
3.5	QUESTIONÁRIO COM OS ALUNOS	44
4	ANÁLISES E DISCUSSÃO DE RESULTADOS	47
4.1	O PROCESSO DE SELEÇÃO E PREPARAÇÃO DOS PROFESSORES IMPLEMENTADORES DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.	47
	O teste piloto	48
	O processo anterior à implementação da proposta já estruturada	48
4.2	ANÁLISE DA PRIMEIRA ENTREVISTA COM OS PROFESSORES	49
4.3	A OBSERVAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DA PROPOSTA E SUA ANÁLISE.	56
4.4	ANÁLISE DA SEGUNDA ENTREVISTA COM OS PROFESSORES.	73
4.5	COMO OCORREU A IMPLEMENTAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA NA VISÃO DOS ALUNOS.....	82

5 CONCLUSÕES.....	103
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	107
APÊNDICE A – SEQUÊNCIA DIDÁTICA DA PROPOSTA.....	114
ANEXO B- PRIMEIRA ENTREVISTA COM O PROFESSOR B.....	151
ANEXO C- PRIMEIRA ENTREVISTA COM O PROFESSOR C.....	153
ANEXO D- SEGUNDA ENTREVISTA COM O PROFESSOR B	157
ANEXO E- SEGUNDA ENTREVISTA COM O PROFESSOR C	159
ANEXO F- RESPOSTAS DOS ALUNOS DO PROFESSOR C AO QUESTIONÁRIO	167
ANEXO G- RESPOSTAS DOS ALUNOS DO PROFESSOR B AO QUESTIONÁRIO	178

1 INTRODUÇÃO

A música e a pesquisa em Física originam-se de fontes diferentes, mas são intimamente relacionadas e ligadas por um fim comum, que é o desejo de exprimir o desconhecido. As reações divergem, mas os resultados são complementares. (Albert Einstein)

Sabemos que uma das dificuldades enfrentadas por professores da área da física, é a falta de motivação de seus alunos, e as vezes, disposição de recursos. Diante disso, também é de nosso conhecimento que as metodologias diversificadas podem resultar em um bom envolvimento dos alunos nas aulas, pois cada sujeito tem sua forma e ritmo de aprendizagem (Zabala, 2010).

Yaguti e Gebara (2015), ao realizarem uma análise dos Objetos do Conhecimento presentes nas questões das provas de Física de 2009 à 2012 do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), abordam que dentre os sete Objetos de Conhecimento exibidos na Matriz de Referência do ENEM, três se destacaram com maior número de questões, entre eles “oscilações, ondas, óptica e radiação”. Essa diferença quantitativa pode ser resultado de um reconhecimento destacado a esse saber, logo a necessidade de atenção ao tema, que concomitantemente explora com mais versatilidade a música como tema gerador.

Entre outros trabalhos sobre a análise dos livros didáticos, nos capítulos sobre ondas, Pedro Javier Gómez Jaime (2010) avalia se a apresentação do tema possibilita uma visão a favor de explicitar a relação entre Física e Música. Constatou-se que há falta de uma visão contextualizada, assim como um déficit de aspectos históricos, culturais e filosóficos, os quais poderiam esclarecer a ideia da relação entre Física e Música.

Valle, Flor e Menezes (2013), afirmam que de um total de 3.731 títulos de artigos consultados, em 11 revistas científicas que fazem parte de diversas instituições de ensino superior¹, no período de 2000 a 2012, apenas 14 delas

¹ Como Universidade Estadual Paulista (UNESP), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e Universidade de São Paulo (USP), dentre

discorriam sobre as articulações da música, da poesia e do teatro com a educação científica, dentro do período pesquisado. Esse resultado é corroborado por Massarani (2006), que registra a música como pouco explorada em sua análise histórica e como instrumento com potencial didático.

Unido a isso, em uma pesquisa de caráter investigativo com os professores de Ciências Naturais e/ou Biologia, Barros, Zanella e Jeorge (2013) apontaram que apesar da valorização cultural da música e seu potencial como instrumento de ensino e aprendizagem, apenas 3% dos professores utiliza esse recurso. Os argumentos para a ausência dessa abordagem foram destacados nessa pesquisa, como: falta de tempo nas aulas para atividades de tal cunho, falta de recursos materiais particulares, ou o desconhecimento sobre essa estratégia. Logo, observamos a necessidade de materiais que relacionassem os fatores citados.

Visto a vivência intensa da graduanda com a música (em especial com um instrumento específico, o violino), desde o ensino fundamental; somado ao interesse cultural notório pela música em todas as fases de desenvolvimento humano, no mesmo compasso do desinteresse pela área da física, mais expresso nas aulas, durante o Ensino Médio, suscitamos a pergunta: Por que não unir os dois?

A música envolve e desperta uma série de aspectos na vivência humana, como, expressão emocional, prazer, divertimento, comunicação, representação, reação física, auxilia na aceitação ou repúdio às normas sociais, validação das instituições sociais e dos rituais religiosos, contribuição para a continuidade e estabilidade da cultura e para a integração da sociedade (LIMA E MELLO, 2013, BEHAR E ROSAS, 2011, HUMMES, 2004). Sendo assim, ela pode fomentar um sucesso em uma ligação com as aulas de física, especificamente nos conteúdos de ondulatória do Ensino Médio.

Portanto, montamos uma sequência didática com base nesses destaques, com uma metodologia pluralista. Os recursos utilizados foram diversificados, recorreremos a músicas, dinâmicas sobre o som, molas *slins*, cordas, partituras, um vibrafone, um computador com um *software* de análise do som, um projetor, flautas, vídeos sobre o aparelho auditivo e o sonar do golfinho, um celular com o programa *Soundcoursed* ou/e *Simple Tone*, um experimento de ressonância, um texto

outras, e também de sociedades científicas, como Sociedade Brasileira de Química (SBQ), Sociedade Brasileira de Física (SBF) e Sociedade Brasileira para o progresso da ciência (SBPC).

paradidático sobre a história da música e suas relações, um simulador sobre som e um roteiro avaliativo com a utilização do simulador.

Com tantos materiais, as aulas foram organizadas de forma dinâmica a fim de atingir os seguintes objetivos: Perceber a aplicação de conceitos físicos na música e arte; Conceituar e entender: o que são ondas longitudinais, como elas compõem o som, os fatores necessários para ouvir o som; Diferenciar: a) ondas longitudinais e transversais, b) ultrassom, som e infrassom; Compreender as características do som; Reconhecer e saber utilizar corretamente símbolos, códigos e nomenclaturas (dB, Hz); Refletir sobre a intensidade do som e a audição humana; Identificar propriedades sonoras nos instrumentos musicais; Calcular o tamanho necessário para os tubos do instrumento musical a fim de ampliar o som; Compreender o desenvolvimento histórico da música e sua relação com a física como algo não estático; E observar o desenvolvimento das ciências como um processo em estreita relação com as condições sociais, políticas e econômicas.

Após a montagem da sequência didática², implementamos ela em três escolas, sendo um o teste piloto. Usamos três diferentes formas de coleta de dados (entrevista, questionário e observação) e duas principais fontes de informação (professores e alunos) para a análise do material final. Sendo assim, nesse trabalho situamos como ocorreu essa pesquisa, de cunho qualitativo, a fim de entender as possibilidades e limites que ela apresenta.

² A todos que desejarem obter a sequência didática completa, separada por aulas e materiais didáticos, podem a solicitar com o envio de um e-mail para karstenkarine@gmail.com.

2 A INTENSÃO PLURALISTA DA PROPOSTA

Conseguir que os alunos aprendam de forma a desenvolver competências e habilidades significativas e relevantes para sua formação, exige a superação de muitas dificuldades na educação, entre elas, destacamos as metodologias adotadas. Acreditamos que a oferta de construção de conhecimento nas escolas, a todos, deve conter uma diversidade nas bases conceituais e estratégicas de ensino.

Ao analisarmos com Pozo e Crespo (2009) quais estratégias e enfoques de ensino tornam mais provável a aprendizagem, chegamos à conclusão que não existem fórmulas para esse processo. Há caminhos que tendem a se encaixar mais facilmente nos objetivos de aprendizagem, porém, todos eles apresentam pontos positivos e negativos. Portanto, defendemos a utilização de um pluralismo metodológico, que Paul Feyerabend (1924 – 1994) traz em suas ideias com a denominação de “anarquismo epistemológico” no qual, “Todas as metodologias têm limitações e só a ‘regra’ do ‘tudo vale’ é capaz de manter-se.” (1977, p.453). Esse pensamento de Feyerabend é mais voltado para a área da pesquisa, mas pode se encaixar no contexto educacional metodológico.

No trabalho de Villani (2001), encontramos uma analogia entre a filosofia de como se faz ciência e o ensino de ciências. Para isso, inicialmente ele faz um panorama geral das ideias congruentes e incongruentes do debate entre Kuhn, Popper, Lakatos e Feyerabend na Conferência Internacional sobre Filosofia da Ciência (1965) e em seguida relaciona essas ideias com o ensino de ciências.

O debate filosófico apresenta-se como um embate entre os que consideram o avanço da ciência, apesar de parcial e provisório, um dado inquestionável, no sentido de que as teorias mais recentes são objetivamente melhores do que as mais antigas (Popper e Lakatos), e os que sustentam que no desenvolvimento da ciência há lugar para escolhas, que, geralmente, impedem uma avaliação definitiva (Kuhn e Feyerabend). Do lado do ensino de Ciências temos uma situação análoga; um confronto entre os que consideram que a meta é fazer com que o aluno pense de acordo com as concepções científicas, entendidas como constituintes do conhecimento mais refinado, e os que sustentam que na aprendizagem das Ciências há lugar legítimo para escolhas e adaptações. (Vallani, 2001, p. 176)

Entendemos que é importante o aluno pensar de acordo com as concepções científicas e também que nas aulas devemos ter um espaço que vá de encontro à

comunidade e cultura desse sujeito. Há estudos que defendem a utilização de diferentes tendências educacionais com aulas unicamente tradicionais, exploratórias com investigação, aulas de conversação... Entre todos, o pluralismo que defendemos tem como essência uma oposição a um princípio de ordem único, que tem um bem comum a todos e por ele se faz as escolhas aderidas.

Assim como Regner (1996), não somos contra todo e qualquer procedimento metodológico, mas contra a instituição de um conjunto único, restrito, fixo de regras que pretende ser universalmente válido, para toda e qualquer situação. É necessário uma compatibilidade entre a sala de aula e a metodologia adotada. O local de ensino normalmente é vertente de muitas variáveis que influenciam diretamente as possibilidades e o processo de ensino e aprendizagem. Quando optamos por uma única metodologia de ensino, não levamos em consideração essas variáveis.

Das variáveis, ao considerar a diversidade de *estilos de aprendizagem*³, motivação e *bagagem cultural*⁴ dos estudantes na escola, verificamos que optar por um único método pode favorecer o bom desempenho dos indivíduos que tem maior familiarização com tal opção. Algo que, quando desconsiderado, aparece nos trabalhos de Bourdieu (1975) como uma tendência à reprodução das desigualdades sociais ao optar pelas características cognitivas de aprendizagem do grupo social já dominante; que para Althusser (1983), propicia o fortalecimento da ideologia dominante mais empregada, de forma a naturalizar o seu entendimento como superior; e que torna possível a existência do princípio da correspondência empreendido nos trabalhos de Bowles e Gintis (1981) como uma determinação mecanicista que a escola apresenta em seu currículo ao encaminhar os “maus” alunos para uma determinada mão de obra diferente daquela que os “bons” alunos receberiam.

Laburú, Aruda e Martins (2011) salientam que optar por um único método de ensino cria hábitos escolares que podem vir a ser empecilhos no processo formativo. Por exemplo, pessoas que utilizam aplicativos eletrônicos tem dificuldades em se desvincular dos mesmos, e o inverso ocorre do mesmo modo. Quando obstáculos

³ Todo sujeito humano tem a capacidade de aprender, porém o jeito com que faz isso depende de um conjunto de fatores internos e externos que não é igual a todos. Portanto os sujeitos podem ser classificados como aprendem mais facilmente, considerado esse o seu estilo de aprendizagem.

⁴ São todas as informações a que temos acesso e as retemos em nossa forma de pensar e agir.

de hábitos formativos dificultam a jornada do sujeito enquanto cidadão, estudante, autônomo, temos um problema. Portanto, os autores supra citados comentam dois estudos que abordam essa perspectiva problemática. No primeiro, estudantes oriundos de escolas com predominância didática pautada na instrução formal, achavam extremamente difícil ajustar-se às condições universitárias mais abertas. No segundo, em um lugar onde se propôs um ensino mais aberto, os alunos pediam o ensino tradicional novamente por não quererem mais atividades para estudar.

A seleção de uma ou poucas ações didáticas também pode ser perigosa para os professores quando eles assumem a passividade criativa, limitando a sua reflexão crítica e imaginação, frente às necessidades do processo de ensino-aprendizagem. Essa condução, pode o levar a não considerar ou duvidar da sua prática metodológica, fadando-o ao fracasso sem perceber. Para Laburú, Aruda e Martins (2003) a tomada de consciência crítica e avaliativa daquele que ensina, aumenta conforme a quantidade de relações e seus significados, em suas múltiplas representações, consequência imediata do aprofundamento da sua compreensão dos aspectos envolvidos no lecionar.

São por esses argumentos que defendemos uma metodologia pluralista, concordantemente as advertências de perigos que os autores trazem ao se utilizar enfoques clássicos extremistas, que trabalham de forma sistemática, desejamos interpretar a realidade com uma visão de aulas pluralistas. Nessa visão não há recusa a examinar, inovar, ou arriscar e experimentar qualquer proposta (com embasamento do porquê), e ninguém é possuidor de uma única verdade, imutável. Portanto, propomos uma reflexão sobre um modelo de sequência didática que utiliza as metodologias sustentado pelos seguintes pilares:

- a exploração de interdisciplinaridade entre o ensino de música, física, matemática e uma sugestão para a utilização da mesma na disciplina de português;
- artes e ciências;
- a música como potencial para o ensino de física;
- a exploração de TICs para o ensino de física;
- a utilização da história da música e suas relações com a física;

Para discutir o pluralismo adotado, embasamos de forma diferenciada cada um desses temas sucintamente, na expectativa de encontrar os limites e possibilidades dessas abordagens na maneira empregada. Elas foram implementadas sem serem construídas em um modelo único, mas com variáveis de acordo com o lugar e estilo dos sujeitos envolvidos. Cabe adiantar que na análise dos dados coletados, não discorremos sobre as metodologias adotadas no sentido de se existe o “certo” e o “errado”, mas sim aproximações do que é adequado para determinados objetivos em suas respectivas condições.

2.1 A EXPLORAÇÃO DE INTERDISCIPLINARIDADE ENTRE O ENSINO DE MÚSICA, FÍSICA, MATEMÁTICA E UMA SUGESTÃO PARA A UTILIZAÇÃO DA MESMA NA DISCIPLINA DE PORTUGUÊS

Em nossa sociedade, existe uma necessidade crescente de conectar conhecimentos. A realidade é complexa, logo um pensamento que leve em consideração essa mesma amplitude, abrangência, com vários referenciais, tende a ser mais adequado para sua compreensão. Visto que a maioria dos problemas raramente se limitam a uma única área, preocupamo-nos com que a metodologia pluralista escolhida consiga abordar em si um pouco da prática interdisciplinar. Assim, expandimos a possibilidade da formação de sujeitos com uma visão mais integral de mundo, aumentando também a significação dos conteúdos trabalhados.

Não existe uma definição precisa para o termo interdisciplinaridade (Thiesen, 2008). Porém, comumente, como o próprio nome sugere ela é ponderada como uma interação entre as disciplinas⁵ em uma ação recíproca. A concebemos em uma relação entre o todo e as partes, na expectativa de uma superação da visão fragmentada nos processos de produção e socialização do conhecimento. Utilizamos ela para complementar a prática disciplinar já existente, pois a interdisciplinaridade não pode existir sem ela e, mais ainda, “alimenta-se delas para analisar a realidade sob os mais diversos prismas (...), permitindo que cada área do conhecimento ofereça sua contribuição ” (JUNIOR e SANTANA, 2010, p.14).

⁵ Para Fortes (2012), entender o que é disciplina é imprescindível para fundamentar interdisciplinaridade. E a disciplina, segundo a autora, é uma maneira de organizar, e delimitar, um conjunto conhecimentos que são importantes para determinadas competências.

A vemos da mesma forma que é defendida no trabalho de Augusto, Caldeira, Caluzi, Nardi (2004) no qual ela se baseia na troca e cooperação entre as disciplinas de forma que as fronteiras se tornem invisíveis, entrelaçando as mesmas e facilitando a aprendizagem. Fazenda (1993), ressalta que a interdisciplinaridade pode aumentar pela intensidade de trocas entre os especialistas ao trabalhar um mesmo projeto de pesquisa. Esse viés possibilita estabelecer relações entre as ideias e realidades, a teoria e a ação do saber, ultrapassando a justaposição dos saberes próximos das diferentes disciplinas.

Segundo Lenoir (2007) existe uma dupla visão da finalidade da interdisciplinaridade. Para exemplificar isso ele traz um quadro com ambas visões, que apresentamos na tabela 1 a seguir. Em um dos olhares, a interdisciplinaridade é fortemente marcada pelo social, de origem europeia, e no outro é mais pragmático, com bases mais anglo-saxônicas.

Tabela 1- As visões da finalidade da interdisciplinaridade.

A DUPLA VISÃO DAS FINALIDADES DA INTERDISCIPLINARIDADE

Uma perspectiva de pesquisa de uma síntese conceitual (acadêmica)	Uma perspectiva instrumental
Objetivo: constituir um quadro conceitual global que poderia, numa ótica de integração, unificar todo o saber científico	Objetivo: resolver problemas da existência cotidiana com base em práticas particulares
Busca da unidade do saber Pesquisa de uma superciência Preocupações fundamentalmente de ordem filosófica e epistemológica	Recurso a um saber diretamente útil (funcional) e utilizável para responder às questões e aos problemas sociais contemporâneos, aos anseios da sociedade

Fonte: Jantsch e Bianchetti, 2002.

As visões apresentadas não são excludentes, e podem ser visas como complementares. Em nosso trabalho, buscamos apresentar a interdisciplinaridade em seus dois aspectos. Combatendo alguns problemas pela prática unicamente disciplinar.

Luck (2009) traz em seu livro vários exemplos de ações contraditórias consequentes de uma prática fracionada nas disciplinas, entre eles, ela comenta 'Quem já não praticou, ou presenciou, situação semelhante àquela em que uma

pessoa grita, com indignação, para outra que gritava com ela, afirmando: “não grite!!! Gritar é falta de respeito e educação!?” (LUCK, 2005, p.18). A autora trata essas ações como expressões de alienação e esvaziamento da dimensão humana e sua realidade. Em específico a prática destacada é resultado da observação de um evento com um único referencial, o sujeito exclui a si próprio do comportamento censurado ao realizar aquilo que crítica.

Quanto a atuação profissional, Luck (2005) cita que é inegável os ganhos possibilitados pela especialização e acreditamos junto com Thiesen (2008) que é uma condição do próprio progresso do conhecimento. Contudo, em vários campos tem especialistas com dificuldades em suas respectivas áreas pela falta de conexão entre o global e o específico. Fruto, muitas vezes da realidade escolar. Dessa forma, essa perspectiva se encaixa na ideia citada Jantsch e Bianchetti (2002) em que a interdisciplinaridade se torna uma necessidade (historicamente como um imperativo) e um problema (um desafio a ser decifrado) é com ela que combatemos os resultados de atuação profissional e alienação cotidianos, que as disciplinas em sua fragmentação do conhecimento tem repercutido.

Sobre o surgimento dessa necessidade, diferentemente da formação do homem que acontece munida de relações estabelecidas pelo sujeito enquanto ser social, sujeito e objeto de conhecimento social (JANTSCH; BIANCHETTI, 2002). A origem da interdisciplinaridade como forma de pensar o desenvolvimento humano se deu em um movimento contemporâneo na segunda metade do século XX contrariando a superespecialização do conhecimento (THIESEN, 2008). Portanto, o fato de ser “recente” contribui para as dificuldades e alternativas interdisciplinares.

Além disso, podemos apontar alguns obstáculos para que o ensino tenha um projeto educativo interdisciplinar. Entre eles, destaca-se a necessidade de especialistas dispostos a experimentar aquilo que provavelmente não viveram em sua formação e a lógica funcional e racionalista que o poder público e a iniciativa privada têm cada vez mais presente no seu cotidiano (THIESEN, 2008). Nesse sentido, Fazenda (1993) aborda a ideia da interdisciplinaridade surgindo no compromisso profissional do educador, no envolvimento com os projetos de trabalho, na busca constante de aprofundamento teórico e, sobretudo, na postura ética diante das questões e dos problemas que envolvem o conhecimento.

2.2 ARTES E CIÊNCIAS

Normalmente separamos artes de ciências, porém vemos a necessidade de estabelecer uma relação entre essas áreas de conhecimento no processo de ensino e aprendizagem. Quando se estuda as “artes liberais”⁶ da Idade Média, de acordo com Ferreira (2010), os limites entre as ciências e a arte se confundiam por juntas constituírem todo o ensino da época. Durante o Renascimento, por exemplo, a interação entre ciência e arte era bastante orgânica e consolidada como processo de criação e pesquisa (Gardair e Schall, 2009). Porém, com o passar dos anos houve uma segmentação e hierarquização dos saberes legitimada pelo Positivismo, algo que desintegrou alguns diálogos entre esses saberes (Cachapuz, 2014).

Temos uma polissemia de ciências: ciências exatas, ciências humanas, ciências biológicas, ciências tecnológicas, entre outras, de forma a abranger os estudos do mundo, algo que torna difícil a definir em poucos termos. Da mesma maneira a definição precisa do campo da Arte encontra esse embaraço.

Ambas definições mudam conforme as diferentes dimensões temporais (desde a pré-história até o futuro da ficção científica); áreas habitadas da comunidade humana (independente do seu estágio tecnológico ou cultural, sempre existe construção de ciências e arte); tipos de manifestação (como as artes visuais, a dança, o cinema, a jardinagem, no campo das ciências qualitativas ou quantitativas); se manifesta tanto em uma escala macro (para as artes incorporando monumentos e cidades, para as ciências o universo), quanto numa escala micro (incorporando miniaturas, joias, objetos, partículas, entre outros.); como também compreende as atividades técnicas (como a marcenaria, construção civil, habilidades de engenharia para criar e construir meios de experimentação), atendendo a suas funções práticas, representativas e ornamentais (FERREIRA, 2010).

O resultado dos dois terem características semelhantes por derivarem de uma construção humana, sendo de nossa natureza criar, mudar o mundo e a si. Atualmente, a definição de ciência que a maioria das pessoas tem acesso é:

⁶ Nome da primeira forma de ensino durante a Idade Média, na qual o ensino universitário se formava por três disciplinas, o trivium (gramática latina, lógica e retórica), seguidas pelas disciplinas do quadrivium (aritmética, geometria, música e astronomia — o conjunto dos quatro ramos do saber).

1 Conhecimento sistematizado como campo de estudo: “[...] precisa também aprender a usar bem o lazer que um dia a ciência, ajudada pela técnica, lhe há de proporcionar” (EV). 2 Observação e classificação dos fatos inerentes a um determinado grupo de fenômenos e formulação das leis gerais que o regem. 3 O saber adquirido pela leitura e meditação. 4 Soma dos conhecimentos práticos que servem a determinado fim. 5 Conjunto de conhecimentos humanos considerados no seu todo, segundo sua natureza. 6 Sistema racional usado pelo ser humano para se relacionar com a natureza a fim de obter resultados favoráveis. 7 Estudo focado em qualquer área do conhecimento. 8 Conjunto de conhecimentos teóricos e práticos canalizados para um determinado ramo de atividade: “Ó ciência difícil dos temperos! Ó arte sutil da ornamentação dos pratos. Um roast beef, sem o recamo da alface, é como a mulher sem meias” (CN). 9 FILOS Ramo específico do conhecimento, caracterizado por seu princípio empírico e lógico, com base em provas concretas, que legitima sua validade. (MICHAELIS, 2016)

Um resumo falho (por ter que ser resumido) quando considera a ciência como algo fechado, pronto e acabado, sem considerar a sua constante reconstrução. Porém, acertado quando fala de uma ciência que se relaciona com a natureza, na qual o homem faz parte e a retrata como uma parte artística deste ser.

O uso que damos hoje ao termo Arte, com letra maiúscula, ou ao adjetivo “artista”, tende a se referir como pessoa imaginativa ou criativa, começou a surgir um pouco antes do início do século XIX, porém ainda antes disso o processo de separação entre ciência e artes iniciava, nos séculos XVI e XVII.

Enquanto a ciência se consolidava como forma de produção de conhecimento baseada nos princípios da razão, da lógica e do pensamento matemático, visando a uma interferência ativa e objetiva na natureza, as preocupações teóricas do campo da Arte vão incorporar a subjetividade, a discussão acerca da moralidade, da sensibilidade, da cultura como uma segunda natureza e da faculdade individual de julgamento do gosto. (FERREIRA, 2010, p.4)

Acreditamos que apesar de existir divisões entre esses saberes, o desenvolvimento delas caminha junto e se cruzam. Logo é importante inserir esse caminhar nas atividades em sala de aula, utilizando-se de uma transversalidade, para facilitar a compreensão das ciências, como mais que uma linguagem motivadora, mas de ressignificação do mundo ao sujeito, como um não aceitar do que se tem, e de uma forma criativa, propondo a modificar-se e criar algo novo.

Se, desde os gregos, o homem faz ciência é para, em última análise, compreender o mundo em que vive e compreender-se a si como habitante desse mundo. É também por essa razão que o homem faz filosofia, faz religião, faz literatura, faz arte. Ora, o que está em causa é, em todos os

casos, a sua relação com um mesmo e único mundo. Um mundo que é um sistema coerente: as partes que o compõem não estão isoladas umas das outras; para as disciplinas particulares e para as especialidades, a própria ideia de Mundo deixa de ser útil (FERREIRA 2008, p.27).

Nesse sentido concordamos com Ferreira (2008) e utilizamos as artes para ter uma sequência didática utilizando ela como elemento transversal à disciplina de ciências, na tentativa de superar uma organização segmentada e hierarquizada do saber. Considerando as ciências como fruto de uma construção humana que está diretamente relacionada com questões políticas, sociais, econômicas, religiosas e artísticas.

Inclusive acreditamos que a ciência pode ser vista como arte, quando a observamos como uma representação que se constrói sobre o mundo e responde a uma incomodação pessoal, originada e extremamente vinculada ao contexto científico ao qual o cientista pertence. Impregnada por princípios e leis ligados a uma comunidade particular que acaba por fornecer um contexto histórico determinado pelos valores, pela cultura, pela economia, pelo contexto social (PIETROCOLA, 2009).

Dessa forma encontramos na arte a possibilidade de exercitar algo tão almejado nos cientistas: o despertar da criatividade considerando o que se tem por base. Predebon (2010) relata: “o comportamento criativo é produto de uma visão de vida, de um estado permanente de espírito, de uma verdadeira opção pessoal quanto a desempenhar um papel no mundo. ” (PREDEBON, p. 33, 2010). Então atentamos para as artes como um treino para desbloquear as próprias potencialidades dos alunos, em prol de transformações necessárias no processo de ensino e aprendizagem, e o tipo de arte que defendemos a seguir é a musical.

2.3 A MÚSICA COMO POTENCIAL PARA O ENSINO DE FÍSICA

Acredita-se que desde os primórdios a música ocupa uma posição importante na sociedade. Sua sistematização é fruto da natureza humana, mas a música em si já existe desde o nascimento biológico dos seres vivos. Para alguns animais, a música é crucial no acasalamento ou a convivência em grupo. Aos seres humanos ela vai ao encontro de algo talvez ainda mais decisivo sobre o nosso comportamento: as sinapses mentais. É subjetivo, mas ela é capaz de ajudar ou

prejudicar a promoção de um estado de equilíbrio, facilitar ou não a concentração e o desenvolvimento do raciocínio. Ela pode funcionar como terapia e nosso organismo possui recursos para produzi-la (Humes, 2004).

Hoje, a música é uma linguagem universal, com interpretações nem sempre precisas de seus significados. Sua composição acompanha os processos de desenvolvimento do ser humano, principalmente como uma arte, criações a fim de proporcionar prazer e sensibilizar o despertar de um sentimento. A versatilidade de composições, em geral, tem como alvo o despertar de alguns sentimentos específicos, como o desejo por um produto, ajudar o próximo, protestar, entre outros. Destes, podemos destacar como objetivo do trabalho a divulgação e apreensão de ideias, o estímulo à aprendizagem e a construção de conhecimentos significativos.

Se desconhece uma organização social no qual a música não esteve presente como forma de transmissão e fortalecimento de uma ou mais culturas, estimulando a aprendizagem. Acreditamos que essa prática milenar, de utilização e criação de música como parte de formação das pessoas pode contribuir para a alfabetização científica dos estudantes. Isso ressoa com a concepção de ensino de ciências indicada por Carvalho (2011), em que a alfabetização científica pode ser vista como um processo de “enculturação científica” dos alunos, no qual espera-se que os alunos sejam inseridos em mais de uma cultura, a científica.

Dentre os eixos estruturantes da alfabetização científica, a música pode cooperar em alguns específicos. São eles: a compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais, a compreensão da natureza das Ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática, e o entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente. Isso, em três instâncias, na criação de letras pelos alunos seguindo esses critérios acima, na especulação de áudios já prontos e na pesquisa de como se forma esses áudios.

Segundo Vygotsky (1988), ensino e aprendizagem são resultados da interação do sujeito com o meio, logo se evidencia a importância do papel da linguagem, da cultura e da escola neste processo. Freire (1996) completa, ao afirmar que a educação exige o reconhecimento e a assunção da identidade cultural, criticidade ideológica, vontades e sentimentos; ensinar não é transferir conhecimentos, mas criar as possibilidades para a sua própria construção, sem

verdades absolutas. Logo, conhecimento é cultural, pois resulta de um sistema e significações.

A música pode ser compreendida como artefato cultural, com uma linguagem própria, um agente estimulador da aprendizagem e sua arquitetura tem um fator destacado por alguns autores como Gianetti (2006), Prates (2011) e Campos(1995) como crucial ponto de encontro entre ciência e artes. Em ambos, ciências e artes, existe uma capacidade de inovação, criação e é caracterizado por visões de mundo ou mundos, um aspecto a ser incentivado na educação por ser fundamental para a evolução do pensamento humano (GIANETTI, 2006, PRATES, 2011, CAMPOS, 1995).

Segundo Ribas e Guimarães (2004) é impossível acessarmos o mundo em toda sua transparência e "realidade", pois a forma com que o vemos está impregnada de linguagens, histórias e olhares. Contudo, utilizar-se de mais linguagens além da carregada de termos científicos, facilita uma visão menos restrita e dogmática desta.

A música faz parte da cultura, logo quando a analisamos é importante pensar: O que a cultura está querendo ensinar? Como isso poderá afetar o sujeito? Como explorar esse espaço? Com ajuda dessa análise, a música aumenta o seu potencial para, de forma descontraída, enfatizar os conteúdos escolares ou desestruturá-los, pois, mesmo sabendo que o espaço musical não tem nenhum compromisso com a produção destes saberes, ela está ligada a um mundo mais próximo dos alunos, que pode ser criticado, moldado, explorado. Barros, Zanella e Jeorge (2013) reconhecem que muitas são as vantagens para a utilização da música como recurso nas aulas de Ciências naturais, em suas palavras: "é uma alternativa de baixo custo, uma oportunidade para o aluno estabelecer relações interdisciplinares, uma atividade lúdica que ultrapassa a barreira da educação formal e que chega à categoria de atividade cultural" (Barros, Zanella E Jeorge, 2013, p. 4).

Dessa afirmação, entendemos que apesar da grande potencialidade de poder sensibilizar os alunos a se envolverem com a aula, o uso de música nem sempre deve ser considerado como um elemento motivador ou lúdico, por sua dependência da relação dos estudantes na proposta, do contexto e da anteriormente citada subjetividade. Por isso pretendemos ter várias abordagens com a música como tema gerador, visto que uma aula expositiva, por exemplo, pode ser mais lúdica e

motivadora do que uma aula com música em si, experimentação, ou o uso de jogos, na qual os alunos podem ter um déficit de compreensão da intencionalidade.

Atualmente a música, quando utilizada nas aulas de física do Ensino Médio, surge mais comumente em cursinhos pré-vestibulares, como ferramenta de fixação do conteúdo. Um objetivo de fácil acesso com esse meio é importante para a solidificação de saberes, porém com esse único objetivo, quando seu emprego é visto distante do contexto ou sem ser uma arte, ela pode se tornar empobrecida, conteudista e tradicional.

Neste sentido, Silveira e Kiouranis (2008) apontam que a utilização de música como auxiliadora das aulas deve ser operada de modo a visar seu potencial máximo, que vai além dos conteúdos conceituais, avançando aos procedimentais e atitudinais.

No Ensino de Física, e isso não é diferente para o Ensino de Química, prevalece a 'Ciência do Outro' e quase nunca 'Nossa Ciência', já que cozinhamos com o microondas ou nos comunicamos por meio do microcomputador e, no entanto, estamos cada vez mais afastados dos fundamentos indispensáveis para a elaboração dos conhecimentos e dos avanços científicos e tecnológicos que permeiam nosso cotidiano. Entendemos ser fundamental aos alunos compreenderem que a ciência química tem tudo a ver com a cultura contemporânea e que, por meio dela, é possível estabelecer um diálogo inteligente com o mundo. (...) Isso pode ser feito utilizando o conhecimento "científico" dentro dos limites da ciência ou expressando sentimentos e sensações sobre a ciência por meio do imaginário e da arte. No âmbito dessas questões, não devemos esquecer que os alunos, em todos os níveis de aprendizagem, estão imersos em novas tecnologias e novas linguagens, decorrentes da ampla e irrestrita difusão de informações (SILVEIRA E KIOURANIS, 2008, p. 2).

Portanto para ir de encontro a potencialidade esperada da utilização de músicas, pensamos em aulas com uma relação múltipla e compreensiva da realidade, com letras que a contextualizam, a fim de incluir uma discussão humanística que fazem pensar o porquê das coisas, de forma a instigar a curiosidade, a investigação e a criação. Objetivos educacionais que são defendidos por vários autores (FERREIRA, 2008; CACHAPUZ, 2014; PIETROCOLA, 2009) e estão presentes nos PCNs.

A partir desses argumentos entendemos que a música deve ser utilizada como ferramenta, de forma reflexiva, que permita ao professor utilizá-la como mecanismo importante nos processos de mediação e negociação de significados ao

abordar temas científicos. Construindo assim, tópicos importantes com uma dimensão ambientalista, como a poluição sonora, política, como segurança no trabalho, decibéis que poderíamos escutar, e social, até como escutamos a música. Para isso, utilizamos alguns recursos audiovisuais, portanto a seguir, abordamos a importância das tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) para o ensino de física.

2.4 A EXPLORAÇÃO DE TICs PARA O ENSINO DE FÍSICA.

Uma melhor comunicação possibilita uma ideia mais precisa da informação necessária para o contexto. Desde os primórdios a melhoria dela não só acompanha a evolução da humanidade, como a possibilita. Ela é composta por palavras, sinais, movimentos, desenhos, e uma infinidade de possibilidades de acordo com a determinação dos grupos em sua individualidade.

Com o desenvolvimento humano, empenhamos tecnologias na comunicação, a fim de melhorá-la. As tecnologias, em pé de igualdade com a comunicação, aparecem na história com um papel de destaque. Figueiredo e Brasil (2017) apontam que a capacidade de produzir e utilizar artefatos culturais de forma cumulativa e intensiva, por meio da comunicação, nos distingue de outros animais e marca a existência da nossa espécie. Ainda, o avanço das tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) tem modificado constantemente e significativamente a estrutura de muitos setores da sociedade. É necessário que o sistema escolar acompanhe essas mudanças.

Em uma análise da recente tecnologia, Lévy (2010) traz a ideia de que possivelmente essa propiciou mudanças comparáveis àquela ocorrida com a introdução da escrita na cultura ocidental. Ele aponta que a cultura da informática é uma nova forma de assimilação do conhecimento, e sem denominar propriamente de TICs⁷, o autor, trata a oralidade, o lápis, o papel como parte das tecnologias para a comunicação. Recursos que possibilitaram uma maior abstração compartilhada do mundo e criaram outras formas de racionalidade. Assim como hoje, celulares, softwares, jogos eletrônicos, sites, enfim, tecnologias, suscitam a criação de uma nova cultura de forma veloz.

⁷ O autor traz o título do livro como as tecnologias da inteligência e ao se referir às TICs, sem a abreviação, utiliza apenas o termo tecnologias da informação.

Muitos autores ao se referirem as TICs, normalmente associam o termo com a definição apresentada por Martinez (2004, p.96) como o “ Conjunto de tecnologias microeletrônicas, informáticas e de telecomunicações que permitem a aquisição, produção, armazenamento, processamento e transmissão de dados na forma de imagem, vídeo, texto ou áudio”. Em vista disso, sempre que utilizarmos a expressão TICs, estaremos em acordo com essa visão (utilização de computadores, celulares em seus componentes com aparatos mais recentes para o acesso a informação e comunicação quase instantânea, que incluem calculadoras gráficas, sensores e recursos que podem ser associados à informática).

De acordo com Vieira (2013), as primeiras propostas para integrar microcomputadores aos laboratórios didáticos surgiram durante a década de 1980. Isso se deu com o acoplamento de sensores diversos a sistemas de aquisição de dados em computadores, para realizar vários experimentos. A possibilidade de coletar dados em grande quantidade, rapidamente e os apresentar quase imediatamente em forma de gráficos, tornou mais fácil a realização de análises estatísticas.

Naquela época, poucos setores da sociedade tinham acesso a essas tecnologias. Os pesquisadores da área de Informática na Educação se juntaram para criar um conhecimento prático sobre como utilizar o computador com finalidades educacionais através de pesquisas, na qual o primeiro projeto foi chamando de EDUCOM⁸ (FREIRE et al., 1998). Desde então, com a expansão das pesquisas e o aumento da inserção das tecnologias em nossas vidas, atualmente existem vários apontamentos sobre os limites e as possibilidades da inserção das TICs no processo de ensino e aprendizagem.

Em nossos documentos norteadores oficiais, já é prevista a implantação de tecnologias como uma ferramenta para complementar as disciplinas em si, inserindo o estudante nas possibilidades de sua utilização, preparando-o para assumir seu papel de cidadão (BRASIL, 2002). Nesse contexto de inserção das TICs, Belloni (2001) evidencia reflexões sobre as possibilidades de seu emprego em três

⁸ Esse Projeto, foi “desenvolvido a nível nacional por cinco universidades, tinha como objetivo pesquisar o papel do computador no processo de ensino-aprendizagem. Cada universidade apresentou uma proposta para viabilizar essa pesquisa. [...] com duas escolas de 1º e 2º graus da rede estadual de ensino em estudo, tinham o intuito de desenvolver uma metodologia sobre o uso integrado do computador nas atividades escolares.” (Freire; Prado, Martins; Sidericoudes, 1998, p.4)

dimensões educativas: educar para a mídia, educar com a mídia, e educar através da mídia. Respectivamente, a primeira tem a mídia como objeto de estudo, crítica e reflexão; A segunda trata as TICs como ferramenta pedagógica, com vídeos, e facilitadores da memorização, interpretação e informação; e por fim, a última aborda à produção de mídia no contexto educativo.

Em nosso trabalho, empregamos as TICs como ferramentas pedagógicas, ou seja, educamos com a mídia, em quatro aspectos principais classificados como: a) vídeos, que podem ser entendidos como animações, b) simulações c) laboratório virtual, (d) e os laboratórios baseados no uso de sensores e na aquisição automática de dados (Brasil e Figueiredo, 2017, Paula e Talim, 2012).

Para diferenciar animações, simulações e laboratórios virtuais, Brasil e Figueiredo (2017) apresentam uma serie de critérios. O primeiro deles é relativo a interatividade estabelecida entre o estudante e o aplicativo. No caso das animações, quase inexistente interatividade, normalmente quem as utiliza é limitado a assistir imagens em movimento, as vezes acompanhadas de som, para representar: um modelo científico, objetos, eventos que compõem um fenômeno natural e sistemas abstratos ou concretos. Por esse motivo, encaixamos os vídeos no critério de animação.

Segundo o autor supracitado, quando nos referimos as simulações, existe uma maior interatividade com o estudante, que pode ser baixa, média ou alta. Essa consideração de intensidades existe pelas diferentes propostas e respostas dos aplicativos em seu manuseio. “Quanto maior o número de variáveis que podem ser manipuladas pelos estudantes e quanto mais complexas forem as interações entre essas variáveis, maior será o grau de interatividade entre o estudante e a simulação” (BRASIL E FIGUEIREDO, 2017).

Já nos laboratórios virtuais, a interatividade entre o estudante e o aplicativo tende a ser maior. Eles permitem a realização de experimentos semelhantes àqueles que podem ser realizados em um laboratório real. Nesse sentido, é possível realizar medidas, alterar mais parâmetros, e aqui entra o segundo critério que Brasil e Figueiredo (2017) propõem para distinguir animações, simulações e laboratórios virtuais: o tipo de informações produzidas pelo aplicativo.

As simulações e animações permitem informações quantitativas, mas não é uma propriedade predominante. Em específico, nas animações, as informações tem

um perfil descritivo do fenômeno. Assim, elas podem ter informações, porém não resultam da interação entre o estudante e o aplicativo. Nas simulações ocorre o mesmo, porém a interatividade na mudança das informações é maior. E já no laboratório virtual, como já comentado no parágrafo superior, torna o estudante o responsável por modificar quase todos os dados quantitativos.

O terceiro critério que os autores apresentam serve para diferenciar apenas simulações e laboratórios virtuais e está baseado no tipo de representações predominantemente do aplicativo. Nos laboratórios virtuais prevalecem objetos e eventos pertencentes ao mundo real em uma representação mesclada, de menor intensidade, com os processos pertencentes aos mundos concebidos pelas ciências. O inverso ocorre com as simulações (Brasil e Figueiredo, 2017).

E por fim sobre os laboratórios baseados no uso de sensores e na aquisição automática de dados. Utilizamos os recursos do computador e/ou celular para ter instalações e aparelhagem necessárias para exames e experiências, tanto efetuados no contexto de pesquisas científicas, quanto para a utilização didática analisando o que está ao nosso redor.

Para a seleção dos recursos que as TICs proporcionam, adaptamos os critérios de seleção que Cardoso e Dickman (2012) trazem em seu trabalho ao falar de simulações. Sendo mais adequado para a utilização os recursos com maior: a) facilidade de utilização, recursos que os professores e alunos tenham facilidade de manusear e compreender dedutivamente, sem a necessidade constante de manuais; b) alto grau de interatividade, quanto mais os estudantes possam interagir, refletindo sobre o que pode acontecer, o que acontece, por que acontece, e quanto mais opções de alteração de variáveis contextualizadas, melhor; c) e a confiabilidade da origem do aplicativo, TICs que pudessem trazer a visão de fenômenos de forma coerente, produzidas por fontes confiáveis.

Com esses critérios, optamos pela otimização das TICs como ferramenta pedagógica. Porém, entre os estudos da sua utilização encontramos a visão de Menezes e Vidal (2015) que, ao compararem essas tecnologias presentes nas aulas com a tecnologia e informação presentes constantemente na vida dos estudantes, perceberam que eles tendem a ter uma situação de conforto. Logo, quando se trata da motivação do aluno, a sensação de novidade já não tem sido tão comum.

Ainda pensando no conforto que as TICs proporcionam, Menezes e Vidal (2015), ao compararem a utilização de recursos virtuais com os reais, destacam que os usos dos primeiros propiciam uma maior segurança ao estudante para explorar o aplicativo e assim construir conhecimento.

O aluno *tem* uma visão geral do experimento e uma segurança maior na execução das tarefas, visto que a atividade realizada no computador é praticamente isenta de acidentes e imprevistos que causem dano ou prejuízo ao equipamento ou ao aluno (MENEZES e VIDAL, 2015, p. 5).

Integramos a essa percepção as ideias de Miranda, Arantes e Studart (2010, p. 29), que afirmam que “as simulações virtuais encorajam os alunos a explorar o comportamento da simulação, questionar suas ideias e desenvolver outros modelos correspondentes sobre determinado assunto”. Assim se complementa a função dos objetos de aprendizagem virtual que Santos e Kornowski (2015, p.5) trazem ao analisar os artigos que abordam as TICs no contexto educacional: “elas não devem ensinar, mas criar condições de aprendizagens e de ambientes de aprendizagem para facilitar o processo de desenvolvimento intelectual do aluno” .

As metodologias adotadas em sala de aula, em geral, têm como base a utilização de recursos (quadro, giz, livro) que por vezes são empobrecidos para entender as relações entre os conceitos, sua importância e aplicação, tornando o material pouco significativo. Logo, Cardoso e Dinckman (2012) defendem que as TICs já estão em um meio difundido na sociedade, então, por que não a utilizar para auxiliar a suprir as necessidades e dificuldades dos alunos, ao aprenderem física?

É consenso que experimentações podem auxiliar no ensino de física, porém existem inúmeras condições em que aulas práticas são difíceis e muitas vezes inviáveis para serem realizadas em um laboratório didático real, um problema que pode ser superado com recursos virtuais pela acessibilidade e durabilidade, possibilitando inclusive elementos gráficos e de animação em um mesmo ambiente (SANTOS e KORNOWSKI, 2015).

Para Macêdo, Dinckman e Andrade (2012) entre os vários problemas que os professores de Física enfrentam, está a tentativa de explicar para seus alunos fenômenos mais abstratos. Observando que alguns são difíceis de serem imaginados e visualizados somente por meio de palavras, gestos, ou figuras, as

TICs podem surgir como uma forma lúdica, na simplificação e descrição mais precisa de conceitos. Elas possibilitam aos alunos observar em alguns minutos a evolução temporal de um fenômeno que levaria horas, dias, meses ou anos em tempo real, além disso o estudante pode repetir a observação sempre que o desejar (Macêdo, Dinckman e Andrade 2012).

Essa ferramenta didática surge como uma alternativa com inúmeras possibilidades de utilização para aumentar o protagonismo dos estudantes. Dessa forma, expandi a interação destes com os objetos de estudo, podendo ser mais significativo (Santos E Kornowski, 2015).

Cabe comentar que entre tantos benefícios, Cardoso e Dickman (2012) salientam que ao utilizarmos a simulação devemos tomar cuidado para não trata-la como se ela incorporasse todas as propriedades do mundo real. Pois “uma simulação pode tão somente imitar determinados aspectos da realidade, mas nunca a sua total complexidade” (Medeiros e Medeiros, 2002, p. 83). Logo, ao utilizar as TICs devemos nos preocupar para que os aprendizes saibam que a representação virtual de um fenômeno não atende a todas as propriedades de uma experiência real (CARDOSO e DICKMAN, 2012).

Entre as limitações desses recursos, Brasil e Figueiredo (2017) relatam que raramente eles abordam os materiais e estratégias que os cientistas utilizaram antigamente em experimentos importantes na história dos processos de produção e validação do conhecimento científico. E quando trazem, normalmente eles eliminam os problemas ligados à segurança, as dificuldades da época ou ao tempo necessário para a realização de um experimento. Logo, pode se induzir a um pensamento errôneo de como se constrói a ciência (BRASIL e FIGUEIREDO, 2017).

Os computadores, *Datashows*, simulações e vídeos ainda ganham pouco espaço na sala de aula seja pela falta de informação dos professores ou dos recursos oferecidos. E quando se fala sobre o uso do celular, os índices de utilização diminuem ainda mais. De acordo com Delconiti e Martins (2014), essa resistência teria origem de um choque entre as instituições e a geração que nasceu em meio as tecnologias digitais. Portanto, existiria a necessidade de capacitações sobre esses recursos.

Por esses motivos, autores como Menezes e Vidal (2015), Paula e Talim (2012), Figueiredo e Brasil (2017), de formas diferentes descrevem vários exemplos

de comparação entre recursos virtuais e reais. E entre contradições do que seria melhor, eles apontam a sugestão de que exista a combinação de ambos. Afinal o julgamento da potencialidade ou de uma limitação específica de uma determinada ferramenta pedagógica, dependerá dos objetivos idealizados. Como nosso objetivo inclui que os alunos percebam as ligações entre diversas áreas do conhecimento em sua construção, em nossa proposta didática complementamos a utilização das TICs com um texto, que contextualiza a história da ciência e a seguir discorreremos sobre a importância da utilização da história da ciência para o ensino e aprendizagem.

2.5 A IMPORTÂNCIA DA UTILIZAÇÃO DA HISTÓRIA DA MÚSICA E SUAS RELAÇÕES COM A FÍSICA NO ENSINO

Entre as discussões sobre os impactos das formas de ensino na aprendizagem, está como ocorre a construção dos conteúdos com os alunos. Segundo Silva e Martins (2003), existe uma importante distinção entre conhecimento científico e crença científica. Respectivamente, o primeiro se remete as pessoas que aceitam algum saber científico por conseguirem entender e justificar esse conhecimento, e o segundo corresponde a aceitação de conhecimentos científicos, com base no respeito à autoridade dos professores ou dos cientistas. Logo, procuramos ações de ensino que ultrapassassem a visão dos saberes como crença.

Na tentativa de atingir esse objetivo, existe uma convergência de ideias, por diversos autores, que indicam a História da Filosofia das Ciências (HFC) como facilitadora. Algo que de acordo com Martins (2007), reafirma sua importância ao reaparecer em outros movimentos, como a Ciência Tecnologia e Sociedade e Meio Ambiente⁹ (CTSA).

Para Castro e Carvalho (1992) às mudanças conceituais, na história, são iminentes as a mudanças metodológicas. Transpondo essa visão para as práticas de sala de aula, a utilização de HFC ainda é pouco difundida nas escolas e ela pode modificar as relações de como se pensa o processo de aprendizagem no cotidiano. Portanto, a postura adotada em relação à ciência no ensino é uma condição indispensável na construção significativa de conhecimentos científicos; sua história e

⁹ O movimento CTSA surgiu com a preocupação de inserir, para o ensino de ciências, temas que trouxessem a complexidade das interconexões da ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente, apresentando-se como uma análise crítica de compreender os aspectos gerais do fenômeno científico-tecnológico. (BORTOLETTO e CARVALHO, 2009)

filosofia ensinariam mais sobre o processo de “metodologia científica” do que os livros que tem tal título. (MARTINS, 2006).

Se existe um isomorfismo entre o processo de pesquisa científica e a aprendizagem significativa da ciência, e isto justifica a orientação do ensino através da mudança conceitual, o que impede a ocorrência desta mudança não é a simples existência das pré-concepções dos alunos, das construções naturais que eles empreendem e, sim, a existência de uma metodologia, falsa e superficialmente científica, inerente a estas concepções. (CASTRO e CARVALHO, 1992, p.234)

Martins (2006), relata que é frequente conhecermos grandes nomes da ciência. Porém, raramente fazemos o mesmo com *quando* e *como* os cientistas desenvolveram suas pesquisas, as relações entre o poder, suas ideias, e o que ocorria ao redor no mundo (especialmente, em seu contexto). Essa preciosidade contextual, dá uma impressão importuna, inadequada e comum, que a ciência é atemporal e acontece magicamente, não pertencendo as ações de obras humanas.

Segundo Castro e Carvalho (1992), conhecer a história das ideias na tentativa de compreender seu o progresso, pode ajudar a entender as relações da ciência com outras atividades humanas. Assim, os alunos poderão perceber que suas dificuldades de compreensão e abstração de saberes, muitas vezes se assemelha a dos cientistas do passado. Em suas palavras:

Encarar a ciência como um produto acabado confere ao conhecimento científico uma falsa simplicidade que se revela cada vez mais como uma barreira a qualquer construção, uma vez que contribui para a formação de uma atitude ingênua frente à ciência. [...] A introdução da dimensão histórica pode tornar o conteúdo científico mais interessante e mais compreensível exatamente por trazê-lo para mais perto do universo cognitivo não só do aluno, mas do próprio homem, que, antes de conhecer cientificamente, constrói historicamente o que conhece. (CASTRO e CARVALHO, 1992, p.228)

Quando trabalhamos nessa perspectiva, e desejamos que os alunos desenvolvam essa percepção, não esperamos que eles sigam exatamente a mesma trajetória dos cientistas envolvidos em determinado objeto de estudo, ao longo dos anos. Afinal, precisaríamos de uma vida inteira, com o mesmo comprometimento e condições da época para construir os saberes de igual forma. Não há tempo e motivos para repetir cada detalhe. Algo que segundo Castro e Carvalho (1992, p. 235) também é característica do desenvolvimento do conhecimento científico.

“Kepler não precisou refazer as tabelas de Brahe para utilizá-las e Newton, como ele próprio afirmou, fez o que fez por se apoiar em ombros de gigantes.” .

Entretanto, sempre existira pontos de convergência, e momentos que os alunos terão que refletir e pensar sobre as mesmas questões que se haviam nos séculos anteriores. Conseqüentemente, em uma sociedade onde temos enaltecido o utilitarismo, a clarificação entre o dialogo estabelecido na construção do conhecimento pelo aluno e na ciência pode amenizar a ansiedade de buscar um produto final, informações, fórmulas, ou definições prontas para ser memorizadas.

Relativo a natureza da ciência, Silva e Martins (2003) abordam uma lista, de como a História da Ciência pode ajudar em sua compreensão. A seguir apresentamos os tópicos presentes em seu trabalho:

1. Uma observação significativa não é possível sem uma expectativa pré-existente.
2. A natureza não fornece evidências simples o suficiente que permitam interpretações sem ambigüidade.
3. Teorias científicas não são induções, mas sim hipóteses que vão necessariamente além das observações.
4. Teorias científicas não podem ser provadas.
5. O conhecimento científico não é estático e convergente, mas sim mutável e sem fim.
6. Uma formação prévia dentro de um mesmo paradigma é uma componente essencial para que haja acordo entre os cientistas.
7. O pensamento científico não se constrói sem influência de fatores sociais, morais, espirituais e culturais.
8. Os cientistas não constroem deduções incontestáveis, mas sim julgamentos complexos e especializados.
9. O desacordo é sempre possível. (SILVA e MARTINS, 2003, p.54)

Com esses tópicos listados acima acreditamos, que se bem trabalhado, a utilização de HFC nas aulas facilita a criação de uma visão da ciência que não a diminui (com visões anticientíficas que a encaram como uma mera opinião que muda conforme a ideologia), e nem enaltecem (a validando como verdade única) (Martins, 2006).

Possibilita a compreensão da ciência como algo mais amplo, talvez um estudo aprofundado sobre um determinado tema, sem regras fechadas para sua construção. Algo que necessite de escolhas, elaboração de argumentos, empenho, lutas, ideias preconcebidas (que podem ou não, ter fundamentos), coleta de dados e ou experimentos; algo que em sua apresentação traga possibilidades de testes e disposição para modificação e melhorias; de forma que quando averiguado, apresente indícios e evidências a favor e contra cada argumento ou ideias, assim, estabelecendo fundamentos, para o seu progresso. Uma compreensão que analise

a ciência como estruturada na construção de ideias sobre um determinado tema que se desconstrói e constrói novamente, como um ciclo, porém com novas indagações, ou antigas, com diferentes possibilidades e caminhos de respostas.

Quando o aluno consegue entender a reestruturação conceitual do conhecimento, com mediação do professor, dependendo a abordagem utilizada, exige dele a capacidade de se pensar em várias possibilidades simultâneas, na análise de prós e contras, com argumentos a favor de todas, buscando a melhor delas, sem se prender a nenhuma. Além disso, exige a superação do entendimento que existe uma disputa entre a concepção do estudante e a do professor; é necessário deixar de lado uma ideia antes aceita, o que por vezes pode gerar uma sensação de perda.

Nessas relações, de acordo com Castro e Carvalho (1992), a significação do saber pode aumentar, quanto mais próximo da gênese o aluno interroga seu objeto de estudo, demonstrando disposição para reconstruir e entender as razões, ou conexões que acompanham as modificações de tal conhecimento, ao longo do tempo. Essa ação indica um reconhecimento, pelo sujeito, de que os saberes atuais são frutos de uma construção com diversos procedimentos e limitações.

A visão de quem são os cientistas, também tende a mudar quando se trabalha com HFC nas alunas. Eles podem passar a ser observados como pessoas normais, que tem falhas, padrões de vida não tão diferenciados, sujeitos que não são semideuses; porém, que possuem um empenho e esforço intrínseco grande o suficiente, para se envolverem intensamente com seus objetos de pesquisa, fato que não deve ser desprezado. Silva e Martins (2003, p.55) trazem em seu trabalho o seguinte exemplo “ Muitas pessoas podem gostar de música, mas poucas são capazes de entender sua estrutura, tocar ou compor boa música. O mesmo tipo de coisa ocorre com a Ciência.” Da mesma forma, não cientistas podem gostar de ciências e até a entender, porém para a construir necessita-se de muito mais envolvimento e treinamento.

Entre várias indicações dos resultados da utilização de HFC, a temos também como uma propiciadora inevitável de interdisciplinaridade nas aulas. Afinal ela tende a abranger a compreensão da estrutura do conhecimento científico e suas relações com o poder, sociedade e ser (Castro e Carvalho, 1992).

Disposto alguns dos benefícios, da utilização de HFC, Martins (2006), lamenta a falta de matérias, e indica alguns cuidados que auxiliam na elaboração de um apoio textual sobre história da ciência, com fins educacionais, e são eles: “deve ser escrito em linguagem adequada e simples, procurando explicar tudo claramente, sem pedantismos acadêmicos mas sem tentar simplificar e transformar em “água com açúcar” a complexidade histórica real.” (Martins, 2006, p.28) .

Além dos cuidados para a elaboração textual, o autor também destaca três aspectos que o uso inadequado da HFC pode trazer para o bom ensino de ciências, são eles: a) a redução da história da ciência a nomes, datas e anedotas; b) as concepções errôneas sobre o método científico; c) o uso de argumentos de autoridade. Respectivamente, o primeiro item a) se refere a ideias de que, os autores da ciência são gênios, e a ciência se faz em eventos inéditos com experimentos e “descobertas” em datas bem determinadas (sem um processo), independente dos demais fatores, (como cinderela que se transforma da noite para o dia, em segundos, magicamente, em outra pessoa); o segundo item b) concerne a utilização de ideias erradas de como se faz ciência, como lendas (não reais, sem fundamentos), e ideias indutivistas de que apenas observando se entende a ciência, no qual com experimentos podemos mostrar como se obtém uma teoria; e por fim, o item c) é atribuído a tentativa de obrigar à aceitação dos conhecimentos científicos, por uma hipótese científica ou algum nome famoso.

Diante desses argumentos, percebemos que o uso de HFC no ensino é importante, porém não simples. Muitas vezes, para se empregar o mesmo, é imprescindível um conhecimento aprofundado sobre o tema, logo ele ocupa um espaço em nossa sequência didática para entender como se construiu o conhecimento da música, por um ângulo da física, matemática e sociedade local.

Embasado nesses conhecimentos, a seguir nos procedimentos metodológicos apresentamos e fundamentamos como ocorreu a nossa pesquisa para que pudéssemos avaliar as potencialidades e os limites de uma sequência didática que relacionasse a música e a física.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Com três tipos diferentes de coleta de dados (entrevista, questionário e observação) e duas principais fontes de informação (professores e alunos), desenvolvemos esse trabalho em uma combinação de métodos qualitativos, definindo por Flick (2009), como triangulação de dados. Portanto, para entender os procedimentos adotados, primeiramente traçamos um panorama geral da pesquisa qualitativa diferenciando da quantitativa, explicamos resumidamente cada um dos recursos utilizados na coleta de dados e encerramos com a justificativa da metodologia e um posterior detalhamento de cada processo executado.

Seguindo o pensamento de Flick (2009) a pesquisa qualitativa prima pelo estudo de relações complexas utilizando todas as variáveis possíveis para entender os processos e resultados em análise de maneira mais ampla. A construção da realidade costuma se basear no que é percebido no subjetivo consciente e inconsciente do avaliador, normalmente pautado em textos (descrições de entrevistas, documentos oficiais, relatos de experiências, entre outros) e observações.

A investigação qualitativa emprega diferentes concepções filosóficas; estratégias de investigação; e métodos de coleta, análise e interpretação dos dados(...). Procedimentos qualitativos baseiam-se em dados de texto e imagem, têm passos singulares na análise dos dados e se valem de diferentes estratégias de investigação (CRESWELL, 2010, p. 206).

Para Creswell (2010) é nesse estilo de pesquisa que costumamos encontrar caminhos para a compreensão das a) motivações de grupos, b) interpretações comportamentais, c) a opinião e as expectativas dos indivíduos, entre outras, cada qual com relação às particularidades de seu caso. De acordo com Trivinos, podemos dizer que a pesquisa qualitativa é uma “ expressão genérica. Isto significa, por um lado, que ela compreende atividades de investigação que podem ser denominadas específicas e, por outro, que todas elas podem ser caracterizadas por traços comuns. ” (Trivinos, 1987, p. 120). Nessa perspectiva, existe a tendência de evitar a criação de uma situação artificial, afinal ela é limitada às análises temporais e individuais no campo em que os participantes vivenciam habitualmente suas atividades, partindo do ambiente natural dos sujeitos pesquisados. Cabe salientar

que durante essa pesquisa, desde a coleta de dados até a análise final, utilizamos como laboratório o ambiente escolar, e levou em consideração as questões dos pesquisados.

Já na pesquisa quantitativa, Croswell (2010) aponta que as pesquisas nessa base filosófica têm como característica o levantamento de quantidades numéricas, afim de transpor em números opiniões e informações. As técnicas de pesquisa tendem a isolar o objeto estudado e a análise inclina-se á dedução utilizando como ponto de partida o resultado geral. Os objetivos, análise e a metodologia de dados costuma ser examinada com objetividade, pelo estabelecimento de relações fechadas.

Filho e Terense sintetizam as diferenças entre ambas as metodologias de pesquisa na tabela abaixo.

Tabela 2- Características das abordagens qualitativa e quantitativo

	Pesquisa quantitativa	Pesquisa qualitativa
Inferência	Dedutivo	Indutivo
Objetivo	Comprovação	Interpretação
Finalidade	Teste de teorias, predição, estabelecimento de fatos e teste de hipóteses	Descrição e entendimento de realidades variadas, captura da vida cotidiana e perspectivas humanas
Realidade investigada	Objetiva	Subjetiva e complexa
Foco	Quantidade	Natureza do objeto
Amostra	Determinada por critério estatístico	Determinada por critérios diversos
Característica da amostra	Grande	Pequena
Característica do instrumento de coleta de dados	Questões objetivas, aplicações em curto espaço de tempo. Evita-se a interação entrevistador-entrevistado,	Questões abertas e flexíveis. Explora a interação pesquisador-entrevistado.
Procedimentos	Isolamento de variáveis. Anônima aos participantes.	Examina todo o contexto, interage com os participantes.
Análise dos dados	Estatística e numérica.	Interpretativa e descritiva. Ênfase na análise de conteúdo.
Plano de pesquisa	Desenvolvido antes de o estudo ser iniciado. Proposta estruturada e formal.	Evolução de uma idéia com o aprendizado. Proposta flexível.
Resultados	Comprovação de hipóteses. A base para generalização dos resultados é universal e independente do contexto.	Proposições e especulações. Os resultados são situacionais e limitados ao contexto.
Confiabilidade e validade	Pode ser determinada, dependendo do tempo e recurso.	Difícil determinação, dada à natureza subjetiva da pesquisa.

Fonte: Filho e Terense, 2006, p.4.

Como o número de participantes não se estende a toda a cidade, ou região, e as características presentes coincidem com os argumentos da terceira coluna da figura 2, nossa pesquisa se encaixa melhor no título de qualitativa. Nesse gênero, foi necessário considerar a visão de todos os participantes da pesquisa, pois existiram diferentes percepções do processo. Entendemos que o potencial de êxito de uma sequência didática, gera a pergunta: para quem? Professores? Alunos? Sociedade? Como?

Portanto, com a distribuição de importância por igual entre dados e fontes, qualificamos o caso em uma triangulação de dados. Utilizamos ela na tentativa ampliar a descrição, explicação e compreensão do foco em estudo. Nesse estilo, encontramos uma definição que Flick (2009) apresenta como:

A triangulação implica que o pesquisador assuma diferentes perspectivas sobre uma questão em estudo ou, de forma mais geral, ao responder as perguntas de pesquisa. Essas perspectivas podem ser substanciadas pelo emprego de vários métodos e/ou em várias abordagens teóricas. Ambas estão e devem estar ligadas. Além disso, referem-se à combinação de diferentes tipos de dados no contexto das perspectivas teóricas que são aplicadas aos dados. Essas perspectivas devem ser tratadas e aplicadas, ao máximo possível, em pé de igualdade e de forma igualmente consequente. Ao mesmo tempo, a triangulação (de diferentes métodos e tipos de dados deve possibilitar um excedente principal de conhecimento. Por exemplo, a triangulação deve produzir conhecimento em diferentes níveis e, assim, contribuem para promover a qualidade na pesquisa. (Flick 2009, p. 62)

Nesse processo, cuidamos para não empregar uma visão muito simplista ao pensar que essas junções podem produzir uma visão admitida como unitária, “a verdade”. Desta forma, esperamos que na leitura desse trabalho se tenha clareza que uma a realidade é multifacetada, e essa categoria faz apenas aproximações da realidade evitando outros problemas como as limitações dos próprios métodos.

No quadro 1 sintetizamos as questões de pesquisa, bem como as fontes de informação e instrumentos de coleta que foram utilizados neste trabalho.

Quadro 1- As três etapas para coletar as informações sobre a proposta didática.

QUESTÃO DE PESQUISA	FONTE DE INFORMAÇÃO	INSTRUMENTOS DE COLETA
1. Quais as influências de uma proposta didática sobre ondulatória e música no aprendizado de conceitos físicos?	Sujeitos (Professores)	Entrevista
2. Qual foi a relação estabelecida entre os professores e a proposta didática?	Sala de aula-Sujeitos (Professores e alunos)	Observação e entrevista.
3. Qual foi a relação estabelecida entre os alunos e a proposta didática?	Sujeitos (Alunos)	Questionário e avaliação processual.

Fonte: Própria autora.

3.1 IMPLEMENTAÇÃO DA PESQUISA

Para a implementação dessa pesquisa, utilizamos o campo de três escolas, nas quais três professores implementaram a sequência didática no apêndice A. Um dos professores foi responsável por implementar o teste piloto¹⁰, no qual aprimorávamos o material sempre que possível, considerando a opinião dos alunos a partir da visão do professor, e os outros dois professores foram responsáveis pela pesquisa efetiva, na qual suas considerações acerca do material aparecem nesse trabalho. Os alunos participantes foram estudantes do segundo ano do Ensino Médio das escolas públicas estaduais, duas no município de Jaraguá do Sul e uma no município de Corupá. Escolhemos os segundos anos do ensino médio por que geralmente esse é o ano escolar no qual se trabalha o conteúdo de ondulatória, e especificamente nele encontramos uma variedade de possibilidades a serem explorados com o tema música para a compreensão da física.

3.2 FONTES DE INFORMAÇÃO E INSTRUMENTOS DE COLETA QUE FORMAM A TRIANGULAÇÃO DE DADOS.

Para uma melhor organização do procedimento de análise da proposta, dividimos essa seção em fonte de informação (sala de aula, alunos, professores) e explicamos como coletamos os dados acerca da proposta didática dessas três referências.

3.3 .1 Observação em sala

Nosso segundo contato sobre como ocorreu a implementação da sequência didática se deu com a observação de todas as aulas em que ela foi utilizada. Não criamos um ambiente de coleta de dados como em laboratório e, sim, projetamos no local para experimento, apenas o acréscimo de mais recursos ao laboratório natural já existente como campo de estudo. O papel da pesquisadora foi de observador completo, que observa sem participar. De acordo com Gill (2009) a principal

¹⁰ De acordo com Bailer, Tomitch, e Raquel (2011) é um teste, em pequena escala, dos métodos propostos para determinada pesquisa, ou seja, é uma mini versão do estudo completo de modo a possibilitar alteração/melhora dos instrumentos na fase que antecede a investigação em si.

vantagem dessa forma de coleta de dados, é que eles são percebidos diretamente pelo pesquisador, sem qualquer intermediação.

Nessa modalidade de observador completo, foi possível explorar tópicos que de outras formas poderiam gerar um desconforto aos participantes. Por exemplo, perguntas relacionadas ao comportamento dos indivíduos, algo que naturalmente existe na observação, mas possivelmente causaria um desconforto para responder, Creswell (2011).

Compactuamos com Gill (2009) quando afirma que as observações favorecem a identificação de problemas e sucessos, bem uma aproximação dos sujeitos. Assim, possibilita uma clareza de quantos alunos são, como se relacionam entre si e com o professor, onde se situam, qual sistema social que se enquadram e quais significados podem ser retirados de suas condutas. O quadro 2 a seguir sintetiza as questões que foram analisadas durante esse momento.

Quadro 2- Aspectos norteadores das observações

- ✓ Relações em que as condições de trabalho influenciam na prática dos docentes (pedagógicas e físicas);
- ✓ Relação professor x aluno;
- ✓ Relação aluno x aluno;
- ✓ Relação ensino-aprendizagem: situações didáticas ocorridas em sala de aula, situações-problema e as soluções adotadas pelo educador;
- ✓ Dificuldades de aprendizagem apresentadas pelos alunos e a interferência da sequência didática ou do professor como facilitadores no processo de ensino e aprendizagem;
- ✓ Estratégias utilizadas pelo professor para os alunos que apresentam dificuldades de aprendizagem;
- ✓ Adequação da metodologia de ensino, estratégias, técnicas e recursos didáticos utilizados as características da turma: faixa-etária, conhecimentos prévios dos alunos e sua realidade social;
- ✓ Relações extras utilizadas entre ciência, tecnologia e sociedade;
- ✓ O uso dos recursos e sua contextualização dos assuntos;
- ✓ Forma de participação dos alunos nas atividades e nas aulas;
- ✓ Organização da sala e da turma (espaço e tempo);
- ✓ Domínio dos conteúdos, clareza na comunicação e a influência do planejamento prévio das aulas pelo professor.

Fonte: Própria autora, 2017.

Situamos os dados observacionais no processo que ocorreu a pesquisa, pois, de acordo com Flick (2009), analisar dados que sejam registrados apenas em notas de campo é extremamente complexo e subjetivo. Para isso se utilizou esse roteiro

de observação na implementação do projeto. No próximo tópico comentamos sobre a entrevista com os professores.

3.4 .2 Entrevista com o professor implementador da proposta

Antes e depois da implementação da proposta didática, realizamos uma entrevista padronizada a fim de extrair informações na visão do professor, sobre qual foi a relação entre metodologia utilizada, os alunos e o próprio professor. A entrevista é um importante técnica para estudos qualitativos. “Há autores que lhe atribuem valor semelhante ao tubo de ensaio na Química ou ao microscópio na Microbiologia” (Gill, 2009, p.63).

A escolha dessa coluna do tripé da triangulação de dados ocorreu por uma série de argumentos favoráveis ao uso desse instrumento de coleta no contexto desse trabalho, afinal “ela é adequada na obtenção de informações acerca do que as pessoas sabem, creem, esperam, sentem ou desejam, pretendem fazer, fazem ou fizeram, bem como acerca das explicações ou razões acerca das coisas precedentes” (Gill, 2009, p. 63).

Os dois implementadores da sequência didática, tinham contato com a pesquisadora de forma amigável e um tanto aberta, o que facilitou a obtenção de informações, pois de acordo com Bogdan e Biklen (1994) as boas entrevistas caracterizam-se pelo fato de os sujeitos estarem à vontade e falarem livremente sobre os seus pontos de vista.

Gill (2009) relata que quando bem conduzida a entrevista, ela possibilita o esclarecimento até mesmo de fatores inconscientes que determinam seu comportamento. É também uma técnica muito flexível, já que possibilita esclarecer o significado das perguntas e se adapta mais facilmente às pessoas e às circunstâncias em que é realizada.

Constituímos a entrevista com base nas questões apresentadas no quadro 3 a seguir. A entrevista foi maleável e conforme os critérios de fala não foram atendidos, o entrevistador foi intervindo de maneira sutil, prosseguindo com a entrevista utilizando-se de perguntas norteadoras.

Quadro 3- Questões da entrevista semiestruturada com os professores

Questões para o professor que contribuiu para a sequência didática antes da aplicação desta:

1. Em quais redes de ensino você trabalha?
() Municipal () Estadual () Particular
2. Em quais séries/anos está trabalhando no corrente ano? Em que séries você já trabalhou?
3. Há quantos anos você está formado? Há quantos anos você leciona?
4. Qual é a sua formação?
5. Você segue ou consulta os Parâmetros Curriculares Nacionais?
6. Você adota algum livro didático? Qual? Por quê?
7. Normalmente, quais são as metodologias que você mais utiliza em suas aulas?
8. Qual a importância das aulas de física para os seus alunos?
9. Como você introduziria o ensino de ondulatória? Em que série/ano?
10. Você usa algum tipo de material para esse ensino? Qual? Por quê?
11. Normalmente que relações faria ao ensinar ondulatória?
12. Se você fosse pensar no que é mais essencial que o aluno saiba, em hierarquia, como encaixaria o conteúdo de ondulatória?
13. Você acredita ser importante ou interessante relacionar a física com a música para o ensino de ondulatória? Por quê?
14. Que boa experiência você teve durante sua aprendizagem em física que envolvia ondulatória? Pode descrever o que lembra?

Questões para a entrevista semi estruturada com o professor após a aplicação da sequência didática:

1. Pode comentar sobre o que você achou das atividades realizadas?
2. As escolas onde você leciona possuem suporte para aulas com esse padrão dinâmico de recursos?
3. Os materiais utilizados foram pertinentes? Comente.
4. O que você mudaria nessa proposta?
5. Quanto ao custo financeiro da aplicação da sequência didática: você acredita ser viável?
6. Na sua visão, quais foram as dificuldades encontradas a) entre você e a proposta, b) a proposta e os alunos e c) a proposta, você os alunos?
7. Qual foi a relação entre os alunos, professor e proposta didática que você mais gostou? Por quê?
8. Sobre a reação dos alunos, você acredita que eles foram participativos durante as aulas? Eles agiram normalmente, ou ficaram diferentes uma vez que havia alguém observando?
9. O que você mais gostou de ter utilizado como recurso durante as aulas?
10. Você acredita que o nível de aproveitamento dos alunos foi bom? Por quê?
11. Para você, quais são as maiores dificuldades do ensino de física, de maneira geral, que limitam o processo de ensino e aprendizagem?
12. Alguma dessas barreiras foi superada ao se utilizar a sequência didática proposta?
13. Na visão de profissional do ensino de física, você acredita que a aplicação dessa sequência didática agregou algo à sua carreira?
14. Você acredita que, se encontrasse esse material na internet, ou revistas sobre o ensino de física, utilizaria ele de alguma forma? Como?
15. Você já teve dificuldade para encontrar materiais para auxiliar no ensino de física?
16. Qual nota você atribuiria a cada material utilizado? Por quê?
17. Que sugestões você daria para aprimorar o material utilizado?

Fonte: Própria autora, 2017.

Nesse instrumento de coleta cabe destacar que observamos os professores como representantes de um grupo na área da educação em que os pontos culminantes de possibilidades e limites tendem a ser analisados como seu potencial de reaparecimento, não como caso único. Existe uma atenção maior em como ele pode contribuir para os demais da mesma área. A seguir, apresentamos como

obtemos os dados acerca da proposta didática na visão dos alunos, com a utilização de um questionário.

3.5 Questionário com os alunos

Para encerrar nossa triangulação de dados, implementamos um questionário com os alunos após o término do desenvolvimento da pesquisa. O propósito deste questionário foi mapear qual foi a relação dos alunos com a proposta, atividades que mais os motivaram a se envolver com o conteúdo, e as considerações deles sobre o que poderia ser feito para melhorar o desenvolvimento das aulas, a fim de viabilizar a construção de aprendizagem.

Chaer, Diniz e Ribeiro (2011) concordam que um questionário é um instrumento útil para recolher informações baseando-se, geralmente, na inquirição de um grupo em estudo. Sua técnica de investigação se baseia em um número de questões apresentadas por escrito às pessoas, que quando respondidas, tendem a apresentar o interesse dos pesquisados. O quadro a seguir apresenta o questionário respondido pelos alunos.

Quadro 4- Questionário aos estudantes.

<p>AVALIAÇÃO dos alunos sobre as aulas de física no conteúdo de ondulatória. Em relação à disciplina (aspectos gerais) como você avalia:</p> <p>1.1- Dinâmica das aulas no conteúdo de ondulatória. (Justifique) Excelente () Boa () Razoável () Ruim () Outros () _____ Justifique: _____ _____ _____</p> <p>1.2- Contribuição para a sua formação geral. Excelente () Boa () Pouca () Nenhuma () Outros () _____</p> <p>2. Em relação à disciplina (aspectos específicos sobre seu aproveitamento) responda: 2.1- Como você avalia seu comprometimento com a disciplina durante as aulas sobre ondulatória (frequência às aulas, dedicação às atividades propostas, etc.)? Bom () Regular () Ruim () Outros () _____ 2.2- Quanto ao método de avaliação, você considera: (Justifique) Adequado () Pouco adequado () Inadequado () Outros () _____ Justifique: _____ _____ _____</p> <p>3. Sobre as relações estabelecidas, avalie: 3.1- Você conseguiu relacionar a música e a física?</p>

Sim, muito () Sim, razoavelmente () Sim, pouco () Não () Outros () _____

Justifique: _____

3.2- Você consegue relacionar alguns conceitos de ondulatória a algo do seu dia-a-dia?

Sim, muito () Sim, razoavelmente () Sim, pouco () Não () Outros () _____

3.3- Descreva o que mais lhe chamou a atenção durante as aulas.

4. Em relação aos recursos para facilitar o entendimento do conteúdo. (Justifique toda essa seção)

4.1- A utilização das músicas ajudou na compreensão do conteúdo? Gostaria de utilizar músicas mais vezes?

4.2- A utilização dos aplicativos eletrônicos no decorrer das aulas ajudou na sua compreensão? Gostaria de utilizar mais aplicativos semelhantes?

4.3- A utilização do experimento ajudou na sua compreensão? Como?

4.4- A utilização de textos e da história relacionada a música e a física ajudou na sua compreensão?

Questões adicionais:

1. Você acha importante aprender física? Por quê?

2. Você gostou da sequência de aulas sobre ondulatória e música? Comente.

4 ANÁLISES E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

A seguir discutimos os resultados comentando brevemente como eles foram obtidos e o que concluímos deles dividindo essa seção em quatro partes: 1º Com o título de “ O processo de seleção e preparação dos professores implementadores da sequência didática” é caracterizada pela descrição de como foi o processo de seleção, contato e ações com os professores para a implementação da proposta didática; 2º Com o título “Análise da primeira entrevista com os professores” é responsável por narrar trechos da primeira entrevista que ocorreu antecedendo uma semana a implementação da proposta, relativa ao perfil dos professores, estabelecendo relações entre as potencialidades e os limites da proposta e a natureza de ação dos professores ; 3º Com o título “A observação da implementação da proposta e sua análise” expõem e analisa como ocorreram as aulas em que foi implementada a proposta; 4º Com o título “Como ocorreu a implementação da sequência didática na visão dos alunos.” Retrata e examina as respostas dos alunos acerca do questionário implementado na última aula, no qual eles avaliam a proposta didática.

4.1 O PROCESSO DE SELEÇÃO E PREPARAÇÃO DOS PROFESSORES IMPLEMENTADORES DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.

Neste tópico descrevemos como foi o processo de seleção, contato e ações com os professores para a implementação da proposta didática.

Conversamos com quatro professores. Eles eram conhecidos de atividades em conjunto de outros momentos, destes, optamos por realizar a pesquisa com três, (sendo um o responsável pelo teste piloto e outros dois pela implementação da sequência didática já completa), por dois critérios em especial: a facilidade de observação das aulas e maior proximidade para conversas físicas. Desde a formulação do projeto, conversamos com esses professores sobre a possibilidade deles estarem participando da pesquisa, porém sem determinar exatamente o modelo dela.

O professor que realizou o teste piloto tinha em comum com a pesquisadora o convívio semanal, o que facilitou o diálogo e troca de informações. Já os outros dois

participantes, foram professores coordenadores do projeto do PIBID- Programa de Bolsa e Incentivo à docência nas escolas. Por tal programa, também tinham um convívio semanal com a pesquisadora. Por tanto, após o aceite de participação da pesquisa, a preparação para a implementação da sequência didática se adequou com o estilo de cada professor. A abordagem para a implementação do material foi diferente a todos, com a semelhança inicial de um panorama geral de objetivos, metodologia e entrega da sequência completa por e-mail, impresso e em pen drive.

O teste piloto

As conversas sobre o teste piloto iniciaram por uma leitura em conjunto, entre a pesquisadora e o professor A¹¹, da sequência didática e uma discussão de como fazer para que a implementação ocorresse da melhor forma. Antes de cada aula, testávamos os materiais e com as considerações do professor implementador a pesquisadora o aprimorava os materiais e recursos didáticos conforme o possível. O professor levava o material, executava as atividades e contava com detalhes como ocorreram as aulas por meio de mensagens, fotos, conversas pessoais e pequenos vídeos feitos pelos alunos das aulas.

O processo anterior à implementação da proposta já estruturada

O primeiro implementador da sequência didática completa, professor B¹² solicitou que a pesquisadora desse as aulas imaginadas e projetadas no papel a ele. Então, marcamos quatro dias de aula em sala, com o intervalo de uma semana. O professor comentou que aos poucos se lembrava do que havia aprendido na graduação, porém como achava esse assunto mais complexo, poucas vezes o trabalhou no ensino médio, portanto, foi esquecendo. As aulas eram expositivas dialogadas e acabavam se tornando um resumo de tudo o que estava escrito na proposta didática, pela compressão de que o professor possuía o conhecimento físico sobre o assunto. Ele tomava nota de tudo e usou aquilo que havia escrito para

¹¹ Todos os professores participantes dessa pesquisa serão identificados por letras que no decorrer do trabalho reaparecerão somente com as nomenclaturas designadas no primeiro momento. O professor A era responsável pelas turmas do segundo ano da escola E.E.B. Tereza Ramos, do município de Corupá.

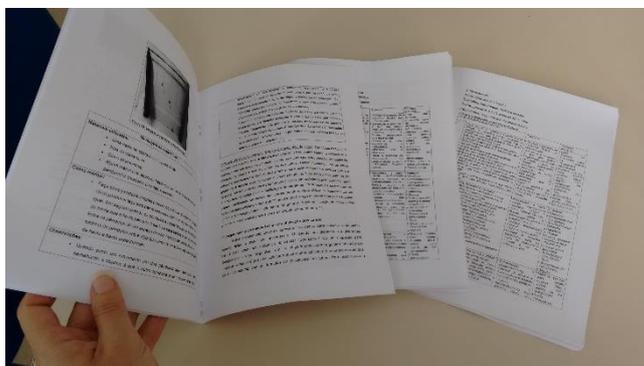
¹² O professor B era responsável pelas turmas do segundo ano da escola E.E.B. Professor Duarte Magalhães situada no município de Jaraguá do Sul. A pesquisadora acompanhou 4 turmas das 6, em que o professor implementou a sequência didática.

orientar suas aulas¹³. Cabe salientar que nesse momento a proposta estava terminando de passar pelo teste piloto, então o professor B também solicitou ou deu ideias que contribuíram para a sequência final.

O último implementador, professor C¹⁴, apenas leu o que recebeu e experimentou os materiais físicos com a antecedência de quatro semanas para o trabalho com os alunos. Não discutimos ou conversamos muito sobre a sequência didática. O professor pediu apenas que sempre apontássemos aquilo considerado como essencial, pois sabia que dentro daquela gama de possibilidades descritas na proposta ele deveria optar por algumas coisas em especial, afinal o tempo seria apertado e provavelmente não teria espaço para tudo o que estava escrito.

Cabe comentar que as entrevistas com os professores antes e depois da implementação da sequência didática estão nos apêndices B e C, respectivamente. Como o convívio entre a pesquisadora e os professores se tornou constante, a entrevista não resultou em um único momento. Sempre que a pesquisadora necessitou de um esclarecimento das ideias dos professores, ela enviava por meio de aplicativos de comunicação pessoal além das conversas físicas.

Figura 1- Material impresso da sequência didática entregue para os professores.



Fonte: Acervo da autora, 2017.

4.2 ANÁLISE DA PRIMEIRA ENTREVISTA COM OS PROFESSORES

Neste tópico, esclarecemos quais são as características gerais dos professores implementadores da sequência didática, suas ideias sobre algumas questões e, quando possível, comentaremos a influência de tal perfil nas

¹³ Essa percepção foi adquirida através das observações de sala de aula.

¹⁴ O professor C era responsável pelas turmas do segundo ano da escola E.E.B Holando Marcelino Gonçalves, situada no município de Jaraguá do Sul. A pesquisadora acompanhou uma turma dessa escola em que foi implementado a sequência didática.

potencialidades e limites da proposta. Para este feito, utilizamos a primeira entrevista realizada com os professores, que ocorreu antecedendo uma semana a implementação da sequência didática e os professores já tinham acesso ao material a ser explorado.

Com o professor C a primeira entrevista aconteceu via aplicativos de comunicação pessoal. E com o professor B ela ocorreu pessoalmente, com o uso de um gravador de voz.

A organização dessa etapa do trabalho se dá pela exposição direta e indireta dos trechos mais relevantes das entrevistas, com a utilização de uma ou mais respostas dos professores, seguida de comentários. Para uma melhor sistematização, nesse momento colocamos sempre a (s) pergunta (s) central(is) da entrevista em destaque e depois descreveremos sobre ela.

O Perfil dos professores implementadores e a sua influência na proposta didática.

Questão 1. Em quais redes de ensino você trabalha.

() Municipal () Estadual () Particular

Questão 2. Em quais séries/anos está trabalhando no corrente ano?

Questão 3. Em que séries você já trabalhou?

Da primeira à terceira questão, visávamos saber em quais redes de ensino e anos/séries os professores trabalharam ou estavam trabalhando. Esse mapeamento nos ajudou a entender possíveis facilidades e dificuldades com a proposta em análise, visto que cada rede de ensino tem uma linha de conduta, cobranças externas, e processos distintos que influenciam no trabalho em sala de aula.

Ambos os professores trabalhavam com todas as turmas de ensino médio na rede particular e estadual. Além disso, o professor C, em alguns anos trabalhou física com o nono ano do ensino fundamental. Cabe destacar que suas aulas eram mais detalhadas. Polidoro e Stigar (2010) abordam em seu trabalho a importância do cuidado da transformação do objeto de conhecimento científico em objeto de conhecimento escolar, o que significa “selecionar e inter-relacionar o conhecimento acadêmico, adequando-o às possibilidades cognitivas dos alunos e exemplificando de acordo com a sua realidade circundante” (Polidoro e Stigar, 2010, p.4).

Acreditamos que o contato com realidades cognitivas diferentes, como trabalhar com o nono ano, exerce uma pressão maior para o desenvolvimento de uma percepção mais aguçada da necessidade de um detalhamento na transposição didática.

Outro aspecto que nos chamou a atenção nessas primeiras perguntas, foi uma variável da entrevista, durante a conversa com o professor B. Indagamos se ele possuía alguma preferência por rede de ensino e sua resposta foi a seguinte:

B: Pra dizer a verdade eu preferia mais a particular. Não só por conta do ganho, mas por que você é mais cobrado em questão de conhecimento. O nosso conhecimento não fica, [pausa] que nem na escola estadual, ele vai se perdendo com o tempo. Então, na particular você sempre tem que estar correndo atrás e buscando mais conhecimento. Enquanto no estado, você só vai decaindo e cada vez está pior a educação.

Pela fala, percebemos que os professores têm vontade se capacitar, porém, a motivação intrínseca para alguns, como no caso do B, é baixa para promover grandes avanços. Se o incentivo externo é debilitado e culturalmente e politicamente, o trabalho do professor não é valorizado, existira maiores dificuldades desse ofício atingir suas potencialidades, tanto na existência de cobrança e incentivo demasiada quanto em sua ausência (VEIGA, 1995).

Nesse sentido, destacamos também, um dos problemas de incentivo ao professor, no sistema educacional, que Mello aborda em seu trabalho “o excesso de formalismo continua existindo na definição de planos de carreira nos quais títulos formais e tempo de serviço terminam tendo maior peso para promoção e melhoria salarial do que resultados obtidos na escola e com os alunos. ” (2000, p.109). Entendemos a melhoria salarial como uma forma de valorização do trabalho e de incentivo, logo verificamos que a valorização é abatido pelo próprio sistema.

Observamos a proposta desse trabalho em suas possibilidades, como um estímulo positivo da capacitação dos professores envolvidos. A tentativa de trazer uma nova abordagem para um conteúdo, com um acompanhamento externo das aulas, se torna uma cobrança de um trabalho diferenciado. Não que o trabalho diferenciado seja necessariamente bom (apesar de acreditarmos que é), mas sim por que é imprescindível o envolvimento e a sensibilização do professor para o desenvolvimento de novas estratégias e um diferente olhar para um determinado

conteúdo e a prática de sala de aula, sem a qual, se tornaria dificultoso participar da pesquisa.

Bolfer (2008) realiza um estudo de caso sobre a formação continuada de professores para tentar responder à questão: “reflexões compartilhadas de professores universitários sobre prática docente podem ampliar sentidos e significados da mesma?”. Nessa busca, examinam as reflexões geradas a partir dos diálogos de um grupo de professores em reuniões periódicas sobre o ensino e a aprendizagem. A pesquisa teve como conclusão a ideia de que a divisão sobre práticas de ensino entre uma diversidade de olhares pode aguçar a reflexão do professor sobre a sua prática docente, afinal “É na complexa interação dialógica que emergem novos significados e sentidos, e que, sobretudo, o papel do outro se revela como um fator de reflexão sobre o próprio eu.” (Bolfer, 2008, p. 70). Logo, acreditamos que se o diálogo com visões diferentes sobre o mesmo fator pode ter essa repercussão, então o envolvimento em um diálogo diferente que se torna em ação, não poderia resultar em algo maior? Nesse sentido, Marx julga que “a natureza e a capacidade do homem entram sempre secundárias em relação aos modos de produção: o que se faz determina a maneira como se pensa.” (Citado em Olson, 1997, p.42).

Questão 4. Há quantos anos você está formado? Há quantos anos você leciona?

Questão 5. Qual é a sua formação?

Quando obtivemos as respostas da questão quatro e cinco, a respeito da formação dos professores e sua experiência na carreira docente, inferimos ter encontrado diferenças que influenciaram a implementação da sequência didática. O professor C já leciona há 21 anos, e é formado desde 2000 em licenciatura em matemática com habilitação para física, além disso possui uma pós-graduação com formação em metodologias aplicadas em matemática e física, e não conclui um mestrado em física na Universidade do Rio Grande do Sul (URGS), pela disciplina de TCC final. O professor B é licenciado em química com habilitação em física, e leciona durante dez anos em química e em física desde sua formação.

Leite, Veiga e Duarte (2005) em um estudo dos resultados de processos de capacitação dos professores, embora reconheçam a dificuldade de se oferecer cursos eficazes, apontam a capacitação, como um dos fatores favoráveis à melhoria da qualidade do ensino no Brasil. Transpondo para o nosso contexto de

implementação didática, reparamos que o professor com mais cursos e estudos (C), teve mais facilidade para explorar a sequência didática.

Ainda sobre esse momento da entrevista, ao professor B, foi indagado se ele teria preferência em trabalhar com alguma das duas disciplinas “física ou química”, ele afirmou sempre tentar trabalhar com as duas, em todas as series do ensino médio para não esquecer o conteúdo. Diante desse argumento concordamos com o professor, que quanto mais vivemos determinados saberes melhor os dominamos, porém, isso pode significar um saber mecanizado, que não sendo significativo¹⁵ ao professor (por ele esquecer), mais dificilmente será para o aluno.

Questão 6. Você segue ou consulta os Parâmetros Curriculares Nacionais?

Questão 7. Você adota algum livro didático? Qual? Por quê?

Sobre a consulta aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) e a adoção de livros didáticos para a orientação das aulas, o professor C afirma que faz a leitura dos PCNs e tentar aplicar algumas coisas adaptando o livro didático e o material que a escola possui para ir de encontro aos objetivos solicitados. O professor B relata o mesmo dos PCNs, justificando o seu uso pelo suporte que esse documento da sua prática “Muitos as vezes falam, há por que eu vou querer esse conteúdo na minha vida, [...] assim tenho mais facilidade de explicar o porquê, inclusive por que não foi algo feito apenas por mim né. Então, milhares pessoas trabalharam com isso. ”.

E sobre a utilização dos livros, ambos os professores empregam essa ferramenta em suas aulas. O professor B tem preferência pelo “Martha Reis” que é utilizado atualmente na escola e o “Bomjorno”, procurando sempre utilizar, principalmente nos exercícios, pois é o recurso que tem disponível. Já o professor C não tem preferência por um livro em especial, pois todos contribuem de uma maneira diferente, mas ele acaba adotando o que tem disponível na escola.

Questão 8. Normalmente, quais são as metodologias que você mais utiliza em suas aulas?

¹⁵ De acordo com Ausubel (1973) aprendizagem mecânica seria aquela que encontra pouca ou nenhuma informação prévia na estrutura cognitiva dos estudantes, com a qual se possa relacionar, logo, não possibilitando a interação entre o que já está armazenado e as novas informações. “Assim, quando as novas informações são aprendidas sem interagir com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva, o estudante decora fórmulas e leis, mas as esquece tão logo realiza a avaliação.” (Silva e Shirlo, 2014, p. 39)

Quando indagados sobre quais eram as metodologias que eles mais utilizam em suas aulas, percebemos que o professor B tende a utilizar aulas mais expositivas dialogadas e o professor C tende a diversificar um pouco mais (ele exemplificou como: aulas expositivas, atividades experimentais, trabalhos com pesquisa). O professor B destacou que tenta sempre utilizar os conhecimentos prévios do aluno, como em uma conversa e o professor C ressaltou seu julgamento sobre a importância de as aulas terem um enfoque que envolva a questão da física enquanto ciência, de seus recursos tecnológicos de aplicação, sua relação com os avanços da sociedade e a ideia de que o aluno perceba a importância do aprendizado de física, independente de qual profissão, área e região eles pretendam atuar ou trabalhar. Vale comentar que quando observamos as aulas e tivemos acesso aos questionários dos alunos, percebemos que esses apontamentos, sobre o que os professores julgavam importante nas aulas e na metodologia, apareceu de forma bem evidente na atuação dos professores durante a implementação da proposta didática, aspectos que aprofundaremos nas próximas seções das análises.

Salientamos que para o professor B a baixa diversidade de metodologias que ele utiliza é justificada, por ele, pela ausência de recursos “Agora é difícil trabalhar com experiências, por que a gente não tem laboratório, não tem nada. Agente pede as coisas, a gente não ganha, né, então fica muito, muito difícil assim. ”. Observamos, pela conversa, um problema estrutural da escola e que aparentemente a visão do professor sobre as possíveis metodologias não utiliza mais que resolução de exercícios, aula expositiva dialogada e experimentos.

Questão 10. Como você introduziria o ensino de ondulatória? Em que série/ano?

Questão 11. Você usa algum tipo de material para esse ensino? Qual? Por quê?

Questão 12. Normalmente que relações faria ao ensinar ondulatória?

Para ambos os professores, normalmente conteúdo de ondulatória é abordado no final do segundo ano. O professor B afirmou que se ele fosse trabalhar com esse tema, faria apenas uma introdução a ondulatória, explicaria como se calcula velocidade e frequência, abordaria as características de uma onda e o básico, pelo tempo ser curto. Para tal atividade ele utilizaria o quadro, o canetão, o livro, talvez uma corda e tentaria relacionar esse conteúdo com tecnologias que contém os princípios de funcionamento discutidos no decorrer das aulas.

Já o professor C afirmou buscar o que os alunos já entendem sobre ondas e sua aproximação com as definições formais, procurando primeiro trabalhar a ideia do conceito, posteriormente, uma caracterização das ondas e por fim uma generalização de situações que possa ser relacionado a aplicações no cotidiano. Eventualmente, com algumas turmas utilizaria molas (para trabalhar a ideia da formação da onda), o som (para eles perceberem as vibrações), e as vezes algum recurso áudio visual, sendo essencial que eles compreendam o que realmente é uma onda, e consigam diferenciar os diversos tipos de ondas, as principais e suas características, tanto com relação a natureza da onda, quanto com sua forma de propagação (onde a encontramos, onde elas são aplicáveis, como no dia-a-dia elas estão relacionados com a nossa vida, com o nosso trabalho).

Questão 13. Se você fosse pensar no que é mais essencial que o aluno saiba, em hierarquia, como encaixaria o conteúdo de ondulatória?

Questão 14. Você acredita ser importante ou interessante relacionar a física com a música para o ensino de ondulatória? Por quê?

Sobre uma hierarquia por comparar saberes relativos a outros conhecimentos com ondulatória, o professor B afirmou que esse seria um dos últimos, do segundo ano:

Agente segue mais a tendência do livro, e como ondulatória é no final do livro, ele seria lá no final. Por que daí a gente começa com estudo dos gases, a parte de termodinâmica, e assim vai seguindo, dilatação e depois mesmo que a gente vai trabalhar com ondas lá no final do livro. Por que a gente tenta seguir o livro, para trabalhar.

Ambos os professores consideram importante estabelecer uma relação entre a música e o ensino de ondulatória. De acordo com o professor C a onda sonora é algo conhecido e a música de certa forma estimula os alunos. Então seria uma maneira de atrair o interesse deles para o estudo da ondulatória, especificamente com relação ao estudo das ondas longitudinais. E pensando nas ondas transversais ele afirmou que talvez, usando cordas, tubos, seria possível montar uma sequência didática legal. Nesse pensamento, acreditamos que nossa proposta foi de encontro com a visão de relações almejada pelo professor C.

Questão 15. Que boa experiência você teve durante sua aprendizagem em física que envolvia ondulatória? Pode descrever o que lembra?

E sobre as experiências que os professores já tiveram e poderia enriquecer o trabalho com o tema ondulatória, o professor C comentou sobre experimentos com chamas e lasers produzindo figuras de lissajous, através das vibrações e ondas, e afirmou que a parte experimental sempre traz algumas situações diferenciadas na aprendizagem que são bem ricas para a compreensão dos fenômenos e aplicações. Já o professor B comentou que o que marca, para ele, normalmente são práticas experimentais, porém que ele não teve muitas.

4.3 A OBSERVAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DA PROPOSTA E SUA ANÁLISE.

Neste tópico detalharemos como foi o processo de implementação da sequência didática em análise, na visão da observadora, as separando por: a) aulas, b) recursos didáticos e c) professor, comentando ao final de cada processo descrito as análises da mesma e do material que é o foco. Em ambas as escolas o número de aulas planejadas foi menor do que realmente se utilizou, então, em alguns momentos a divisão da apresentação desse trabalho não se dá pelas aulas e sim pelo recurso utilizado.

As diferenças entre os professores é o que mais causou diversidade na diferença de ações e comportamentos das turmas observada. Portanto, cabe salientar que apesar das turmas serem diferentes em si, acompanhamos quatro segundos anos do professor B e percebemos que o resultado foi muito próximo, em processo sempre de aperfeiçoamento. Então, selecionaremos alguns aspectos para comentar, das observações e nesse caso, nos dirigimos as turmas diferentes como 1, 2, 3 e 4.

Aula 1, Escutar as músicas e discutir sobre suas letras.

Descrição das aulas professor B

No decorrer da primeira aula do professor B, sem explicar o por que, ele solicitou que os alunos se reunissem em grupos de quatro pessoas e na sequência distribuiu as letras das músicas. Enquanto os alunos se organizavam, o professor dividiu o quadro, em três partes, (como sugeridas no plano de aula) para escrever o que aparecia da música e era classificado em: a) termos físicos, b) termos musicais, e c) palavras desconhecidas. Durante essa organização, era comum, os alunos afirmarem entre si, “Música? Nas aulas de física, não pode, é

sério isso? ” (Aluno 1). Na turma 1, um dos alunos ficou procurando formulas na música e quando encontrou números em uma frase delas afirmou: “Há eu sabia, tinha que ter números! ” (Aluno 2).

Uma das coisas que atrapalhou um pouco a otimização da aula na primeira turma de implementação da proposta, nesse momento, foi que o professor esqueceu a existência de mais de uma letra e música. Isso resultou em uma demora um pouco maior para cortar as letras e as distribuir pela turma.

Em todas as turmas, sempre quando posto para ouvir as músicas, pelo menos duas pessoas começavam a cantar durante quase toda a letra e os grupos maiores também se empolgavam de tal forma apenas durante os coros da música. Isso aconteceu com dificuldade na turma professor C, por que o aparelho de som utilizado fornecia pouca intensidade, então seria difícil escutar se eles cantassem ao mesmo tempo.

Na escola E.E.B Duarte Magalhães, na semana de implementação do projeto estava ocorrendo um conselho de classe participativo, no qual os professores eram convocados a participar. Problematicamente os professores deveriam seguir com suas aulas normais concomitantemente. Então, em todas as turmas, o professor solicitava o processo de classificação das palavras da música em termos físicos, musicais e desconhecidos, saía e deixava a turma para participar do conselho. Normalmente ele voltava só depois de terminar a aula (para pegar os materiais). Como a música estava em um pen drive, ela se repetia várias vezes, o que resultou em um processo de fixação das letras mais intenso.

Da turma 2, registramos algumas discussões entre os grupos, como “Esse termo, 20 á 20000, deve ser alguma coisa física, por se repetir muitas vezes. “Deve ter a ver com a frequência” (Aluno, 3), “Agente viu alguma coisa sobre no ano passado” (Aluno 4). Quando o professor ficava mais tempo em sala ele passava nos grupos, para ver o que estavam fazendo.

Diferentemente das demais turmas, na quarta, sabendo que ele teria que sair, o professor solicitou que os alunos procurassem no livro o significado dos termos que eles consideraram físicos na música e escrevessem no caderno. Mesmo sem a presença do professor os alunos faziam atividade de forma empolgada, discutindo sobre, porém, em aproximadamente 15min, eles começavam a conversar sobre outras coisas, visto que concluíram a atividade solicitada.

Descrição das aulas professor C

Na primeira aula do professor C, a instalação do material foi um pouco mais demorada, aproximadamente 10min. O material utilizado em sala de aula era todo do professor, nada era da escola¹⁶. Após organizar os recursos didáticos e distribuir as letras da música, o professor comentou com os alunos que antes de eu propor a ideia, não conhecia as músicas e explicou os objetivos da aula e da sequência didática de forma bem clara.

Após terminado de ouvir a música eles começaram a sublinhar os termos físicos, musicais e desconhecidos. Apesar do comando do professor ser claro, sobre a atividade, alguns alunos pediram para os colegas a mesma informação. E embora a disposição das carteiras ser enfileirada, eles sempre conversavam com a dupla próxima sobre os termos a se destacar. Terminado esse processo o professor foi indagando aos alunos quais foram as palavras destacadas e foi colocando no quadro. Classificado todos os termos, o professor indagou aos alunos o que ambas a músicas tinham em comum, e surgiram poucos palpites como “As duas falam sobre Hz” (Aluno 6). Apenas dois alunos interagiram nesse momento e os demais observavam atentamente a conversa. Com mais perguntas como “o hz é uma unidade de medida do que? ” (Professor TU), foram discutindo até o professor comentar que ambas as músicas falavam sobre a composição do som. Ao encerrar a aula o professor tirou uma foto do quadro que foi utilizada na aula seguinte.

Figura 2- Turma do professor B durante escrita da classificação dos termos encontrados na música.



Figura 3- Turma do professor C durante escrita da classificação dos termos encontrados na música.



Fonte: Acervo da autora, 2017.

¹⁶ Antes da aula começar a pesquisadora verificou se era possível utilizar os materiais da escola e nada somente de áudio, que pudesse ser transportado mais facilmente estava funcionando.

Análise das observações da aula 1:

Pelas falas dos alunos das turmas do professor B, de primeiro momento percebemos que a utilização de músicas causou estranheza aos estudantes. Resultado da ausência de utilização das mesmas durante as aulas. Além do espanto, observamos que os alunos veem a física como algo inteiramente e constantemente ligado a contas e fórmulas.

Com uma boa recepção de todas as turmas a música ouvida, inferimos que durante o processo dos alunos escutarem as músicas e discutirem sobre as palavras que a estruturavam, criamos pontes que diminuía a resistência dos alunos à aceitação das novas ideias auxiliando na compreensão qualitativa dos fenômenos físicos, antes de os apresentar de maneira sistemática e técnica. A utilização dessas músicas forneceu aos alunos a possibilidade de ver a física com uma linguagem diferente, tão importante quanto a mais técnica.

Para Cobern (1996), o ensino é um processo que se insere em uma dimensão mais ampla. Há diferentes visões de mundo. A visão “cientificista” adotada por muitos professores é uma entre muitas outras concepções. Na opinião de Cobern, é uma violência cultural obrigar o aluno a se ajustar a um modelo, porquanto aumenta a possibilidade de um ensino pouco eficiente. A utilização de uma linguagem mais próxima a usual dos alunos, auxilia a evitar uma agressão drástica e implica em na construção agradável de uma zona proximal de desenvolvimento citada por Vigosky (1998).

Acreditamos também, que o espanto mais acentuado, nas turmas do professor B, por parte dos alunos com relação a utilização desse novo recurso na aula de física ocorreu pela falta de explicação dos objetivos da aula, ou da sequência didática, ou seja, os alunos deveriam apenas obedecer o comando sem saber exatamente o que iriam aprender ou o porquê.

Em ambas as escolas, os alunos conversavam entre si sobre os fenômenos físicos, musicais e desconhecidos. Apesar da sequência didática não sugerir uma configuração de sala para o desenvolvimento da proposta, percebemos que a configuração em grupos enriqueceu as discussões. Teixeira e Reis (2012) relatam em seu trabalho sobre a importância de que a sala de aula seja um ambiente de conforto, afinal os alunos passam cada vez mais horas na escola e a organização do espaço de ensino e aprendizagem podem auxiliar nesse processo.

O espaço poderá favorecer ou dificultar a aquisição de aprendizagens, revelando-se estimulante ou limitador em função do nível de coerência entre os objetivos e a dinâmica proposta para as atividades a realizar, ou em relação aos métodos de ensino e de aprendizagem caracterizadores do nosso modo de trabalhar. (TEIXEIRA e REIS, 2012, p.7).

Compreendemos que utilização de músicas e a organização da sala de aula em grupos, nesse momento, auxiliou na criação de ambiente favorável para a construção de conhecimento. Ainda sobre o espaço mais adequado para as aulas, com essas primeiras observações e as próximas que serão comentadas, inferimos que salas ambientes ou com o mínimo de recursos instalados (Projeto, aparelho de som, pelo menos um computador, espaço para experimentos) promovem uma otimização do tempo de aula.

Como descrito nas observações, o professor C perdeu 10min para conseguir instalar os materiais, em uma aula de 45min isso significa 22% do tempo de aula. A metodologia é importante, mas o suporte para tal fica em igual peso, “Só serão possíveis alterações na metodologia da educação, se houver uma alteração consolidada dos espaços e a disponibilização dos materiais necessários para tal ” (TEIXEIRA e REIS, 2012, p.7).

Além da organização interna na sala de aula, percebemos sempre a externa interferindo constantemente. A narração da ausência do professor B em sala de aula foi resultado de uma organização escolar, as aulas ficaram com um tempo menos produtivo e defasagem na construção do saber objetivado e planejado durante uma semana inteira pelo número de turmas que a escola tem.

Aula 2, Início da discussão sobre os termos físicos, musicais e desconhecidos.

Descrição das aulas professor B

Como a atividade de classificação das palavras em termos físicos, musicais e desconhecidos havia ocorrido na aula anterior, na turma 1, o professor requisitou que por grupo, os alunos fossem dizendo duas palavras e sua respectiva categoria. Eles foram citando e o professor foi anotando no quadro. Na turma 2, o professor realizou o mesmo processo solicitando a participação dos alunos por nome. E nas turmas 3 e 4, foram os alunos que escreveram no quadro as palavras sendo um ou dois representante por grupo.

Na sequência, eles começaram a discutir as palavras que estavam no quadro. Para isso, foi distribuído o livro didático para todos. Como os alunos estavam sentados em grupo, o professor distribuiu para cada grupo uma mola e eles deveriam representar nela o que eles consideravam como uma rarefação e uma compressão. Alguns procuravam no livro, outros tentavam montar algo com a mola. Observando os desenhos do livro, os alunos conseguiram fazer a representação desejada. Nisso eles foram definindo os termos físicos e diferenciando as características de uma onda longitudinal e uma transversal (utilizando uma corda também).

Por vezes, o professor não sistematizava o conhecimento com a definição cientificamente aceita, o que dificultava a compreensão de alguns termos, por exemplo uma explicação completa do professor sobre compressão e rarefação: “Então, uma compressão é quando as moléculas de ar estão assim, (representava as molas juntas), e uma rarefação é quando elas estão assim, (representava as molas separadas)”. Sem escrever o que significava cada uma dessas representações ou falar, o conhecimento ficava com menos forma, possibilitando ao aluno mais interpretações diferentes da desejada para tal fenômeno.

Para seguir com a discussão o professor pediu que os alunos, um por vez, lessem uma parte do livro e interferia e comentando aos poucos. O professor parecia ter dificuldade de domínio de conteúdo, por isso acreditamos que utilizou tal prática. Sempre que no livro eles se deparavam com algum conceito que estava no quadro, coletado das músicas, ele riscava o conceito do quadro e dizia: “então agora já sabemos o que é isso. ”.

Descrição das aulas professor C

Sabendo da existência de uma sala vaga na escola, o professor deixou tudo arrumado nesse ambiente. Projetor e recursos audiovisuais instalados e a classificação das palavras da aula anterior já escritas no quadro. Os alunos se deslocaram de sua sala original para essa já organizada. O professor retomou o que foi discutido na última aula, perguntando novamente o que ambas as músicas tinham em comum e ao falarem sobre o som, o professor começou a indagar aos alunos: o que é som? O que são ondas? E logo foram elaborando uma linha de raciocínio até à conclusão de que, as ondas são um tipo de perturbação/vibração.

Para aprofundar esse conhecimento, o professor pediu quatro voluntários para participarem de uma das dinâmicas sugeridas na sequência didática. Como os alunos nem sempre se prontificavam, dois dos quatro o professor chamou por nome. Eles deveriam representar uma onda. Primeiro, eles tentaram representar uma onda movimentando horizontalmente só os braços. Porém, como não estava muito perceptível a onda o professor falou, “há como é que eles fazem uma onda nos estágios de futebol, com uma olá?”, então, eles tentaram reproduzir uma olá movimentando os braços verticalmente. O professor interrogou se a turma conseguiu ver uma onda, eles disseram que não. O professor solicitou que eles tentassem novamente e quando foi pedido para a turma dizer o que via, mais uma vez eles disseram que não viram a onda. Logo, o professor perguntou se eles conseguiam ver a ola nos estágios de jogos (futebol, vôlei), disseram que sim. O professor indagou: o que faltou? Eles responderam: faltou eles se abaixarem e levantarem. Dessa vez, os alunos representaram uma olá conforme discutido, e os colegas conseguiram ver a onda.

Nesse momento professor explorou: qual era o movimento dos alunos, qual era o sentido da propagação da onda e o transporte de energia e não de matéria. Então ele trabalhou os conceitos físicos em uma linha de raciocínio clara, sempre sistematizando os conceitos em forma de mapa conceitual no quadro. Ao representar as ondas utilizando as molas e cordas, ele mostrou a forma de propagação de forma expositiva dialogada, com auxílio de um aluno para segurar na outra ponta. Indagando os alunos o que observavam, e como poderia ser a classificação dessa observação.

Análise das observações da aula 2:

Tanto na dinâmica utilizada pelo professor B, de representação das compressões e rarefações na mola, quanto na dinâmica de representação de uma olá, aparecida na aula do professor C, para explicar sobre as ondas longitudinais, observamos um bom envolvimento, divertimento e atenção da turma. Foram momentos em que os alunos não ganhavam a resposta pronta sobre o fenômeno sonoro, mas deveriam a construir, com um direcionamento do professor. Por tanto, concordamos com Resende (1991) que as dinâmicas além de auxiliadoras na produção de conhecimento, sempre atuam visando a comunicabilidade, a socialidade, motivação e desperta a criatividade além da satisfação interior, o que

pode acelerar a capacidade do indivíduo, atingindo aspectos cognitivos, afetivos e psicomotor.

Acreditamos que com essas atividades projetamos alguns cenários para a aproximação progressiva das ideias dos alunos aos conceitos científicos. Os alunos apresentavam seus conhecimentos prévios e no mesmo momento os remontavam, pelas mudanças atitudinais diante dos encaminhamentos do professor. Comparado com uma aula tradicional, essas práticas em sala, para explorar um conceito, levam o dobro de tempo para serem realizadas, porém temos a sensação que a utilização delas, é importante, pois afinal o aluno passa a ser mais autônomo.

O planejamento do professor C, de preparar a sala antes da aula também foi algo enriquecedor, afinal os alunos percebiam que estavam sendo valorizados e otimizava o tempo de aula.

A mediação do professor em todos os casos foi de suma importância, pois é ela quem orientou o que é importante ou não que o aluno leve consigo. Quando o professor B não sistematizou o conhecimento observado de forma escrita ou oral, visto que essa não partiu dos alunos, entendemos que faltou uma parte do processo enculturação científica no qual os alunos não conseguiram se apropriar totalmente dos conceitos. (Carvalho,2010).

A utilização de livros, também não estava prevista na proposta. Observamos que no momento de leitura, infelizmente, não era a turma toda que apresentava fisicamente a feição de acompanhar o raciocínio trazido pelo livro. Os alunos acompanhavam o raciocínio trago pelo livro, somente quando o professor falava, nos comentários posteriores a leitura, ou seja, o suporte do livro assessorava mais o professore do que os alunos. Consideramos a prática de leitura importante, mas ela deve ser planejada de forma que a grande maioria dos alunos seja motivada a participar e interagir.

Aula 3 e 4, A utilização do vibrafone e relações mais específicas entre a música e a física.

Descrição das aulas professor B

Após instalado o projetor, caixa de som e instrumentos, os alunos assistiram a um dos vídeos sobre o sonar do golfinho, de 1h:53min, retomando assim o que era ultrassom, infrassom e som. Nesse momento surgiram perguntas como: Tem outros

animais que tem o ultrassom? O que nós usamos que tem isso. Os alunos gostaram do vídeo e ficaram admirados com a habilidade do golfinho.

Logo na sequência, o professor solicitou que uma aluna tocasse no vibrafone seguindo a partitura montada para tal. Em duas turmas a pesquisadora entrevistou para explicar como seguir a partitura e orientar o professor como utilizar o analisador do som (quando o fizemos a preparação das aulas, em que o professor solicitou que a pesquisadora desse as aulas que estavam na proposta para o professor, a partitura não estava pronta, porém ela foi entregue na sequência didática e foi comentado como a utilizar). Em uma das turmas, a pessoa selecionada para tal momento tinha bastante dificuldade na execução, porém os colegas se divertiam com os erros e acertos desta. Eles deveriam identificar a música ouvida e ver as diferenças de ondas que apareciam no osciloscópio. Mais de um aluno tocou no instrumento diferentemente entre si. De todas as turmas, em duas, os alunos tocaram em dupla a música no vibrafone e ela não foi executada inteiramente, porém, foi identificada.

Na sequência, com a flauta, dois alunos auxiliaram na execução de comandos para explorar na aula, observando o osciloscópio. A pesquisadora interferiu novamente em duas turmas para explicar sobre como utilizar a flauta. Conforme sugerido na sequência didática, um aluno tocou a flauta com uma frequência baixa e uma aguda, para falar da altura do som, após isso executaram o mesmo com pouca força e na sequência com muita força. O grupo deveria analisar o que aparecia de diferente no osciloscópio. O mesmo foi realizado no vibrafone.

Ao falar sobre frequência, os alunos tinham dúvidas de como era o som nos limites da faixa audível. Para esclarecer, utilizamos um dos aplicativos de celular sugeridos na sequência didática. O professor B sabia que a pesquisadora possuía o aplicativo instalado no celular, portanto, sempre que o desejava solicitava (ele não baixou em seu celular o aplicativo).

Para a maioria das turmas a aula terminou nesse momento. Eles retomaram o que haviam estudado sem um apanhado geral, e sim específico, como as diferenças entre graves e agudo, eles aproveitaram a observação de que a onda no osciloscópio aumentava conforme a força, para falar da amplitude e estudar sobre a ressonância. O professor desenhou no quadro a representação das ondas e indagou sobre como é possível ampliarmos o som, o que poderia ser feito para isso sem aplicar mais força? Cabe relatar que por vezes o professor confundia a frequência

com a amplitude e os desenhos de frequência maior com o menor e essas dificuldades foram superadas com o passar de algumas aulas. Para duas turmas isso ocorreu no início da 4ª aula.

Em duas turmas o professor solicitou que a pesquisadora explicasse o experimento de ressonância por dificuldade com conceito do fenômeno. Independente disso, em todas elas, os alunos pareciam gostar. Comentamos que o mesmo poderia ser feito nos tubos, se eles tivessem o comprimento certo para a frequência de ressonância. E em uma das turmas o professor passou a fórmula para calcular o comprimento dos tubos para ter ressonância e os alunos deveriam calcular.

Em uma das primeiras turmas, um aluno no fim da aula tirou algumas dúvidas e pediu para explicarmos o mesmo para a turma, por que os seus colegas não sabiam também dessas coisas que ele indagou “Isso é muito legal, ” (Aluno 9), disse ele.

Descrição das aulas professor C

Na aula 3, o professor retomou os conceitos trabalhados escrevendo no quadro algumas palavras como: intervalo audível, infrassom, ultrassom, altura, intensidade, timbre e ressonância. Palavras relativas ao conhecimento que estava em estudo, no qual o professor foi aprofundando e explicado de forma dialogada expositiva. Alguns termos ele relacionava com a música, outros com práticas do cotidiano e outras com fenômenos em especial.

Com uma explicação clara e objetiva, os alunos tendiam a escutar mais do que falar. Quando ele começou a falar sobre a altura, solicitou que um aluno cantasse uma única sílaba durante três segundos, a turma riu em seguida ele pediu para uma menina, explicitando o que é o som grave e agudo. Para falar de intensidade o professor utilizou o instrumento musical golpeando o mesmo com mais ou menos força. Ao falar de timbre, ele utilizou indagações como: O porquê eu consigo identificar quando é o João ou o Lucas que fala? E quando é uma flauta ou o instrumento que temos aqui? Como podemos diferenciar? Com esses questionamentos o professor explicitou o que é timbre.

Após essas explicações o professor solicitou um voluntário para tocar uma música no vibrafone. Como ninguém de início se prontificou, ele selecionou um aluno por nome para participar desse momento. Sabendo da utilização de uma

partitura, o estudante falou que não sabia ler partituras, mas o professor indicou que era apenas seguir as cores no ritmo da música.

O aluno levou cerca de sete minutos para conseguir tocar a música toda, em quanto isso a turma dava sugestões de como golpear as barras, observavam e faziam algumas piadas sobre a execução e durante ela. Após tocado a música o professor retomou os conceitos já explicados no instrumento.

Ao explorar o instrumento, ele pediu que os alunos atentassem para a parte de baixo, no qual continha tubos. Nesse momento ele explicou o que era a ressonância, suas características e pediu para o aluno que tocou o instrumento tocar a placa de metal sem e com o tubo. Os alunos concordavam que existia diferença de intensidade nesses casos. Para complementar a ilustração o professor falou da ponte de Tacoma, que caiu por ressonância, mostrando um vídeo de 2min sobre o tema. Esse momento foi possível por que o projetor e computadores já estavam instalados na sala antes de começar a aula e a escola possui internet com um sinal razoável, que pegava nas salas dos alunos. O sinal soou no meio do vídeo, mas os alunos ficaram na sala até terminarem de ver o vídeo.

Já na aula 4, o professor C retomou tudo o que foi discutido antes de forma mais conceitual utilizando o osciloscópio. Testaram vários tipos de som no aparelho, sons de voz, sons de instrumentos, sons do computador de forma muito semelhante ao professor B, porém com uma maior clareza conceitual e diversidade de testes. Feito isso, discutiram sobre as diferenças e interferências do som produzido por uma única fonte, ondas construtivas e destrutivas e padrões de ondas.

Figura 4- Alunos utilizando o vibrafone e o osciloscópio para analisar o som.



Figura 5- Alunos utilizando o vibrafone e analisando o som com o osciloscópio



Fonte: Acervo da autora, 2017.

Análise das observações das aulas 3 e 4:

Durante as aulas do professor B, observamos algumas dificuldades em questão de domínio de conteúdo, logo de relações com a música. Acreditamos que o sucesso da implementação de qualquer sequência didática depende primordialmente da formação que o professor tem e o domínio do conteúdo que ele irá trabalhar durante as aulas. E apesar do professor aprender durante a implementação das aulas, aperfeiçoando seu trabalho até o final delas, a aprendizagem dos alunos ficou deficiente (sem eles perceberem) por esse erro estrutural.

Todas as vezes que a pesquisadora entrevistou nas aulas do professor B, foram momentos em que o professor teve dificuldades de domínio de conteúdo ou compreensão da sequência didática. Talvez seja interessante esmiuçar as instruções na sequência didática quando se fala de ressonância, na explicação da partitura e na utilização do instrumento, porém, como o professor C conseguiu realizar a proposta sem problemas, talvez seja a questão de preparo e planejamento do professor. Nesse sentido concordamos com Freire (2001, p.60) quando ele deixa uma carta aos professores no qual é sugerido: "(...) ensinar ensina o ensinante a ensinar um certo conteúdo não deve significar, de modo algum, que o ensinante se aventure a ensinar sem competência para fazê-lo.". Higa e Housume (2008) complementam que um conhecimento adequado e em profundidade do conteúdo que se deseja ensinar é condição essencial aos docentes, sem o qual eles se tornam inseguros, dependentes dos livros didáticos e com pouca predisposição para a inovação em sala de aula.

Apesar dos problemas descritos nas turmas do B, a relação entre a turma e o professor é muito boa e a participação dos alunos foi intensa e maior do que com as turmas do professor C. Percebemos que a participação dos alunos também é algo que tem muita relação com a liberdade que o professor dá para os alunos. Como o professor B colocou na primeira entrevista, ele considera importante "trazer o aluno para o meio", para discutir, algo que apareceu fortemente nas aulas.

Percebemos que em quase todos os momentos, a utilização simultânea mescla do visual, audível e para alguns alunos, também tátil, intensificou a motivação dos alunos a prestarem atenção nas aulas se envolverem.

A relação que o professor C estabelece com os alunos é mais passiva por parte deles. A explicação clara, com a mescla de dinâmicas tornou a aula atrativa e a ideia de utilização das vozes dos alunos foi bem-vinda e apesar dos alunos não se prontificarem para realizar as atividades, eles expressavam ansiedade em saber quem seria selecionado, algo fruto da relação estabelecida.

Aula 5 do professor B e 4 do professor C, Texto paradidático.

Descrição das aulas professor B

Para concluir a atividade sobre a intensidade do som que pode ser maior pelo processo de ressonância. O professor iniciou a aula com o vídeo sobre o ouvido humano. Em algumas salas ele comentou sobre os cuidados necessários com o ouvido em outras eles apenas assistiram o vídeo. Na turma 1, em que houve uma breve discussão sobre o ouvido, um aluno comentou que quando se tem amostras de carro de som, existe uma distância mínima para estar dos veículos que evita um processo de ensurdecimento.

Discutido essas questões, o professor começou a trabalhar sobre as relações da história da música e física. Para isso, foi distribuído aos alunos o texto em apêndice na sequência didática e cada aluno leu um parágrafo. No meio dele o professor interferia para comentar. De forma semelhante a leitura do livro, visualmente percebemos muitos alunos dispersos, porém, com um número aparentemente menor pelo texto ser mais curto e trazer informações mais indignantes socialmente.

Durante a discussão do texto, os alunos ouviram um pedaço da música traga nele como monofônica e polifônica (podendo assim diferenciar as duas e ampliar a percepção dos impactos que os estudos matemáticos e físicos efetuaram sonoramente) e o professor explicou no quadro como se tinha a relação matemática de sons perfeitos, sons não perfeitos e suas modificações. Os alunos eram participativos, ativos e críticos ao que se tinha socialmente na época relatada.

Descrição das aulas professor C

Ainda na aula 4, o professor C optou por deixar os textos com os alunos para leitura em casa. Logo, não foi discutido sobre aspectos históricos acerca da construção dos conceitos de ondulatória e música.

Análise das observações das aulas 4 do professor C e 5 do professor IV:

As discussões dessa aula foram mais interdisciplinares, porém em um nível suficiente para que o professor dominasse. Seria mais rico, se professores de outras áreas, como sociologia e música pudessem participar concomitantemente dessas discussões.

As leituras em sala de aula foram enfadonhas, por tanto, acreditamos que para as utilizar, também é necessária uma dinâmica diferente, que deve ser acrescentada como sugestão na proposta didática a fim de tornar o aproveitamento do material maior. Sabemos que ler é diferente de entender o que está escrito, portanto, aferimos que talvez, a leitura por parágrafos do texto (feita por diferentes alunos em diferentes parágrafos) em voz alta, seguida de um o sorteio de outro aluno para a explicação do parágrafo lido pelo outro colega, sem a releitura, motivaria os alunos a se esforçarem mais para entender e participar integralmente da compreensão do texto. A utilização das músicas e vídeos para a contextualização dos processos em discussão pareciam cativar os alunos e auxiliaram no entendimento do que se falava.

E sobre o professor C optar por não trabalhar a parte histórica, vai de encontro com vários problemas que Martins (2007) coloca em seu trabalho ao relatar sobre o por que os professores não trabalham com HFC. Entre eles concordamos e citamos que muitas vezes diante das cobranças externas, do tempo disponível, os professores tendem a trabalhar mais os conteúdos que visam a preparação para provas como de vestibulares. E compreendemos que da forma que colocamos a proposta a HFC seria algo que complementa o entendimento desse assunto, não pensamos em uma estratégia didática que substituísse ou fosse central para o entendimento dos saberes trabalhados, de forma mais interligada, talvez fosse um ponto a se melhorar, porém o tempo para essa estratégia obrigatoriamente deveria ser maior visto que à própria natureza da ciência é longa.

Aula 5 do professor C, Simulador.

O professor C, já havia comentado sobre o simulador. Nessa aula ele mostrou cada aba deste e lembrou os alunos que na próxima aula seria realizado uma avaliação utilizando esse aplicativo como base. Ele explicava os processos físicos que envolviam cada comando, às vezes os representava no quadro e sempre esclarecia as associações trabalhadas em outras aulas no simulador.

Nessa aula, os alunos pareciam cansados. Não houve muita interação entre o simulador e os alunos, o professor e os alunos. A explicação era clara e processualmente didática, porém, como foi mais demonstrativo os alunos se tornaram unicamente passivos.

Análise da observação da aula 5 do professor C:

Essa atividade não estava no planejamento da sequência didática, porém, foi interessante e relevante para que os alunos tivessem um contato primordial com uma das partes do processo de avaliação: entender o simulador. Acreditamos que sem esse processo, os alunos teriam mais dificuldade para realizar a prova.

Como os alunos foram muito passivos, percebemos que o simulador não despertou a curiosidade deles. Mesmo com uma ferramenta tecnológica a aula se tornou tradicional. Tentamos instalar o simulador nos computadores da escola sem sucesso. O estado não contrata mais técnicos de informática o que engessa muitas possibilidades de utilização dos computadores como recurso. Se conseguíssemos ter instalado os simuladores em todos os computadores, os alunos poderiam explorar manualmente o aplicativo, acompanhando a explicação do professor de forma mais intensa, logo mais proveitosa.

Em nossa fundamentação teórica comentamos que existe uma diferença entre animações, simulações e laboratórios virtuais e um dos critérios para sua diferenciação seria relativo a interatividade estabelecida entre o estudante e o aplicativo (Brasil e Figueiredo, 2017). No caso, esse aplicativo deveria ser classificado como uma simulação, porém com quase a inexistente interatividade dos alunos, quase ela se tornou uma animação.

Aula 6 e 7 do professor B e 6 do professor C, Avaliação com uso do simulador.

Descrição das aulas do professor B

Durante o momento de prova, os alunos foram levados para o auditório que já tinha os aparelhos eletrônicos necessários instalados pela pesquisadora. Com a projeção do simulador na parede e as provas entregues, o professor lia as questões e explicava o que deveria ser respondido e como. Quando ele fazia a leitura, raramente respeitava a pontuação, o que tornava mais difícil a compressão do que se pedia. Às vezes, era solicitado que um aluno lesse. Quando o professor comentava algo diferente do que a pergunta trazia, alguns alunos comentavam: “mas, a questão está pedindo... (determinado conceito, não isso)”. Na primeira aula

de utilização do simulador o professor teve bastante dificuldades tanto na leitura quanto em manusear o simulador mesmo, porém essa foi sumindo com o passar das aulas e reutilização do aplicativo.

A prova foi feita em duas aulas, então, a maioria dos alunos conseguiu responder tudo. A orientação do professor foi o que apareceu nas respostas dos alunos incluindo conceitos super bem formulados e errôneos. Como os alunos recebiam a maior parte das respostas nas falas do professor, percebemos, principalmente na segunda aula, que depois de um tempo os alunos não refletiam mais sobre a questão. Apenas esperavam atentos pela resposta do professor. Alguns alunos falavam: “mas essa é a resposta de qual questão? ”

Caso os alunos desejassem, eles podiam utilizar o caderno. O desenho representado no simulador possibilitava uma maior de imaginação do fenômeno já conhecido. Em uma das turmas, na questão sobre frequência máxima e mínima, uma das alunas comparou a representação do simulador com o que o professor havia escrito no quadro. Estava invertido e ela questionou.

Cabe comentar que o professor relatou que a escola ensina tanto a professores como aos alunos, portanto, como o professor sabia que a sua explicação também não foi muito clara, os alunos não podiam ser prejudicados por isso durante a avaliação.

Descrição das aulas do professor C

Como não foi possível instalar os simuladores nos computadores da escola a prova foi executada semelhantemente ao professor B. Os alunos foram levados ao auditório que tinha os equipamentos necessários já instalados (a escola tem um bom auditório, com os equipamentos colocados de forma muito bem planejada). Nas primeiras três questões o professor leu e em sequência executou os comandos, sempre dando um tempo para os alunos responderem. De forma diferente, nas questões seguintes o professor falava “agora leiam a questão 3 (por exemplo)”, “leram a questão?”, sendo positiva a resposta dos alunos, ele seguia, “então, vou executar o comando” e repetia o comando pelo menos três vezes, enquanto os alunos respondiam a questão e antes dela.

Em nenhum momento o professor deu pistas da resposta para os alunos. 5 alunos ficaram terminando a prova depois de ter soado o sinal para o lanche, por que não conseguiram concluir ela no tempo previsto. Os alunos podiam utilizar o

caderno se desejassem, porém, o tempo era bem limitado, então, raros casos o fizeram. Durante a avaliação surgiam perguntas como “Só para ter certeza, em qual questão estamos? ”, “pode fazer mais uma vez a simulação dessa questão professor”, sussurros de “não entendi essa questão”, “Há sim, agora faz sentido. (Após a simulação) ”.

Figura 6- Professor C, apresentando o simulador para os alunos uma aula antes da avaliação.



Figura 7- Professor B, executando a avaliação com os alunos.



Fonte: Acervo da autora, 2017.

Análise da observação das aulas 6 e 7 do professor B e 6 do professor C:

As representações que o simulador possui, auxiliaram no processo de construção e consolidação do conhecimento, tornando a avaliação não um processo final, mas uma continuação do que se estuda. Acreditamos que esse tipo de avaliação não foi tão rígido entre a situação de ensino e de avaliação, auxiliando no ensino e aprendizagem (Abid, 2010). Tomamos como referência para essas afirmações, a percepção que uma das alunas obteve, ao acompanhar o simulador, do erro conceitual apresentado nas aulas anteriores na turma do professor B em momentos em que os alunos disseram, “há agora eu entendi” , sussurrando.

Apesar dos alunos do professor C já terem contato com esse simulador na aula anterior e essa não ter sido muito motivadora, percebemos que o simulador como parte avaliativa fez com que os alunos se envolvessem e refletissem muito mais sobre os conceitos físicos e suas aplicações. Isso por padrões comportamentais, perguntas e afirmações durante a observação.

Observamos também, que em todas as avaliações deve-se incentivar o processo de pensar, não apenas reproduzir, ou colocar no papel o que é necessário para tirar nota. Quando o professor B dava as respostas para os alunos eles não

refletiam e pensavam tão acentuadamente quando com professor C, em que os alunos tinham que refletir caso desejassem responder.

As avaliações coletivas dessa forma, aumentam a possibilidade de todos os alunos responderem a prova, afinal os alunos não desistem de tentar fazer ela, por terem dificuldade nas primeiras questões. Em contrapartida, isso dificulta o respeito do tempo que cada um tem de escrever e pensar sobre determinado tema, o que é diferente para todos.

Considerando o sussurro dos alunos, talvez seja necessário aprimorar ou retirar algumas questões, para facilitar o entendimento das mesmas e diminuir o tamanho da prova para os alunos terem mais tempo disponível em sua realização. Como era uma prova diferenciada, foi necessária uma nova habilidade, tanto para os professores quanto para os alunos. Acreditamos que isso é enriquecedor visto o pluralismo de cidadãos que buscamos formar.

4.4 ANALISE DA SEGUNDA ENTREVISTA COM OS PROFESSORES.

Neste tópico, discutimos as potencialidades e os limites da sequência didática sob o ponto de vista do professor. Para este feito, utilizamos a segunda entrevista realizada com os professores, citada na metodologia. A organização dessa etapa do trabalho se dá pela exposição direta e indireta dos trechos mais relevantes das entrevistas, com a utilização de uma ou mais respostas dos professores, seguida de comentários. A transcrição de toda a entrevista, se encontra nos apêndices. Para uma melhor sistematização dessa etapa colocamos sempre a(s) pergunta(s) central(is) da entrevista em destaque e depois descreveremos sobre ela.

Questão 1. Pode comentar sobre o que você achou das atividades realizadas?

Iniciamos a entrevista, solicitando que os professores comentassem sobre o que acharam das atividades realizadas, desta forma, eles naturalmente comentaram gostar da proposta e apontaram suas principais dificuldades com ela. O professor TU comentou: “[...] Fica, não vou dizer complexo, mas é mais difícil você fazer atividade que o outro prepara, do que aquela que você mesmo planeja, até por conta da ordem da sequência, assim né, mas atividades foram bem bacanas.[...]”. Diante dessa fala, esclarecemos que nesse momento, a implementação da sequência didática deveria ser mais fiel a proposta descrita para sua análise, porém, não a

vemos como “uma receita mágica” para ensinar ondulatória (POSO e CRESPO, 2009). Entendemos que os professores, com autonomia e zelo pela aprendizagem de seus educandos, devem selecionar aquilo que melhor cabe, na ordem que desejam para suas aulas, sendo então, essa proposta, uma ferramenta facilitadora que agregue ideias com indícios positivos.

Ainda das dificuldades colocadas naturalmente, o professor IV comentou ele estudou pouco sobre aplicações do conteúdo de ondulatória e suas explicações funcionais durante a sua graduação dele. Logo ele tinha uma limitação, nesse conteúdo, para ver a física de uma forma mais contextualizada.

No começo eu tive um pouco de dificuldade, afinal na minha graduação eu aprendi apenas quais são as características das ondas, sem suas aplicações, como na música, mas depois com a sua ajuda (pesquisadora) tudo foi se tornando mais natural. Gostei das atividades, e não só eu, também os alunos. (C, 2017)

Diante desse argumento, poderíamos trazer uma longa discussão sobre como a formação do professor influencia em todas as suas escolhas e trabalho. Porém, como não é o foco, nos ateremos a comentar que um maior contato com a ondulatória, facilita o processo de utilização das propostas em discussão e durante a observação sentimos fortemente essa dificuldade comentada pelo professor.

Questão 2. As escolas onde você leciona possuem suporte para aulas com esse padrão dinâmico de recursos?

Sobre a estrutura que nossas escolas possuem, para aulas com o padrão de dinâmica utilizada, ambos os professores concordaram que as escolas em geral têm uma estrutura básica que permite tais atividades, desde de que aja uma reserva de materiais com antecedência. E apesar dessas afirmações, durante a observação percebemos que, nem sempre é possível contar com os recursos da escola, como as caixas de som no ambiente de trabalho do professor C, não funcionavam. Além disso, transportar equipamentos a mais para uma aula diversificada, somado a livros e materiais do professor resulta em um desgaste desmotivador. Portanto existem recursos nas escolas, porém ainda falta um espaço específico, como um laboratório de física, e algo já estruturado para facilitar e otimizar o processo de ensino e aprendizagem e a proposta.

Questão 3. Os materiais utilizados foram pertinentes? Comente.

Questão 4. O que você mudaria nessa proposta?

Ambos os professores afirmaram que os materiais foram pertinentes a proposta. Nas palavras do professor C:

Não, acho que totalmente o que foi proposto ali naquela sequência, todos eles, obviamente já tinham sido planejados para serem usados naquele conteúdo ali, então pertinente eles eram. Quanto à questão da ordem de utilização, também não vejo a necessidade trocar porque a sequência já estava planejada mais ou menos numa ordem didática para você trabalhar de forma gradativa. Então, não teria a necessidade de mudar ordem ou talvez, de repente, fosse acrescentar alguma coisa, mas tirar talvez não, porque até poderia a ideia proposta. (C, 2007)

Diante desses argumentos, acreditamos que os recursos e ordem dos materiais foram pertinentes a proposta. Porém, aumentaríamos o tempo disponível para trabalhar com esse tema, concordando assim com o professor C que quando indagado sobre o que ele mudaria na proposta colocou que para os alunos interagirem mais com as atividades, com todos participando, o tempo disponível era pouco. Então teríamos duas possibilidades: a) diminuir a quantidade de coisas planejadas para a aula, ou b) aumentar o número de aulas para tal conteúdo. Essas duas opções foram reforçadas, pois utilizamos duas aulas além do que o previsto.

Já o professor B afirmou que a única mudança que faria na proposta, seria colocar “[...] Mais exemplos de outras aplicações dos conceitos físicos trabalhados e seu emprego. ” (B, 2017). Concordamos com o professor que empregar mais exemplos diferentes na proposta a tornaria mais interessante, porém, retomamos que tempo para tal atividade teria que ser maior.

Questão 5. Quanto ao custo financeiro da aplicação da sequência didática: você acredita ser viável?

Sobre o custo financeiro para implementar a proposta, o professor B afirmou que o único material que talvez fosse mais difícil de ter acesso seria o vibrafone. Apesar disso ele comentou que seria possível e tranquilo a substituição do vibrafone por instrumentos mais baratos, como gaita de boca. Já o professor C afirmou que comprar algum material para produzir o equipamento, talvez não fosse muito caro, logo seria viável. E entre as alternativas para ter acesso a esses materiais, ele sugeriu a possibilidade dos alunos construírem os instrumentos, numa equipe, algo que tornaria ainda mais diversificado as análises do som.

Quando optamos pelo vibrafone e flautas, escolhemos esses instrumentos, pois inicialmente eles são mais tranquilos para a execução de músicas simples e curtas. Entendemos que seria mais fácil para os alunos aprender através da física um pouco de música e vice-versa. Portanto, percebemos que as ideias dos professores são boas, porém a do professor C pode ficar mais no foco da física da construção do instrumento, do que da execução de músicas. Possivelmente a junção desses dois focos fosse mais interessante.

Questão 6. Na sua visão, quais foram as dificuldades encontradas entre: a) você e a proposta, b) a proposta e os alunos e c) a proposta, você os alunos?

Para o professor C, a única dificuldade que ele encontrou foi a já destacada na primeira questão, de se apropriar daquilo que ele não planejou, pois, as vezes a compreensão daquilo que estava escrito poderia ser diferente do que a pesquisadora havia planejado. No caso, a dificuldade do professor parece ter sido a preocupação de fazer diferente do que estava escrito.

Almeida e Oliveira (2008) abordam em seu livro que é um equívoco reduzir o papel do leitor a uma mera decodificação do sentido do texto, como se houvesse a possibilidade de uma interpretação unívoca. No caso, não foi diferente, o professor tem uma bagagem sobre o assunto, e isso faz com que a leitura e interpretação da proposta, seja diferente. Baseados nas observações em que o professor teve um bom envolvimento com a proposta, atenção dos alunos, e nas análises dos documentos dos alunos eles apresentaram indicativos de aprendizagem, acreditamos que o professor realizou a implementação da sequência didática com excelência, e todos os aspectos que não ocorreram como imaginado, ou nem tinham sido imaginados ainda, enriqueceram o trabalho.

Já para o professor B, a principal dificuldade entre ele e a proposta foi a falta de contato com a música. Logo, Thisen (2008) estava correta quando afirmava que para se ter interdisciplinaridade é necessário de especialistas dispostos a experimentar aquilo que provavelmente não viveram em sua formação. Esse foi um dos professores disposto ao novo. Porém, cabe lembrar que pelas observações, as dificuldades do professor foram tanto no âmbito da física, quanto na nova relação com a música e nessa lógica concordamos com fazenda quando afirma:

A preparação para a educação interdisciplinar não é a única questão. A qualidade da preparação disciplinar é igualmente importante. Os

professores [...] não estão sempre preparados para explicar suas disciplinas em termos históricos, metodológicos e teóricos. Nem tampouco estão sempre familiarizados com as últimas recomendações das sociedades científicas e das comissões de educação que apoiam a incorporação das abordagens interdisciplinares e a habilidade de trabalhar criticamente com métodos e conceitos disciplinares.(Fazenda, 2007, p.125)

No final de nossa entrevista o professor adicionou ao seu comentário, que a participação dele nesse trabalho o fez desejar aprender coisas novas e tocar algum instrumento. Algo importante para uma reciclagem, de acordo com Fazenda (2007). Vale comentar que nenhum dos dois professores tinha habilidades musicais já desenvolvidas.

Sobre as dificuldades entre a proposta e os alunos, para o professor B os alunos não tiveram dificuldades com a proposta. E para o professor C, talvez fosse necessário mais tempo para os alunos assimilarem a ideia, em suas palavras:

O tempo para eles compreenderem melhor o próprio conteúdo, ou relacionar os experimentos, necessariamente, com a parte teórica. E talvez acho que o tempo para eles se adaptarem em uma atividade assim, acho que não é o suficiente, mas se eu fosse fazer com mais frequência atividades assim, talvez eles também se adaptariam mais rápido a proposta. (TU, 2007)

Considerando que a abordagem utilizada foi diferente daquela que o professor costuma utilizar, os alunos também precisavam se adaptar, logo concordamos com o professor C. Adiantamos, mais adiante, nas dificuldades que os alunos apontaram no questionário discutiremos mais profundamente tal aspecto.

Sobre as dificuldades entre a proposta o professor e os alunos, o professor C relatou que foi aquilo que ele já havia comentado e descrevemos nós parágrafos acima. Para o professor B as dificuldades que os alunos apresentaram de compreensão, foi por conta da insegurança dele mesmo, fato confirmado com o questionário para os alunos e observações.

Questão 7. Sobre a reação dos alunos, você acredita que eles foram participativos durante as aulas? Eles agiram normalmente, ou ficaram diferentes uma vez que havia alguém observando?

Questão 8. Você acredita que o aproveitamento deles foi bom ou não?

Ambos os professores, na questão sete, indicaram que os alunos agiram normalmente durante as aulas. Sobre a participação deles, para o professor C, os

mesmos alunos que interagem sempre, foram aqueles que interagiram nessa proposta, sendo a grande maioria espectador; em suas palavras: “ Eu acho que eles até aproveitaram a sequência que foi proposta, mas de interação, assim, não foram todos que interagiram com a atividade, na verdade que foram a minoria que interagiram, e outros só assistiram. ” (C, 2017). Adiantamos que na discussão do questionário dos alunos, aprofundaremos as discussões sobre a participação dos alunos e a postura do professor utilizando esses argumentos citados.

Sobre o aproveitamento dos alunos a proposta, questão oito, acreditamos que não fizemos essa indagação ao professor B por falta de atenção, pois não a temos nos áudios e o professor C colocou que o aproveitamento dos alunos foi razoável. Isso pelo tempo disponível, pela forma que foi apresentada a proposta, e pela participação deles. Nas palavras do professor: “Então, do que a gente teria proposto para eles de conceito, [...], eu não sei se eles se apropriaram de 50%. [...] Então, eu acho que a gente não atingiu 50% do que foi proposto. Eu acredito que eles não tenham se apropriado.”

Diante dessa fala, indagamos ao professor, na visão dele, se uma abordagem diferente resultaria em uma apropriação maior dos saberes por parte dos alunos? Ele afirmou que isso não mudaria muito, apenas outros conceitos ficariam privilegiados e justificou que em sua concepção de como ocorre a aprendizagem, ela depende muito mais da motivação que os alunos têm em aprender e do quanto eles desejam aprender, do que outros fatores. “Então como muitos, nem participaram das atividades e das aulas, então certamente muitos não apreenderam. ” (C, 2017)

Concordamos com o professor que, o que determinará, essencialmente o que o aluno vai ou não apreender é ele desejar aprender. Porém, nos questionários dos alunos nos deparamos com indicativos de que eles estavam motivados, talvez não expressassem, o não era o quanto o professor desejava, mas estavam. Abordaremos novamente esse tópico na discussão sobre o questionário implementado aos alunos.

Questão 9. Para você, quais são as maiores dificuldades do ensino de física, de maneira geral, que limitam o processo de ensino e aprendizagem?

Questão 10. Alguma dessas barreiras foi superada ao se utilizar a sequência didática proposta?

Entre as dificuldades do ensino de física, de maneira geral, ambos os professores destacaram a dependência que ela tem de outras disciplinas, como matemática, português, química, biologia, geografia, entre outras. Logo, se eles têm facilidade nessas outras áreas, aumenta-se a possibilidade deles entenderem as aplicações da física, interpretarem problemas e sua contextualização, e o inverso também ocorre. Além disso, o professor C comentou, que muitas vezes é difícil fazer com que o aluno perceba a importância da apropriação de um determinado conceito, e não só de física, mas das outras áreas também.

Com base nessas dificuldades, foi indagado aos professores sobre como essa proposta poderia os ajudar na superação delas. O professor IV falou que os recursos auxiliaram, porém, sem explicar quais barreiras esse adicional auxiliou a superar. Já o professor C afirmou que sempre que é proposto uma atividade na qual os alunos podem interagir, existe um favorecimento da compreensão, pelo menos de uma parte do conteúdo (normalmente aquela, em que o aluno mais se interessa). Isso pelas diversas metodologias que correspondem aos diferentes estilos de aprendizagem. Dessa forma, haverá momentos em que ela ajuda e momentos que não fará diferença.

Concordamos com os professores, e acreditamos que essa proposta não auxiliou os alunos a ter apenas uma maior atração pela física em certos pontos, mas também possibilitou uma visão dela com uma linguagem diferente.

Questão 11. Você já teve dificuldade para encontrar materiais para auxiliar no ensino de física?

Questão 12. Você acredita que, se encontrasse esse material na internet, ou revistas sobre o ensino de física, utilizaria ele de alguma forma? Como?

Com a questão 11, intentávamos explorar a importância da elaboração de materiais didáticos que auxiliam no ensino de física, na visão dos nossos professores. O professor B, afirmou encontrar dificuldades para o acesso a materiais que auxiliem no ensino de física, principalmente aqueles que não necessitem de um custo elevado. Entretanto, o professor C não confirmou essa afirmação e apresentou que normalmente, a dificuldade para o acesso a algum material existe em não procurar no lugar certo e não ter tempo o suficiente para buscar o quanto se deve, mas normalmente ele encontra os recursos almejados. Sendo que, aquilo que não está ao seu alcance, ou na forma como ele espera, aumenta suas ideias sobre as

possibilidades de ensino e comumente pode ser adaptado para os recursos disponíveis.

Observando que os professores, quando desejam preparar algum material diferente, procuram, questionamos se eles utilizariam este em análise. Ambas as respostas foram positivas. Porém o professor B, afirmou que teria dificuldades em saber como utilizar os materiais, logo, talvez seja necessário, uma explicação mais aprofundada dos princípios físicos nos recursos descritos na proposta.

Já o professor C, afirmou que tranquilamente utilizaria esse material de apoio, porém, talvez pelo tempo disponível ele optaria em só uma atividade diferenciada: a parte prática sem as simulações ou a eletrônica sem a prática. Apesar do professor apontar a justificativa dessa escolha somente pelo tempo, acreditamos que ela também é resultado da quantidade de materiais que seria necessário deslocar para a sala de aula (lembrando que a existência de um espaço específico, que fosse para aula e laboratório, seria o ideal). Além disso, o professor comentou que o aluno não tem o hábito de fazer registros, ou sistematizar o conhecimento, então mesmo que ele realize uma abordagem diferente, em algum momento existe a necessidade dele realizar uma síntese, para garantir que eles terão algum registro simplificado, pois de acordo com o professor C, dificilmente os alunos vão pegar o livro didático e ler. Então, o tempo de aula sempre deve levar em consideração esse processo. E como ele normalmente acha importante a discussão, para os alunos pensarem, refletirem, muitas vezes ele prioriza esse processo em detrimento de atividades diferentes.

Questão 13. O que você mais gostou na proposta? Por quê?

Sobre o que os professores acharam mais relevante na proposta, ambos destacaram a questão de discutir com os alunos conceitos, com a utilização de recursos que clarificavam o entendimento deles durante o processo. O professor B destacou em especial os simuladores, o vibrafone e o experimento de ressonância; E o professor C frisou o uso do vibrafone com o osciloscópio para alisar as propriedades da onda sonora.

Questão 14. Qual nota você atribuiria a cada material utilizado? Por quê?

Questão 15. Que sugestões você daria para aprimorar o material utilizado?

Se fosse necessário atribuir uma nota, como forma de avaliar a proposta, na visão do professor C ela mereceria o valor de um oito e meio a nove, exclusivamente, pela limitação do tempo para aplicar tudo o que estava escrito. O

professor comentou que exatamente no tempo previsto, seria interessante a implementação para um curso de formação de professores que já conhecem o assunto, afinal seria uma forma diferente deles verem o mesmo conteúdo, já para o ensino médio, acaba ficando muito corrido.

Já o professor B relatou que se fosse atribuir uma nota, como avaliação, caberia um 7, por que de acordo com ele, foi um bom material, mas os experimentos não apresentavam grandiosidade, em suas palavras “ [...] como o experimento do pêndulo, eu o deixaria mais bonito visualmente. Dá para ver o efeito do que se quer, mas ele não é algo muito grandioso. ” .

Concordamos com o professor C sobre o tempo ser curto para o que se planejou e consideramos pertinente a ideia de implementar a proposta em um curso de formação de professores. E quanto a colocação do professor B, acreditamos que experimentos visualmente bonitos atraem mais, mas a forma como os abordados na proposta estavam, era atrativo para a finalidade. Afinal para Piaget até as experiências mais simples, pressupõem um quadro interno de interpretação, reinterpretação elementar para a apreensão do mundo. Nesse contexto Ramos e Ferreira (2004) ao falarem da importância da brincadeira dos jogos no ensino de física abordam que o maior desafio não é o material, mas sim poder utilizar o simples que o estudante tem ao seu redor e desse criar um ponto de vista desafiador e curioso.

Quanto a sugestões para aprimorar o material como um todo, o professor IV apenas comentou que “ele está bem completo assim.” E o professor C retiraria alguns tópicos, para trabalhar com mais tempo cada um deles. Concordamos com ambos e imaginamos que retirar ou acrescentar tópicos na proposta é algo tranquilo de se realizar.

Questão 16. Na visão de profissional do ensino de física, você acredita que a aplicação dessa sequência didática agregou algo à sua carreira?

Quando os professores foram questionados da relevância de participar dessa pesquisa, o professor B afirmou que isso o ajudou a lembrar os conceitos de ondulatória e foi uma forma diferente de analisar esse conteúdo. Portanto ele afirmou que acrescentará essa proposta no currículo dos próximos anos. E o professor C expos que estudar o trabalho do outro e implementar, apesar de ser difícil, agrega uma forma diferente ver ou observar coisas antes impensadas durante

o processo de ensino, o que contribui para sua atuação. Diante desses argumentos, acreditamos que a pesquisa sempre é uma construção, e nessa construção ela afetou a todos os envolvidos.

4.5 COMO OCORREU A IMPLEMENTAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA NA VISÃO DOS ALUNOS.

Consideramos os resultados obtidos dos alunos de escolas diferentes semelhantes, portanto nos ateremos a utilizar como base para as análises mais aprofundadas a turma do professor C. Por vezes, nas diferenças de respostas, comentaremos os resultados dos dados obtidos com os alunos da turma do professor B, porém sem tantos detalhes, e os dados brutos de duas turmas dele (a primeira e última que ele implementou a sequência didática) coletados para análise, seguem no anexo G caso o leitor deseje observar e tirar suas conclusões.

Conforme a ordem do questionário presente na metodologia, organizamos essa seção de forma que a maioria das respostas e análises são antecedidas pelo destaque da questão. Sobre as questões descritivas as separamos por características em comum (chamadas de caso) em um quadro por questão. Cada quadro tem quatro colunas em que: a) na primeira coluna está o número do caso (colocado assim para facilitar a referência); b) na segunda coluna aparece o número de alunos pertencentes ao caso destacado; c) na terceira coluna aparece a categorização explicativa do caso; d) e por fim na quarta coluna trazemos exemplares das respostas dos alunos que representam tal caso.

Como as tabelas estão estruturadas de forma que indicam o resultado de uma única questão, as análises são feitas por vezes, após um único quadro e as vezes, por um agrupamento de quadros. Os demais materiais (avaliação com o uso do simulador e textos) dos alunos, será apresentado junto com as respostas do questionário em que existe uma relação mais estreita. A seguir discutiremos as respostas dos alunos.

Questão 1 do questionário. Em relação à disciplina (aspectos gerais) como você avalia a dinâmica das aulas no conteúdo de ondulatória: Excelente (), Boa (), Razoável (), Ruim (), Outros (). Justifique.

Quadro 5- Em relação à disciplina (aspectos gerais) como os alunos avaliam a dinâmica das aulas no conteúdo de ondulatória.

E. E. B. Holando Marcelino Gonçalves

Caso	Número de alunos	Justificativas para a boa ou excelente desenvoltura das aulas:	Exemplares das respostas dos alunos.
1	9	A utilização de diversos recursos ou dinamicidade das aulas.	<u>“A forma de ensinar foi de maneira bem lúdica, fazendo com que a aula e a explicação da matéria ficassem mais interessantes.” (A7)</u> <u>“Atividades e explicação muito interativas, porém deveria ter mais interação de outros alunos. Esse é um método que prende a nossa atenção.” (A2)</u> <u>“Achei as aulas boas e dinâmicas.” (A6)</u> <u>“Foi aulas onde o conteúdo foi bem esclarecido, com vários exemplos e atividades diversificadas para entender o assunto” (A15)</u> <u>“Foi excelente, pois se utilizou diversos matérias para o entendimento da matéria” (A13)</u>
2	7	A explicação do professor.	<u>“A explicação do assunto foi boa e satisfatória.” (A5)</u> <u>“Pois, houve bastante dinâmicas e o professor explicou muito bem o conteúdo.” (A3)</u> <u>“A explicação foi ótima e a preparação também, a forma como montaram a aula foi boa.” (A14)</u>
3	3	A organização das aulas e otimização do tempo dela em sala de aula.	<u>“Foram bem explicadas e muito organizadas.” (A12)</u> <u>“O tempo foi bem aproveitado” (A9)</u>
4	3	Por que conseguiram apreender.	<u>“Eu achei que foi boa por que consegui apreender com as aulas.” (A8)</u>
5	3	Não justificaram ou deram uma explicação pleonástica.	<u>“Gostei bastante.” (A10)</u>
6	1	Não identificado.	<u>“Não sou obrigada a nada” (A11)</u>
Dessas justificativas, 5 alunos classificam a dinâmica das aulas em <i>excelente</i> , 13 alunos em <i>boa</i> e 1 em razoável. Distinguimos a classificação das respostas dos alunos acerca das dinâmicas das aulas em excelente, boa e razoável, nos exemplares de resposta da seguinte maneira: o excelente - em itálico, o boa - sublinhado e o razoável - sem formatação diferenciada.			

Fonte: Acervo da autora, 2017.

Apesar dos alunos não serem profissionais no processo de ensino e aprendizagem, eles percebem o que facilita ou não esse curso. Portanto, podemos inferir que a pluralidade de estratégias somado a uma boa organização que otimize o tempo em sala de aula e uma boa explicação do professor (a), são aspectos que contribuem para uma boa ou excelente desenvoltura das aulas e apareceram nas justificativas dos alunos.

Relembramos que esses apontamentos também se manifestaram nas falas dos professores. Ambos se referiram a dinamicidade da sequência didática como positiva. E quando o professor B assumia que uma parte da dificuldade de compreensão dos alunos era por sua explicação não ser tão clara assim como o seu domínio de conteúdo, ele dava indícios de como é importante uma boa explicação.

Apesar de não mostrarmos os dados das turmas do professor B, nesse momento, cabe informar que um único aluno indicou a explicação do professor como justificativa para uma boa aula.

Na resposta do aluno A2, presente no caso 1, o estudante deixou claro em sua justificativa que gostou do andamento das aulas, das dinâmicas, porém, como a relação estabelecida entre o professor e os estudantes costumava tender à passividade, o professor habituou-se a selecionar os alunos a para realizarem as propostas mais ativas fisicamente (quando não havia candidatos). Geralmente, os selecionados eram os alunos que mais aparentavam uma expressão que indicava vontade de participar das atividades, repetindo alguns rostos. Pela descrição do aluno A2, podemos deduzir que talvez ele não tenha sido escolhido e refletimos que mesmo que os alunos apresentem timidez para se candidatar na participação das atividades diferenciadas, eles devem ser motivados a se envolver, sempre variando os alunos, na tentativa de envolver a todos.

Recapitulamos que na questão 7 e 8 da segunda entrevista com os professores (sobre a reação e o aproveitamento dos alunos diante da proposta) na fala do professor C, a apropriação por parte dos alunos, do que se trabalhou em sala de aula foi razoável, menor ou igual á 50%, pelo tempo disponível e pela baixa interação dos estudantes com a proposta, visto que para ele a aprendizagem depende muito mais da motivação que os alunos têm em aprender do que de outros fatores. Ele ainda comentou que os mesmos que sempre participam, das aulas normais, foram os que participaram de forma mais ativa, fisicamente, nessa sequência didática também. Porém, pela fala do aluno A2, pela motivação demonstrada na escrita dos demais e observação inferimos que o resultado de uma participação física maior do grupo nas aulas é resultado da relação estabelecida entre a turma e o professor, não necessariamente pela motivação que os alunos possuem.

A média geral de toda turma, em números da avaliação foi sete. Portanto, acreditamos que a maioria dos alunos teve momentos de motivação para aprender, em momentos diferentes para cada um. Logo baseando-se em mais de uma visão sobre o aproveitamento dos alunos acerca dos saberes trabalhados, inferimos que ele tenha sido positivo.

Sobre a contribuição para a formação geral que esse trabalho pode ter despertado nos alunos (na questão 1.2 do questionário, que trazia o seguinte enunciado: Em relação à disciplina (aspectos gerais) como vocês classificam a contribuição da proposta para uma formação geral: Excelente (), Boa (), pouca (), nenhuma (), outros ().), 3 alunos apontaram que ela foi excelente, 9 apontaram que ela foi boa, 6 que foi pouca e 1 não respondeu. Portanto, inferimos que apesar dos alunos terem gostado das aulas, não são todos que identificam a importância dessa aprendizagem para a sua vida, de forma significativa.

Sobre como os alunos analisaram o método avaliativo o quadro dois a seguir aborda as concepções dos alunos.

Questão 2.2 do questionário. Quanto ao método de avaliação, você considera: Adequado (), Pouco adequado (), Inadequado (), Outros (). Justifique.

Quadro 6- Como os alunos avaliam o método de avaliação

E. E. B. Holanda Marcelino Gonçalves			
Caso	Número de alunos	Justificativas para uma adequada ou inadequada avaliação na opinião dos alunos:	Exemplares das respostas dos alunos.
1	5	A prova foi adequada por que cobramos o que trabalhamos em sala de aula.	<i>“Uma forma que chama a atenção do aluno, uma forma simples e bem explicada.” (A) “Sim, por que a forma de avaliar está bem adequada as aulas e explicações que tivemos.” (A14)</i>
2	3	A prova foi adequada e ajudou na continuação de construção de conhecimento.	<i>“Pois, ajudou no entendimento do conteúdo.” (A3) “Pois, foi para botar em prática tudo o que apreendemos.” (A1)</i>

3	4	A prova foi pouco adequada por que a nova abordagem ou as questões estavam confusas.	“ Na prova não entendi muito bem as perguntas” (A11) “Por que ficou um pouco confusa a avaliação” (A8) “A avaliação final foi muito confusa, proporcionando uma certa dificuldade na hora da avaliação.” (A13)
4	6	A prova foi pouco adequada por que era extensa e o tempo disponível para tal não foi o suficiente.	“Nem todo mundo conseguia acompanhar.” (A18) “Foi cobrado tudo o que foi muito bem explicado, apenas o tempo que foi curta para a avaliação.” (A2)
5	4	A prova foi pouco adequada por que os alunos costumam usar o caderno para estudar e nele havia pouco conteúdo pela metodologia empregada.	“Nós tivemos pouco tempo para fazermos a prova e não tínhamos muito conteúdo no caderno.” (A5) “Pois, não tivemos muito tempo para a realização da prova e não tínhamos muito conteúdo no caderno.” (A4)
6	2	Sem justificativa.	

Dessas justificativas apresentadas, 9 alunos classificam a avaliação como adequada e 10 como pouco adequada. Os alunos deveriam classificar a avaliação em adequada, inadequada e pouco adequada. Dessas categorias os exemplares de resposta que estão em itálico são derivados da categoria adequada e o exemplar sem formatação é relativo a categoria pouco adequada.

Fonte: Acervo da autora, 2017.

Para analisarmos as respostas dessa questão, também apresentamos na tabela a seguir o resultado do desempenho dos alunos na prova com o uso de simulador que foi implementada na última aula como avaliação do conteúdo todo sobre ondas.

Quadro 7- Proporção de erros e acertos dos alunos na avaliação com o uso do simulador.

E. E. B. Holando Marcelino Gonçalves			
Questão	Acertos	Meio erro	Erros inteiros
Aba - Ouvir a uma única fonte			
1. Com o play no simulador ativado, ao observar as ondas sonoras responda:			
a) Quando temos a junção de uma faixa escura e uma clara temos a representação de uma onda completa, logo está sendo emitido uma seção de ondas no simulador. O que o professor mexeu no simulador para aumentar o espaço entre as ondas?	17	1	0
b) Sem variar outros parâmetros, o professor fixou a frequência de ondas emitidas no simulador no valor máximo e mínimo respectivamente. Represente as diferenças observadas em uma tabela com quatro desenhos, dois na forma de onda longitudinal e dois na forma de onda transversal. Proporção de acertos da representação da onda longitudinal.	12	5	1
b) Proporção de acerto da representação da onda transversal.	12	6	0
c) O professor repetiu a orientação anterior com a seleção do comando “Áudio ativado” no simulador e foi possível ouvir um som com características diferentes com a variação da frequência. Qual foi a diferença entre o som ouvido em uma	11	7	0

frequência maior e uma menor? Qual é a explicação para essa percepção?			
d) Sem variar outros parâmetros, o professor fixou a variação de amplitude da onda no valor máximo e mínimo. Represente as diferenças observadas em uma tabela com quatro desenhos, dois na forma de onda longitudinal e dois na forma de onda transversal. Proporção de acertos da representação da onda longitudinal.	12	6	0
d) Proporção de acertos da representação da onda transversal da letra d.	4	14	0
e) Como a variação da amplitude afeta a representação das ondas sonoras (faixas e suas cores) na simulação?	8	7	3
f) Como a variação da amplitude afeta a característica do som?	11	9	2
Aba - A medida			
2. Escolha uma amplitude e pressione o botão "iniciar simulação", interrompa a simulação pressionando o mesmo botão. Com ajuda das linhas verticais azuis e da régua, meça a amplitude das ondas.			
a) Com o uso da régua o professor mediu quanto tempo a onda leva para percorrer uma distância. Com essas medidas, encontre a velocidade do som usando $v = d / t$.	7	5	2
b) O professor usou a régua para medir o comprimento da onda sonora. Verifique a velocidade acima calculada usando $v = f\lambda$. Ambos os resultados foram próximos, porém diferentes, descreva o por que você acredita que teve essa variação?	1	14	1
Aba- Interferência de duas fontes:			
3. Observe o padrão de interferência feita pelas ondas sonoras provenientes de dois alto-falantes.			
a) Descreva o por que onde acontece a interferência de ondas os padrões apresentados nas cores são mais escuros ou mais claros do que o emitido por uma única fonte.	8	3	5
b) Com o controle de áudio ativado, o professor modificou o ouvinte de lugar. Observe se ouve variação no som ouvido. Se sim, tente justificar e relacione isso com uma possibilidade de som 3D.	1	8	9
Aba - Interferência por reflexão:			
4. Observe o padrão de interferência resultante da reflexão das ondas.			
a) Dê um exemplo de onde você já encontrou esses padrões de interferência por reflexão?	1 4	4	0
Aba - Ouvir com a pressão do ar variável:			
5) Com o botão "iniciar simulação" e com o controle de audio ativado.			
a) O que você pode ouvir no modo ouvinte e no modo auto-falante quando a pressão está a 1 atm? Teve diferença? Por quê?	0	7	11
b) Com o botão "remover o ar da caixa" selecionado, escreva o que você observou e justifique com as leis da física.	8	9	1
c) Qual som se ouve com maior intensidade, o submetido a uma pressão do ar de 1 atm ou o submetido menor pressão? Por quê? Com essa conclusão é possível dizer que o som se propaga melhor em meios sólidos ou gasosos? Por quê?	0	13	5
d) O que você pode concluir sobre o desenho das ondas sonoras emitidas no vácuo? Por que você acha que isso acontece?	5	13	0

Fonte: Acervo da autora, 2017.

Como observado no quadro 2, 9 alunos classificaram a prova como adequada e 10 como pouco adequada. Dentre as várias possibilidades de avaliar a atividade, concordamos com os estudantes do caso 1 e 2, declarantes que ela era adequada por ser cobrado o que se trabalhou em sala de aula e por ela ajudar na continuação da construção de conhecimento.

Avaliamos que os alunos do caso 4, do quadro 2, ao afirmarem que a prova foi extensa, fator também destacado durante as observações e entrevista com o professor. Percebemos ainda, que o maior número de erros na avaliação ocorreu nas questões que o professor executou mais rapidamente a simulação e menos vezes. Vale comentar que 87% dos alunos do professor B classificou a avaliação como adequada, porém eles tinham duas aulas para a execução da mesma, e o professor deu a resposta da maioria das questões.

Assim, concordamos com Gatti (2009) no qual relata, que muitas vezes, o aluno não apresenta um bom desempenho na prova, não porque não domina nada do conteúdo da matéria, mas porque não entendeu como lidar com a proposta. A ausência de avaliações desse gênero também agrega dificuldades para a compreensão inicial do processo.

É possível verificar no quadro 3 que as últimas questões, tiveram um número reduzido de acertos. Inferimos, que as questões confusas apontadas pelos alunos do caso 3 são consequência do problema apresentado no caso 4, do quadro 2, pois a falta de tempo para interpretar as questões, não apenas ler, as tornam mais complexas e como nessas questões o professor utilizou menos tempo para sua exploração, diminuiu as chances de reflexão dos alunos sobre as mesmas. Dessa forma as questões podem ser aprimoradas, mas não acreditamos que estejam confusas.

Para diminuir o número de questões, poderíamos tirar algumas delas, sugerimos a questão “5 a”, “3 b” e “2 b”. Essas são indicadas por que apesar de serem pertinentes ao assunto, foram difíceis e raramente o professor aborda objetivamente essas questões durante o trabalho em sala de aula. Logo, para o aluno conseguir responder elas, deve se apropriar muito mais dos saberes abordados. E as questões “5 b” e “5 d” poderiam ser uma só.

Verificamos nas respostas dos alunos do caso 5, do quadro 2, um equívoco cultural em que se utiliza apenas o caderno como meio de estudo. Cabe lembrar

que na questão 11 da segunda entrevista com os professores, o professor C, relatou que alunos não tem o habito de fazer registros, logo ele necessita fazer uma sistematização do conteúdo sempre, algo que toma tempo.

Em um ensino que visa a autonomia do estudante, devemos romper com a ideia de que o estudo se baseia apenas naquilo que é selecionado pelo professor e registrado fisicamente, eles devem conseguir estruturar suas próprias anotações caso percebam a necessidade delas para estudar. A forma de estudo mencionada por eles tem como base o ensino tradicional, em que se estuda com base no que “o único detentor do saber passou. ” e logo ou o professor escreve no quadro ou ele trabalha como se deu a proposta, as palavras chaves sempre eram colocadas no quadro, porém não suas definições exatas.

Os estudantes possuem recursos (como os livros que ganham do estado), poderiam estudar além do que se anota no caderno. Porém observamos essa cultura reforçada quando se passa um resumo por que já supõem que os alunos não vão estudar além do que se tem em aula. Afinal o ele poderia dizer para os alunos, o capítulo do livro que estavam trabalhando, e falar: “olha pessoal, deem uma lida, e durante as aulas já tirem suas dúvidas, por que o conteúdo está em torno dessas ideias. ”. Além disso, para ir de encontro a essa necessidade de incentivar a criação de uma cultura de estudo, sentimos falta de colocar indicativos de vídeos, leituras e exercícios para os alunos, na sequência didática proposta. Fatores que colaboram para eles começarem a fazer anotações, ou criar um habito de estudo que vai além do caderno.

A seguir, discutimos como os alunos relacionam a música e a física.

Questão 3.1 do questionário. Você conseguiu relacionar a música e a física? Sim, muito (), Sim, razoavelmente (), Sim, pouco (), Não (), Outros (). Justifique.

Quadro 8- Como os alunos relacionaram a música e a física.

E. E. B. Holando Marcelino Gonçalves			
Caso	Número de alunos	Os alunos relacionaram a música e a física?	Exemplares das respostas dos alunos.
1	6	Sim, muito.	“Por que muitas vezes precisamos da física para podermos utilizar os instrumentos” (A8) “Sim porque o professor explica muito bem” (A12) “Em todos os aspectos a música e a física estavam ligadas” (A9) “Com os conceitos ensinados e até mostrados auditivo e visualmente conseguimos relacionar e comparar as duas áreas”

			(A2)
2	11	Sim, razoavelmente.	<p>“Sim, razoável por que talvez a uma diferença entre a física e a música isso talvez confundi pouco” (A14)</p> <p>“Tenho poucas dúvidas sobre, mas as aulas esclareceram muitas coisas” (A)</p> <p>“Grande parte eu consegui relaciona até porque já tinha conhecimento sobre alguns conceitos dentro da música, mas foi bem interessante ver essa relação com a física” (A7)</p> <p>“Sim, mas não todos os aspectos de ondas consegui relacionar a música” (A5)</p>
3	2	Sim, pouco.	<p>“Pois alguns conceitos foram difíceis de entender” (A1)</p> <p>“Eu relacionei o significado de algumas palavras” (A16)</p>
4	4	Não justificado.	
Além das relações entre a física e a música, com a questão 3,2 do questionário verificamos que desses alunos, 3 conseguem relacionar muito a alguns conceitos de ondulatória a algo do seu dia-a-dia, 7 razoavelmente e 9 poucos.			

Fonte: Acervo da autora, 2017.

O quadro 8 acima, nos indica que quase todos os alunos conseguiram estabelecer relações entre a física e a música, alguns mais e outros menos. Então, conseguimos atingir um dos objetivos subjetivos que o próprio título deste trabalho sugere: a construção da física durante a música. E apesar das classificações de relações maiores ou menores, selecionadas pelos alunos (sim, muito; sim, razoavelmente; sim, pouco), verificamos que elas foram tão intensas que o aluno “A 14”, do caso 2, classificou ter relacionado razoavelmente a música com a física por não conseguir as diferenciar, quando tratamos do campo de ondulatória e da música em si. Nessa fala também identificamos a necessidade que eles sentem em separar os conhecimentos, como em caixinhas.

Vale comentar que o professor C não utilizou a abordagem matemática nessas aulas, e o professor B sim. No questionário dos alunos da turma do professor B o aluno B20 descreveu que não compreendeu as relações físicas e musicais “Em um momento houve contas. ”, portanto percebemos nessa fala uma das dificuldades da física mais geral que os professores comentaram na segunda entrevista. A dependência que a física tem de outras áreas, que talvez os alunos não dominem.

Com a questão 3.2 do questionário (Você consegue relacionar alguns conceitos de ondulatória a algo do seu dia-a-dia? Sim, muito (); Sim, razoavelmente (); Sim, pouco (); Não (); Outros ().), percebemos que as relações entre a física e a música são maiores que as relações que estabelecidas com o cotidiano deles. Como comentado pelo professor B, na segunda entrevista com os professores, na

questão 4 (sobre o que eles mudariam na proposta), talvez seja interessante acrescentar mais exemplos diferenciados de relações de ondulatória, para que assim, os alunos tenham uma maior significação desse estudo, porém, lembramos que isso demanda um tempo maior.

Prosseguindo, analisamos as respostas dos alunos acerca de o que mais os chamou atenção durante as aulas.

Questão 3.3 do questionário. Descreva o que mais lhe chamou a atenção durante as aulas.

Quadro 9- O que mais chamou a atenção dos alunos durante as aulas.

E. E. B. Holando Marcelino Gonçalves			
Caso	Número de alunos	Fatores que que mais chamaram a atenção dos alunos:	Exemplares das respostas dos alunos.
1	7	As relações entre a física e a música.	“De como a física e a música fazem parte de uma da outra” (A16) “De que mesmo duas coisas bem diferentes uma da outra elas se combinam” (A4) “Da matéria foi o modo em que a física e a música muitas vezes andam lado a lado as dinâmicas feitas durante as aulas achei bem divertido e atrativo” (A7)
2	5	Os instrumentos musicais e aplicativo para a análise do som dos mesmos.	“Quando o professor trouxe para a aula as flautas e outro objetos relacionados a música” (A12) “O uso de instrumentos musicais diferentes (ex: Xilofone) e o uso de aplicativos para simulas as ondas sonoras” (A5)
3	5	As dinâmicas de aula interacionistas.	“A forma que eles ensinaram na pratica e nos fazendo participar, achei bom” (A18) “A dinâmica, a maneira que a aula me cativou” (A9)
4	3	O uso do simulador.	“As aulas que teve no auditório, no caso a avaliação aplicada” (A17)
5	3	As músicas ouvidas.	“A coisas foram bem dinâmicas. Gostei da aula que usamos o xilofone e da primeira aula que ouvimos música” (A6) “Como eu aprendi os conceitos da música” (A10)
6	3	Conceitos específicos.	“A diferença das ondas, a forma como cada um de nós temos uma diferença de som de voz, também conforme cada som que nos escutamos talvez a uma intuição e diferenciação de som” (A14) “Descobrir a frequência audível e que o som pode derrubar pontes” (A1)
7	3	Aspectos gerais.	“O comprometimento do professor. Aulas diversificadas.” (A3) “Pois muitas vezes não presto atenção no meu dia-a-dia mais quando paro pra pensar consigo relacionar” (A8)
8	2	Não justificado.	

Fonte: Acervo da autora, 2017.

Como uma proposta pluralista as respostas do que mais chamou a atenção dos alunos também foram variadas. Observamos assim, que de certa forma, nessa proposta, há um respeito as múltiplas formas de aprendizagem e um pouco dos gostos dos alunos. Portanto, a seguir questionamos sobre momentos específicos das aulas, com a reflexão sobre as possibilidades e os limites de cada momento. Começamos analisando a utilização das músicas, utilizadas principalmente nas primeiras aulas.

Questão 4.1 do questionário. - A utilização das músicas ajudou na compreensão do conteúdo? Gostaria de utilizar músicas mais vezes?

Quadro 10- Como os alunos analisam que a utilização de músicas pode auxiliar na compreensão do conteúdo nas aulas de física.

E. E. B. Holando Marcelino Gonçalves			
Caso	Número de alunos	Justificativas de como a utilização das músicas ajudou a compreensão do conhecimento.	Exemplares das respostas dos alunos.
1	7	Ajudou, por ser uma atração motivadora para construir o conhecimento.	“Na minha opinião sim por que através da música conseguimos aprender mais por que no mesmo tempo estamos se divertindo e aprendendo” (A8) “Sim, pois a música é algo muito presente em nossa vida e o meio em que ela foi usada para explicar conceitos físicos deixou a aula mais atrativa e interessante” (A7)
2	10	Ajudou, pela ligação conceitual que as músicas tinham em si com o tema proposto a ser estudado, facilitando a compreensão dos alunos.	“Ajudou a saber quais termos podem ser utilizados para música e para física e tornou a aula mais cativante” (A) “Sim, ela foi a base para eu entender” (A17) “Sim. A música facilita bastante a compreensão do conteúdo” (A6)
3	3	Ajudou, por ser algo apreciado diariamente mesmo com estilos diferentes. (Motivação)	“O trabalho com a música foi muito bacana, porque a música está quase todo dia na minha vida” (A15) “Ajudou sim, a música sempre está presente” (A1)
4	1	Ajudou, mas poderia ser melhor.	“Ajudou, mas o problema é que eram muito desconhecidas e eu gostaria de trabalhar com, mais vezes” (A1)

Fonte: Acervo da autora, 2017.

Constatamos que todos os alunos veem as músicas utilizadas para essa proposta como auxiliador na construção de conhecimento, seja por ela normalmente estar associada a momentos de lazer, o que auxilia em aulas prazerosas (caso 1 e 3), seja por ter uma ligação direta com o assunto abordado (caso 2).

No caso 4, com a descrição do aluno A1, e no primeiro dia de implementação da proposta do professor C, quando ele disse “eu não conhecia essas músicas, mas

elas são bem interessantes para nos começarmos a estudar sobre ondulatória” (Professor C) verificamos que as músicas não eram muito conhecidas. A utilização de músicas mais populares é subjetiva e mais difícil de encontrar para especificamente na área de física, visto que são poucos musicistas que pensam nesses aspectos na hora de compor, porém concordamos com o aluno que quanto mais famosa é a música, mais interessante pode ser a sua abordagem. Identificamos na fala dele, também, o desejo de utilizar mais músicas com uma interpretação crítica acerca delas.

A seguir, analisamos a utilização dos aplicativos eletrônicos, utilizadas principalmente últimas aulas.

Questão 4.2 do questionário. A utilização dos aplicativos eletrônicos no decorrer das aulas ajudou na sua compreensão? Gostaria de utilizar mais aplicativos semelhantes?

Quadro 11- Como a utilização de aplicativos eletrônicos auxiliou na compreensão dos fenômenos físicos.

E. E. B. Holando Marcelino Gonçalves			
Caso	Número de alunos	Justificativas para como a utilização dos aplicativos eletrônicos ajudou as aulas.	Exemplares das respostas dos alunos.
1	3	Ajudou, por ser uma atração motivadora para construir o conhecimento.	“Sim o barulho foi um pouco chato mais foi uma atividade diferente para um tema que é considerado “serio” mais foi bem legal.” (A15)
2	11	Ajudou, pois esclareceu os conceitos trabalhados e sua aplicação.	“Sim, ajudou com clareza a entender como ocorre os processos e a visualizar conceitos ensinados.” (A2) “Sim, pois eu consegui compreender melhor do que se tratava. Sim pois assim talvez minhas notas em física seriam melhores.” (A4) “Sim, pois desse modo podemos ver e praticar em casa também.” (A18) “Sim pois isso ajudou a compreender melhor o que o professor estava explicando.” (A12) “Sim gostaria sim ajudou a compreender e entender o funcionamento de cada onda demonstração e diferenciação.” (A14) “Ajudou muito mais que as músicas, os aplicativos foram muito claros para a compreensão gostaria muito de utilizar aplicativos semelhante.” (A13)
3	3	Auxiliou a compreensão do conteúdo, porém desgostou da qualidade de som do simulador ou da intensidade do som fraca das caixinhas durante as músicas ouvidas.	“Sim, gostaria. O que me incomodou um pouco no começo foi o barulho.” (A16) “Sim o único ponto a melhorar seria a qualidade de som quando usado em lugares maiores.” (A9)
4	3	Não justificado.	“Não” (A11) “Sim gostaria.” (A3)

Fonte: Acervo da autora, 2017.

Nessa questão, indagamos qual foi a importância da utilização dos aplicativos eletrônicos para as aulas e observamos que alguns alunos responderam analisando todos os equipamentos eletrônicos e outros se aterão a um recurso eletrônico em especial.

Das respostas apresentadas, o aluno A11, do caso 4, foi o único que sem justificativa, não avaliou a utilização dos equipamentos eletrônicos como proveitosos. Dos demais, todos os alunos afirmaram que eles ajudaram no esclarecimento do conteúdo. Cabe lembrar que pelas observações, o professor primeiro discutia os conceitos físicos de forma oral, por vezes com dinâmicas e posteriormente utilizava os simuladores e laboratórios virtuais (como o osciloscópio). A fala do aluno “A13” nos faz deduzir, com mais convicção que a utilização dos equipamentos eletrônicos não só facilita, mas sim viabiliza a compreensão desses saberes de forma mais clara.

Ao falar sobre ondas, os alunos costumam pensar naquelas que observam no mar. Porém, para entender a natureza do que existe e como existe é necessário uma compreensão mais ampla delas. Portanto, percebemos que os aplicativos eletrônicos auxiliaram a ampliar a visão dos alunos, sobre as diferentes ondas e suas características.

Sabemos que muitos alunos são atraídos por jogos virtuais e tecnologias. Como eles foram estimulados pelo professor a manipular o simulador em casa, vemos na fala do aluno “A 18”, no caso 2, um resultado desse incentivo. O aluno gostou do simulador, por poder manusear o aplicativo fora da sala de aula, estudando assim, os conceitos presentes na simulação. Portanto, para um aluno, podemos inferir que essa atividade ajudou a romper com a ideia de que o estudo tem como fonte única, o caderno.

Na utilização do simulador, existe um comando citado na sequência didática, em anexo, que se chama “áudio ativado”, quando ele está selecionado, dependendo a frequência e intensidade colocada, o som é muito agudo e intenso, por muito tempo soando causa um desconforto, como declarado em falas dos alunos do caso 3. O professor em sala de aula sempre foi prudente para não deixar esse som por muito tempo, mas salientamos que ao utilizar esse aplicativo, deve se tomar cuidado

para não exagerar manipulação desse recurso. Afinal, se com a cautela adotada ele já ocasionou incômodos, pensamos em momentos que o mesmo não seja realizado.

Notamos na fala do aluno “A9”, do caso 3, que os estudantes perceberam a deficiência dos recursos de som utilizados e sua influência (citado nas análises das observações da primeira aula do professor C). Acreditamos que não seria estranho eles perceberem e comentarem, afinal, a falta de estrutura escolar ou recursos, afeta diretamente no processo de aprendizagem, quando ela ganha espaço e importância nessa construção.

No próximo quadro, analisamos a utilização dos experimentos, na abordagem utilizada.

Questão 4.3 do questionário. A utilização do experimento ajudou na sua compreensão? Como?

Quadro 12- Como a utilização de experimentos auxiliou na compreensão dos fenômenos físicos.

E. E. B. Holando Marcelino Gonçalves			
Caso	Número de alunos	Justificativas para como a utilização dos experimentos ajudou no andamento das aulas.	Exemplares das respostas dos alunos.
1	2	Ajudou, pois foi uma atração motivadora a aprender.	“Ajudou sim gostei muito quando utilizamos o xilofone.” (A6) “Sim, pois me ajudou a prestar mais atenção nos sons a minha volta.” (A13)
2	14	Ajudou, pois esclareceu os conceitos trabalhados e sua aplicação.	“Sim. Por que em muitas coisas eu não sabia que precisava da física para funcionar e através do experimento eu soube que usava.” (A8) “Sim a utilização dos experimentos ajudou bastante na compreensão, pois desse modo podemos ver como as ondas sonoras funcionam.” (A5)
3	4	Ajudou um pouco, pois esclareceu os conceitos trabalhados e sua aplicação, porém não completamente.	“Um pouco, mas deu para entender.” (A7) “Um pouco, qual a mudança quando dois sons se encontram? Não entendi muito bem.” (A15) “Um pouco, muita coisa eu prestei atenção, mas não consegui compreender.” (A16)
4	3	Não justificado.	

Fonte: Acervo da autora, 2017.

Sobre como utilização de experimentos auxiliam no processo de ensino e aprendizagem, com exceção dos alunos neutros do caso 4, apuramos que ela é positiva pela descrição dos demais. Com os argumentos postos até o momento, podemos inferir que para auxiliar na aprendizagem, existiu uma simbiose entre o professor, os alunos, os experimentos e a tecnologia. No qual, sem os primeiros

dois, não seria possível a existência dos seguintes, mas que sem os dois últimos se dificultaria a relação dos primeiros nessa proposta. Os recursos experimentais deram mais sentido para utilização das tecnologias. E sem os experimentos ou instrumentos musicais a proposta de relação entre a música e a física seria menor, afinal dificultaria a percepção de como o estudo da física afeta a música e seus instrumentos.

Prosseguimos com as discussões dos resultados analisando a utilização dos textos construídos pelos alunos e história da música e física.

Questão 4.4 do questionário. A utilização de textos e da história relacionada a música e a física ajudou na sua compreensão?

Quadro 13- Como a utilização de textos e da história relacionada a música e a física ajudou compreensão dos alunos.

E. E. B. Holando Marcelino Gonçalves			
Caso	Número de alunos	Justificativas para como a utilização e/ou escrita da história auxiliou ou não, na construção de conhecimento.	Exemplares das respostas dos alunos.
1	2	Ajudou, pois foi uma atração motivadora para construir o conhecimento.	“Sim adoro escrever textos e ouvir música por conta disso aprendi melhor e foi mais prazeroso aprender.” (A7)
2	6	Ajudou, pois esclareceu os conceitos trabalhados e sua aplicação.	“Sim, e bastante foi muito legal pois para o texto fiz mais pesquisas e algumas coisas acabou me ajudando mais me deixou algumas dúvidas.” (A15) “Sim pois eu pude ver como a música seus conceitos físicos fazem parte do nosso dia-a-dia.” (A4) “Sim pois fez com que eu compreendi melhor o assunto.” (A6)
3	2	Ajudou pouco, pois foi uma forma de estudar sobre o assunto.	“Não muito, mas me forçou a explicar os conceitos físicos e seus funcionamentos na pratica da música.” (A2)
4	8	Ajudou, ajudou pouco, porém sem justificativa.	“ Sim, mas a música ajudou mais.” (A1) “ Os textos relacionados não ajudaram tanto quanto a ajuda dos aplicativos e dos instrumentos.” (A5) “ Sim, facilitou o entendimento.” (A18) “ Sim ajudou muito.” (A12) “ Ajudou um pouco.” (A16)
5	3	Não ajudou, com e sem justificativa.	“Não.” (A11) “ Não muito, pois foi muito tedioso.” (A13)

Fonte: Acervo da autora, 2017.

Nessa questão, queríamos saber, para os alunos, qual foi a importância deles: a) escreverem uma história sobre a física e a música e b) saberem um pouco da história da música e as influências que a física, matemática e sociedade tiveram em sua construção (HFC). Porém, observamos que deveríamos ter elaborado duas perguntas, apenas seis alunos do professor B aparentemente responderam essa questão analisando a utilização da HFC, os demais responderam sobre a construção por eles de uma história fictícia que fazia parte da avaliação e era atividade de casa.

Sobre a história construída por eles, averiguamos que os alunos com dificuldades para relacionar os conceitos físicos corretamente dentro do contexto da narração tendiam a ser aqueles com menores notas na avaliação com o uso do simulador. E quanto mais os alunos conseguiam entrelaçar os conceitos com seus vários significados, melhor era a nota obtida na prova com o uso do simulador. A seguir transcrevemos fragmentos do texto¹⁷ de uma das alunas.

Um professor de música, certo dia decidiu que iria fazer uma música para a sua amada. Ele estava muito preocupado se ela iria gostar ou não. [...] Ele pensou em tudo, deixou em uma frequência baixa, ou seja, ele deixou com pouco número de oscilações de onda. Ficou tão grave quanto o amor dele por ela. O timbre claramente diferenciou o som da voz dele de outras vozes e sons da mesma altura. Ela jamais esquece-rá. [...] A música não chegou a 20000hz, mas foi o suficiente para demonstrar o amor por ela nas notas. [...] Parece que não precisa muito para entender a música. É física pura.

Quando a aluna utilizou a palavra grave, na história, ela conseguiu encaixar o termo de tal forma que mostrasse mais de um significado que essa palavra pode conter. Grave no sentido de pesado, perigoso e no sentido de ondas sonoras com poucas oscilações por segundo. Já quando ela comentou do timbre, apresentou a utilização desse conceito (distinção de sons de mesma frequência), e finalizou com a compreensão de que para entender a música é importante a física. Portanto, constatamos o que carvalho afirma:

Discussões entre alunos e professor são importantes para gerar, clarificar, compartilhar e distribuir ideias entre o grupo, enquanto o uso da escrita como instrumento de aprendizagem realça a construção pessoal do conhecimento. [...] Estimula os estudantes a refinar seu pensamento, amentando assim seu entendimento do tema estudado. (CARVALHO, 2010, p.64)

¹⁷ O texto completo se encontra no apêndice F

De maneira geral, a maioria dos alunos conseguiu elaborar o texto de maneira satisfatória. Com as características necessárias para uma história e o atendimentos dos critérios solicitados (conceitos físicos e seus respectivos significados). Acreditamos que os melhores textos foram elaborados não só por alunos com mais facilidade de escrita, mas também aqueles que mais estudaram para uma argumentação adequada. Como observado no quadro 9, a elaboração dos textos motivou eles a estudarem sobre o tema e a consultarem outros materiais. Adquirindo assim, um maior domínio sobre o assunto, afinal, “a escrita mais do que a fala, estimula a consciência da diferenciação entre o que se diz (as palavras) e o que se quis dizer (as idéias).” (Oliveira e Almeida, 2008, p.271). Verificamos esse estudo, mais intensamente na fala do aluno “A2”, do caso 3, em que ele relata “me forçou a explicar” e do aluno “A15”, do caso 2, quando ele fala que pesquisou mais, e a reflexão sobre o que ele estudou ainda gerou algumas dúvidas.

Outro aspecto interessante que apareceu em alguns textos, foi que, aparentemente, aquilo que mais chamou a atenção dos alunos durante aulas, apareceu em alguns textos com exatamente a mesma linguagem utilizada em sala e mesmas relações que o professor estabeleceu. Apresentamos o fragmento de um dos textos dos alunos:

Um professor de física decidiu ensinar aos seus alunos qual a relação de física com a música, e para isso chamou um amigo seu que é músico. : - Galerinha hoje, vamos entender por que a música faz parte da física [...]. Bom para começar a falar o que vocês entendem por música ou som? - Som é tudo o que ouvimos, respondeu um aluno [...].

O professor C costumava se referir a turma comumente como galerinha e a forma como o aluno escreveu o texto foi como os alunos com o professor construíram as relações em sala de aula sobre os conceitos em estudo.

Com essa questão, também notamos, mais intensamente como os alunos tem diferentes gostos e os dois extremos de atração pelas atividades propostas. No caso 1, do quadro 9, o aluno “A 7” descreve sua alegria ao escrever o texto e escutar músicas, porém no quadro 8, esse mesmo aluno não relata tanta empolgação com a utilização dos experimentos. Temos uma inversão com o aluno do caso 5, “A 13”, no quadro 9, ele demonstra muita insatisfação na produção do texto e no quadro 8, caso

3, quadro apresenta satisfação e maior envolvimento com a atividade experimental. Por esse motivo reafirmamos que essa proposta tem potencial para motivadora para , vários alunos, em diferentes momentos.

Assim inferimos que utilização da produção de textos pelos alunos enriqueceu a pluralidade de abordagens e por momentos tornou os alunos autores, com uma determinada margem de liberdade. Se esse texto fosse feito em sala de aula, provavelmente eles não estudariam, mesmo que seja minimamente

Ainda sobre essa questão, trazemos agora algumas falas da visão dos alunos do professor B, relativas a utilização da HFC e sua pertinência na abordagem utilizada. De acordo com o aluno “B 12”, entender a HFC foi mais importante do que matematizar o seu processo, em suas palavras: “Ajudou. Porque nos ajudou a entender a história e não só a fazer as contas”. Já o aluno “B 13” apenas assumiu que ver um pouco do processo de construção do saber em estudo auxiliou sua compreensão “Sim, deu para entender melhor o assunto”.

Observando que o processo pode ser tão complexo como o produto final e que os professores de física raramente têm a HFC em sua formação, acreditamos que esses motivos tornam mais dificultoso uma abordagem com esse viés em sala de aula, algo que pode afetar também o compreender do aluno. Encontramos falas com esse sentido, no qual os alunos afirmaram que essa abordagem ajudou mais ou menos: “Mais ou menos. Fiquei meio confuso com essa parte” “B15”.

Nas próximas análises do questionário, buscamos ver qual era a visão dos alunos da aula de física.

Questão 1 das questões adicionais do questionário. Você acha importante aprender física? Por quê?

Quadro 14 - A importância que os alunos dão para física.

E. E. B. Holando Marcelino Gonçalves			
Caso	Número de alunos	Justificativas do por que os alunos acham importante apreender física.	Exemplares das respostas dos alunos.
1	16	Ela é importante, pois ela explica o que acontece no nosso dia-a-dia e está presente em muitos contextos.	<p>“ Sim pois sem ela não teríamos o que temos hoje. Então ela é importante. ” (A4)</p> <p>“ É muito importante aprender física, pois compreendemos melhor como funciona o ambiente e as coisas da nossa vida. ” (A5)</p> <p>“ Acho que sim ela influencia em muitas áreas distintas. ” (A2)</p>

			<p>“Sim, sempre! Principalmente se tratando da minha matéria favorita, entender o mundo me fascina.” (A9)</p> <p>“Com toda a certeza é uma das melhores, mas, claro que também é muito bom quando se tem um bom professor que caso temos, ele torna a física mais interessante.” (A13)</p>
2	3	Ela é importante, pois é um tipo de conhecimento e todo conhecimento é importante.	<p>“Conhecimento geral é sempre bom. (A18)</p> <p>“Claro ninguém é tão esperto que não possa aprender mais ter conhecimento é sempre muito bom.” (A17)</p> <p>“ Sim, apesar de não gostar muito é importante saber o conceito de algumas coisas e além disso conhecimento nunca é demais.” (A7)</p>

Fonte: Acervo da autora, 2017.

Entendemos que como os alunos veem a física influência na motivação que eles terão para querer ou não apreender. Então, como observamos no quadro 10, um grande número de alunos vê a física como importante e presente no seu cotidiano. Analogamente essa turma se mostrou compromissada com os trabalhos e sua parte no processo de ensino e aprendizagem. Acreditamos que essas concepções da importância da física, influenciaram positivamente no resultado da implementação da sequência didática.

Já nas turmas do professor B, teve alunos que não consideram a física importante, trazemos duas falas que mostram essa compreensão “Não e sim depende da área que C, tem vocação e quer seguir. No meu caso não” (B 19), “Não. Acho desnecessário pois já temos matemática e ciências. Matemática contas, raciocinar e ciências trabalhar um pouco com a física já é o necessário.” (B 20). Vale comentar que essas turmas foram menos comprometidas, de maneira geral para entregar os testes e estudar.

No quadro 11 e 12 a seguir analisamos as dificuldades que os alunos costumam ter em sala de aula e as dificuldades superadas com a sequência didática.

Questão 3 das questões adicionais do questionário. Quais são as dificuldades de aprendizagem que você costuma ter nas aulas de Física?

Quadro 15- Dificuldades de aprendizagem que os alunos costumam ter nas aulas de Física.

E. E. B. Holando Marcelino Gonçalves			
Caso	Número de alunos	As dificuldades de aprendizagem que os alunos apontam como presentes nas aulas de física.	Exemplares de respostas no questionário dos alunos.
1	16	Cálculos e interpretações.	“Eu não costumo ter muitas dificuldades as que eu tenho estão relacionadas com cálculo e/ou interpretação.” (A9)

			“Contas.” (A3) “Interpretação das questões.” (A18) “De não aprender a fórmula ou não entender a questão.” (A11)
2	3	Concentração	A concentração. (A13)

Fonte: Acervo da autora, 2017.

Questão 4 das questões adicionais do questionário. Quais as dificuldades encontradas nas últimas quatro aulas de física? Se você conseguiu superar essas dificuldades, como elas foram sanadas?

Quadro 16- Quais foram as dificuldades que os alunos tiveram durante a implementação da proposta comentada e se elas foram superadas como isso ocorreu.

Caso	Número de alunos	As dificuldades de aprendizagem que os alunos apontam como presentes nas aulas de física.	Exemplares das respostas dos alunos.
1	4	Não apresentaram dificuldades.	“ Eu não tive dificuldades, conhecia maior parte do assunto.” (A9) “ Não tive dificuldades alguma, as dificuldades foram sanadas pelo simples fato da matéria ser muito interessante.” (A13)
2	2	Superaram as dificuldades de compreensão com o auxílio das ferramentas didáticas.	“Tive alguma certa dificuldade para distinguir alguns conceitos, mas logo compreendi melhor através do aplicativo de som.” (A7) “A minha dificuldade foi compreender alguns conceitos sobre ondulatória mas superei quando foi utilizado os aparelhos eletrônicos e os instrumentos.” (A5)
3	4	Superaram as dificuldades de compreensão com o auxílio da explicação do professor ou método de forma geral.	“Consegui entender boa parte com a explicação do professor.” (A3) “Reconhecer todos os conceitos, sim foram sanadas pois os métodos de explicação foram claros.” (A2)
4	2	Apresentaram uma superação de dificuldades sem citar quais.	“Minhas piores dificuldades são não entender o que é passado. Consegui (Finalmente compreendi a física).” (A4) “Consegui superar algumas dificuldades.” (A8)
5	6	Apresentaram algumas dificuldades de compreensão do conteúdo, porém não a superaram ou comentaram sobre sua possível superação.	“Como fazer a conta de medição da onda.” (A18) “Para entender sobre as contas no aplicativo.” (A17) “Não consegui entender na hora da prova as perguntas.” (A15) “Eu prestei atenção nas aulas, mas no dia da prova eu demorava para entender o que se estava se passando no projetor, foi tudo muito rápido.” (A16) “As minhas dificuldades foram sobre alguns conceitos da física na música.” (A6)
6	1	Incompreensível.	“Bem como e aplicada ondulatória bem sequência dos sons a intensidade.” (A14)

Fonte: Acervo da autora, 2017.

Pelo quadro 11, extraímos a ideia de que a maioria dos alunos tem dificuldades com contas, interpretações e alguns com a concentração. Dos 4 alunos afirmantes que a prova possuía questões confusas, 3 deles, nessa questão, descreveram que geralmente tem dificuldade com interpretações nas aulas de física, então para esses casos seria interessante pensar em um reforço externo à sala de aula. Observamos que o limitador para esses alunos irem melhor em física, provavelmente está em outras áreas da aprendizagem e uma proposta didática ou o professor em sala de aula não dão conta de sozinhos ajudar.

Como apresentado no quadro 12, 8 alunos apresentaram dificuldades e conseguiram as superar com auxílio do professor e da proposta didática, com destaque especial para a utilização de aplicativos eletrônicos na análise do som. Todos os alunos no quadro 10 afirmaram ter dificuldades para a aprendizagem de física, porém com essa abordagem, 4 alunos afirmaram não ter obstáculos.

Acreditamos que se o tempo de aula fosse maior, as questões levantadas no caso 5, do quadro 10, seriam aliviadas e mais alunos teriam facilidade na construção de conhecimento.

5 CONCLUSÕES

Nessa pesquisa tivemos como objetivo principal identificar as potencialidades e os limites que se apresentariam na implementação de uma sequência didática com princípios físicos e históricos da construção da música para o ensino de ondulatória, em especial no assunto de acústica.

Através de questionários respondidos pelos alunos, entrevistas com professores e observações das aulas, inferimos que a otimização do tempo com recursos e abordagens dinâmicas auxiliaram na motivação e compreensão dos alunos acerca dos fenômenos de ondulatória (isso principalmente por ir ao encontro dos diversos estilos de aprendizagem e ampliar a visão das diversas possibilidades de pensar a física). No entanto, verificamos que o sucesso dessa abordagem dependeu diretamente do domínio de conteúdo por parte do professor.

Além do preparo adicional por parte do professor, um dos principais obstáculos na realização dessas atividades diferenciadas foi a falta de espaço apropriado para otimização do tempo. A instalação de equipamentos eletrônicos e físicos ocuparam um tempo considerável, algo que pode ser contornado, pensamos, com a solicitação (pelos professores) e organização (pela escola) de salas ambientes.

Cada atividade realizada teve um papel diferente na cooperação para a aprendizagem dos alunos. A utilização de músicas, na visão deles, surgiu como auxiliadora na compreensão do conhecimento por ser uma atração “nova” (raramente explorada pelos professores de física), pela ligação conceitual que elas tinham em si com o tema proposto e pelo hábito dos alunos de apreciar músicas. Além da avaliação dos alunos acerca dessa ferramenta, observamos que a sua linguagem é próxima da que eles costumam usar, porém o aparelho de som utilizado deve ser potente o suficiente para um aproveitamento audível de toda a turma, fator que pode ser dificultado quando a escola não disponibiliza os recursos de forma satisfatória.

Relativo à manipulação dos instrumentos musicais, como experimentos e demais práticas experimentais utilizadas, elas se apresentaram mais influentes na perspectiva dos professores e da pesquisadora do que dos alunos. Sem eles a proposta poderia perder seu foco, porém para os alunos eles auxiliaram a

compreender mais o objeto de estudo e seu comportamento do que a explicação para determinado comportamento.

Um dos recursos essenciais para a compreensão dos fenômenos em estudo, na opinião dos alunos, foi a utilização dos aplicativos eletrônicos, destacou-se o laboratório virtual com o aplicativo *sondcard scope*). De acordo com os alunos, eles esclareceram os conceitos trabalhados e sua aplicação. Um dos alunos (A13), na questão 4.2, apontou que para a compreensão dos fenômenos ondulatórios tais recursos foram ainda mais importantes do que a utilização das músicas. Nesse sentido, pontuamos que houve a necessidade de uma simbiose entre tais recursos com a mediação do professor, no qual ambos poderiam existir separadamente, porém, dessa forma se perderia uma parte do sentido da proposta.

Entre os limites apresentados na implementação da sequência didática, encontramos a falta de tempo para realizar um resumo escrito do conteúdo no quadro, pois os alunos apresentaram uma dependência dessa estratégia por falta da cultura de estudo. Esse fator foi colocado como limitante, tanto na entrevista do professor como no questionário respondido pelos alunos. Seguindo a sugestão do professor, isso poderia ser moldado com mais atividades desse cunho, incentivando os alunos a estudarem além do que o professor traz como saber.

Com o sentido de criar uma cultura de estudo, percebemos que a solicitação da escrita de narrações fictícias com relações reais entre a física e a música sensibilizou os alunos a lerem e refletirem um pouco mais sobre o tema. Algo que, para alguns, também foi uma atração motivadora para construir o conhecimento e esclareceu os conceitos trabalhados em sala de aula.

As leituras em sala de aula são importantes, porém podem se tornar enfadonhas, portanto acreditamos que para as utilizar é necessária uma dinâmica diferente que deve ser acrescentada como sugestão na proposta didática a fim de aumentar o aproveitamento do material em que se empregou a leitura. Quanto à história da música com suas relações físicas, matemáticas e sociais, durante as discussões sobre o texto os alunos interagiram e apontaram que isso facilitou a compreensão dos fenômenos e da natureza do que temos hoje de música, porém quando houve leituras foi comum haver menos interação entre o aluno leitor e o professor.

Observamos, também, que deve-se incentivar o processo de pensar, não apenas reproduzir, ou colocar no papel o que é necessário para tirar nota. A utilização de simuladores facilita esse processo e a mediação do professor se torna essencial. Porém, anterior a avaliação, é aconselhável que os alunos tenham algum contato explicativo com o simulador, afinal é uma situação diferente da cotidiana, e pode prejudicar os alunos se não for explicitada anteriormente.

Além disso, percebemos que a avaliação tem uma extensão que talvez seja melhor aproveitada e utilizada pelos alunos se tivesse um tempo de até duas aulas para sua implementação. Outra opção, para diminuir o tempo para a realização da avaliação, é a redução do número de questões. Poderíamos tirar algumas delas, como a “5 a”, “3 b” e “2 b”. Isso porque, apesar de serem pertinentes ao assunto, raramente o professor aborda objetivamente essas questões durante o trabalho em sala de aula. Logo, para o aluno conseguir responde-las, deve se apropriar muito mais dos saberes abordados. Além disso, as questões “5 b” e “5 d” poderiam ser uma só.

Outra questão que deve ser apontada sobre a utilização de simuladores, é que preferencialmente eles deveriam ser instalados nos computadores da escola. Algo que não foi possível em nosso trabalho pelos recursos disponíveis.

Todos os alunos apresentaram indícios (pelas provas, textos, questionários e ações em sala de aula) de ter compreendido uma parte de ondulatória e ter estabelecido relações entre a física e a música em diferentes níveis de compreensão, porém o mesmo não ocorreu (para a mais da metade dos alunos) com as tecnologias e outras vertentes que fazem parte da vida dos estudantes e são explicadas pelos mesmos conceitos estudados. Portanto, apontamos que um limite dessa proposta é a ausência de mais aplicações além da música, para esse tema, fator também comentado pelo professor B, durante a segunda entrevista. Porém, advertimos que um maior número de aplicações da ondulatória exige um tempo adicional.

Em ordem de destaque, para os alunos, os fatores que mais chamaram sua atenção foi: as relações entre a física e a música, os instrumentos musicais e aplicativos para a análise do som dos mesmos, as dinâmicas de aula interacionistas, o uso do simulador, as músicas ouvidas e os conceitos específicos.

Com as questões 3 e 4 do questionário, averiguamos que quase todos os alunos têm dificuldade em ter uma boa compreensão, e/ou realizar cálculos e/ou se concentrar. Porém, com essa proposta, poucos alunos mostraram uma permanência em algum desses problemas. A maioria afirmou que a maneira com que foi trabalhado o conteúdo os auxiliou a superar essas dificuldades.

Outra possibilidade para a implementação dessa proposta, sugerida pelos professores na segunda entrevista, é a utilização de instrumentos confeccionados pelos alunos, e instrumentos menores como gaita de boca e flautas. Algo que poderia facilitar a escolha por uma metodologia semelhante a essa para o ensino de ondulatória. Por fim, podemos afirmar que a participação de todos os envolvidos nessa pesquisa envolveu bastante trabalho e produziu aprendizagens de diversos tipos.

REFERÊNCIAS

- ABID, Maria Lúcia Vital dos Santos. **Avaliação e melhoria da aprendizagem em Física**. In CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Ensino de Física. São Paulo: Cengage Learning, 2010.
- ALTHUSSER, Louis. **Aparelhos ideológicos do Estado**. Rio: Graal, 1983.
- AUSUBEL, D. P. **Algunos aspectos psicológicos de la estructura del conocimiento**. Buenos Aires: El Ateneo, 1973.
- AZEVEDO, Carlos Eduardo Franco; ABDALLA, Márcio Moutinho OLIVEIRA; LIMA, Leonel Gois; GONZALEZ, Rafael Kuramoto. **A Estratégia de Triangulação: Objetivos, Possibilidades, Limitações e Proximidades com o Pragmatismo**. BEncontro de Ensino e Pesquisa em Administração e contabilidade. Brasília/DF- 3 a 5 de novembro de 2013.
- BAILER, Cyntia; TOMITCH, Leda Maria Braga & D'Ely; RAQUEL, Carolina Souza. **Planejamento como processo dinâmico: a importância do estudo piloto para uma pesquisa experimental em linguística aplicada**. São Paulo: LAEL/PUCSP. ISSN 2237-759x. Revista Intercâmbio, v. XXIV: 129-146, 2011.
- BARROS, Marcelo Diniz Monteiro de; ZANELLA, Priscilla Guimarães; ARAÚJO-JORGE, Tania Cremonini de. **A música pode ser uma estratégia para o ensino de ciências naturais? Analisando concepções de professores da educação básica**. Revista Ensaio. Belo Horizonte, v.15, n. 01, p. 81-94, jan-abr, 2013.
- BEHAR, Patricia Alejandra; ROSAS, Fátima Weber. **A importância da música em objetos de aprendizagem**. Núcleo de Tecnologia Aplicada a Educação. Universidade federal do Rio Grande do Sul, 2011. Disponível em: <http://www.nuted.ufrgs.br/edu3051_2011_1/texto1.pdf>
- BELLONI, M. L. **O que é mídia educação**. Campinas: Autores Associados, 2001.
- BOGDAN, Robert c; BIKLEN, Sari Knopp. **INVESTIGAÇÃO QUALITATIVA EM EDUCAÇÃO**. Editora: Porto Editora, Porto Codex, Portugal,1994.
- BOLFER, M. O. **Reflexões sobre prática docente: estudo de caso sobre formação continuada de professores universitários**. Tese de Doutorado. Faculdade de Educação, 2008, Universidade Metodista de Piracicaba.
- BORDIEU, Pierre; PASSERON, Jean-Cleude. **A reprodução**. Rio de Janeiro: Francisco Alves,1975.
- BOWLES, Samuel e GINTIS, Herbert. **La instrucción escolar em la América capitalista**. México: Siglo XXI, 1981.
- BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica.

CACHAPUZ, Antônio F. **Arte e Ciência no Ensino das Ciências**. Universidade de Aveiro/CIDTFF, Portugal. NO. 31, PP. 95-106 (2014). Disponível em: <http://www.eses.pt/interaccoes>

CAMPOS, Roland Azeredo. **Física e poesia: Convergências**. In Revista USP. São Paulo: (25) 122-129, março/maio 1995. São Paulo: Edusp, 1995.

CARDOSO, Stenio Octávio de Oliveira; DICKMAN, Adriana Gomes. **Simulação computacional aliada à teoria da aprendizagem significativa: uma ferramenta para ensino e aprendizagem do efeito fotoelétrico**. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 29, n. Especial 2: p. 891-934, out. 2012.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **As práticas experimentais no ensino de física**. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. et al. Ensino de Física. São Paulo: Cengage Learning, 2010, p. 53-78. (Coleção ideias em ação/ Anna Maria Pessoa de Carvalho).

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Práticas experimentais no ensino de Física**. Coleção ideias em ação. Primeira edição. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

CASTRO, Ruth Schmitz; CARVALHO, Anna Maria Pessoa. **História da ciência: investigando como usá-la num curso de segundo grau**. Cad.Cat.Ens.Fís., Florianópolis, v.9,n.3: p.225-237, dez.1992.

CHAER, Galdino; DINIZ, Rafael Rosa Pereira; RIBEIRO, Elisa Antônia. **A técnica do questionário na pesquisa educacional**. Evidência, Araxá, v. 7, n. 7, p. 251-266, 2011

COBERN, W.W. **Worldview theory and conceptual change in science education**, *Science Education*, v. 80, n. 5, p. 579-610, 1996.

CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 3. ed.- Porto Alegre: Artmed, 2010.

DELCONTI, Wesley Luiz; MARTINS, Edna de Souza da Silva. **O Uso do telefone celular nas aulas de Educação Física**. In. Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor. Panaraná, 2014.

FERREIRA, Francisco Romão. **Ciência e arte: investigações sobre identidades, diferenças e diálogos**. Educação e Pesquisa, São Paulo, v.36, n.1, p. 261-280, jan./abr. 2010.

FERREIRA, P. **Contributos do Diálogo entre a Ciência e a Arte para a Educação em Ciências no 1º CEB**. Aveiro: Universidade de Aveiro. [dissertação de mestrado apresentado na Universidade de Aveiro], 2008.

FEYERABEND, P. **Contra o método**. Rio de Janeiro: Livraria Francisco. Alves Editora,1977.

FIGUEIREDO, Helder; BRASIL, Paula. **Fundamentos Pedagógicos para o Uso de Simulações e Laboratórios Virtuais no Ensino de Ciências**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. RBPEC 17(1), 75–103. Abril 2017.

FILHO, Edmundo Escrivão; TERENCE, Ana Cláudia Fernandes. **Abordagem quantitativa, qualitativa e a utilização da pesquisa-ação nos estudos organizacionais.** XXVI ENEGEP - Fortaleza, CE, Brasil, 9 a 11 de Outubro de 2006.

FLICK, Uwe. **Introdução à pesquisa qualitativa (Série Métodos de Pesquisa).** São Paulo, 3. ed.-Artmed Editora SA, 2008.

FLICK, Uwe. **Qualidade na pesquisa qualitativa.** Porto Alegre: Artmed, 2009.

FREIRE, Fernanda Maria Pereira; PRADO, Maria Elisabette Brisola Brito; MARTINS, Maria Cecília; SIDERICOUDES, Odete. **A IMPLANTAÇÃO DA INFORMÁTICA NO ESPAÇO ESCOLAR: questões emergentes ao longo do processo.** Revista Brasileira de Informática na Educação, Número 3, 1998.

FREIRE, Paulo. **Carta de Paulo Freire aos professores.** *Estud. av.*, São Paulo, v. 15, n. 42, p. 259-268, Aug. 2001. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142001000200013&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 02 Nov. 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142001000200013>.

GARDAIR, Thelma Lopes Carlos. SCHALL; Virgínia Torres. **Ciências possíveis em machado de assis: teatro e ciência na educação científica.** *Ciência & Educação*, v. 15, n. 3, p. 695-712, 2009

GATTI, Bernardete A. **A avaliação em sala de aula.** *Revista brasileira de docência, ensino e pesquisa em turismo*, issn 1984-5952 - vol. 1, n. 1, p. 61-77, maio/2009.

GIANETTI, Claudia. **Estética digital: Sintopia da arte, a ciência e a tecnologia.** Belo Horizonte: C/Arte, 2006.

GILL, Antônio Carlos. **Estudo de caso.** Editora Atlas S.A. São Paulo, 2009.

HAYDT, Regina Célia Cazaux. **Escolha dos procedimentos e organização das experiências de aprendizagem.** In HAYDT, Regina Célia Cazaux. *Didática*. I. Título II. Série. 8º ed. São Paulo: Ática, 2006.

HIGA, Ivanilda; HOUSOUME, Yassuko. Formação de professores de Física: concepções sobre a ciência e o seu ensino. In: GARCIA, Tânia Maria Braga; HORN, Geraldo Balduino (Orgs.) **Diálogos e perspectivas de investigação.** Ijuí: UNIJUÍ, 2008 (Coleção Cultura, Escola e Ensino; volume 1). 285- 310.

HUMMES, J. **Por que é importante o ensino de música? Considerações sobre as funções da música na sociedade e na escola.** *Revista da ABEM*. Vol.11, 17-25, set. 2004. Disponível em: <http://abemeducacaomusical.com.br/revista_abem/ed11/revista11_artigo2.pdf>

JAIME, Pedro Javier Gómez. **Física do som e sua relação com a música no Ensino Médio: Um olhar nos livros didáticos.** Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências, Instituto de Física, Universidade Federal da Bahia e Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2010.

JÚNIOR, Álvaro Francisco de Britto. JÚNIOR, Nazir Feres. **A utilização da técnica da entrevista em trabalhos científicos**. Araxá, v. 7, n. 7, 2011. 237-250 pág.

KORNOWSKI, Andréia; SANTOS, Rosemar Ayres. **Limites e possibilidades na utilização de softwares educacionais no Ensino de Física na Educação Básica**. X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC Águas de Lindóia, SP – 24 a 27 de Novembro de 2015

LABURÚ, Carlos Eduardo; ARRUDA, Sérgio de Mello; NARDI, Roberto. **PLURALISMO METODOLÓGICO NO ENSINO DE CIÊNCIAS-Methodological pluralism in science teaching**. Ciência & Educação, v. 9, n. 2, p. 247-260, 2003.

LÉVY, P. **As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática**. Carlos Irineu da Costa (trad.). 2ª ed. São Paulo: Editora 34, 2010.

LIMA, Cynthia da Silva Lima; MELLO, Leila Mara. **A importância da música no processo de aprendizagem, The concept of music in learning process**. Rio de Janeiro. Ciência Atual, Volume 1, Nº 1, 2013.

Linguagens, códigos e suas tecnologias: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais – PCNS+. Brasília: 2002.

MACÊDO, Josué Antunes de; DICKMAN, Adriana Gomes; ANDRADE, Isabela Silva Faleiro de. **Simulações computacionais como ferramentas para o ensino de conceitos básicos de eletricidade**. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 29, n. Especial 1: p. 562-613, 2012.

MARTINEZ, Jorge H. Gutiérrez. **Novas tecnologias e o desafio da educação**. In: TEDESCO, Juan Carlos (ORG.). Educação e novas tecnologias: esperança ou incerteza? São Paulo, Cortez. UNESCO, 2004.

MARTINS, André Ferrer P. **História e filosofia da ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho**. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 24, n. 1: p. 112-131, abr. 2007.

MARTINS, Roberto de Andrade. Introdução. **A história das ciências e seus usos na educação**. Pp. xxi-xxx, in: SILVA, Cibelle Celestino (ed.). Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Livraria da Física, 2006.

MEDEIROS, Alexandre; MEDEIROS, Cleide Faria de. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, n. 2, (p.77-86). São Paulo: 2002.

MELLO, GUIOMAR NAMO DE. Formação inicial de professores para a educação básica: uma (re)visão radical. **São Paulo Perspec.**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 98-110, Mar. 2000. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-88392000000100012&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 30 Oct. 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-88392000000100012>.

MENEZES, Paulo Henrique Dias; VIDAL, Natália Ferreira. **Laboratório Real X Laboratório Virtual: possibilidades e limitações desses recursos no ensino de eletrodinâmica**. X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC Águas de Lindóia, SP – 24 a 27 de Novembro de 2015.

MICHAELIS. **Moderno Dicionário da Língua Portuguesa**. Disponível em: <<http://michaelis.uol.com.br/moderno/portugues/index.php>>. Acesso em: 27 abr. 2016.

MIRANDA, M. S.; ARANTES, A. R.; STUDART, N. **Objetos de aprendizagem no ensino de física: usando simulações do PhET**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 19, 2011, Manaus. **Atas**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2011. p. 1-10.

OLIVEIRA, Odisséa Boaventura de; ALMEIDA, Maria José P. de. Considerações sobre a escrita e uma possibilidade para o ensino de ciências. In: SCHMIDT, Maria Auxiliadora; GARCIA, Tânia Maria Braga; HORN, Geraldo Balduino (Orgs.)

OLSON, David. O mundo no papel: as implicações conceituais e cognitivas da leitura e da escrita. São Paulo: Ática, 1997.

PÁDUA, Elisabete Matallo Marchesini. **Metodologia da pesquisa: Abordagem teórico-prática**. 15. Ed. Papirus Editora, 2009.

PAULA, Helder Figueiredo; TALIM, Sergio Luiz. **Uso coordenado de ambientes virtuais e outros recursos mediacionais no ensino de circuitos elétricos**. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 29, n. Especial 1: p. 614-650, 2012.

PIETROCOLA, Maurício. **Curiosidade e Imaginação- Os Caminhos do Conhecimento nas Ciências, nas Artes e no Ensino**. Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática. In. CARVALHO, Ana Maria Pessoa. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

POLIDORO, L. D. F.; STIGAR, R. **A Tranposição Didática: a passagem do saber científico para o saber escolar**. Ciberteologia - Revista de Teologia & Cultura. v. 27, 2010.

POZO, Juan I. & CRESPO, Miguel. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5ed. Artmed, Porto Alegre. 2009.

PRATES, Eufrasio. **Música Holofractal em Cena, Experimentos de transdução semiótica de noções da física holonômica, da teoria do caos e dos fractais no campo da improvisação performática**. Tese de doutorado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Arte do Instituto de Artes da UnB. Brasília – Distrito Federal, 2011.

PREDEBON, José. **Criatividade: abrindo o lado inovador da mente: um caminho para o exercício prático dessa potencialidade, esquecida ou reprimida quando deixamos de ser crianças**. 7. ed. - São Paulo: Atlas, 2010.

REGNER, Anna Carolina Krebs Pereira. **FEYERABEND E O PLURALISMO METODOLÓGICO**. Epistême: Filosofia e História das Ciências em Revista. Porto Alegre, v.1, n.2, 1996, p.61-78.

RIBAS, L.C.C.; GUIMARÃES, L.B. **Cantando o mundo vivo: aprendendo biologia no pop-rock brasileiro. Ciência e Ensino**. Campinas, n.12, Dez. 2004. Disponível em: <<http://prc.ifsp.edu.br/ojs/index.php/cienciaeensino/article/viewFile/86/88>>.

SILVA, Cibelle Celestino; MARTINS, Roberto de Andrade. **A teoria das cores de newton: um exemplo do uso da história da ciência em sala de aula**. Ciência & Educação, v. 9, n. 1, p. 53-65, 2003.

SILVA, S. de C. R. da; SCHIRLO, A. C. **Teoria da aprendizagem significativa de ausubel: reflexões para o ensino de física ante a nova realidade social**. Imagens da Educação, v. 4, n. 1, p. 36-42, 2014. Disponível em <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ImagensEduc/article/viewFile/22694/PDF>>. Acesso em 30 Out. 2017.

Teixeira, Madalena Telles. Reis, Maria Filomena. **A Organização do Espaço em Sala de Aula e as Suas Implicações na Aprendizagem Cooperativa**. Rio de Janeiro, v. 4, n. 11, p. 162-187, mai./ago. 2012

TEIXEIRA, Olga Suely; CORDEIRO, Rubério de Queiroz. **Educação Jesuíta: objetivo, metodologia e conteúdo nos aldeamentos indígenas do brasil colônia**. Anais do II encontro internacional de história colonial. Mneme – Revista de Humanidades. UFRN. Caicó (RN), v. 9. n. 24, Set/out. 2008. ISSN 1518-3394. Disponível em: <www.cerescaico.ufrn.br/mneme/anais>.

TRIVINOS, Augusto Nivaldo Silva. **Introdução à Pesquisa em Ciências Sociais. A Pesquisa Qualitativa em Educação**. São Paulo, Editora Atlas s.a.1987.

VALLE, Leonardo Alves do; FLÔR, Cristhiane Cunha; MENEZES, Paulo Henrique Dias. **A música, a poesia e o teatro no contexto da educação científica**. Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC Águas de Lindóia, SP – 10 a 14 de Novembro de 2013.

VEIGA, Ilma Passos Alencastro. Projeto Político-Pedagógico da escola: uma construção coletiva. In: VEIGA, Ilma Passos Alencastro (org). **Projeto político-pedagógico da escola: uma construção possível**. Campinas: Papirus, 1995- (Coleção “Magistério: formação e trabalho pedagógico”).

VEIGA, Ilma Passos Alencastro; RESENDE, Lúcia Maria Gonçalves; FONSECA, Marília. **Aula universitária e inovação**. In: VEIGA, Ilma Passos Alencastro e CASTANHO, Maria Eugênia. L. M. (orgs). **Pedagogia universitária: a aula em foco**. 3ª edição. Campinas: Papirus, 2002.

VEIGA, Laura da; LEITE, Maria Ruth Siffert Diniz Teixeira; DUARTE, Vanda Catarina. **Qualificação, competência técnica e inovação no ofício docente para a melhoria da qualidade do ensino fundamental**. Rev. adm. contemp., Curitiba , v. 9, n. 3, p. 143-167, Sept. 2005 . Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-

65552005000300008&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 30 Out. 2017.
<http://dx.doi.org/10.1590/S1415-65552005000300008>.

VIEIRA, Leonardo Pereira. **Experimentos de Física com Tablets e Smartphones**. 2013. 116 f. Dissertação (Mestre em ensino de Física) – Instituto de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2013.

VILLANI, Alberto. **FILOSOFIA DA CIÊNCIA E ENSINO DE CIÊNCIA: UMA ANÂLOGIA**. *Ciência & Educação*, v.7, n.2, p.169-181, 2001.

YAGUTI, Ricardo; GEBARA, Maria José Fontana. **As concepções alternativas em ondulatória nas provas do ENEM**. X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC Águas de Lindóia, SP – 24 a 27 de Novembro de 2015.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

APÊNDICE A – SEQUÊNCIA DIDÁTICA DA PROPOSTA

Plano de aula

Tema: Ondulatória e música.

Disciplina trabalhadas: Física e música.

Tempo previsto: 4 ou 5 aulas de 45 minutos.

Público alvo: Segundo ano do ensino médio.

Tabela 3- Sintetização da sequência didática.

Aula	Atividades desenvolvidas	Objetivos	Materiais utilizados
1	<p><u>1º (20 min)</u> Ouvir, identificar e dividir com os colegas os conceitos físicos, musicais e desconhecidos das duas músicas “20 a 20000” de Carlos Mainardes e “Samba de Uma Nota Só” de Tom Jobim.</p> <p><u>2º (20 min)</u> Explicação e discussão sobre:</p> <p>a) a importância do som e seu estudo, b) o que são ondas;</p> <p>c) tipos de ondas e suas características;</p> <p>d) como elas compõem o som;</p> <p>e) o que é necessário para ouvirmos os sons com dinâmicas, velocidade do som;</p> <p>f) discussão sobre os termos encontrados no momento anterior, com engajamento das diferenças entre som, ultrassom e infrassom. Atentar mais para, frequência, reflexão e timbre.</p> <p><u>3º (5 min)</u>. Ouvir novamente a música “20 a 20000”, com uma reflexão maior sobre o seu sentido.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Perceber a aplicação de conceitos físicos na música e arte. • Conceituar e entender: o que são ondas longitudinais, como elas compõem o som, os fatores necessários para ouvir o som. • Diferenciar: a) ondas longitudinais e transversais, b) ultrassom, som e infrassom. • Iniciar o processo de compreensão das características do som. (Frequência, reflexão, timbre) 	<ul style="list-style-type: none"> • Letra das Músicas impressas para os alunos destacarem informações. • Músicas prontas para serem ouvidas (Mp3, vídeo) com auxílio de aplicativos eletrônicos (aparelho de som, computador). • Molas <i>slins</i> e <i>corda</i>. Letra b e c. • Canetão ou giz.
2	<p><u>1º (10 min)</u>. Retomar os conceitos trabalhados na aula 1 ao explorar o tocar uma música com uma partitura usando e discutindo sobre o vibrafone.</p> <p><u>2º (2 min)</u>. Assistir ao vídeo sobre o sonar do golfinho, para relacionar ao ultrassom.</p> <p><u>3º (25 min)</u>. Com o uso do programa “<i>Sondcard scope</i>” explorar na flauta e vibrafone os seguintes conceitos:</p> <p>a) Frequência e sons graves e agudos;</p> <p>b) Timbre e tipos de instrumento;</p> <p>c) Interferência sonora e música;</p> <p>d) Amplitude, intensidade do som e cuidados com a audição;</p> <p>e) Amplificação do som e ressonância.</p> <p>f) Modos de vibração de uma corda e instrumentos de sopro.</p> <p><u>3º (25 min)</u>. Assistir o vídeo sobre o aparelho auditivo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Reconhecer e saber utilizar corretamente símbolos, códigos e nomenclaturas (dB, Hz). • Refletir sobre a intensidade do som e a audição humana. • Identificar propriedades sonoras nos instrumentos musicais. • Calcular o tamanho necessário para os tubos do instrumento musical a fim de ampliar o som. 	<ul style="list-style-type: none"> • Partitura. • Vibrafone. • Computador com o programa <i>Sondcard scope</i> instalado. • Datashow • Flautas. • Vídeos: <i>aparelho auditivo</i> e <i>sonar do golfinho</i>. • Celular com o programa <i>Soundcoursed</i> ou/e <i>Simple Tone</i>. • Experimento de ressonância. • Réguas.
3	<p><u>1º (5 min)</u>. Ouvir a música de “20 a</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Compreender o 	<ul style="list-style-type: none"> • Músicas prontas

	<p>20000” explicando ela inteiramente como revisão.</p> <p><u>2º (20 min)</u> Leitura e discussão do texto “Briga, discórdia e muita emoção entre matemáticos e físicos em: uma volta pela história da música e sua sistematização”, como número 11. Ele relata sobre a história da música e sua relação com a física.</p> <p><u>3º (10 min)</u> Discussão sobre a relação da história da música com a letra de música “Nesse samba de nota só”.</p> <p><u>4º (5 min)</u> Ouvir um som monofônico e um som polifônico para entender as diferenças.</p> <p><u>5º (5 min)</u> Explicação sobre a atividade avaliativa.</p>	<p>desenvolvimento histórico da música e sua relação com a física como algo não estático.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Observar o desenvolvimento das ciências como um processo em estreita relação com as condições sociais, políticas e econômicas. 	<p>para serem ouvidas (Mp3, vídeo) com auxílio de um computador.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Texto paradidático. • Vídeos para ouvir com músicas monofônicas e polifônicas.
4	Avaliação utilizando o simulador do Phet colorado “sond cored”.	<ul style="list-style-type: none"> • Reforçar tudo o que foi apreendido. 	<ul style="list-style-type: none"> • Computador com o programa simulador. • Datashow. • Roteiro avaliativo para os alunos.
5	Implementação do questionário relativo as aulas.	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar os limites e possibilidades da sequência didática. 	<ul style="list-style-type: none"> • Questionários.

Observação: Todas as dinâmicas são sugestões, o professor tem liberdade para seguir a mesma ou não de acordo com o que achar pertinente. Aos professores que desejarem aplicar essa sequência didática e não possuem os instrumentos criados ou comentados, ao final dos anexos deixamos um roteiro com um aplicativo de celular que pode substituir o instrumento utilizado em algumas atividades. E aos professores que desejam todas as atividades em uma versão separada e organizada para reduzir custos com impressão podem enviar um e-mail para karstenkarine@gmail.com.

Objetivos:

- Conceituar e entender: o que são ondas longitudinais, como elas compõem o som, os fatores necessários para ouvir o som.
- Diferenciar: a) ondas longitudinais e transversais, b) ultrassom, som e infrassom.
- Compreender as características do som, frequência, timbre, amplitude, interferência, reflexão.

- Reconhecer e saber utilizar corretamente símbolos, códigos e nomenclaturas de grandezas da Física no caso como o volume de alto-falantes, a intensidade sonora (dB), a diferença de frequências (hz) utilizadas por animais, pessoas, seres naturais e suas influências.
- Conhecer o funcionamento da audição humana para monitorar limites de conforto, deficiências auditivas ou poluição sonora, atentando para os cuidados com esse sentido.
- Refletir sobre a defesa da qualidade de vida, na qualidade das infraestruturas coletivas, ou na defesa de seus direitos como trabalhador.
- Identificar os objetos, sistemas e fenômenos que produzem sons reconhecendo as características que os diferenciam.
- Associar diferentes características de sons a grandezas físicas (como timbre, ressonância, etc.) para explicar, reproduzir, avaliar ou controlar a emissão de sons por instrumentos musicais ou outros sistemas semelhantes no dia-a-dia.
- Compreender o desenvolvimento histórico da música relacionada com a física esclarecendo a inexistência de certezas definitivas.
- Sensibilização para percepção da construção do conhecimento físico como um processo histórico, em estreita relação com as condições sociais, políticas e econômicas de uma determinada época.
- Aplicar princípios físicos sobre ondulatória utilizando a ferramenta matemática para resolução de problemas.
- Perceber a aplicação de conceitos físicos na música e arte.

AULA 1

Primeiro momento (10min): Os estudantes receberão duas letras de música, uma por título: “20 a 20000” de Carlos Mainardes (a letra e o link para o acesso desta, está a seguir, como número 1) e outra de conhecida como “Samba de Uma Nota Só” de Tom Jobim (a letra e o link o acesso desta, está a seguir, como número 2). Essas duas letras falam sobre a composição da música e do som, sendo a primeira mais conceitual em termos físicos e a segunda mais social, com uma linguagem mais popular. Após a distribuição das letras, de forma a cada estudante ter a sua, eles deverão escutar a música e durante esse processo circular com três cores diferentes

o que eles acreditarem ser termos utilizados na área de física, na área de música e termos desconhecidos. As cores podem ser escolhidas a critérios do professor.

1, Música “20 a 20000” de Carlos Mainardes.

Música disponível em:

<<https://youtu.be/McaJger6CqE>> (Vídeo)

<<https://www.palcomp3.com/carlosmainardes/20-a-20000/>> (Apenas áudio)

Acesso em 17 de fevereiro de 2017.

Tempo de duração da música: 3:24 min

Letra da música:

20 a 20000 (Carlos Mainardes)

Vem, vem pelo ar, vem longitudinal,
que é pra eu te escutar

Vem por aqui que há um meio,
e eu não estou no vácuo não,
rarefações e compressões,
que chegam ao meu coração.

Mas se o negócio é te escutar eu vou de 20 a 20000.

Mas se o negócio é te escutar eu vou de 20 a 20000.

Esse seu timbre não me confunde não.

Sua frequência tem uma altura ideal.

Quem se move? se há um movimento relativo,
para nós, a frequência não é o que nos parece,
se você vem pra mim, ou vou pra você, é mais,
se eu fujo, ou você foge, é menos.

Mas se o negócio é te escutar eu vou de 20 a 20000.

Mas se o negócio é te escutar eu vou de 20 a 20000.

Fala bem forte, fala intenso, com presença,
sua potência em minha janela.

Fala fraquinho, pouco intenso, um silêncio,
é um soprinho em minha janela.

Mas se o negócio é te escutar eu vou de 20 a 20000.
Mas se o negócio é te escutar eu vou de 20 a 20000.
Mas se o negócio é te escutar eu vou de 20 a 20000.

2, Música “Samba de uma nota Só” de Tom Jobim.

Música disponível em:

<<https://www.youtube.com/watch?v=SD0LnNrBm8>> (Vídeo)

<<https://www.vagalume.com.br/tom-jobim/samba-de-uma-nota-so.html>> (Apenas áudio). Acesso em 17 de fevereiro de 2017.

Duração da música: 2 min

Letra da música:

“Samba de uma nota Só” de Tom Jobim.

Eis aqui este sambinha
Feito numa nota só,
Outras notas vão entrar
Mas a base é uma só.

Essa outra é consequência
Do que acabo de dizer
Como sou a consequência inevitável de você.

Quanta gente existe por aí
Que fala fala e não diz nada,
Ou quase nada.
Já me utilizei de toda escala
E no final não deu em nada
Ou Quase Nada

E voltei pra minha nota
Como eu volto pra você
Vou cantar em uma uma nota

Como eu gosto de você.
E quem quer todas as notas
Ré-Mi-Fá-Só-Lá-Si-Dó
Acaba sem nenhuma
Fique numa nota só.

Eis aqui esse sambinha
Feito numa nota só,
Outras notas vão entrar
Mas a base é uma só.

Esta outra é consequência
Do que acabo de dizer
Como sou a consequência, inevitável de você.

Quanta gente existe por aí
Que fala tanto e não diz nada,
Ou quase nada.
Já me utilizei de toda escala
E no final não deu em nada
Ou Quase Nada

E voltei pra minha nota
Como eu volto pra você,
Vou dizer em uma uma nota como eu gosto de você.
E quem quer todas as notas
Ré-Mi-Fá-Só-Lá-Si-Dó
Acaba sem nenhuma
Fique numa nota só.

Essa música também pode ser abordada na disciplina de português, para isso sugerimos aos professores que desejarem montar um projeto de interdisciplinar o artigo: “Um samba de uma nota só: o diálogo entre as canções de Tom Jobim e a

literatura moderna brasileira” de Wanderson W. Lima Torres e Alfredo Werney Lima Torres. Disponível em: <http://periodicos.ufpb.br/index.php/graphos/article/view/23737>

Segundo momento (10min): Para uma melhor organização do processo de coleta das impressões dos alunos acerca das músicas e uma posterior discussão, a sugestão é que o professor divida o quadro em sete partes e solicite que os alunos escrevam as palavras selecionadas conforme a orientação apresentada no primeiro momento, porém com uma coluna do quadro livre para o professor utilizar posteriormente. Se o quadro for maior e for possível que haja uma divisão do mesmo em mais partes, que assim seja feito para otimizar o tempo gasto nessa atividade. A tabela 1 abaixo exemplifica a ideia.

Termos físicos		Termos musicais		Termos desconhecidos		Parte para o professor usar depois
Longitudinais	Rarefação	Timbre	Intenso			
Potência						

Tabela 4- Proposta de divisão do quadro.

Terceiro momento (15 min): Antes de falar sobre as palavras selecionadas pelos alunos, deve-se perguntar qual parece ser o tema principal em comum das duas letras musicais ouvidas, de forma a chegar na conclusão que ambas falam do som, este em sua composição e no que ele compõe. Após essa questão concluída, deve-se esclarecer a importância do som em nossas vidas, da música em conjunto com a física e os objetivos da sequência didática. Espera-se que até o final das aulas os alunos sejam capazes de compreender todos os termos que apareceram nas músicas iniciais, com maior embasamento teórico acerca das mesmas além de outros termos relacionados a ondulatória. Recomenda-se que para alcançar esse objetivo comece a se construir os conceitos básicos de som traçando uma linha de raciocínio dialogada expositiva, primeiro explorando as diferenças de ondas com as seguintes perguntas:

2º O que são ondas, como elas compõem o som? Para conceituar as ondas é necessário entender algumas de suas peculiaridades, por isso essa resposta pode levar um tempo maior para ser construída, porém se espera, de maneira geral, o seguinte: A onda é uma perturbação que se propaga no espaço ou em qualquer

outro meio transportando energia. Elas são classificadas em relação à natureza, direção e energia de propagação. O estudante provavelmente tem concepções prévias acerca dessas questões. Caso em eles não se consigam chegar aos termos mais técnicos, sugere-se a dinâmica número 3.

3, Dinâmica para entender o que é uma onda.

- a) Dinâmica: Escolha quatro estudantes para auxiliarem na proposta. Eles terão um papel diferenciado de observar a execução da atividade coletiva dos demais colegas. Solicite que, os quatro estudantes se posicionem de frente para turma, e a turma faça duas ou mais ola. Na sequência pergunte aos quatro alunos se eles conseguiram perceber o desenho de uma onda, visualmente, com o movimento dos braços. Provavelmente a resposta será positiva, de conseguir ver um desenho resultante de todos os movimentos semelhante a uma onda.

- b) Questões para explorar na dinâmica: Se as pessoas ficassem paradas, seria possível ver o desenho de uma onda? Se não, então o que é necessário para se ter a sua representação? Resposta esperada: Um movimento ou perturbação. Houve deslocamento das pessoas, elas saíram de suas posições para realizarem a onda e sua posição final foi diferente da inicial? Se não, quer dizer que as pessoas oscilaram ou variam sua posição em torno de um ponto fixo, para isso houve gasto ou transporte do que? Houve transporte de matéria? Resposta esperada: não houve transporte de matéria e sim de energia. A partir dessas perguntas escreva no quadro a definição de onda no qual foi discutida.

- a) Ondas longitudinais e transversais: Construa com os alunos a ideia de que como existem diferentes formas de perturbações do espaço e transporte de energia, existem algumas classificações das ondas, como longitudinais e transversais. Para diferenciar ambas, utilize a ajuda de molas do tipo “Slinky” e se pertinente algumas ideias do modelo de raciocínio utilizado no número 5 a seguir.

5, ondas longitudinais e transversais e a mola “slinky”.

A atividade pode ser ilustrada com o vídeo por nome de “Tema 07 – O que são Ondas | Experimentos – Mola Slink: ondas transversais e longitudinais”, disponível em <https://youtu.be/zYdho_gcCRE>

1. Aproveite essa atividade para relacionar o som as ondas longitudinais, da existência de uma “constância que pode existir” em alguma perturbação ou vibração que pode ser chamada de frequência, bem como sua unidade de medida. A faixa de frequências de som audível, infra e ultrassons, conceituando assim som como algo semelhante a tudo que é captado pelo sentido da audição e que vibra, propagando-se em um meio elástico com uma frequência entre 20 e 20.000 Hz. Para o momento da aula dialogado expositivo sobre infrassons, ultrassons e sons sugere-se que o professor faça algumas perguntas como: Vocês já perceberam que as vezes o cachorro está com as orelhas bem levantadas como se escutasse algo, mas você não percebe nada de diferente no som? Por que será que ele tem essa habilidade? Os morcegos, sem enxergar, conseguem voar sem bater em nada, por que eles conseguem fazer isso? Algo semelhante acontece com os golfinhos, que podem ter uma presa escondida debaixo da areia do mar, mas ainda assim conseguem as capturar? Como é possível? O que os seres humanos inventaram de semelhante e o que tem a ver com o som?

1º Como é possível vocês conseguem ouvir a essas músicas e agora conseguem me ouvir? O que foi necessário para vocês me ouvirem?

Resposta esperada: Foi necessário um sistema no qual existe um meio para o som se propagar, um emissor de som e um receptor do som. Caso os alunos não consigam chegar rapidamente a essa conclusão com o encaminhamento do professor, sugere-se as dinâmicas a seguir, como número 4.

4, dinâmicas para entender os fatores importantes na percepção do som.

- a) Para chegar à conclusão de que o som necessita de um emissor: Solicite a participação de um aluno em especial, preferencialmente que não tenha vergonha de falar. Aos demais estudantes, peça para fecharem os olhos, pois depois será questionado o que ouviram. Ao aluno voluntário requisite que cante

algo ou fale em um tom mais intenso. Terminado esse processo, peça que os estudantes abram os olhos novamente e digam o que ouviram. Espera-se que além dos sons externos, ou internos da sala e aula, o som mais intenso emitido pelo voluntário anterior seja o mais notável. Peça que o voluntário repita o mesmo processo, simulando a emissão do som anterior sem o emitir, porém com os estudantes de olhos abertos. Após isso pergunte a eles se eles ouviram o som mais intenso igual a antes. A resposta esperada é que não. Se não, pergunte, mas então o que é necessário para se ouvir o som? Se não existisse a caixa de som, o instrumento, o computador, ou alguém falando, existiria o som que ouvem? Resposta esperada: não existiria. Então para se ter som, é necessário algo produzindo e emitindo o mesmo, como podemos chamar todos esses sujeitos ou aparelhos que fazem parte do processo? Resposta esperada: Emissores.

- b) Para chegar à conclusão de que para ouvir é necessário um receptor. Peça para os alunos imaginarem que estavam muito distantes da sala de aula no momento em que o colega falou ou cantou de forma intensa e pergunte: vocês acreditam que conseguiriam ouvir o que foi dito? E se eu tivesse um detector de som, como o afinador do celular, em uma cabine isolada acusticamente, e ao da cabine, não dentro, eu desejasse tocar para afinar meu instrumento, isso seria possível? Se não, quer dizer que não houve a percepção de som. Para afirmar que existiu o som o que é necessário? Se é necessário algo para essa a percepção pode-se afirmar que se tem som é necessário um receptor.
- c) Para chegar à conclusão de que para ouvir é necessário um meio: Descreva no quadro as conclusões já obtidas coletivamente acerca da necessidade de um emissor e um receptor de ondas sonoras para se ouvir. Além disso afirme que existe algo a mais, também importante (um meio). Para chegar à conclusão desejada o professor pode usar as seguintes comparações: Se estivéssemos dentro da água, ou todos com o ouvido nas carteiras de madeira, quando o nosso colega voluntário falasse ou cantasse novamente, seria diferente o que

ouvimos? Se sim, o que influenciou essa mudança? Resposta esperada: O meio pelo qual o som tem se propagado.

Quarto momento (5 min): Retome a música de “20 a 20000” (Carlos Mainardes) e a explique música até a terceira frase retomando todos os conceitos trabalhados, tornando-a com mais sentido.

AULA 2

Primeiro momento (10 min): Nessa aula utilize o vibrafone como motivação para a aula. Solicite a participação de um estudante para tocar o instrumento seguindo as orientações do professor (no número 5 a seguir) e após isso retome os conceitos trabalhados na aula anterior, porém, agora voltado para o instrumento (As fotos do instrumento estão no número 6 a seguir). Por exemplo:

1º Possíveis perguntas orientadoras para revisar o que já foi trabalhado: Quais são os integrantes desse sistema, quem é o emissor, o receptor e o meio? Em qual das três classificações, infrassom, som ou ultrassom, se encaixa o sistema apresentado? Por que? O que vibra no instrumento de modo a gerar uma perturbação do ar? Que tipo de ondas estão se gerando com esse processo? Como é a propagação dessa onda?

5, partitura e manual de utilização.

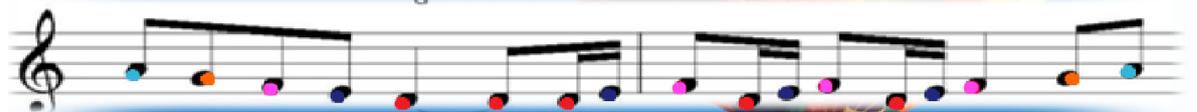
Peça para o aluno tocar a música a seguir. É necessário apenas que se conheça a melodia e golpee com as baquetas as teclas do vibrafone conforme as cores que aparecem na partitura. Se aparecerem duas ou mais bolinhas da mesma cor, golpee a respectiva cor. Siga a leitura da partitura tal qual a leitura de um livro, (da direita para a esquerda de cima para baixo).

Cai, cai balão

Folclore Brasileiro
 Arr. Karine Karsten



Cai cai ba-lão, cai cai bal-ão A—
 Sol sol fa-mi sol sol fa-mi Sol



qui na mi---nha mão. Não Cai não, não cai não, não cai não, Cai na
 la sol fa---mi re. Remi fa, Remi fa, Remi fa, Sol la



Ru-a de Sa-bão

Sol-fa mi Re-Do

6, fotos do vibrafone e seus respectivos manuais de utilização.



Figura 8- Vibrafone observado de cima.



Figura 9- Vibrafone observado de lado.



Figura 10- Vibrafone com algumas peças de metalon e canos de PVC deslocadas.

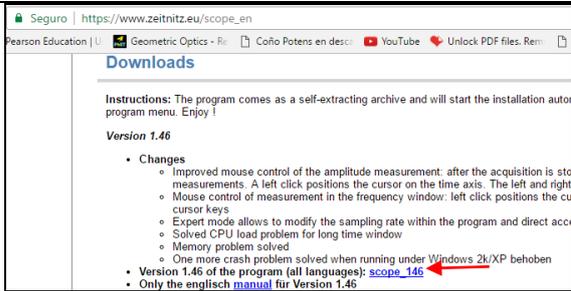
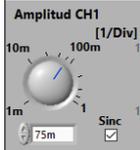
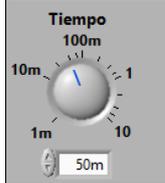


Figura 11- Vibrafone em montagem, no caso com o encaixe dos canos de PVC.

Para retomar também a diferença entre som, ultrassom e infrassom mostre aos alunos o seguinte vídeo “ultimate guide- secrets of dolphin sonar”. nele é demonstrado como o golfinho captura sua refeição, utilizando ultrassons. disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?feature=play>> tempo de duração: 2:56min. assista do começo até 0:48min e pule para o tempo de 1:29min.

Segundo momento (35 min, 8min para cada item): Para aprofundar os conhecimentos acerca da ondulatória e música, utilize o programa por nome de “Spectrum Analyzer pro Live” e ou o programa “Sondcard scope” que analisa o som. (O manual de utilização do Sondcard scope encontra a seguir, como número 7). Em todos as etapas dessa seção, peça para os alunos representarem um desenho por

item apresentando as diferenças observadas e analisadas coletivamente com auxílio do programa.

7, Manual sobre Soundcard Scope- funções básicas utilizadas nesse trabalho:	
<p>1º Baixe esse programa no seguinte link: <https://www.zeitnitz.eu/scope_en>. Nessa página procure a parte que fala “Dowloads” e selecione a opção: scope_146.</p> <p>2º Após o dowload ser completo execute o programa. Quando ele abrir o programa solicitará uma licença. Para fins educacionais não é necessário pagar, portanto basta clicar em continuar. A imagem do programa aparece na figura 3 e 4.</p>	
<p>2º Caso deseje parar ou iniciar a leitura dos sons pelo do programa basta clicar no botão ao lado.</p>	
<p>3º Caso deseje salvar a leitura dos sons pelo do programa, basta clicar no botão Com/Parar do segundo passo e em seguida clicar no botão ao lado. Ele permitirá que escolha uma pasta do computador para salvar o arquivo.</p>	
<p>4º Para variar os valores da amplitude basta pressionar a linha azul ao lado e arrasta-la ao valor desejado. Quanto mais próximo de 1m maior a frequência. O contrário apresenta o processo inverso.</p>	
<p>5º Caso queira aumentar a quantidade de ondas observadas por segundo basta pressionar a linha azul ao lado e arrasta-la ao valor desejado. Quanto mais próximo de 1m menor é a quantidade de ondas no mesmo espaço e a onda fica maior. O contrário apresenta o processo inverso.</p>	

1º Sons graves e agudos: Com o programa aberto e próximo ao instrumento musical, indague os estudantes, acerca da música executada antes, qual foi a cor que continha uma nota musical que emitiu um som mais agudo (som fino) e um som mais grave (som grosso). Solicite que o mesmo aluno toque somente as duas teclas de cores citadas, com o objetivo de observarem e identificarem as diferenças dos desenhos de ondas resultantes. As imagens a seguir exemplificam a diferença da grossura das barras quando existe um som mais grave e outro mais agudo, na mesma leitura ele mostra a frequência de oscilação do objeto. Nesse momento explore as grandezas físicas e matemáticas para a explicação. Peça também para uma pessoa com voz aguda e outra com voz grave fale próximo ao receptor de som para observar o mesmo fenômeno.



Figura 12- A leitura do programa Spectrum Analyzer pro Live na execução de um som grave.



Figura 13- A leitura do programa Spectrum Analyzer pro Live na execução de um som agudo.

2º Timbre: Peça para um estudante tocar uma determinada frequência no vibrafone e repita a mesma em uma flauta, preferencialmente com a mesma intensidade, peça para os alunos se ouve diferença no desenho e pergunte o porquê sim ou não. A ideia é que os alunos percebam que mesmo tendo a mesma frequência, amplitude, intensidade, cada emissor de som tem a sua própria característica, conhecida como timbre.

3º- Relembrando a Frequência: Para essa atividade utiliza o “Sondcard scope”. Solicite que um aluno toque no vibrafone e na flauta uma nota musical e de um parar no programa utilizado. Nesse momento ele manterá fixo os padrões apresentados nas ondas sonoras percebidas. Identifique com os estudantes onde o movimento de onda se repete, divida esse valor com os alunos por um segundo e calcule a frequência. Depois disso, faça o mesmo utilizando a aba “frequência” e verifique se o cálculo deu próximo ao apresentado no aplicativo por gráfico.

3º Interferência de ondas: Solicite a ajuda de dois alunos para essa atividade. Cada um com uma flauta doce, peça para um deles soprar na flauta tapando os primeiros dois orifícios que se encontram na mesma linha horizontal e salve a imagem que aparecer pressionando o comando pare. Repita o mesmo processo, porém agora solicitando que o outro aluno feche mais dois orifícios verticais. Repita o mesmo processo solicitando que os dois alunos toquem junto e grave o resultado. Depois projete no quatro a onda resultante e a contorne com canetão, faça o mesmo com as outras duas ondas utilizando canetas de diferentes cores e utilize esse experimento para falar sobre ondas destrutivas e construtivas bem como a sua relação com os acordes. (Abaixo exemplificamos esse processo, como número 8)

8, Ideias sobre música e interferência.

Dinâmica: 1º Com o “*Sondcard scope*” ligado, solicite a um aluno que toque uma das notas no vibrafone e grave o desenho da onda que aparecer utilizando o botão Com/parar do aplicativo. Salve essa imagem no computador clicando no botão guardar. Repita o mesmo processo tocando uma nota ao lado da anterior e duas notas ao lado da anterior no mesmo sentido. Execute o mesmo processo tocando simultaneamente a primeira e a segunda nota tocada (na área da música chamamos esse intervalo de notas de segunda) e posteriormente primeira e a terceira nota tocada (na área da música chamamos esse intervalo de notas de terça).

2º Após isso feito projete a primeira imagem salva no computador das ondas tocadas simultaneamente e risque o desenho da onda formado no quadro. Abra o arquivo da primeira onda e compare com o desenho do que foi projetado do resultado das ondas tocadas simultaneamente. Repita o mesmo com a segunda nota tocada e analise como as duas juntas formaram o desenho resultante estabelecendo as relações de onda destrutiva e construtiva.

3º Repita o processo dois com o intervalo de terça.

Após esse momento será possível verificar que o desenho das ondas foi diferente onde havia uma tendência de onda mais constante, com as ondas bem definidas, semelhantes a uma foto o som ficou mais consonante e no contrário o som ficou mais dissonante. Comente com os alunos que a maioria das músicas se arquitetam utilizando a relação de sons consonantes e dissonantes que tendem a utilizar um intervalo de terças (três notas) e quintas (cinco notas) para formar os acordes. Nesse momento peça para um aluno tocar três notas com esse intervalo simultaneamente. Verificando no aplicativo o resultado da onda.

Repita todo o processo com a flauta, fechando os orifícios para tocar as notas. As flautas possuem a identificação de notas conforme a cor do vibrafone, conforme as imagens a seguir. Para tocar uma determinada nota feche todos os orifícios que aparecerem a cor da nota desejada. Flauta com as identificações de cores e notas de acordo com o instrumento.

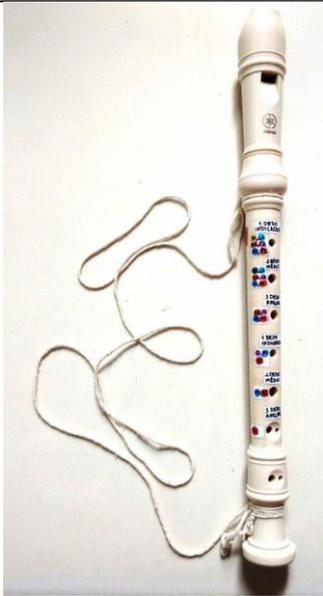


Figura 14- Flauta identificada.

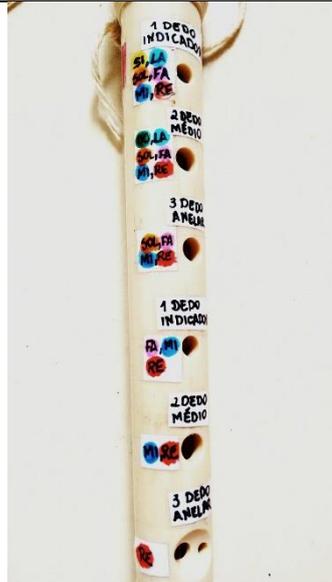


Figura 15- Flauta identificada.

Exemplo: se desejar tocar a nota LA, tape todos os orifícios que aparecem a cor azul fraco, com os dedos indicados em escrito.



Figura 16- Flauta identificada.



Figura 17- Flauta identificada.

Exemplo: se desejar tocar a nota RE, tape todos os orifícios que aparecem a cor vermelha, com os dedos indicados em escrito.

4º Intensidade do som: Solicite que um estudante selecione uma tecla do vibrafone e toque a mesma com auxílio das baquetas duas vezes, porem uma vez com bastante intensidade e outra vez com menos intensidade. Pergunte qual foi a diferença observada. Repita o mesmo com uma flauta e uma voz humana. Sobre a voz humana, peça para um estudante falar algo quase inescrutável, algo berrando e o mesmo de uma forma mais tranquila. O objetivo é que consigam observar que a intensidade do som tem a ver com a amplitude da onda.

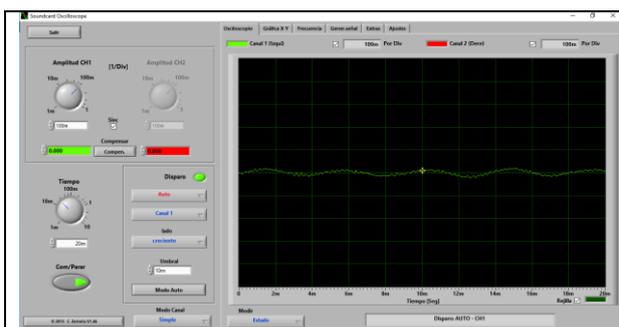


Figura 18- A leitura do programa *Sondcard scope* Live na execução de um som pouco intenso.

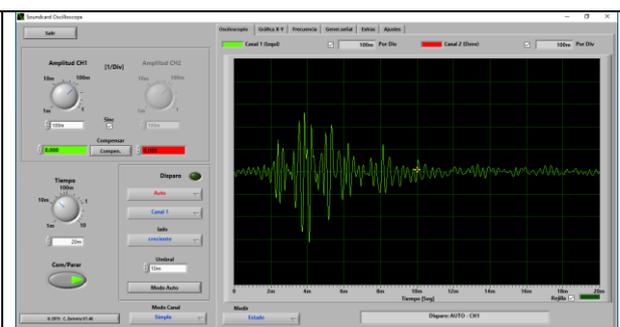


Figura 19- A leitura do programa *Sondcard scope* Live na execução de um som bem intenso.

Pergunte para os estudantes se ouve diferença sensação da percepção do som quando ele foi mais e menos intenso. Qual foi o som responsável por ser mais ou menos agradável e sua respectiva característica física. Nesse momento aproveite para falar sobre os cuidados necessários com a audição, o porque tem empresas que pagam insalubridade pelo som e coisas do gênero. Caso o professor deseje o número 9 dá embasamento teórico para essa questão.

9, Vídeo sobre o ouvido humano.

O Funcionamento do ouvido humano – auditory transduction em português- Link disponível em: < <https://youtu.be/7yQ4xiQusIE?list=LLgy2tQJASMrCPfL0zLX7IHw>>

Assistir até: 6:40min

4º Amplificador do som: Questione os estudantes o por que se eles observaram que existe os tubos de PVC debaixo das teclas do vibrafone. O que eles pensam disso, qual é a interferência dos mesmos? Para melhorar as possibilidades de respostas dos estudantes, realize o experimento de pêndulos por ressonância (a seguir como número 10) e questione os estudantes da relação entre ambos (pêndulos e tubos de PVC).

10, experimento de pêndulos por ressonância.

Balance um dos pêndulos e observe que o seu semelhante começara a se movimentar com a mesma frequência por ressonância.



Figura 20- Imagem do experimento de ressonância.

Montagem do experimento

Materiais utilizados:

- Uma haste de cobre desencapado rígida.
- Fios de cobre finos.
- Cinco chumbinhos.
- Algum material de apoio da haste com seu meio livre para os fios pendurados (madeira, garrafas, cadeiras).

Como montar:

- Faça cinco pêndulos simples prendendo o fio ao chumbinho. Desses cinco pêndulos faça dois pares similares, com o comprimento do fio igual. Em seguida prenda os pêndulos a haste de suporte horizontal de forma que o fio do pendulo fique livre para balançar verticalmente. Entre os pêndulos de um espaço de 5cm horizontalmente. Apoie o sistema de pêndulos sobre algo que permita uma leve movimentação da haste e basta experimentar.

Observações:

- Quando posto em movimento um dos pêndulos que tem seu par semelhante, o objetivo é que o outro comesse a se movimentar por ressonância, se não houver as pequenas oscilações no suporte

horizontal não existirá esse fenômeno, pois o par de pêndulos com mesmo comprimento precisa ter alguma oscilação de interação. Os pêndulos similares podem ter chumbinhos com diferentes massas, desde que a o comprimento do fio seja o mesmo.

Sobre o fenômeno, em resumo, pode-se dizer que a ressonância é a resposta de um sistema oscilante a uma ação externa que tenha a mesma frequência. Ela permite a máxima transferência de energia entre dois sistemas oscilantes. A energia da mão externa é transferida ao sistema em especial para um pêndulo e seu par absorve boa parte dessa e entra em ressonância.

5º Modos de vibração em uma corda e instrumentos de sopro: Tire todos os tubos e aproveite para demonstrar a diferença de som com e sem amplificador e comente que cada som tem um modo de vibração. Utilize uma corda para representar os modos de vibração na corda e fale da diferença nos tubos. Nesse momento una os tubos retirados anteriormente com outros prontos para esse momento e solicite que em grupo de 4 alunos eles calculem o comprimento do tubo necessário para se ter ressonância em uma determinada frequência de nota, solicitada pelo professor para o processo, remontando à amplificação do vibrafone. Para fazer os testes com os alunos, verificando se calcularam corretamente é legal utilizar o diapásio de um aplicativo para celular por nome de “*Soundcorset*”, dá para utilizar apenas o vibrafone, porém a diferença de amplitude não é tão gritante. A exemplificação de como utilizar os materiais para esse processo está a seguir, como número 11.

11, experimento de ressonância com utilização dos canos.

Nesse experimento pode-se aproveitar os canos para calcular o tamanho correto deles e testar por ressonância. Utilizando um diapásio de diferentes frequências, como um aplicativo do celular “*Sondcorset*” ou um diapásio para computador online disponível em: < <https://mdplus.com.br/guitarra/afinador-ou-diapasao-virtual/>> é possível solicitar que os alunos calculem o tamanho correto dos canos de acordo com as formulas de oscilações em tubos. Para isso utiliza a frequência das notas já observadas no aplicativo “*Soundcorset*”, ou as observe nesse momento com os alunos.

A sugestão é que se divida a turma em 10 grupos e peça que em grupos eles calculem o tamanho do tubo necessário para a frequência das notas presentes no instrumento. Em quanto isso, tire todos os tubos e junte com outros em uma caixa.

Peça para os alunos encontrarem o tubo que coincide com a frequência solicitada e faça o teste com o diapasão do celular ou do computador. O tubo correto fara o ar entrar em ressonância com a frequência do diapasão e aumentará perceptivelmente o som ao passar pelo tubo. Caso esteja errado, confira os cálculos.

Frequência= f

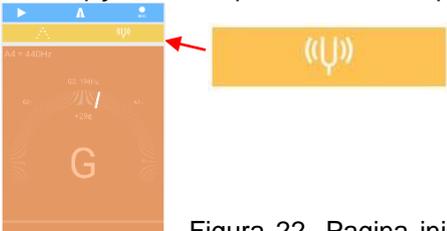
Número de harmônicos= n

Velocidade do ar= v

Tabela 5- Tabela com os cálculos do comprimento do cano para determinada frequência.

Nota	Frequência (Hz)	Para 29° C, L= (n*v/(2f)) (cm)
A 5 – Lá 5	3520	32,92804
B 5 – Si 5	3.951	29,33554
C6 – Dó 6	4.186	27,68908
D 7- Ré 7	4.699	24,66816
E 7 – Mi 7	5.274	21,97683
F 7´ - Fá 7	5.588	20,74337
G 7- Sol 7	6.272	18,48024
A 7- Lá 7	7040	16,46402
B 7- Si 7	7.902	14,66778

A velocidade do ar varia com a temperatura, portanto pode-se ter variações conforme o dia, o tamanho dos tubos tem uma velocidade do ar calculada com 29° C de temperatura.

Manual sobre <i>SoundCorsed</i>- funções básicas utilizadas nesse trabalho:	
<p>1º Baixe o aplicativo em seu celular e clique na imagem 9 que aparecerá para acesso a ele.</p>  <p>Figura 21- Link de acesso ao <i>Sondcorsed</i></p>	<p>2º Após aparecer a tela indicada na figura 10, selecione a opção de diapasão indicada pela seta.</p>  <p>Figura 22- Pagina inicial do <i>Sondcorsed</i>.</p>
<p>3º Após aparecer a tela indicada na figura 11, basta selecionar a opção de bolinha ao lado da nota que sairá o som de diapasão desta.</p>	<p>Obs: Para sair do diapasão basta clicar no “ok”, que aparece na imagem 11. Para mais informações sobre o aplicativo é</p>

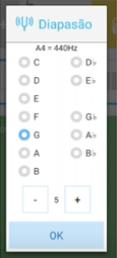
	<p>possível obter informações em: https://youtu.be/Rq9HnRnojHE Acesso em 16 de abril de 2016.</p>
---	--

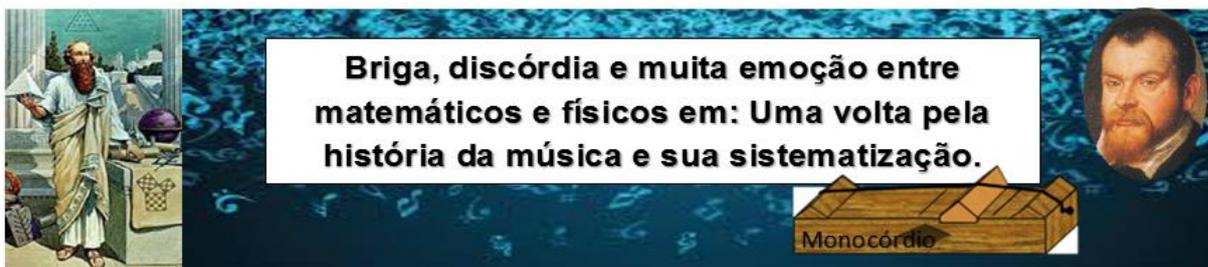
Figura 23-Diapasão do Sondcorsed.

Aula 3-

Primeiro momento (5 min): Retome a música de “20 a 20000” (Carlos Mainardes) e a explique música inteira como forma de revisão e utilização da mesma.

Segundo momento (20 min): Leitura e discussão do texto a seguir, com o número 12. Ele relata sobre a história da música e sua relação com a física.

12, texto sobre a história da música.



Como toda lenda tem um fundo de verdade, comecemos pelo o que elas nos dizem:

Certo dia, Pitágoras, ao caminhar pelas ruas, percebeu sons estridentes e doces provenientes da oficina de um ferreiro. O bater de diversos martelos produzia, por vezes, uma cacofonia desordenada, intensa, ou uma imensa harmonia metálica que parecia se fundir em um único som. Decidido a descobrir a razão dessa diferença sonora, Pitágoras percebeu que os sons agradáveis eram resultado das batidas dos martelos na qual se encontrava uma proporcionalidade na diferença de massas, e sistematizando essa observação construiu as relações das séries harmônicas¹⁸.

Outra lenda conta que Pitágoras encheu uma urna com água e a golpeou com um martelo,

produzindo um som. Se removesse a metade da água e golpeasse a urna novamente, a nota seria a mesma, porém mais aguda, ou seja, subiu uma oitava. Sempre que ele removia mais água, deixando apenas um terço, depois um quarto e assim sucessivamente, as notas produzidas entravam em harmonia agradável com a primeira nota, ou seja, um som consonante.

Ambos os caminhos poderiam tê-lo levado a essa conclusão, mas a ideia mais corrente afirma que com um monocórdio (instrumento composto por uma única corda, estendida entre dois cavaletes fixos sobre uma madeira plana), Pitágoras construiu a escala musical por meio de relações entre razões perfeitas de números naturais e a verificação de som consonantes e dissonantes¹⁹. O instrumento utilizado tem um cavalete móvel, com altura maior que a distância

¹⁸Resultado das vibrações de algum oscilador harmônico que podem ser os pêndulos, corpos rotativos (como motores e geradores) e a instrumentos musicais.

¹⁹Sons que juntos que formam uma harmonia instável em que as notas parecem estar desencontradas ou erradas, possivelmente desagradável a quem ouve.

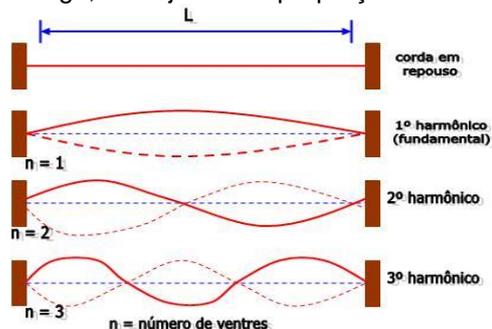
entre a corda e o plano, que, quando colocado sob a corda estendida,

possibilita dividir a corda em duas seções. Nessas condições, quando puxada ou excitada, a corda produz oscilações rápidas, e faz movimentar o ar em seu entorno. Esse ar em movimento, por sua vez, chega aos nossos ouvidos como sons, que associamos a notas musicais.

A velocidade com que a corda vibra varia de acordo com o seu comprimento e a tensão na corda. Quanto menor for a corda ou maior for a tensão, mais rapidamente ela irá vibrar, e o som será mais agudo. Quanto maior for a corda ou menor for a tensão, mais lentamente irá vibrar, produzindo um som de frequência menor, logo, mais grave.

À distância entre duas notas ou sons denominamos musicalmente de *intervalo*. Uma sucessão de intervalos produz uma melodia, que, quando sobrepostas e tocadas simultaneamente, dão origem a uma harmonia.

Pitágoras classificou os sons que soavam mais “agradáveis” em uma proporção entre os comprimentos da corda, que é exatamente 2 para 1, ou seja, 2:1. A corda de comprimento 2 vibra com metade da velocidade da corda de comprimento 1. Podemos então dizer que, em termos de velocidade, ou frequência, a corda menor vibra duas vezes mais rápido que a corda mais longa, ou seja com a proporção 1:2.



Fonte:

<http://www.colegioweb.com.br/136cústica/cordas-sonoras.html>

Houve um tempo em que, quando estudantes “descobriam” frações não inteiras nessas escalas, eles eram soltos em alto mar e deixados em um barco sem remo, a deriva da sorte. Suas ideias eram perigosas, pois tudo o que não transmitia a ideia de perfeição, na época era considerado demoníaco pela igreja. Era perigoso aos sujeitos expor ideias científicas que podiam contradizer a igreja

Na medida em que novas manifestações musicais foram se desenvolvendo e popularizando, como o aparecimento de

melodias distintas que se combinavam na execução musical, a música foi se tornando mais complexa, contendo a partir de então, novos intervalos e até acordes que estabeleciam uma composição harmônica. Isso foi possível no início, pois as vozes eram humanas e o ouvido humano se adequa a pequenas variações de frequência que não comprometem a composição como um todo.

Entretanto, com o surgimento da polifonia (sons diferentes soando ao mesmo tempo que formam uma harmonia), o pitagorismo se mostrou incongruente. Foi impossível não haver mudanças, havendo, a seguir, uma revolução na história da música.

No século XVI, Vincenzo Galilei (1520-1591), pai de Galileu Galilei, começou a questionar a visão especulativa do pitagorismo – cuja ênfase é sempre na perfeição da matemática e dos números inteiros para descrever a música – e começou a revisar os conceitos musicais pitagóricos. Nessa época a força da igreja sobre a ciência já era menor.

Vincenzo Galilei demonstrou que as relações pitagóricas entre as diferentes tensões e os intervalos musicais estavam erradas, e ele então reescreve a teoria musical a partir de fundamentos experimentais.

Mostrou que tais relações variavam não somente segundo o parâmetro medido na corda – tensão, densidade linear, etc. – mas de maneira geral, segundo o parâmetro medido em qualquer fonte sonora. Intensificada no decorrer do século XVII, tal perspectiva matemático-experimental representa o início de uma mudança importante de enfoque sobre a compreensão de conceitos acústico-musicais.

Inclusive, no experimento do monocórdio aparecia intervalos de quinta e oitava que contém potencialmente o problema dissonante com a chegada da polifonia.

Já se estava no XVII e a ciência dá um salto com a Revolução Científica. A escala temperada moderna passa a poder ser representada por uma espiral logarítmica. Grandes físicos e matemáticos, como Galileu Galilei, René Descartes, Christian Huygens e Marin Mersenne separadamente desenvolvem experimentos que levam a uma lei que estabelece conexões entre a tensão de uma corda vibrante, seu diâmetro, comprimento, peso específico, com a frequência de vibração. Mais adiante uma relação entre timbre e ondas sonoras esteve presente na Série Harmônica que, por sua vez, está ligada com as Séries de Fourier²⁰.

²⁰ Através desse teorema, podemos representar uma onda complexa qualquer através da soma de funções

Para Isacoff (2005), uma possível solução para isso seria o temperamento igual²¹, que era mal vista por várias razões, como a crença de que a música perderia seus intervalos pitagóricos, considerados sons perfeitos e puros (com intervalos diferentes). A resistência ao temperamento foi tal que considerou-se produzir teclados com teclas adicionais que pudessem dar conta das notas necessárias sem precisar de uma nova afinação.

Dentre muitas tentativas para solucionar o problema o temperamento igual foi a solução mais conveniente. Logo, notas musicais diferentes como o dó# e o réb que têm uma “distância” muito próxima, se fundiram na mesma nota. Essas mudanças afetaram todo o sistema musical que existente até hoje.

Referência

PRADO, Luis Antonio Gagliardi. Matemática, física e música no Renascimento: uma abordagem histórico-epistemológica para um ensino interdisciplinar. 2010. 110 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Educação Matemática, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

ISACOFF, STUART. **Temperamento: storia di um enigma musicale**. Edizione italiana. EDT srl. Torino.

senos e cossenos. Em outras palavras, podemos separar cada harmônico e representá-lo como uma função seno ou cosseno independente.

²¹ Esquema de afinação musical em que a oitava é dividida em 12 partes exatamente iguais.

Terceiro momento (15 min): Discussão sobre a relação da história da música com a letra de música “Nesse samba de nota só”. Nesse momento, pode-se explicar sobre o poder da igreja sobre a divulgação de descobertas científicas. Segue abaixo como 12.1 e 12.2, o link de uma melodia utilizando um som monofônico e um som polifônico. Não é necessário ouvir a melodia toda, é para os alunos apenas conseguirem ter uma noção da diferença resultante desses dois momentos.

12.1, Vídeo que apresenta uma melodia com um som monofônico.

O som monofônico é caracterizado por uma melodia, sem sobreposição de sons. Na época desse único estilo musical, apenas homens podiam cantar na igreja. Eles eram conhecidos como “Castrastes” por serem submetidos a castração durante a fase de infância para não atingir a maturidade e assim a mudança de voz. Sua voz era mantida e assim a igreja possui vozes femininas e restringindo as mulheres no canto. – Canto gregoriano ~ Monjas Benedictinas/ Le Barroux- Link disponível em: < <https://youtu.be/QF3gpUfEMPQ>> Tempo de duração: 4:26min. (Não escutar inteiro)

12.2, Vídeo que apresenta uma melodia com um som polifônico.

O som polifônico é caracterizado por uma melodia, com sobreposição de sons. quando começou a surgir essas melodias, elas foram consideradas demoníacas por não se entender claramente o que se produzia e pelas dissonâncias quando começou a se utilizar junto instrumentos. o vídeo não tem um som dissonante, mas apresenta como começou a se ter várias vozes ao mesmo tempo. – 5 - in exitu israel: samuel wesley- link disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=dnakx0fgg7m> > tempo de duração: 6:30min. (não escutar inteiro)

Quarto momento (5 min): Explicação sobre a avaliação da próxima aula e explicação da primeira questão dela. Ela vale nota para e deve ser traga respondida como parte da nota de prova. A questão está em apêndice junto com o número 14.

Aula 4-

Momento único: Avaliação utilizando o simulador do phet colorado, “sond corsed” o roteiro de utilização do simulador bem como o manual de como utilizar o simulador está a seguir como número 14.

14, roteiro de como utilizar o simulador com sugestões de perguntas.

Observação: Observamos que não seria possível aplicar a mesma dinâmica de utilização dos roteiros para as escolas participantes da pesquisa, pelo ambiente tecnológico não ter estrutura para tal. Portanto, apresentamos dois roteiros diferentes, porém com o mesmo conteúdo. O primeiro roteiro apresenta os comandos para os alunos executarem, dependendo o número de computadores, em dupla ou individualmente, e o segundo roteiro apresenta comandos para o professor executar os comandos de forma com os alunos acompanhando as simulações e preenchendo o questionário. Como as avaliações escolares são feitas utilizando uma nota de 1 á 10, na frente de cada questão do questionário está o valor que representa a questão.

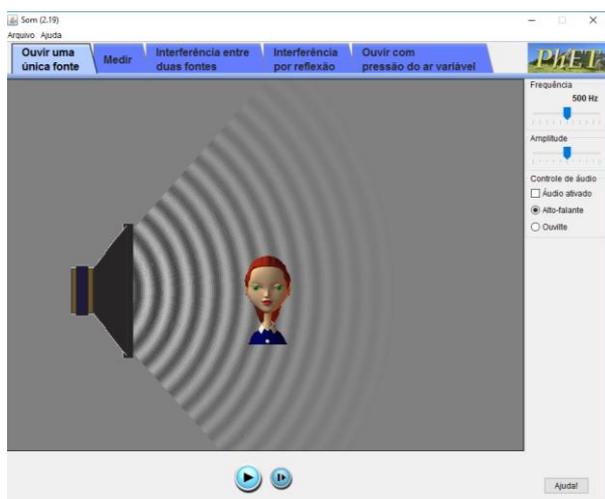


O que é o Phet Colorado?

É um pacote de aplicativos em Java que simulam diversos fenômenos relacionados às ciências naturais. Essas simulações virtuais envolvem os estudantes por meio de um ambiente intuitivo, onde a aprendizagem pode acontecer pela exploração e descoberta.

Requisitos necessários no computador para instalar os simuladores:

Windows	Macintosh	Linux
Microsoft Windows XP / Vista / 7 Sun Java 1.5.0_15	OS 10.5 ou posterior Sun Java 1.5.0_19	Sun Java 1.5.0_15



Simulador:

O simulador que pretendesse explicar tem o nome de Som, e permite observar as ondas sonoras, ajustar a frequência, volume, conteúdo harmônico, e a alteração do som audível de acordo com as variações dos parâmetros propostos, entre outras possibilidades. Em resumo,

o simulador em questão permite estudar uma ampla gama de parâmetros que envolvem fenômenos sonoros

O simulador do som está disponível para download no link a seguir:

<http://www.colorado.edu/physics/phet>

Saberes abordados:

- Som
- Ondas

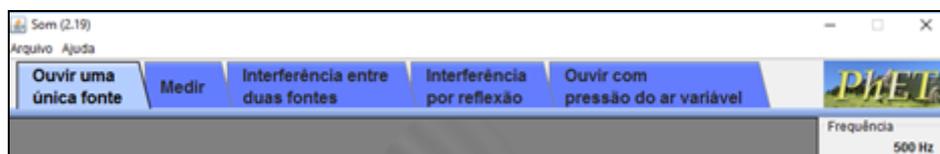
Alguns Possíveis objetivos de Aprendizagem:

- Explicar como diferentes sons são modelados, descritos e produzido.
- Observar e/ou calcular: velocidade, frequência, período, comprimento de onda, interferência e propagação de ondas sonoras.

Comandos disponíveis no simulador e dicas para o utilizá-los:

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Baixe o aplicativo em seu computador e escolha a opção executar, após o download ser concluído. |
| <ul style="list-style-type: none"> • A tela de simulações abrirá e o tamanho da janela se ajustará automaticamente na tela do computador. |
| <ul style="list-style-type: none"> • As abas no topo da simulação, são guias que subdividem as propostas de simulações sobre o som, classificando-as em: ouvir o som proveniente de uma única fonte (na aba Ouvir uma única fonte), as acessibilidades para medir as ondas emitidas (na aba Medir), as possíveis de interferências entre duas fontes (na aba Interferência entre duas fontes), as variações de interferência por reflexão de acordo com o ângulo da parede (na aba Interferência por reflexão), e as variações do som de acordo com a quantidade de matéria no meio de propagação (na |

aba Ouvir com pressão do ar variável). As guias tem variações de comando de acordo com as simulações desejadas.



- Na parte superior esquerda da tela, tem-se dois ícones, arquivo e ajuda. O click sobre o ícone ativa a ação desejada. O comando arquivo pode ser utilizado para fechar a simulação e o comando ajuda para adicionar legendas a recursos não tão intuitivos quanto os demais. Por exemplo, na guia Medida aparece duas linhas azuis e uma régua, recursos móveis, se explorar o botão ajuda, aparecerá uma legenda dizendo para movimentá-las e como fazer isso, algo que facilita o uso do recurso na identificação do comprimento das ondas. Obs: Não são todas as abas que tem o recurso ajuda.

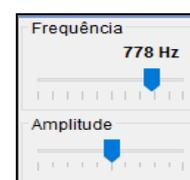
- Todas as abas têm dois botões o “iniciar” que serve para começar a simulação, de acordo com os parâmetros selecionados e abas.



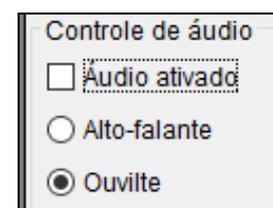
- E o “passo a passo”, que serve para movimentar a simulação de forma mais lenta que o normal.



- Todas as abas têm em sua coluna vertical direita dois indicadores de grandezas que podem ser variadas com o clicar, arrastar e soltar do mouse, são elas a frequência (medida em Hz) e a amplitude. A variação da frequência sempre aparece com seu valor disponível numericamente e a amplitude pode ser medida com o uso da régua da aba medir.

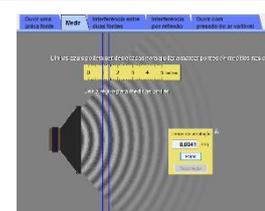


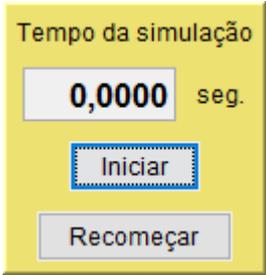
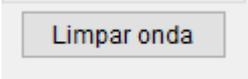
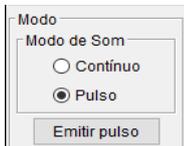
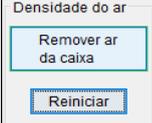
- Algumas abas tem uma opção na coluna vertical direita que se chama controle de áudio. Ao selecionar o ícone, áudio ativado, o som do simulador é ligado e dá para ouvir as variações do som conforme a mudança de parâmetros. Alguns controles de áudio, assim como o modelo ao lado dão a opção de você ouvir o som como se fosse o bonequinho ouvinte ou o som emitido pelo alto-falante. Para isso, basta clicar sobre a opção desejada que a lacuna em branco será preenchida com uma bolinha preta correspondente a sua solicitação.



- Nas abas: “Ouvir uma única fonte” e “Interferência entre duas fontes” é possível deslocar o ouvinte, alterando sua distância da fonte

- Na aba medir, existem duas linhas azuis, no sentido vertical, que se localizam no lado direito da tela. Essas linhas podem ser arrastadas, para facilitar na marcação da régua, objetivando medir a amplitude da onda. Obs: a régua também pode ser manualmente trocada de lugar com o clicar, arrastar e soltar.



<ul style="list-style-type: none"> Na aba Medir, existe uma caixa que tem como título “Tempo da simulação”, ao clicar em “Iniciar” (não em conjunto com o botão “iniciar simulação”) ele começa a disparar um cronômetro em segundos. Para interromper o cronômetro, basta clicar na mesma tecla que já terá outro nome e se chamará “Parar”. Se quiser zerar o cronômetro deve-se clicar em recomeçar. Obs: Nessa aba, a utilização do botão já apresentado de “iniciar simulação” pausa o cronômetro e a simulação, retomando de onde parou com um novo clique. 	
<ul style="list-style-type: none"> Na aba Medir, na coluna vertical esquerda da tela, existe um comando chamado de “Limpar onda”, ao clicar sobre ele é possível reiniciar a emissão de ondas pelo alto-falante sem parar a simulação ou cronômetro. 	
<ul style="list-style-type: none"> Na aba Interferência entre duas fontes, é possível mexer o local do alto-falante superior e a posição do ouvinte. Se a opção de controle de áudio estiver ativada é possível ouvir a variação de som de acordo com as ondas que chegam até o ouvinte. Pode-se observar ainda, os pontos de sobreposição das ondas emitidas pelos dois alto-falantes. 	
<ul style="list-style-type: none"> Na aba Interferência por reflexão, a linha azul simula uma parede que pode ser ajustada de acordo com os parâmetros desejáveis com auxílio das guias da coluna vertical chamadas de “Inclinação da parede” e “Posição da parede”. 	
<ul style="list-style-type: none"> Na aba Interferência por reflexão, existe a opção modo de som, na qual é possível clicar, logo, escolher se deseja emitir uma sequência de ondas contínuas ou apenas um pulso único a cada click. 	
<ul style="list-style-type: none"> Na aba Ouvir com pressão do ar variável, é possível observar a variação de som conforme se varia a pressão interna da câmara. Essa aba prova entre outras coisas, que a onda sonora é uma onda mecânica. 	
<ul style="list-style-type: none"> Para variar a pressão basta clicar sobre a opção “Remover ar da caixa”, que gradativamente a pressão na caixa diminui até não existir mais. 	

Roteiro 1) Questões com respostas utilizadas na sequência de aulas como exercício avaliativo para os alunos executarem:

Questão a ser respondidas sem o simulador:

- (4,0) Estabeleça relações entre a física e a música montando uma história que contenha um músico como personagem principal e as palavras: a) frequência, b) timbre, c) longitudinal, d) meio, e) intenso ou intensidade, f) reflexão e g) interferência, com seus respectivos conceitos físicos. Mínimo 10 linhas e máximo 25 linhas.

Questões a serem respondidas com o simulador:

Aba – Ouvir a uma única fonte:

(2,0) 1. Observar as ondas sonoras provenientes do alto-falante.

a) O que as faixas escuras e claras representam? (Lembre-se, as ondas sonoras são ondas longitudinais). O que poderia ser feito para mudar a cor das faixas no simulador? Porquê? R: As faixas escuras e claras representam a intensidade do som, poderíamos alterar ela variando a amplitude do som, pois essa é a característica da onda responsável por um mais ou menos intenso.

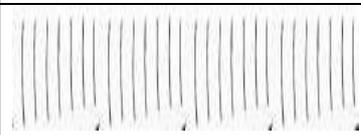
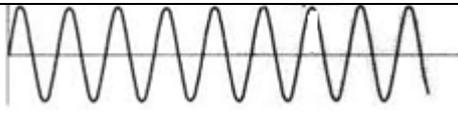
b) Por que as ondas ficam com uma cor de menor intensidade ao aumentar a distância do alto-falante? R: Por que perdem a amplitude conforme tem perda de energias pelo deslocamento.

c) Se você estiver com o comando de áudio ativado, selecionado no ouvinte e variar a posição do ouvinte, perceberá diferença de som? Por quê? Faça essa simulação.

R: Sim, ouviremos um som “mais fraco” ou menos intenso ao afastar o bonequinho do autofalante, pelo motivo respondido na questão anterior.

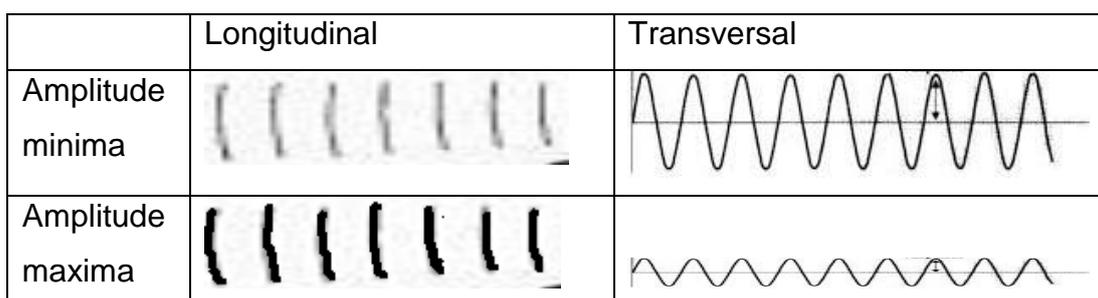
d) Como a alteração da frequência afeta a representação visual e auditiva das ondas sonoras na simulação? R: Uma frequência maior faz com que as ondas se aproximem mais uma das outras e deixa o som mais agudo, uma frequência menor deixa o som grave e as ondas mais afastadas umas das outras.

d) Sem variar outros parâmetros, fixe a variação de amplitude da onda no valor máximo e mínimo e represente as diferenças observadas em quatro desenhos, dois na forma de onda longitudinal e dois na forma de onda transversal. R:

	Longitudinal	Transversal
Frequência máxima		



- c. Sem variar outros parâmetros, fixe a variação de frequência da onda no valor máximo e mínimo e represente as diferenças observadas em quatro desenhos, dois na forma de onda longitudinal e dois na forma de onda transversal.



Aba – A medida:

(1,0) 2. Escolha uma amplitude e pressione o botão “iniciar simulação”, interrompa a simulação pressionando o mesmo botão. Com ajuda das linhas verticais azuis e da régua, meça a amplitude das ondas.

a) Diminua a frequência das ondas e observe se o comprimento da onda aumentou ou diminuiu. R: Diminuiu.

b) Meça quanto tempo uma determinada onda leva para percorrer uma distância pré-determinada com o uso da régua. Repita os procedimentos alterando as variáveis e faça uma tabela de dados com pelo menos 3 medidas. Faça uma média dos valores obtidos e encontre a velocidade do som usando $v = d / t$. V = velocidade, D =distância, T = Tempo. R: Como é um simulador da realidade ele apresenta um valor semelhante a distância real do som no ar, 340m/s , as diferenças de valores obtidos são por conta dos erros de medidas ao estabelecer o início e o fim da onda com a régua.

e) Use a régua para medir o comprimento da onda sonora. Verifique a velocidade acima calculada usando $v = f\lambda$. λ = Comprimento da onda (lâmbida), f = frequência.

Aba- Interferência de duas fontes:

(1,0) 3. Observe o padrão de interferência feita pelas ondas sonoras provenientes de dois alto-falantes.

a) Desenhe o padrão usando tons de cinza.R:



b) Com o controle de áudio ativado modifique o ouvinte de lugar e observe se houve variação no som ouvido. Explique por que há variação do som onde as ondas onde você vê áreas brancas, escuras, cinzentas. R: Nas áreas de maior intensidade branca ou preta ocorreu uma interferência de ondas totalmente construtiva ou totalmente destrutiva, o que aumenta a quantidade de som ouvido. Já nas regiões cinzas as ondas se sobreporam e formaram um nó.

c). Reflita sobre esse efeito e tente relacionar com uma possibilidade de som 3D.

Aba – Interferência por reflexão:

(1,0) 4) Observe o padrão de interferência resultante da reflexão das ondas.

- Mude o ângulo do muro e desenhe as figuras geométricas formadas com a reflexão. (Bem simples)
- Altere a posição do anteparo para mais próximo e mais distante e observe, o som perde a intensidade com a distância.
- Dê um exemplo de onde você já encontrou esses padrões de interferência? R: Eco, salas de aula com muita reverberação.

Aba – Ouvir com a pressão do ar variável:

(1,0) 5) Pressione o botão “iniciar simulação” com o controle de áudio ativado.

- O que você pode ouvir no modo ouvinte e no modo auto-falante quando a pressão está a 1 atm? Teve diferença? Por quê? R: Teve diferença por que no modo ouvinte é possível menos intenso que no modo auto-falante por que o som proveniente do emissor é mais intenso do que o que chega no receptor.
- Agora, remova o ar da caixa e escreva o que observou. R: O som começou a diminuir a intensidade conforme a remoção de ar.
- Qual som se ouve com maior intensidade, o submetido a uma pressão do ar de 1 atm ou o submetido a 0,5 atm? Por quê? Com essa conclusão é possível dizer que o som se propaga melhor em meios sólidos ou gasosos? Por quê? R: O som se propaga melhor em meios sólidos por que há mais concentração de matéria, logo a intensidade ouvida foi maior quando a pressão do ar estava em 1atm.
- O que você pode concluir sobre a representação visual das ondas sonoras emitidas no vácuo? Por que você acha que isso acontece? R: O emissor pode emitir o som, mas ele não se propaga por não haver moléculas para tal processo.

Questão a ser respondidas sem o simulador:

- (4,0) Estabeleça relações entre a física e a música montando uma história que contenha um músico como personagem principal e as palavras: a) frequência, b) timbre, c) longitudinal, d) meio, e) intenso ou intensidade, f) reflexão e g) interferência, com seus respectivos conceitos físicos. Mínimo 10 linhas e máximo 25 linhas.

Roteiro 2) Questões utilizadas na sequência de aulas como exercício avaliativo para o professor executar:**Aba – Ouvir a uma única fonte:**

(2,5) 1. Com o play no simulador ativado, ao observar as ondas sonoras responda:

- a) Quando temos a junção de uma faixa escura e uma clara temos a representação de uma onda completa, logo está sendo emitido uma seção de ondas no simulador. O que o professor mecheu no simulador para aumentar o espaço entre as ondas?
- b) Sem variar outros parâmetros, o professor fixou a frequência de ondas emitidas no simulador no valor máximo e mínimo respectivamente. Represente as diferenças observadas em uma tabela com quatro desenhos, dois na forma de onda longitudinal e dois na forma de onda transversal.

	Longitudinal	Transversal
Frequência máxima		
Frequência mínima		

- c) O professor repetiu a orientação anterior com a seleção do comando “Áudio ativado” no simulador e foi possível ouvir um som com características diferentes com a variação da frequência. Qual foi a diferença entre o som ouvido em uma frequência maior e uma menor? Qual é a explicação para essa percepção?
- d) Sem variar outros parâmetros, o professor fixou a variação de amplitude da onda no valor máximo e mínimo. Represente as diferenças observadas em uma

tabela com quatro desenhos, dois na forma de onda longitudinal e dois na forma de onda transversal.

	Longitudinal	Transversal
Amplitude máxima		
Amplitude mínima		

- e) Como a variação da amplitude afeta a representação das ondas sonoras (faixas e suas cores) na simulação?
- f) Como a variação da amplitude afeta a característica do som?

Aba – A medida:

(1,0) 2. **Escolha uma amplitude e pressione o botão “iniciar simulação”, interrompa a simulação pressionando o mesmo botão. Com ajuda das linhas verticais azuis e da régua, meça a amplitude das ondas.** (Para o professor)

- a) Com o uso da régua o professor mediu quanto tempo a onda leva para percorrer uma distância. Com essas medidas, encontre a velocidade do som usando $v = d / t$.
- e) O professor usou a régua para medir o comprimento da onda sonora. Verifique a velocidade acima calculada usando $v = f\lambda$. Ambos os resultados foram próximos, porém diferentes, descreva o por que você acredita que teve essa variação?

Aba- Interferência de duas fontes:

(1,0) 3. Observe o padrão de interferência feita pelas ondas sonoras provenientes de dois alto-falantes.

- a) Descreva o por que onde acontece a interferência de ondas os padrões apresentados nas cores são mais escuros ou mais claros do que o emitido por uma única fonte.
- b) Com o controle de áudio ativado, o professor modificou o ouvinte de lugar. Observe se ouve variação no som ouvido. Se sim, tente justificar e relacione isso com uma possibilidade de som 3D.

Aba – Interferência por reflexão:

(0,5) 4) Observe o padrão de interferência resultante da reflexão das ondas.

- d. Dê um exemplo de onde você já encontrou esses padrões de interferência por reflexão?

Aba – Ouvir com a pressão do ar variável:

(1,0) 5) Com o botão “iniciar simulação” e com o controle de audio ativado.

- a. O que você pode ouvir no modo ouvinte e no modo auto-falante quando a pressão está a 1 atm? Teve diferença? Por quê?
- b. Com o botão “remover o ar da caixa” selecionado, escreva o que você observou e justifique com as leis da física.
- c. Qual som se ouve com maior intensidade, o submetido a uma pressão do ar de 1 atm ou o submetido menor pressão? Por quê? Com essa conclusão é possível dizer que o som se propaga melhor em meios sólidos ou gasosos? Por quê?
- c. O que você pode concluir sobre o desenho das ondas sonoras emitidas no vácuo? Por que você acha que isso acontece?

Aula 5-

Avaliação das atividades pelos alunos respondendo ao questionário em apêndice 11.

Matérias utilizados:

Aula	Material
1	<ul style="list-style-type: none"> •Letra das Músicas impressas para os alunos destacarem informações. •Músicas prontas para serem ouvidas (Mp3, vídeo) com auxílio de aplicativos eletrônicos (aparelho de som, computador). •Molas <i>slins e corda</i>. •Canetão ou giz.
2	<ul style="list-style-type: none"> •Partitura. •Vibrafone. •Computador com o programa <i>Sondcard scope</i> instalado. •Datashow. • Flautas. •Vídeos: <i>aparelho auditivo e sonar do golfinho</i>. •Celular com o programa <i>Soundcoursed</i> ou/e <i>Simple Tone</i>. •Experimento de ressonância. •Réguas.
3	<ul style="list-style-type: none"> •Músicas prontas para serem ouvidas (Mp3, vídeo) com auxílio de aplicativos eletrônicos (aparelho de som, computador). •Texto paradidático.
4	<ul style="list-style-type: none"> •Computador com o programa simulador. •Datashow. •Roteiro avaliativo para os alunos.

Avaliação:

Participação nas aulas, prova com o pt colorado.

Referências:

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCN+) - Ciências da Natureza e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, 2002.

PEREIRA, Rodrigo Machado. **Abordagem Ativa da Acústica no Ensino Médio com a Confeção de Artefatos musicais pelos Alunos**. São Carlos, 2013.

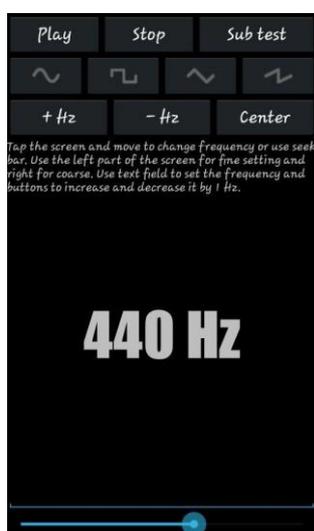
Sugestão de recurso:**Aplicativo de celular e sua utilização:**

Figura 24- Aplicativo *Simple Tone*

Interferência sonora, timbre e frequência: O aplicativo de celular *Simple Tone* emite frequências de 20Hz á 20000Hz. É possível de controlar a frequência desejada e o Timbre (tipo de onda produzida). Ele pode substituir o instrumento musical quando trata dessas grandezas comentadas. Para o experimento de interferência, basta selecionar a frequência desejada em dois celulares smartphones e deixa-la soar sobre o osciloscópio para analisar as ondas emitidas com auxílio do aplicativo. Todas as notas musicais tem uma frequência definida a tabela 2 e a tabela 3 abaixo representam uma oitava com esses valores. Para montar os intervalos citados quando falamos sobre a análise de interferência utilizando os instrumentos basta selecionar a frequência correspondente a nota no celular.

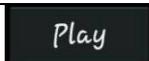
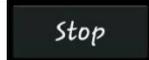
As demais grandezas podem ser exploradas da mesma forma que foi descrito na utilização dos instrumentos, selecionando as características que as representam no instrumento no aplicativo. Para isso, montamos um manual de utilização do aplicativo. Destacamos que as frequências de ultrassom e infrassom também são emitidas pelo aplicativo. É possível verificar elas com o uso do osciloscópio, porém, conforme a teoria, não conseguimos detectar essa emissão. Esse aplicativo também pode substituir o diapazão.

Tabela 6- Frequências musicais

Nota	Frequência
------	------------

(Hz)

C 3- Do 3	262
C# 3- Do# 3	277
D 3- Re 3	294
D# 3- Re # 3	311
E 3- Mi 3	330
F 3- Fá 3	344
F# 3- Fá# 3	370
G 3- Sol 3	392
G# 3- Sol# 3	415
A 3- Lá 3	440
A# 3- Lá#3	466
B 3- Si 3	494

Manual de utilização do <i>Simple tone</i>:	
Ao clicar nesse botão ativamos o áudio emitido pela frequência selecionada que aparece na tela.	
Ao clicar nesse botão evitamos ou paramos a emissão de som pelo aplicativo.	
Ao clicar nesse botão podemos estipular um padrão mínimo e máximo de frequência para que o celular emita ordenadamente da maior para a menor, todas as frequências existentes dentro desse intervalo.	
Ao clicar sobre a linha azul é possível escrever a frequência sonora que se deseja explicar.	
Ao clicar sobre qualquer um desses ícones moldamos o formato de onda conforme o desenho, modificando o Timbre da onda.	
Ao segurar a bola azul claro e arrastar horizontalmente, é possível aumentar e diminuir a frequência emitida.	
Esses botões servem para aumentar ou diminuir apenas um Hz por clique, gradativamente.	

ANEXO B- PRIMEIRA ENTREVISTA COM O PROFESSOR B

1. *Em quais redes de ensino você trabalha?*

() Municipal (x) Estadual (x) Particular

2. *E você possui alguma preferência por rede de ensino?*

Pra dizer a verdade eu preferia mais a particular. Não só por conta do ganho, mas por que você é mais cobrado em questão de conhecimento. O nosso conhecimento não fica, [pausa] que nem na escola estadual, ele vai se perdendo com o tempo. Então, na particular você sempre tem que estar correndo atrás e buscando mais conhecimento. Enquanto no estado, você só vai decaindo e cada vez está pior a educação.

3. *Em quais séries/anos está trabalhando no corrente ano?*

R: No momento com todas as turmas de primeiro a terceiro ano do ensino médio.

4. *Em que séries você já trabalhou?*

R: No ensino médio

5. *Há quantos anos você está formado? Há quantos anos você leciona?*

R: Vinte anos, e leciono há vinte anos.

6. *Qual é a sua formação?*

R: Eu fiz o técnico em contabilidade, mas não era o que eu queria e eu trabalhava em uma empresa de alimentos, então resolvi fazer química, daí automaticamente, como a carga horária de física era grande, eu ganhei habilitação para física.

7. *Você segue ou consulta os Parâmetros Curriculares Nacionais?*

Sim, sempre, por que existe bastante cobrança. Muitos as vezes falam, há por que eu vou querer esse conteúdo na minha vida, não sei o que, não sei o que, assim tenho mais facilidade de explicar o porque, inclusive por que não foi algo feito apenas por mim né. Então, milhares pessoas trabalharam com isso.

8. *Você adota algum livro didático? Qual? Por quê?*

Sim, adoto o “Martha Reis” e depois ali nos temos o “Bom Jorno” na área de física e desses livros ai, eu procuro sempre usar, em sala de aula. Por que tem muitos professores que não usam. Vem o livro tudo, o livro fica lá dentro da estante e não é usado. Então eu procuro trabalhar com os exercícios, por que são exercícios atuais, por que não usar né?

5. *Normalmente, quais são as metodologias que você mais utiliza em suas aulas?*

Então, nesse caso, eu gosto de trabalhar explicando a matéria, dando o exemplo e puxando o aluno para o meio, trazendo o aluno para conversar com ele, o que que ele entendeu daquilo, o que ele pode usar no dia-a-dia, o que ele compreendeu daquilo, se ele já tinha visto isso antes sim ou não. Por exemplo, dilatação. Dilatação em uma ponte né, tem aqueles espaçamentos. Eu pergunto para eles, vocês já viram aqueles espaçamentos na ponte. Então, vê o que que ele sabe sobre isso né, ou por exemplo no trilho do trem, também os espaçamentos, e isso tem que ser calculado, e varias coisas assim. Eu tava trabalhando gases, então eu tava tabalhando isobáricos, isovolumétricas, então eu começo perguntando: e o bujão de gás, você já viu o bujão de gás aumentando, né. Então associar ele, dentro do contexto dele. Agora é difícil trabalhar com experiências, por que agente não tem laboratório, não tem nada. Agente pede as coisas, agente não ganha, né, então fica muito, muito difícil assim.

6. *Para você qual a importância das aulas de física para os seus alunos?*

Para mim está se baseando hoje no conhecimento né por que estamos na era tecnológica, e o aluno precisa estar inserido dentro dessa área tecnológica né, então precisa conhecer. Apesar que hoje na área de informática, essas coisas o aluno está praticamente ultrapassando o professor, mas o aluno ele tem que estar informado, na nossa era tecnológica, então ele precisa estar sabendo o que faz, hoje, conhecendo as coisas. Se não, amanhã, depois ele vai ficar atrasado.

7. *Como você introduziria o ensino de ondulatória? Em que série/ano?*

Para dizer a verdade, ondulatória eu iria trabalhar só no final do segundo ano, e ondulatória eu iria dar só a introdução da ondulatória. Explicar como se calcula, velocidade frequência né, pegar uma cordinha, mostrar para ele isso, aquilo, o básico, do básico, por que a gente não tem tempo para toda essa matéria.

8. *Você usa algum tipo de material para esse ensino? Qual? Por quê?*

Uma corda talvez.

9. *Normalmente que relações faria ao ensinar ondulatória?*

Sempre dentro das aulas eu colocaria exemplos de tecnologias, quando se está na frente do som, atrás do som. Por exemplo dos elefantes, que quando o elefante bate no chão ele emite uma determinada frequência que pode ser escutada a quilômetros à frente.

10. *Se você fosse pensar no que é mais essencial que o aluno saiba, em hierarquia, como encaixaria o conteúdo de ondulatória?*

Para dizer a verdade agente segue mais a tendência do livro, e como ondulatória é no final do livro, ele seria lá no final. Por que daí agente começa com estudo dos gases, a parte de termodinâmica, e assim vai seguindo, dilatação e depois mesmo que a gente vai trabalhar com ondas lá no final do livro. Por que agente tenta seguir o livro, para trabalhar.

11. *Você acredita ser importante ou interessante relacionar a física com a música para o ensino de ondulatória? Por quê?*

Sim, muito importante né. Para dizer a verdade, com esse trabalho que agente tá desenvolvendo com você aqui, muito conteúdo desse foi para mim esquecido né. E como a gente não consegue dar toda a matéria que deveria dar, então fica difícil, a gente acaba esquecendo e fica difícil para agente lembrar. Então foi um trabalho assim, que me ajudou a lembrar o passado e as aulas de física na faculdade.

12. *Que boa experiência você teve durante sua aprendizagem em física que envolvia ondulatória? Pode descrever o que lembra?*

Mais foi na faculdade né que eu vi, e para dizer a verdade você vai aprimorando, mas como eu disse, se você não vai praticando, você vai esquecendo.

ANEXO C- PRIMEIRA ENTREVISTA COM O PROFESSOR C

Karine vou começar a responder o questionário para você, qualquer coisa depois tu me procura a gente vai falando!

1. *Em quais redes de ensino você trabalha?*

2. *Em quais séries/anos está trabalhando no corrente ano?*

R: Referente a questão um, eu trabalho na rede estadual e particular atualmente. Trabalhando com todas as séries do ensino médio de física primeira, segunda e terceira.

3. *Em que séries você já trabalhou?*

R: Sempre trabalhei com todas as turmas, desde que comecei a trabalhar, sempre trabalhei com as três séries do ensino médio de física. E alguns anos também trabalhei física no nono ano.

4. *Há quantos anos você está formado? Há quantos anos você leciona?*

R: Eu sou formado desde 2000, então são 17 anos, mas o tempo que eu estou trabalhando e leciono nessa área e em matemática também, já são 21 anos.

5. *Qual é a sua formação?*

R: Quanto a questão da formação eu sou licenciado em matemática e tenho habilitação para física também. Tenho pós-graduação com formação em metodologias aplicadas em matemática e física, e um mestrado que eu não concluí em física na URGs também, porém fiz a todas as disciplinas, só não fiz o TCC final.

6. *Você segue ou consulta os Parâmetros Curriculares Nacionais?*

R: Tenho feito a leitura deles referente a minha área e tenho procurado aplicar algumas coisas que estão relacionados ao PCNs e é possível agente adaptar também ao livro didático e a estrutura e ao material que a escola disponibiliza e a forma da gente trabalhar.

7. *Você adota algum livro didático? Qual? Por quê?*

R: Nós adotamos na escola o livro da coleção Ser Protagonista, e a adoção é feita por que já é o livro que é da distribuição da rede pública estadual e a escolha foi feita por uma escolha dos professores da nossa região, então tendo em vista a necessidade dos alunos em uma padronização, a gente acaba adotando esse, por quanto que a maioria escolheu esse material.

8. *Normalmente, quais são as metodologias que você mais utiliza em suas aulas?*

R: Não adotamos necessariamente uma metodologia padrão, ou seguimos uma sequência necessariamente, que tem uma ordem específica. A gente acaba trabalhando de várias formas, ora agente trabalha com aulas expositivas, ora agente procura fazer alguma intervenção que envolva atividades experimentais, em outro momento trabalhamos com pesquisa, mas a gente busca dar um enfoque que envolva a questão da física enquanto ciência e que envolva também a questão de

recursos tecnológicos de aplicação e a relação que isso tem como um avanço da sociedade e essa troca que ambos fazem. A ideia é fazer com que o aluno perceba a importância do aprendizado de física, tendo em vista a aplicabilidade uso no dia-a-dia das pessoas, independente de qual profissão, área e região que eles atuem ou trabalhem.

9. *Para você qual a importância das aulas de física para os seus alunos?*

R: No meu ponto de vista a importância da física para os alunos, é que eles na verdade compreendam e aprendam os conceitos e princípios que a física apresenta para eles de modo que eles possam explorar isso na sua vida tanto pessoal quanto profissional, tendo por finalidade se beneficiar disso. No ponto de vista de utilizar os conceitos e os conhecimentos para sua vida assim como saber identificar, conhecer e prevenir eventuais situações de risco, de acidente também, ou onde é possível aplicar para conviver e melhorar sua qualidade de vida, sua segurança e assim por diante.

10. *Como você introduziria o ensino de ondulatória? Em que série/ano*

R: Referente a questão número 10, o ensino de ondulatória normalmente agente acaba trabalhando no segundo ano e a parte introdutória dela se faz, justamente tentando buscar com os alunos, verificar o que eles entendem ou conhecem sobre onda, né, e de que modo que eles veem esse conceito, até que ponto eles compreendem o conceito e está relacionado propriamente com as definições do que se entende como sendo ondas em física, mas a ideia se fazer com que ele relacionem esses conceitos que ele já tem o que a gente vai trabalhar com aquilo que eles podem aplicar na prática.

11. *Você usa algum tipo de material para esse ensino? Qual? Por quê?*

R: Referente à questão número 11. Nem sempre se acaba fazendo uso de alguns materiais. Eventualmente a gente usa com algumas turmas, em alguns momentos a gente utiliza algumas molas para trabalhar a ideia da formação da onda ou então a gente trabalha com o som que é mais comum, mais acessível e é possível eles perceberem as vibrações né. Então às vezes a gente trabalha também utilizando o recurso de áudio visual, recurso multimídia, para poder visualizar alguma circunstância através de simuladores ouvintes mesmo.

13. *Normalmente que relações faria ao ensinar ondulatória?*

R: E com relação à questão número 13. No meu ponto de vista é essencial que ele compreenda o que realmente é uma onda, consiga discernir, diferenciar os diversos tipos de ondas e as principais características que essa onda tem. Tanto com relação a natureza da onda, quanto com sua forma de propagação é possível encontrar essas ondas, onde elas são aplicáveis, como no dia-a-dia elas estão relacionados com a nossa vida, com o nosso trabalho. Então, a gente procuraria primeiro trabalhar a ideia do conceito, relacionado com o conhecimento que os alunos já têm e aquilo que pode agregar além disso e posteriormente, proporcionar uma caracterização e estabelecer uma generalização de situações que a gente possa aplicar ou então relacionar isso no nosso dia-dia.

14. Você acredita ser importante ou interessante relacionar a física com a música para o ensino de ondulatória? Por quê? .

R: Como assim número catorze. Eu acho importante sim, estabelecer uma relação entre a música e o ensino de ondulatória tendo em vista que, como se trata de uma onda sonora que é algo muito conhecido e até de certa forma, a música estimula muito as pessoas e muitos gostam, então é uma maneira talvez de atrair o interesse para essa área de estudo da ondulatória, especificamente com relação ao estudo das ondas longitudinais. Já quando a questão do estudo geral de ondas, que envolva as transversais também, talvez, seja possível desde que envolva outros instrumentos então, usando cordas, instrumentos de tubos e assim por diante, que possibilitaria a gente trabalhar tanto as ondas na corda que seriam as transversais, quanto em tubos que seriam as longitudinais também. Ai, possibilitaria o trabalho com ambas. Ai fazendo uma sequência didática, uma organização legal, acho que daria de trabalhar, muita coisa com ondas e também estimular os alunos a participar dessas aulas.

15. Que boa experiência você teve durante sua aprendizagem em física que envolvia ondulatória? Pode descrever o que lembra?

R: As partes mais legais que eu lembre do estudo de ondulatória, na verdade são com relação às atividades experimentais que a gente sempre faz com que os alunos pesquisem produzam, e desenvolvam em determinados assuntos e da parte de ondulatória a gente sempre lembra, assim de experimentos que alunos fizeram já, com como chamamos sendo produzidos oscilações da chama envolvendo onda

sonoras. Outros experimentos também envolvendo a laser produzindo figuras de lissajous, através das vibrações e ondas. Então a parte experimental sempre traz algumas situações assim diferenciadas na aprendizagem do aluno e mesmo para a gente e valem a pena né que são bastante importante e contribuem na compreensão do aluno, dos conceitos e também para situações que são de aplicação.

ANEXO D- SEGUNDA ENTREVISTA COM O PROFESSOR B

1. *Pode comentar sobre o que você achou das atividades realizadas?*

R: No começo eu tive um pouco de dificuldade, afinal na minha graduação eu aprendi apenas quais são as características das ondas, sem suas aplicações, como na música, mas depois com a sua ajuda (pesquisadora) tudo foi se tornando mais natural. Gostei das atividades, e não só eu, também os alunos.

2. *As escolas onde você leciona possuem suporte para aulas com esse padrão dinâmico de recursos?*

R: Sim, tem datachow, notebook para o professor, o que falta é um laboratório de física.

3. *Os materiais utilizados foram pertinentes? Comente.*

R: Sim, acredito que teve uma boa relação os materiais com a proposta.

4. *O que você mudaria nessa proposta?*

R: Traria mais exemplos de outras aplicações dos conceitos físicos trabalhados e seu emprego.

5. *Quanto ao custo financeiro da aplicação da sequência didática: você acredita ser viável?*

R: Sim, com exceção da utilização do vibrafone, mas dá para trazer outros instrumentos, mais baratos, como uma gaita de boca, as flautas...

6. *Na sua visão, quais foram as dificuldades encontradas a) entre você e a proposta, b) a proposta e os alunos e c) a proposta, você os alunos?*

R: a) a falta de contato com a música. b) Não apresentaram dificuldades. C) as dificuldades que os alunos apresentaram de compreensão é por que eu ainda não estava seguro do conteúdo, então algumas coisas não ficaram muito boas.

7. *Qual foi a relação entre os alunos, professor e proposta didática que você mais gostou? Por quê?*

R: Gostei dos simuladores utilizados, do vibrafone, do experimento de ressonância. Por que ficou mais claro para os alunos do que estávamos falando.

8. *Sobre a reação dos alunos, você acredita que eles foram participativos durante as aulas? Eles agiram normalmente, ou ficaram diferentes uma vez que havia alguém observando?*

R: Sim, agiram de forma normal.

9. *O que você mais gostou de ter utilizado como recurso durante as aulas?*

10. *Você acredita que o nível de aproveitamento dos alunos foi bom? Por quê?*

11. *Para você, quais são as maiores dificuldades do ensino de física, de maneira geral, que limitam o processo de ensino e aprendizagem?*

R: A falta de base da matemática, do português e de estudos. A falta de recursos para o ensino e aprendizagem.

12. *Alguma dessas barreiras foi superada ao se utilizar a sequência didática proposta?*

R: Os recursos utilizados facilitaram o processo.

13. *Na visão de profissional do ensino de física, você acredita que a aplicação dessa sequência didática agregou algo à sua carreira?*

R: Sim eu consegui relembrar os conceitos de ondulatória, aprendi uma forma diferente de tratar esse conteúdo e para os próximos anos eu vou incluir ele na minha grade curricular a ser trabalhada. Para aperfeiçoar e inclusive, não esquecer.

14. *Você acredita que, se encontrasse esse material na internet, ou revistas sobre o ensino de física, utilizaria ele de alguma forma? Como?*

R: Eu pegaria alguns materiais, mas teria dificuldade em saber como utilizar.

15. *Você já teve dificuldade para encontrar materiais para auxiliar no ensino de física?*

R: Sim, pelo recurso financeiro, por exemplo, para trabalhar dilatação eu gostaria de fazer o experimento que tem dois anéis com diferentes materiais um dentro do outro para aquecer e calcular os coeficientes de dilatação. Porém, para isso preciso dos materiais puros, de um torno para fazer a peça e de dinheiro por que isso não custa barato.

16. *Qual nota você atribuiria a cada material utilizado? Por quê?*

R: 7, por que foi um bom material, mas tem experimentos, como o do pêndulo que eu o deixaria mais bonito visualmente. Dá para ver o efeito do que se quer, mas ele não é algo muito grandioso.

17. *Que sugestões você daria para aprimorar o material utilizado?*

R: Acho que ele está bem completo assim.

ANEXO E- SEGUNDA ENTREVISTA COM O PROFESSOR C

1. *Pode comentar sobre o que você achou das atividades realizadas?*

R: Eu acho que as atividades elas foram bacanas. Assim como a gente estava até observando, fica, não vou dizer complexo, mas é mais difícil você fazer atividade que o outro prepara, do que aquela que você mesmo planeja, até por conta da ordem da sequência, assim né, mas atividades foram bem bacanas. Eu acho que os alunos até poderia aproveitar mais se fosse por conta do interesse deles né. Mas assim, em termos de trabalho, eu acho que foi tranquilo para trabalhar. Só que claro, a uma necessidade de você primeiro observar ver a sequência que você vai fazer, porque não foi você que não montou, então não é aquilo que está na tua cabeça: Eu planejei tal coisa, vou fazer tal coisa não! Eu tenho que primeiro tentar ver o que o outro planejou, para depois tentar seguir aquela ordem lá né.

2. *As escolas onde você leciona possuem suporte para aulas com esse padrão dinâmico de recursos?*

R: Há se considerar a questão de recurso audiovisual, por exemplo, algumas têm em uma quantidade, desde que você faça uma reserva com antecedência; ou outras talvez não tenham e se você tiver o recurso próprio você leva o teu, até para agilizar. Mas assim, atualmente, até o que a gente utilizou ali é possível fazer eu acho que em praticamente todas as escolas.

3. *Os materiais utilizados foram pertinentes? Mudaria algum, talvez?*

R: Não, acho que totalmente o que foi proposto ali naquela sequência, todos eles, obviamente já tinham sido planejados para serem usados naquele conteúdo ali, então pertinente eles eram. Quanto à questão da ordem de utilização, também não vejo a necessidade trocar porque a sequência já estava planejada mais ou menos

numa ordem didática para você trabalhar de forma gradativa. Então, não teria a necessidade de mudar ordem ou talvez, de repente, fosse acrescentar alguma coisa, mas tirar talvez não, porque até poderia a ideia proposta né.

4. *O que você mudaria nessa proposta?*

R: Olha, olha eu não sei, mas a questão é que se fosse para o aluno interagir mais com a atividades, talvez com todos eles interagindo, o tempo disponível talvez seja pouco. Então talvez eu teria que diminuir a quantidade de coisas planejadas para a aula. Talvez tinha, mais coisa planejador ou proposta para sequência do que realmente poderia ser feito naquele número de aulas que estava previsto, tanto é que utilizamos bem mais do que Estava lá na programação né.

5. *Quanto ao custo financeiro da aplicação da sequência didática: você acredita ser viável?*

R: É o custo não é nada lá que tivesse um custo elevado né. Se fosse lá comprar flauta, comprar algum material para produzir algum equipamento, mas também não é nada muito caro. Seria possível aplicar ela tranquilamente. Ou mesmo se fosse mandar talvez os alunos construir os instrumentos, também seria possível, não teria problema se eles pudessem construir numa equipe alguns instrumentos daqueles instrumentos, eles conseguiriam fazer.

6. *Na sua visão, quais foram as dificuldades encontradas a) entre você e a proposta;*

R: O que eu já falei né, a questão até de você se apropriar daquilo que quem planejou pensou, na ordem, na sequência, de como vai fazer e tal... E as vezes acaba, mudando por conta do teu entendimento ou do não entendimento, acaba mudando a ordem do que vai fazer ou a forma que você esperava que fosse feita.

b) a proposta e os alunos;

R: O tempo para eles compreenderem melhor o próprio conteúdo, ou relacionar os experimentos, necessariamente, com a parte teórica. E talvez acho que o tempo para eles se adaptarem em uma atividade assim, acho que não é o suficiente, mas se eu fosse fazer com mais frequência atividades assim, talvez eles também se adaptariam mais rápido a proposta.

c) a proposta, você os alunos?

R: E entre a proposta vocês alunos, os três em caso, quais foram as dificuldades encontradas que não foram citadas ainda?

Eu acho que basicamente o que a gente já citou né, a questão de eu compreender o que que a proposta queria, estava direcionado para ser feito e fazer, e, talvez traduzir isso de forma que os alunos compreendessem exatamente que proposta queria proporcionar para eles, talvez né.

7. Sobre a reação dos alunos, você acredita que eles foram participativos durante as aulas? Eles agiram normalmente, ou ficaram diferentes uma vez que havia alguém observando?

R: Algum sim, a grande maioria foi telespectador. Alguns interagiram mais, outros menos, mas a grande maioria ficou de espectador. Eu acho que eles até aproveitaram a sequência que foi proposta, mas de inteiração, assim, não foram todos que interagiram com a atividade, na verdade que foram a minoria que interagiram, e outro só assistiram.

E, normalmente eles têm essa postura?

R: Os mesmos que interagem sempre, foram aqueles que interagiram nessa sequência também e os que só são ouvintes continuar ouvintes do mesmo jeito.

E você acha que eles agiram normalmente apesar de eu estar observando eles?

R: Sim, a tua presença lá não interviu em nada. Tanto é que se eles estiverem atentos, ou conversando, ou perguntando, eles continuaram a rotina deles normal. Não alterou a forma deles se comportar ou participarem.

E você, o que você acha que mais gostou de ter utilizado como recurso durante as aulas?

R: A própria questão de discutir com os alunos os conceitos, a parte teórica do tema que a gente abordou com a utilização do recurso disponível ali para é, tentar favorecer a compreensão deles. Então, isso é legal, não é sempre que dá, a gente consegue fazer eles manusear ou sei lá, fala de forma que possa facilitar a compreensão deles, do conceito acho que isso é bacana né. Talvez nem todos aproveitem, porque nem todos se interessam, mas, enfim está proporcionando algo que teoricamente deveria de favorecer a aprendizagem deles né.

Se você fosse selecionar um dos recursos, talvez, qual você selecionaria de recursos, para utilizar.

R: O instrumentos lá, o vibrafone e também a questão de usar o osciloscópio para alisar as propriedades da onda sonora, que isso também facilita a visualização de muitos conceitos que sem a utilização dos recursos visuais talvez não aconteceria. Então acho que isso ajuda bastante.

Para você, quais são as maiores dificuldades para o ensino de física, de maneira geral? O que você vê como limitadores para o processo de ensino-aprendizagem?

R: Fazer com que o aluno perceba a importância dele se apropriar desse conceito, não só de física, mas das outras áreas também. E a dependência que o ensino de física tem de outras disciplinas como matemática, português, química, ou biologia, ou geografia, que são matérias que acabam, de certa forma favorecendo se eles compreendem outras áreas eles também teriam a possibilidade de entender, ou compreender a questão da aplicação da física nessas outras áreas, que seria contextualizar em outras áreas e não aplica pela física pela física. Então, como eles tem dificuldades em outras áreas isso também se interfere no aproveitamento de ensino de física daí.

8. *Você acredita que o nível de aproveitamento dos alunos foi bom? Por quê?*

R: Eu diria que foi razoável, eu acho que, tanto pelo tempo, como pela forma que foi apresentada a proposta, quanto pela participação deles. Então, do que a gente teria proposto para eles de conceito, de conteúdo, para eles aprenderem, eu não sei se eles se apropriaram de 50%. Considerando, a forma como foi aplicada a proposta, pelo tempo disponível para a proposta e pelo interesse e a participação deles e a motivação deles em aprender aquele conteúdo. Então, eu acho que a gente não atingiu 50% do que foi proposto. Eu acredito que eles não tenham se apropriado.

Tu acredita, que talvez, se fosse de alguma outra forma, talvez, eles teriam se apropriado mais?

R: Não acredito que mudaria muito, significativamente isso, talvez se a gente trabalhasse de outra forma alguns conceitos ficariam mais privilegiados e eles compreenderiam melhor e outros menos privilegiados, e eles compreenderiam pior, mas depende muito da motivação que eles têm em aprender, o quanto que eles querem aprender aquilo. Então, o tempo, a forma que agente apresenta intervém, mas o que vai levar a aprender mesmo é querer aprender. Então como muitos, nem

participaram das atividades e das aulas, então certamente muitos não apreenderam aquilo ali. Então, se a gente chegou um 50% foi muito.

9. *Alguma dessas barreiras, que você tinha citado antes, como a integração que as disciplinas como química, biologia com a física, foi superada ao se utilizar a sequência didática proposta?*

R: Acho que sempre quando você propõe uma atividade que eles possam interagir, de certa forma favorece a compreensão, pelo menos parte do conteúdo, não vou dizer que todos vão aprender, não vai ser um diferencial absurdo, com todos, mas vai ter alguns que são mais visuais na aprendizagem, então podem aprender alguma coisa que teriam dificuldade se fosse abstrato né; outros talvez se sintam atraídos por alguma das atividades e daí aprendam em parte, aquilo, especificamente aquilo, naquele momento, mais do que se não tivesse e outros que talvez, que não gostam da área e por não ser da área, não ter habilidade com a área, não gostarem disso e terem preferência por outras áreas, talvez mesmo com a sequência, ou com a interação com os experimentos, talvez não vai mudar muito o grau de aprendizagem deles, porque o envolvimento deles com a disciplina não é, aquilo que eles tem preferência né. Então, eu acho que eles podem até, em alguns momentos aprender mais algumas coisas ou em outros momentos não vai fazer diferença

10. *Na visão de profissional do ensino de física, você acredita que a aplicação dessa sequência didática agregou algo à sua carreira?*

R: Há, ajuda sim, por que como te falei o fato de você pegar algo pronto por outro e você aplicar ele da forma que o outro aplica já é algo que você tem que ir na verdade tentar buscar compreender o que está sendo proposto aqui e como essa pessoa planejou essa sequência ou essa forma de trabalhar né. Então é diferente você sentar e dizer, não agora eu pegar e fazer do meu jeito! Não, agora não, eu vou olhar o que você planejou e vou tentar fazer do jeito dele. Então, você não vai mais estar mais fazendo do teu jeito e sim de um jeito diferente. Talvez você acabar ainda de alguma forma como você trabalha, mas então isso sempre agrega alguma forma diferente de você ver ou então alguma coisa que você não observava e você passa observar, então sempre se agrega alguma coisa boa você leva disso né. Mesmo que seja a questão de: não vou ter que sentar e olhar o que o outro planejou, não na minha cabeça eu penso desse jeito mas na cabeça do outro ta

planejada diferente. Então, eu vou ter que olhar aquilo de forma diferente. Isso é interessante.

E tem alguma coisa que tu possa citar, no qual vai trabalhar em algum momento com outras turmas, em outro momento.

R: A tem a questão de agregar atividades práticas e ao mesmo tempo um uso do recurso virtual, por exemplo. Muitas vezes eu faço uma, mas não faço a outra. Um dos fatores que me restringi um pouco é a questão de que sempre que eu faço uma atividade prática, ou uso o recurso de laboratório, ou qualquer outro meio, seja áudio-visual ou um simulador virtual, eu sei que vou trabalhar um conteúdo de forma relativamente mais aprofundada, mas em contrapartida o tempo que vou gastar com isso é muito maior do que se eu fosse fazer uma aula puramente teórica, expositiva, ou dialogada, ou coisa do gênero. Então, eu vou gastar, pelo menos o dobro ou três vezes mais tempo. Mesmo porque, como eles não se organizam, na questão de, fazer registros, então, no final das contas por mais que eu faça atividades práticas, por mais que eu passe um vídeo, por mais que eu trabalhe com simulador, no final das contas algum tipo de sistematização do conteúdo tem que fazer. Mesmo que seja oral, ou escrito, seja uma síntese, ou qualquer coisa, vai acabar tendo que fazer para garantir que eles tem algum registro simplificado, por que eles dificilmente vão pegar o livro didático, e ler, porque eles não tem essa prática de ficar lendo. Então, para eles se o professor discute com eles, eles vão aguentar um pouquinho, se você não discutir nada eles vão pelo que eu ouvirem e acabou por aí mesmo, então no final das contas você tem que parar um pouquinho, e discutir com eles para poder fazer com que eles estejam atentos e ouço alguma coisa, se não tem aluno que não vai buscar nada. Então isso acaba fazendo com que a gente diga, não eu vou priorizar a discussão do que fazer uma prática a mais. Por que talvez em uma pratica, eu não conseguir ter tempo suficiente para discutir tudo o que precisaria ali. Então acaba limitando, não vou fazer uma pratica a menos e discutir um pouco mais, até para forçar eles a parar, pensar e argumentar, alguma coisa. Se não, deixar para o conta, eles não vão fazer.

11. *Você acredita que, se encontrasse esse material na internet, ou revistas sobre o ensino de física, utilizaria ele de alguma forma? Como?*

Sim, tranquilamente, talvez não usaria todos, mas alguns, sim. Com certeza. Talvez se eu usasse a parte prática, provavelmente eu não usaria a parte digital como um complemento. Então talvez usa uma parte prática e outro momento eu fizesse só alguma atividade com o simulador, então provavelmente todos eles no mesmo conteúdo eu não utilizaria, exclusivamente pelo tempo que eu tenho disponível, para trabalhar aquele conteúdo ali.

12. *Você já teve dificuldade para encontrar materiais para auxiliar no ensino de física?*

R: Não, eu acredito que assim, não vou dizer que eu tenha dificuldade, talvez eu não tenha sentido para procurar o suficiente, mas sempre que tenho pensado em: Não, vou procurar algum material, fazer uma atividade, normalmente tenho encontrado. Talvez alguma coisa que tá pronta, não é aquilo que eu quero, mas não, encontrei um material isso já me deu uma ideia, então eu adapto ele para aquilo que eu preciso fazer e uso ele. Mas, normalmente, a gente acaba encontrando, talvez a gente não sente não sente o tempo suficiente para se encontrar o que se quer, mas as vezes encontra coisas que mais ou menos estão próximas e você adapta para aquilo que você quer. Mas assim, é raro eu dizer há não encontrei material para tal coisa a questão é procurar mais ou menos, estar procurando lugar certo e o tempo que você está levando para isso.

13. *Qual nota você atribuiria a cada material utilizado? Por quê?*

R: Eu diria talvez, que eu daria um oito e meio a nove, exclusivamente, pela limitação do tempo para aplicar tudo que tinha lá. Porque assim, se fosse de aplicar todas as sugestões que tinha lá ou usava muito mais aulas do que os usamos, ou então teria que fazer tão corrido de tal forma, que passaria muito rápido tudo aquilo lá que ficaria uma coisa loca, que não daria nem de os alunos entender e o professor e que estaria lá aplicando a sequência não conseguiria trabalhar, nas aulas que estavam planejadas, é muito corrido. Talvez se fosse para fazer, por exemplo, aplicar aquilo num curso de formação para professores que já conhece o assunto, talvez aquilo ali seria legal, que daí são pessoas que já conhecem, então era apresentando uma forma diferente de trabalhar um assunto, mas como recurso para trabalhar com os alunos o conteúdo novo eu acho que daquela forma ali é muita coisa para o tempo planejado. Então não é que ela é ruim, é muito atropelado,

se fosse aplicar na íntegra a sequência, como está ali. Para quem ia aplicar a sequência seria bem corrido, chegaria no final, faltando saliva. E para quem estava lá do outro lado, não iria conseguir escutar todas as palavras de quem teria dito. Que é o mesmo caso da avaliação, ela numa aula é pouco tempo, para todas as questões que tinham lá para eles observarem, discutirem e tal. Tinha que ser alguém que já tinha algum tipo de conhecimento.

14. Que sugestões você daria para aprimorar o material utilizado?

R: Trabalharia de forma que todos pudessem interagir ou aproveitar mais, não sendo tão atropelado. Então talvez a única modificação que eu faria, seria tirar algumas coisas dali selecionar o que fosse mais, de repente, mais adequado para uma determinada etapa da sequência e outras coisas não fazer. Para fazer menos coisas e bem feito do que fazer várias coisas de algo que não é aproveitado e fica muito, muito rápido e acaba ficando uma coisa meio vaga.

ANEXO F- RESPOSTAS DOS ALUNOS DO PROFESSOR C AO QUESTIONÁRIO

AVALIAÇÃO dos alunos sobre as aulas de física no conteúdo de ondulatória.

2. Em relação à disciplina (aspectos gerais) como você avalia:

1.1- Dinâmica das aulas no conteúdo de ondulatória. (Justifique)

Excelente (5) Boa (13) Razoável (1) Ruim () Outros ()_____

Resposta Assinalada Como:	Resposta dos alunos:
Excelente	“Gostei bastante.” (A10) “Foram bem explicadas e muito organizadas.” (A12) “Foi excelente, pois se utilizou diversas matérias para o entendimento da matéria” (A13) “A explicação foi ótima e a preparação também, a forma como montaram a aula foi boa.” (A14)
Boa	“Foram aulas diferentes, com muita explicação e demonstração de exemplos” (A16) “Foi aulas onde o conteúdo foi bem esclarecido, com vários exemplos e atividades diversificadas para entender o assunto” (A15) “O tempo foi bem aproveitado” (A9) “Eu achei que foi boa por que consegui apreender com as aulas.” (A8) “A forma de ensinar foi de maneira bem lúdica, fazendo com que a aula e a explicação da matéria ficassem mais interessantes.” (A7) “Achei as aulas boas e dinâmicas.” (A6) “A explicação do assunto foi boa e satisfatória.” (A5) “Foram trazidos diversas coisas para melhorar o desenvolvimento das aulas. ” (A4) “Pois, houve bastante dinâmicas e o professor explicou muito bem o conteúdo.” (A3) “Atividades e explicação muito interativas, porém deveria ter mais interação de outros alunos. Esse é um método que prende a nossa atenção.” (A2) “Apreendi como funciona.” (A1) “Gostei da aula diferenciada e entendi o assunto, mas não entendi a última atividade” (A) “Achei as aulas boas e dinâmicas.” (A6) “Apreendi como funciona. ”
Razoável	“Não sou obrigada a nada.” (A11)

1.2- Contribuição para a sua formação geral.

Excelente (3) Boa (9) Pouca (6) Não respondeu (1)

2. Em relação à disciplina (aspectos específicos sobre seu aproveitamento) responda:

2.1- Como você avalia seu comprometimento com a disciplina durante as aulas sobre ondulatória (frequência às aulas, dedicação às atividades propostas, etc.)?

Bom (14) Regular (5) Ruim () Outros ()_____

2.3- Quanto ao método de avaliação, você considera: (Justifique)

Adequado (9) Pouco adequado (10) Inadequado () Outros()_____

Categoria	Justificativas
Adequado.	<p>“Uma forma que chama a atenção do aluno, uma forma simples e bem explicada.”</p> <p>“Foi cobrado tudo o que foi muito bem explicado, apenas o tempo que foi cura para a avaliação.”</p> <p>“Pois, ajudou no entendimento do conteúdo.”</p> <p>“Pois, foi para botar em prática tudo o que apreendemos.”</p> <p>“A única coisa que não funcionou foi a prova feita no auditório, ficou confuso. Mas, no geral, muito proveitoso e cativante.”</p>
Pouco adequado.	<p>“Tivemos pouco tempo para fazermos a prova e tínhamos poucos conteúdo no caderno, além disso, algumas questões estavam um pouco confusas.”</p> <p>“Confusa” 2</p> <p>“Nós tivemos pouco tempo para fazermos a prova e não tínhamos muito conteúdo no caderno.” 3</p> <p>“Nem todo mundo conseguia acompanhar.”</p> <p>“Não entendi muito bem as perguntas”</p>

3. Sobre as relações estabelecidas, avalie:

3.1- Você conseguiu relacionar a música e a física?

Sim, muito (6) Sim, razoavelmente (11) Sim, pouco (2) Não () Outros ()_____

Sim, muito.	<p>“Por que muitas vezes precisamos da física para podermos utilizar os instrumentos” (A8)</p> <p>“Sim porque o professor explica muito bem” (A12)</p> <p>“Em todos os aspectos a música e a física estavam ligadas” (A9)</p> <p>“Com os conceitos ensinados e até mostrados auditivo e visualmente conseguimos relacionar e comparar as duas áreas” (A2)</p> <p>“Aprendi o que elas tem em comum” (A3)</p>
Sim, razoavelmente.	<p>“Consegui entender que a física se encaixa na música” (A10)</p> <p>“Sim, razoável por que talvez a uma diferença entre a física e a música isso talvez confundi pouco” (A14)</p> <p>“Tenho poucas dúvidas sobre, mas as aulas esclareceram muitas coisas” (A)</p> <p>“O aumento da frequência, mas muita coisa de física relacionada a música isso me deu uma confundida, mas compreendi a relação” (A15)</p> <p>“Grande parte eu consegui relaciona até porque já tinha conhecimento sobre alguns conceitos dentro da música, mas foi bem interessante ver essa relação com a física” (A7)</p> <p>“Sim, mas não todos os aspectos de ondas consegui relacionar a música” (A5)</p> <p>“Eu entendi alguns deles mais não todos” (A4)</p> <p>“Eu consegui diferenciar um pouco mas não 100%” (A6)</p>
Sim, pouco.	<p>“Pois alguns conceito foram difíceis de entender” (A1)</p> <p>“Eu relatei o significado de algumas palavras” (A16)</p>
Não Justificado	4 alunos

3.2- Você consegue relacionar alguns conceitos de ondulatória a algo do seu dia-a-dia?

Sim, muito (3); Sim, razoavelmente (7); Sim, pouco (9); Não (); Outros ()

3.3- Descreva o que mais lhe chamou a atenção durante as aulas.

- “De como a física e a música fazem parte de uma da outra” (A16)
- “De que mesmo duas coisas bem diferentes uma da outra elas se combinam” (A4)
- “Da matéria foi o modo em que a física e a música muitas vezes andam lado a lado as dinâmicas feitas durante as aulas achei bem divertido e atrativo” (A7)
- “Quando o professor trouxe para a aula as flautas e outro objetos relacionados a música” (A12)
- “O uso de instrumentos musicais diferentes (ex: Xilofone) e o uso de aplicativos para simulas as ondas sonoras” (A5)
- “Quando o professor trouxe para a aula as flautas e outro objetos relacionados a música” (A12)
- “O uso de instrumentos musicais diferentes (ex: Xilofone) e o uso de aplicativos para simulas as ondas sonoras” (A5)
- “A forma que eles ensinaram na pratica e nos fazendo participar, achei bom” (A18)
- “A dinâmica, a maneira que a aula me cativou” (A9)
- “As aulas que teve no auditório, no caso a avaliação aplicada” (A17)
- “A coisas foram bem dinâmicas. Gostei da aula que usamos o xilofone e da primeira aula que ouvimos música” (A6)
- “Como eu aprendi os conceitos da música” (A10)
- “A diferença das ondas, a forma como cada um de nós temos uma diferença de som de voz, também conforme cada som que nos escutamos talvez a uma intuição e diferenciação de som” (A14)
- “Descobrir a frequência audível e que o som pode derrubar pontes” (A1)
- “O comprometimento do professor. Aulas diversificadas.” (A3)
- “Pois muitas vezes não presto atenção no meu dia-a-dia mais quando paro pra pensar consigo relacionar” (A8)

**5. Em relação aos recursos para facilitar o entendimento do conteúdo.
(Justifique toda essa seção)**

4.1- A utilização das músicas ajudou na compreensão do conteúdo? Gostaria de utilizar músicas mais vezes?

Sim	“Sim, ajudou muito! A aplicação da teoria na pratica é extremamente útil” (A9) “Sim as músicas ajudaram muito, e sim seria muito bom utilizar mais música para se aprender” (A13)
-----	--

	<p>“Ajudou a saber quais termos podem ser utilizados para música e para física e tornou a aula mais cativante” (A)</p> <p>“Sim seria bom aprender mais sobre música” (A14)</p> <p>“Sim, porque deu para entender com mais clareza” (A12)</p> <p>“Sim foi muito legal. Gostaria Sim” (A3)</p> <p>“Sim, pois com a música fica mais fácil o entendimento” (A18)</p> <p>“Sim, ela foi a base para eu entender” (A17)</p> <p>“Na minha opinião sim por que através da música conseguimos aprender mais por que no mesmo tempo estamos se divertindo e aprendendo” (A8)</p> <p>“Sim. A música facilita bastante a compreensão do conteúdo” (A6)</p> <p>“Sim, pois fez com que eu tivesse mais “vontade” de ver do que se trata. Sim, pois as aulas seriam mais diversificadas” (A4)</p> <p>Sim eu gostaria, pois através da música é mais fácil a compreensão de como ocorre as ondas” (A5)</p> <p>“Sim, pois a música é algo muito presente em nossa vida e o meio em que ela foi usada para explicar conceitos físicos deixou a aula mais atrativa e interessante” (A7)</p> <p>“O trabalho com a música foi muito bacana, porque a música está quase todo dia na minha vida” (A15)</p> <p>“Sim, foi um jeito divertido” (10)</p> <p>“Ajudou sim, a música sempre está presente” (A1)</p> <p>“Acho que auxiliou no conhecimento dos com conceitos físicos interessante trabalhar com música” (A2)</p>
Ajudou mas.	“Ajudou mas o problema é que eram muito desconhecidas e eu gostaria de trabalhar com mais vezes” (A1)
Não	Não

4.2- A utilização dos aplicativos eletrônicos no decorrer das aulas ajudou na sua compreensão? Gostaria de utilizar mais aplicativos semelhantes?

“Sim, gostaria. O que me incomodou um pouco no começo foi o barulho.” (A16)

“Sim” (A10)

“Ajudou muito pois eu não sabia diferenciar frequência de amplitude e gostaria de usar mais vezes.” (A1)

“Sim, ajudou com clareza a entender como ocorre os processos e a visualizar conceitos ensinados.” (A2)

“Sim o barulho foi um pouco chato mais foi uma atividade diferente para um tema que é considerado “serio” mais foi bem legal.” (A15)

“A tecnologia nos chamou mais atenção.” (A7)

“Sim, o uso dos aplicativos ajudou bastante no ensino e no aprendizado, gostaria de usar mais vezes!” (A5)

“Sim, pois eu consegui compreender melhor do que se tratava. Sim pois assim talvez minhas notas em física seriam melhores.” (A4)

“Sim me ajudou na prova”(A6)

“Sim ajudou por que através deles a gente podia ver as ondas musicais como ela se comportava quando tinha o grave, se era mais alto e quando era mais baixo.” (A8)

“Sim ajudou muito gostaria sim aulas variadas são ótimas.” (A17)

“Sim, pois desse modo podemos ver e praticar em casa também. ” (A18)

“Sim gostaria. ” (A3)

“Sim pois isso ajudou a compreender melhor o que o professor estava explicando.” (A12)

“Sim gostaria sim ajudou a compreender e entender o funcionamento de cada onda demonstração e diferenciação. ” (A14)

“Ajudou muito a entender. ” (A)

“Ajudou muito mais que as músicas, os aplicativos foram muito claros para a compreensão gostaria muito de utilizar aplicativos semelhante. ” (A13)

“Sim o único ponto a melhorar seria a qualidade de som quando usado em lugares maiores. ” (A9)

4.3- A utilização do experimento ajudou na sua compreensão? Como?

“Não muito. ” (A11)

“Ajudou, pois foi nesse experimento que eu descobri vários conceitos que eu não sabia. ” (A1)

“Ajudou, como eu disse ver na pratica ajuda imensamente na compreensão. ” (A9)

“Sim, pois me ajudou a prestar mais atenção no sons a minha volta. ” (A13)

“Sim, pois visualizando as coisas ficou mais fácil entender como quando o Fernando tocou o instrumento. ” (A)

“Sim ajudou a diferenciação de cada onda. ” (A14)

“Sim, pois eu não conhecia muita conhecida relaciona a música. ” (A12)

“Sim. Com a utilização de experimento facilitou o entendimento do conteúdo. ” (A3)

“Sim, as aulas foram dinâmicas e participativas ajudam bastante por ficar mais claro o entendimento. ” (A18)

“Sim aulas dinâmicas ajudam no meu entendimento.” (A17)

“Sim. Por que em muitas coisas eu não sabia que precisava da física para funcionar e através do experimento eu soube que usava.” (A8)

“Ajudou sim gostei muito quando utilizamos o xilofone.” (A6)

“Sim, pois fez com que eu entende-se o que era cada coisa.” (A4)

“Sim a utilização dos experimentos ajudou bastante na compreensão pois desse modo podemos ver como as ondas sonoras funcionam.” (A5)

“Um pouco mas deu para entender.” (A7)

“Um pouco, qual a mudança quando dois sons se encontram? Não entendi muito bem.” (A15)

“Sim facilitou para entender melhor. ” (A10)

“Um pouco, muita coisa eu prestei atenção mas não consegui compreender.” (A16)

“Me ajudou a ver e compreender as etapas do funcionamento os conceitos na parte pratica ficaram mais claros.” (A2)

4.4- A utilização de textos e da história relacionada a música e a física ajudou na sua compreensão?

“Sim, mas a música ajudou mais. ” (A1)

“Não. ” (A11)

“Não muito mas me forçou a explicar os conceitos físicos e seus funcionamentos na pratica da música. ” (A2)

“Ajudou um pouco. ” (A16)

“Não. ” (A10)

“Sim, e bastante foi muito legal pois para o texto fiz mais pesquisas e algumas coisas acabou me ajudando mais me deixou algumas dúvidas. ” (A15)

“Sim adoro escrever textos e ouvir música por conta disso aprendi melhor e foi mais prazeroso aprender. ” (A7)

“Os textos relacionados não ajudaram tanto quanto a ajuda dos aplicativos e dos instrumentos. ” (A5)

“Sim pois eu pude ver como a música seus conceitos físicos fazem parte do nosso dia-a-dia.” (A4)

“Sim pois fez com que eu compreende-se melhor o assunto. ” (A6)

“Sim. ” (A8)

“Um, pouco. ” (17)

“Sim, facilitou o entendimento. ” (A18)

“Sim. ” (A3)

“Sim ajudou muito. ” (A12)

“Sim. ” (A14)

“Sim. ” (A)

“Não muito, pois foi muito tedioso. ” (A13)

“Eu achei bastante curiosos os fatos e “curiosas” as curiosidades mas acho que na compreensão do conteúdo o efeito não foi muito grande. ” (A9)

Questões adicionais

Você acha importante aprender física? Por quê?

“Sim, sempre! Principalmente se tratando da minha matéria favorita, entender o mundo me fascina. ” (A9)

“Com toda a certeza é uma das melhores, mas, claro que também é muito bom quando se tem um bom professor que caso temos, ele torna a física mais interessante. ” (A13)

“Sim, pois ela faz parte do nosso dia-a-dia.” (A)

“Sim porque através dela sabemos compreender o significado do funcionamento das coisas com elas juntamente com a teoria o funcionamento dos sons. ” (A14)

“Sim, pois ela está relacionada com muitas coisas do nosso dia-a-dia.” (A12)

“Sim, porque muitas coisas do nosso dia-a-dia se relacionam com a física. E precisamos dela para entender muitas coisas. ” (A3)

“Conhecimento geral é sempre bom. ” (A18)

“Claro ninguém é tão esperto que não possa aprender mais ter conhecimento é sempre muito bom. (A17)”

“Sim porque muitas vezes precisamos usar a física. ” (A8)

“Sim com certeza a física está presente em várias coisas em nossa vida, e utilizaremos estes conceitos que aprendemos no futuro. ” (A6)

“Sim pois sem ela não teríamos o que temos hoje. Então ela é importante. ” (A4)

“É muito importante aprender física, pois compreendemos melhor como funciona o ambiente e as coisas da nossa vida. ” (A5)

“Sim, apesar de não gostar muito é importante saber o conceito de algumas coisas e além disso conhecimento nunca é demais. ” (A7)

“Sim antes me perguntava pra quê? Mas já assisti alguns programas, numa estação de trem, o trem parou e graças a física já foi possível entender o que aconteceu na estação. Não sei muito explicar. ” (A15)

“Para entender como as coisas funcionam pois tudo envolve a física. ” (A10)

“Sim é muito importante e eu tenho algumas curiosidades. ” (A16)

“Acho que sim ela influencia em muitas áreas distintas. ” (A2)

“Sim pois vamos levar a física para a nossas vidas desde uma viagem com km até como congelar mais rápido uma cerveja. ” (A11)

“Sim, pois além de ser a melhor matéria usamos coisas do cotidiano. ” (A1)

Você gostou da sequência de aulas sobre ondulatória e música? Comente.

Essa questão os alunos responderam semelhante a primeira. Com exceção do aluno A11 que respondeu que não, todo o restante da turma gostou das aulas.

“Sim novamente a dinâmica foi ótima. Não desgrudei os olhos do professor. ” (A9)

“Sim foi muito divertido. ” (A13)

“Sim, gostei da forma e da sequência que as aulas foram feitas. ” (A)

“Sim foram bem boas foram compreensão da palavra ondulatória aprendi compreendi. ” (A14)

“Sim foi tudo muito bem planejado. ” (A12)

“Sim foi muito interessante. ” (A3)

“Gostei ficou legal e parece que todos estavam interessados. ” (A18)

“Claro gosto de aulas diferenciadas. ” (A17)

“Sim, pois eram aulas diferentes que acabaram dispersando interesse pela aula. ” (A8)

“Sim. Como eu já disse as aulas foram bem dinâmicas. ” (A6)

“Sim foram aulas divertidas que fizeram com que tivesse um bom entendimento. ” (A4)

“Sim eu gostei muito das aulas e foi um jeito diferentes de aprender. ” (A5)

“Sim, como já disse antes o modo em que as aulas foram aplicadas deixaram o assunto mais atrativo. ” (A7)

“Sim, teve atividades bem diferentes. ” (A15)

“Sim, foram aulas diferenciadas que nos chamou atenção. ” (A10)

“Sim eu gostei foi algo diferente eu só achei um pouco difícil. Deveria ter mais aulas assim para sair da rotina. ” (A16)

“Sim acho muito interessante e gostei do método de explicação. ” (A2)

“Não. ” (A11)

“Sim, pois foi uma aula diferenciada. ” (A1)

Quais são as dificuldades de aprendizagem que você costuma ter nas aulas de Física?

“Nenhuma. ” (A)

“Costumo ter nas formulas e nas teoria tem funcionamento. ” (A14)

“Demorou um pouco para entender. ” (A12)

“Muitas horas são na hora de fazer contas pois acabo me confundido na hora de somar. ” (A8)

“Em relação aos cálculos eu sou melhor do que as teóricas tenho muita dificuldade em relação as teóricas. ” (A6)

“Pra mim é mais complicado entender a teoria dos assuntos ficando mais fácil quando tem aulas práticas. ” (A5)

“Tenho mais dificuldades na parte de cálculo, pois teoria para mim é mais fácil. ” (A7)

“Tenho dificuldades em formulas e contas, isso me confundem bastante. ” (A15)

“Entender os cálculos. ” (A10)

“Quando o assunto é novo eu demoro para entender. ” (A1)

“Eu não costumo ter muitas dificuldades as que eu tenho estão relacionadas com calculo e/ou interpretação.” (A9)

“A concentração.” (A13)

“Nenhuma.” (A)

“Costumo ter nas formulas e nas teoria tem funcionamento.” (A14)

“Demorou um pouco para entender.” (A12)

“Contas.” (A3)

“Interpretação das questões. ” (A18)

“As contas.” (17)

“Muitas horas são na hora de fazer contas pois acabo me confundido na hora de somar.” (A8)

“Em relação aos cálculos eu sou melhor do que as teóricas tenho muita dificuldade em relação as teóricas.” (A6)

“Os cálculos.” (A4)

“Pra mim é mais complicado entender a teoria dos assuntos ficando mais fácil quando tem aulas práticas.” (A5)

“Tenho mais dificuldades na parte de cálculo, pois teoria para mim é mais fácil.” (A7)

“Tenho dificuldades em formulas e contas, isso me confundem bastante.” (A15)

“Entender os cálculos.” (A10)

“Tenho dificuldade em compreender as coisas eu demoro para entender. Em contas e formulas também.” (A16)

“Interpretação do que se pede nos problemas entre outros.” (A2)

“De não aprender a formula ou não entender a questão.” (A11)

“Quando o assunto é novo eu demoro para entender.” (A1)

Quais as dificuldades encontradas nas ultimas quatro aulas de física? Se você conseguiu superar essas dificuldades, como elas foram sanadas?

“ Eu não tive dificuldades, conhecia maior parte do assunto.” (A9)

“ Não tive dificuldades alguma, as dificuldades foram sanadas pelo simples fato da matéria ser muito interessante.” (A13)

“ Não tive dificuldades, ajudou a esclarecer as dúvidas.” (A)

Não tive dificuldades. (A10)

“Tive alguma certa dificuldade para distinguir alguns conceitos, mas logo compreendi melhor através do aplicativo de som.” (A7)

“A minha dificuldade foi compreender alguns conceitos sobre ondulatória mas superei quando foi utilizado os aparelhos eletrônicos e os instrumentos.” (A5)

“Como fazer a conta de medição da onda.” (A18)

“Para entender sobre as contas no aplicativo.” (A17)

“Não consegui entender na hora da prova as perguntas.” (A15)

“Eu prestei atenção nas aulas mas no dia da prova eu demorava para entender o que se estava se passando no projetor, foi tudo muito rápido.” (A16)

“As minhas dificuldades foram sobre alguns conceitos da física na música.” (A6)

“Minhas piores dificuldades são não entender o que é passado. Consegui (Finalmente compreendi a física).” (A4)

“Consegui superar algumas dificuldades.” (A8)

“Consegui entender boa parte com a explicação do professor.” (A3)

“Reconhecer todos os conceitos, sim foram sanadas pois os métodos de explicação foram claros.” (A2)

“Bem como e aplicada ondulatória bem sequência dos sons a intensidade.” (A14)

“Com a explicação do professor.” (A12)

“No inicio eu demorei para entender mas foi passando as aulas eu perguntava e o professor respondia.” (A1)

ANEXO G- RESPOSTAS DOS ALUNOS DO PROFESSOR B AO QUESTIONÁRIO

3. Em relação à disciplina (aspectos gerais) como você avalia:

1.1- Dinâmica das aulas no conteúdo de ondulatória. (Justifique)

Excelente (5)Boa (16) Razoável (3) Ruim () Outros ()_____.

Excelente:	“Tirei todas as minhas dúvidas, a aula pratica além de interessante foi divertido.” (B8) “Ajudou bastante a compreender o conteúdo.” (B12)
Boa:	“Legal e bem interessante.” (B1) “Tivemos um bom conhecimento de coisas que não sabíamos ainda.” (B2) “Bem elaborado uma boa visão do que são ondas.” (B3) “Foi um bom conteúdo e bastante dinâmica.” (B9) “Pois não teve só textos e questões, teve dinâmica com os alunos.” (B10) “Professor explica de forma fácil de entender.” (B14) “Boa forma de introduzir o conhecimento além da leitura escrita.” (B16) “Pois sinceramente não teve um bom aproveitamento no ensino.” (B20) “Foi bom porque foi uma aula diferente, e podemos aprender um pouco mais.” (B23)
Razoável	Dinâmica foi boa mas poderia melhorar. (B24)
Não justificado	B4, B5, B6, B7, B11, B13, B15, B17, B18, B19, B21, B22,

1.2- Contribuição para a sua formação geral.

Excelente (2) Boa (14) Pouca (8) Não respondeu ()

2. Em relação à disciplina (aspectos específicos sobre seu aproveitamento) responda:

2.1- Como você avalia seu comprometimento com a disciplina durante as aulas sobre ondulatória (frequência às aulas, dedicação às atividades propostas, etc.)?

Bom (17) Regular (6) Ruim () Outros ()_____ Não respondeu (1)

2.3- Quanto ao método de avaliação, você considera: (Justifique)

Adequado (20) Pouco adequado (3) Inadequado () Outros () (1) Não respondeu

Adequado.	“Justo.” (B1) “Pois incentivaram os alunos com aulas dinâmicas fazendo assim a aula não ser chata.” (B10) “Adequado pelo fato de ser um conteúdo meio complicado de ensinar, mas como ele explica é uma forma fácil.” (B14) “Adequado pois estimula o interesse nos alunos para um assunto importante, mas não agradável para estudo.” (B16) “Me esforcei bastante e tive ajuda quando perguntei.” (B19)
-----------	--

Pouco adequado.	
Não justificou	B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B9, B11, B12, B13, B15, B17, B18, B20, B21
Não respondeu	B22

3. Sobre as relações estabelecidas, avalie:

3.1- Você conseguiu relacionar a música e a física?

Sim, muito (8) Sim, razoavelmente (11) Sim, pouco (5) Não ()
 Outros () _____

Sim, muito.	“Consegui identificar bem. (B1) A física está em tudo principalmente na música.” (B3) “Sou bom em organizar coisa não próprias (música e física não as matérias mais praticas para eu aprender.)” (B16)
Sim, razoavelmente.	Deveria ter músicas conhecidas para que os alunos se interessasse mais. (B19) “Algumas coisa eu entendi outras não” (B24)
Sim, pouco.	“Em um momento houve contas.” (B20)
Não Justificado	B2, B4, B5, B6, B7, B8, B9, B10, B11, B12, B13, B14, B15, B17, B18, B21, B22, B23,

3.2- Você consegue relacionar alguns conceitos de ondulatória a algo do seu dia-a-dia?

Sim, muito (9) Sim, razoavelmente (8) Sim, pouco (4) Não(2) Outros ()

3.3- Descreva o que mais lhe chamou a atenção durante as aulas.

Sim, muito	“Consegui identificar bem.” (B1) “Os instrumentos em sala de aula foi algo inovador e não deixou a aula sem graça” (B2) “O aplicativo de ondas no notebook” (B4) “A forma de como as ondas estão presentes em nossa vida.” (B9) “A parte da música onde foi testado o som.” (B10) “O sensor e o representador de ondas sonoras.” (B16) “Como o barulho irritante que o computador produzi-o demonstrando a frequência” (B20) “Tipo de ondas que imitimos ao dia-a-dia, a maneira de como a aula foi elaborada.” (B21) “A variação das ondas sonoras” (B24)
Sim, razoavelmente	“O uso dos instrumentos musicais.” (B3) “Instrumento musicais.” (B8) “O pendulo de ressonância.” (B12) “Os instrumentos” (B13) “O método de ensino do conteúdo” (B14) “O uso dos instrumentos para demonstrar as ondas” (B18) “Foi o xilofone” (B22)
Sim, pouco	“A relação da música a física e os sons.” (B11)
Não	“Os instrumentos” (B19)

	“Dos instrumentos utilizados para demonstrar os sons.” (B23)
Não justificou.	B5, B6, B7, B15
?	“Os instrumentos tocados, e saber que “tudo” que é feito emite ondas.” (B17)

**6. Em relação aos recursos para facilitar o entendimento do conteúdo.
(Justifique toda essa seção)**

4.1- A utilização das músicas ajudou na compreensão do conteúdo? Gostaria de utilizar músicas mais vezes?

“Sim poderia ser todas as aulas assim. kkkk.” B1

“Sim ajudou adoro escutar entender as notas.” B2

“Sim pois foi mais fácil de compreender a diferença. Sim pois diferencia as aulas é mais dinâmica” B3

“Sim” B4

“Sim, porque ajudou muito com as notas” B5

“Sim um pouco, sim porque é legal” B6

“Sim” B7

“Sim ajudou muito, e sim eu gostaria de utilizar mais a música” B8

“Sim facilitou muito. Sim gostaria” B9

“Ajudou pois ficou de um jeito mais legal a aula. Gostaria” B10

“Sim, ajudou muito e eu gostaria de mais aulas assim” B11

“Sim pois ajuda na explicação e conseguimos entender com mais clareza” B12

“Sim” B13

“Sim ajudou, foi uma forma mais fácil de entender o conteúdo” B14

“Sim. Além de ajudar a compreender o conteúdo, torna a aula mais divertida.” B15

“Sim, é uma ótima forma diferente da usual para o assunto e sua explicação “gruda” na cabeça do aluno, além do mais é uma atividade geralmente cotidiana” B16

“Não muito, não ficou claro esse assunto para mim, mas estudando de outro modo outra vez eu entenderia” B17

“Sim, pois ajuda a compreender melhor o conteúdo dependendo do qual” B18

“Sim, deveria usar mais música” B19

“Seria bom ter música, só que mais atual. E também que a música tem vários estilos, toque diferentes mudando a frequência, e os instrumentos também demonstraram isto.” B20

“Sim, talvez sim de vez em quando” B21

“Sim ajudou, sim gostaria” B22

“Sim pois foi bem legal” B23

“Ajudou um pouco sim” B24

4.2- A utilização dos aplicativos eletrônicos no decorrer das aulas ajudou na sua compreensão? Gostaria de utilizar mais aplicativos semelhantes?

“Ajudou sim.” B24

“Sim e Sim.” B23

“Sim e sim” B22

“Sim, sim por que é melhor para entender o conteúdo” B21

“Acredito que sim. Ele demonstra exatamente o que aconteceu então é prático ao invés de só estudar a teoria” B20

“Sim” B19

“Sim pois ajudou muito a entender o conteúdo” B18

“Ajudou, gostaria sim, mas eu me atrapalho um pouco” B17

“Sim, torna-se fascinante perceber (artificialmente) algo tão presente em nossas vidas” B16

“Sim. Facilita mais a compreensão” B15

“Mais ou menos, seria melhor utilizar aparelhos musicais como a flauta” B14

“Sim, gostaria” B13

“Ajudou. Eu gostaria pois torna a aula mais interessante.” B12

“Sim, ajudou muito para a compreensão porque o aplicativo ajudou a prender mais a minha atenção” B11

“Ajudou pois ficou mais fácil olhando nesse programa gostaria pois iria facilitar muito as aulas” B10

“Sim ajudou. Gostaria, pois eles facilitam a entender” B9

“Sim, apesar de incomodar um pouco foi bem compreensivo” B8

“Não” B7

“Sim ajudou e muito eu gostaria de utilizar mais vezes” B6

“Sim” B5

“Sim ver o funcionamento das ondas ajudou no entendimento” B4

“Sim pois a compreensão foi mais rápido, por que não? Já que somos tão ligados a eles porque não usar para ajudar nas aulas” B3

“Sim ajudou. Instrumentos que nunca tínhamos tocado e outros sim tínhamos visto é legal conhecer algo novo” B2

“Sim, conhecer novos programas é legal.” B1

4.3- A utilização do experimento ajudou na sua compreensão? Como?

“Sim aprendi com o aparelho” B1

“Sim ensinando que a música tem várias experiências por traz dela” B2

“Sim, pois o uso do pendulo de ressonância mostrou que mesmo tamanho as coisas podem se mover sem precisar mexer nos dois só em um basta” B 3

“Sim entender como é o som mais agudo e mais grave” B4

“Para entender melhor o assunto referente ao conteúdo” B5

“Ajudou porque eu consegui entender melhor” B6

“Verdade” B7

“Sim” B8, B13, B14, B15

“Sim com ele pude observar melhor como funciona o conteúdo” B9

“Sim pois eu pude ver como funciona as ondas de modo real” B10

“Sim porque a música e o aplicativo me deixaram com mais vontade de aprender”

B11

“Sim, Porque as vezes não compreendemos só escutando então vedo ajuda bastante” B12

“Sim, uma vez que ele já foi essencial para a explicação ser atrativa” B16

“Um pouco sim fiquei um pouco confusa mas na pratica dependendo dá para entender melhor. Porém não entendi muito esse assunto” B17

“Sim explicando como é cada coisa e mostrando como é cada coisa” B18

“Sim, facilitando o entendimento” B19

“Mais ou menos. Quando usamos o computados e os instrumentos forma mais uteis e melhorou a explicação apesar de achar melhor ler o que se tem no livro e praticar exercícios” B20

“Sim foi mais fácil entender porque quando vemos os experimentos fica mais fácil de compreender as coisas.” B21

“Ajudou eu a identificar o que é agudo e grave.” B22

“Não entendi muito bem mas deu para compreender” B24

“Sem resposta.” B23

4.4- A utilização de textos e da história relacionada a música e a física ajudou na sua compreensão?

“Sim” B1, B5, B7, B19, B23

“Sim. Porque ajudou a entender os significado e as características dos sons sonoros.” B2

“Não fiz ainda mais ajuda muito” B3

“Não, tive dificuldade em fazer o texto (não gostos escrever texto).” B4

“Ajudou pouco.” B6, B22

“Não” B8

“Sim, com esses métodos eu entendi cada uma das coisas relacionadas ao conteúdo, como os tipos de ondas e os significados de algumas coisas.” B9

“Sim, por que eu vi como a música está relacionada a física” B10

“Sim, por que me deixou mais dentro do assunto” B11

“Ajudou. Porque nos ajudou a entender a história e não só a fazer as contas” B12

“Sim, deu para entender melhor o assunto” B13

“Mais ou menos, ficou meio confuso.” B14

“Mais ou menos. Fiquei meio confuso com essa parte” B15

“Não muito. Já aprendi o assunto e a história foi uma justificação do meu conhecimento” B16

“Ajudou um pouco, me ajudou a compreender um pouco mais claro não entendi 100% o assunto mais um pouco sim.” B17

“Não muito, pois aprendo melhor na pratica ou ouvindo” B18

“Não, Isto só foi um texto feito e tals, sem muito interesse” B20

“Sim, pois com a música foi mais fácil de relacionar as ondas sonoras e compreender mais fácil” B21

“Sem resposta” B24

Questões adicionais

Você acha importante aprender física? Por quê?

“Acho importante pois está no nosso dia-a-dia (música, movimento entre outros).”

B1

“Bom... Não sei responder” B2

“Sim, pois nos ajuda em tudo e está em tudo” B3

“Sim, entender como funciona tudo mas depende muito se irá usar isso no futuro etc.” B4

“Para ter conhecimento e para o mercado de trabalho em um futuro melhor” B5

“Sim porque vamos usar física quando escolher uma profissão” B6

“Sim” B7, B13

“Sim para passar de ano e ter um conhecimento a mais sobre o mundo físico de como tudo funciona” B8

“Acho sim mesmo não gostando muito eu acho a física muito importante para nossa vida.” B9

“Um pouco sim, pois tudo o que a gente faz a física no meio e assim você aprende o porquê acontece.” B10

“Sim, aprender física é importante imagina não saber fazer coisa básicas como o que é pressão ou massa, então a física ajuda a aprender.” B11

Sim porque dependendo a carreira que vamos seguir é preciso aprender a física.” B12

“Sim porque ela está em tudo no nosso dia-a-dia” B14

“Sim, pois na faculdade que quero fazer vou usar muita física” B15

“Claro! Aprender a física é essencial para entendermos a leis da natureza e afins.” B16

“Sim, por que “tudo” é física calculo e caso for fazer faculdade precisara disso” B17

“Sim pois tudo envolve física” B18

“Não e sim depende da área que tu tem vocação e quer seguir. No meu caso não” B19

“Não. Acho desnecessário pois já temos matemática e ciências. Matemática contas, raciocinar e ciências trabalhar um pouco com a física já é o necessário.”

B20

“Sim pois usamos muito no nosso dia-a-dia e se formos fazer uma faculdade iremos usar alguma coisa relacionada a física” B21

“Sinceramente eu não gosto, mais creio que sim.” B22

“Sim, para usar mais lá na frente” B23

“Acho importante para quem quer ter um emprego relacionado física. No meu caso não.” B24

Você gostou da sequência de aulas sobre ondulatória e música? Comente.

“Gostei.” B1, B12

“Sim foi algo inovador” B2

“Sim pois trouxe coisa nova para entender algo complicado só na teoria.” B3

“Sim bem interativo” B4

“Não respondeu” B5

“Sim gostei porque deu para entender melhor.” B6

“Sim” B7

“Sim foi um tempo bem utilizado” B8

“Sim foram aulas dinâmicas e interessantes” B9

“Sim foi bem dinâmico legal, aonde eu pude compreender melhor esse assunto das ondas sem aquela coisa chata de ficar escrevendo tudo” B10

“Sim foi muito legal e divertido” B11

“Sim foi um assunto bem interessante e diferente do que a gente costuma aprender” B13

“Sim foi muito bom e com todos aqueles acessórios foi melhor para o entendimento” B14

“Sim pois ajudou na compreensão do conteúdo” B15

“Sim algo inovador (apesar de ser básico) e bastante agradável” B16

“Um pouco prefiro o método do professor se explica e assim já passa no caderno, definição e formula se precisar acho fácil de entender” B17

“Sim, pois o conteúdo foi explicado e demonstrado e, porem ficou um pouco cansativo ficar escutando aquele sons diversas vezes seguidas.” B18

“Sim achei bem dinâmico e diferente das demais aulas” B19

“Realmente preferia uma aula normal acredito que seria mais produtivo” B20

“Sim foi interessante aprender as coisa sobre física de uma maneira diferente”

B21

“Gostei, não tenho nada a comentar” B22

“Sim foi muito legal.” B23

“Não”²⁴

Quais são as dificuldades de aprendizagem que você costuma ter nas aulas de Física?

“Mais nas partes das contas, poderia ter um método de sem contas” B1

“Não me dou muito bem com contas. Física é algo novo para mim” B2

“Acostuma a ser decorar formulas” B3

“Nenhuma” B4, B7, B14

“Não respondeu” B5, B17

“Um pouco da questão das letras no meio da conta, mas é muito pouco” B6

“Formulas” B8

“Não tenho muita dificuldade em aprender, de vez em quando algum cpnteudo é mais difícil mas eu entendo” B9

“Falta de atenção da minha parte” B10

“De entender os cálculos” B11

“Se for como uma conta eu não consigo interpreta-la” B12

“Dificuldade de compreensão” B13

“Na prova tem vezes que eu me confundo com algumas contas” B15

“Decorar as formulas e métodos de aplicá-las (Sou de ciências humanas)” B16

“Na hora da explicação mais depois eu consigo fazer e também na hora de converter ou botar os nomes das mediadas” B18

“Simplesmente não me dou bem com número” B19

“Formulas muitas formulas, se tem que converter ou não resumindo tudo” B20

“Esquecer como se faz as formulas, não entender o conteúdo rápido as vezes”
B21

“Cálculos e na forma de explicar se for muito rápido não consigo acompanhar”
B23

“Números” B24

“Tenho dificuldades com as formulas” B23

Quais as dificuldades encontradas nas ultimas quatro aulas de física? Se você conseguiu superar essas dificuldades, como elas foram sanadas?

“Nenhuma, pois para mim as explicações foi clara e bem objetiva” B1

“Não tive dificuldades durante essas aulas.” B2

“Não respondeu” B3, B5, B23

“Nenhuma” B4, B8, B9

“Tive dificuldade de entender mais já consegui” B6

“Consigo se eu me dedicar um pouco mais nos estudos” B7

“Falta da minha atenção nas aulas pois as aulas estavam bem dinamicas” B10

“Não tive muitas dificuldades” B11, B13

“Não tive muitas dificuldades, pois consegui entender bem o assunto” B12

“Nenhuma dificuldade encontrada, com esse tipo de explicação foi melhor para aprendermos esse conteúdo” B14

“Entender o conteúdo, melhor praticando mais contas” B15

“Foi difícil atenção em sala, por causa dos motivos externos (como barulho, confusão do professor, etc.) dei uma olhada em conteúdos do tema na internet para compreender melhor” B16

“Não consegui entender muito bem o conteúdo me atrapalhava um pouco, sobre os tipos de onda.” B17

“Entender os termos físicos dados pelos professores consegui superar lendo o livro de física” B18

“Como foi explicação eu me sai bem pois prestei atenção, tive dificuldade na prova mas na recuperação me sai um pouco melhor.” B19

“Bom no primeiro semestre não foi tão comprido então foi de boa. Já este bimestre está mais comprido mas acredito que não está totalmente perdido. B20

“Entender os vários tipos de ondas sonoras, etc” B21

“Foi em formulas mais sempre tive” B22

“Compreensão ao conteúdo” B24

